UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE
DEPARTAMENTO DE ADMINISTRAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO

AS ESTRATÉGIAS TECNOLÓGICAS DAS MONTADORAS GLOBAIS
E AS VERTICAIS TECNOLÓGICAS EM MOTORIZAÇÃO

Francisco Carlos Tadeu Starke Rodrigues

Orientador: Prof. Dr. Abraham Sin Oih Yu

SÃO PAULO
2013

Prof. Dr. João Grandino Rodas
Reitor da Universidade de São Paulo

Prof. Dr. Reinaldo Guerreiro
Diretor da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade

Prof. Dr. Adalberto Américo Fischmann
Chefe do Departamento de Administração

Prof. Dr. Lindolfo Galvão de Albuquerque
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Administração

FRANCISCO CARLOS TADEU STARKE RODRIGUES

**AS ESTRATÉGIAS TECNOLÓGICAS DAS MONTADORAS GLOBAIS
E AS VERTICAIS TECNOLÓGICAS EM MOTORIZAÇÃO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo para Obtenção do Título de Doutor em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Abraham Sin Oih Yu

Versão Corrigida

(versão original disponível na Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade)

SÃO PAULO

2013

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Seção de Processamento Técnico do SBD/FEA/USP

Rodrigues, Francisco Carlos Tadeu Starke

As estratégias tecnológicas das montadoras globais e as verticais tecnológicas em motorização / Francisco Carlos Tadeu Starke Rodrigues. – São Paulo, 2013.

416 p.

Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, 2013.

Orientador: Abraham Sin Oih Yu.

1. Inovações tecnológicas – Administração 2. Indústria automobilística
3. Design 4. Dominância 5. Estratégias mundiais 6. Tecnologia I.
Universidade de São Paulo. Faculdade de Economia, Administração
e Contabilidade. II. Título.

CDD – 658.514

**À minha querida filha Sofia, que não
poderia ter chegado em melhor hora.
Ao meu querido filho Alexandre que
vem chegando e que também não
poderia ser em melhor hora.**

AGRADECIMENTOS

Agradeço, em primeiro lugar, aos meus pais, com quem compartilho os meus dias. A sua presença é importante para todos nós.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Abraham Sin Oih Yu, pela dedicação imensurável e confiança nesta proposta de estudo e, sobretudo, por ter me conduzido ao estudo correto e aprofundado de como se tomam estrategicamente as melhores decisões. Além de ser o responsável pela minha imersão nas questões da Teoria da Decisão e das Hierarquias do Design e que acabaram por solidificar as bases teóricas deste trabalho, foi um provocador permanente para que o trabalho saísse com uma qualidade muito melhor do que originalmente eu havia concebido. A sua sempre presente paciência chinesa e seu respeito para com os alunos me ajudaram muito nesta caminhada. Sinto-me recompensado por tê-lo tido como meu orientador ao longo desses quatro anos.

Ao Prof. Dr. Paulo Tromboni de Souza Nascimento, pelas suas críticas severas e valiosas contribuições de forma e conteúdo durante a etapa de qualificação deste projeto, além dos quatro anos de convívio em suas disciplinas, sobretudo quando fui seu monitor na disciplina Administração da Inovação em Produtos e Processos: foi lá que se começou a desenhar este tema que eu viria a estudar. O adensamento teórico desta tese se deve muito aos seus questionamentos em torno das instituições como agentes econômicos.

Ao Prof. Dr. Mário Sérgio Salerno, pelas suas ricas contribuições manifestadas em minha banca de qualificação, sobretudo nas questões envolvendo o real objeto de estudo. Muito me honra ter um colega engenheiro da renomada Escola Politécnica da Universidade de São Paulo podendo me avaliar e ajudar em meu crescimento acadêmico.

Ao Prof. Dr. Paulo Roberto Feldmann, pelas discussões a respeito da globalização da economia e de como se dá a inserção das empresas transnacionais nesse contexto contemporâneo. As suas aulas foram muito valiosas para a minha pesquisa.

Ao Prof. Dr. Marcos Amatucci, pela produção acadêmica que muito me ajudou nas questões envolvendo o etanol e o *flex – fuel* no Brasil.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Administração (PPGA) da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade (FEA) da Universidade de São Paulo (USP), com quem convivi nestes quatro anos e que me ensinaram que ainda há muito que aprender.

Ao Departamento de Administração da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo, por ter me aceito como aluno e ter me

propiciado as condições de elaborar um projeto que, se não o mais importante para a instituição, certamente o é para mim em meus 32 anos de trajetória profissional e quase 20 anos de trajetória acadêmica.

Aos colegas das turmas das disciplinas que frequentei entre 2009 e 2010, com os quais convivi, dividindo expectativas, ansiedades e ideias e debatendo, muitas vezes, acaloradamente, minhas convicções e minhas crenças profissionais. Saio melhor do que quando entrei.

Aos colegas da Pós-Graduação, José Petraglia e Lucas Alexandrino, pela singular contribuição ao modelo de identificação das estratégias das montadoras.

À Edna Gubitoso, bibliotecária do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT), pela valiosíssima ajuda na busca permanente dos mais recentes artigos relacionados com a minha tese.

Ao meu aluno Ricardo Costa da Cruz, pela ajuda no fornecimento dos periódicos que formaram a principal base de dados desta pesquisa.

Ao Centro Universitário Belas Artes de São Paulo, a casa que me abrigou nestes anos mais recentes e a quem agradeço, na pessoa de seu Magnífico Reitor, Prof. Dr. Paulo Antonio Gomes Cardim, pela confiança em mim depositada e pelas condições adequadas que me foram disponibilizadas para a finalização desta empreitada.

Ao meu caro amigo João Nilson Zunino, pela inestimável crença em meu trabalho durante todos esses anos.

Às minhas queridas Sofia e Sueli, filha e esposa, com quem eu gostaria de dividir este produto que é uma grande conquista: vocês me ajudaram muito e nem sabem o quanto. Ao meu querido filho Felipe que, embora mais distante desta feita, agradeço pela presença entre nós; sei que um dia você compreenderá o valor das coisas que teu pai te diz. Vocês três são as pessoas mais importantes da minha vida e, cada um, à sua maneira, me ajudou a chegar ao final desta pesquisa.

E, finalmente, àqueles que não estão mais presentes, mas que, certamente, mais uma vez contribuíram para que eu pudesse chegar até aqui.

A todos vocês devo agradecer neste momento. Espero que este trabalho possa contribuir, significativamente, para o entendimento dos movimentos empresariais realizados pelos grandes conglomerados da indústria automobilística em todo o mundo e que afetam, de alguma forma, tudo o que fazemos em nosso cotidiano: nossa mobilidade, nosso consumo, nosso lazer, nosso modo de vida, nosso futuro, nossa existência.

**“Não admitas 'à priori' nada
que possas verificar.”**

Rudyard Kipling

RESUMO

As formas alternativas de motorização e o atual design dominante, o motor de combustão interna (ICE), disputam as maiores atenções das montadoras globais. Muitas estratégias tecnológicas em motorização emergem a todo o momento, seja para preservar o ICE, seja para criar alternativas a ele. Durante os anos de 2011 e 2012, foram estudadas 25 montadoras globais, que representam 87% das vendas globais, por meio de seus movimentos estratégicos em torno da motorização. Utilizando-se um estudo exploratório múltiplo de casos e como método de pesquisa a “*grounded research*”, coletou-se cerca de 1.200 dados e informações relacionadas a estratégias tecnológicas das montadoras e demais *stakeholders* da indústria automobilística em torno da motorização. A seguir, esses dados foram classificados de acordo com as fases de dominância do arcabouço de Suarez (2004). Construiu-se um trio de construtos para suportar teoricamente a pesquisa: estratégias tecnológicas, teoria institucional e design dominante. As estratégias tecnológicas em motorização se desenvolvem em 4 verticais tecnológicas: Combustão Interna, Eletrificação, Hibridização Eletrificada e Hibridização Não Eletrificada. Há mais esforço sendo empreendido na fase de pós – dominância, o que denota o desejo da indústria automobilística em estender a vida do ICE, exaurindo-o ao máximo. Nesta fase, existe relativa homogeneidade entre as montadoras; chegam a ser isomórficas e ter comportamentos miméticos. Nas fases de pré – dominância, no entanto, há grande heterogeneidade nas fases de pesquisa e desenvolvimento, viabilidade técnica e criação de mercado de formas alternativas de motorização; na busca de criar alternativas ao ICE, todas as montadoras estão testando de tudo, mas há claramente opções tecnológicas mais específicas sendo feitas por cada uma. Não se comprovou o ‘efeito manada’ esperado, inferindo-se que há entre as montadoras interpretações distintas do ambiente institucional. A maioria das montadoras revela trabalhar mais com os híbridos elétricos na fase da criação de mercado, sinalizando que, depois de duas décadas de investimentos nas alternativas ao ICE, seria hora de tomar uma decisão em torno de uma única tecnologia alternativa; ou seja, a vertical tecnológica Hibridização Eletrificada é a que mais tem se aproximado de um desafio mais contundente ao ICE. Algumas montadoras se destacam em veículos elétricos (EVs), casos da Nissan – Renault e General Motors; outras se destacam em híbridos elétricos (HEVs) e híbridos elétricos *plug – in* (PHEVs), como Toyota, Volkswagen – Audi e PSA Peugeot Citroën. Já a Honda e a Hyundai se mostram confiantes nos híbridos movidos a células de hidrogênio (FCEVs). A hibridização não eletrificada é uma aposta da Tata e da Ford. As montadoras globais adotam estratégias globais, mas o palco das experimentações são EUA, Alemanha, Japão, Reino Unido e China. Apesar de haver experimentos das *start – ups* nas fases de pré – dominância, parece pouco provável que uma nova entrante venha a competir com as montadoras veteranas. Não se evidenciou qualquer movimento que indicasse estratégias tecnológicas que tenham emergido nas subsidiárias; na verdade, elas atuam como vetores na implantação das estratégias definidas pelas matrizes. Há uma derivação muito forte da vertical tecnológica Combustão Interna, os bi – combustíveis, em particular o *flex – fuel* brasileiro, com a dupla gasolina – etanol e o *flex – fuel* americano, com gás natural comprimido e gasolina ou diesel, apostas de Chrysler e General Motors. O desenvolvimento de combustíveis fósseis gasosos e renováveis líquidos como substitutos da gasolina e do diesel é mais robusto que os HEVs e acabam por se comportar como barreiras de entrada contra as formas alternativas de motorização. O design dominante atual continua ‘dando as cartas’ e não demonstra que deixará de ser o paradigma em motorização.

Palavras-chave: Design, Dominância, Estratégias Mundiais, Indústria Automobilística, Inovações Tecnológicas, Tecnologias.

ABSTRACT

The alternative forms of motorization and the current dominant design, the internal combustion engine (ICE), compete for the most attentions from the global automakers. Many technological strategies in motorization emerge all the time, whether to preserve the ICE, or to create alternatives to the current technological paradigm. During the years 2011 and 2012 25 global automakers were studied, representing 87% of global sales, through its strategic movements around the motorization. Using an exploratory multiple case research and a "grounded research" as the method, one collected close to 1,200 data and information related with technological strategies of automakers and other stakeholders of the automotive industry around the motorization. Hereafter, these data were classified according to the phases of dominance of the Suarez' framework (2004). One built up a trio of constructs to support theoretical research: technological strategies, institutional theory and dominant design. Technological strategies in motorization develop into 4 technological verticals: Internal Combustion, Electrification, Electrified Hybridization and Non – Electrified Hybridization. There is more effort being undertaken in the post - dominance, which shows the desire of the automobile industry in extending ICE's life, exhausting it to the fullest. At this stage, there is relative homogeneity among automakers; they come to be isomorphic and to have mimetic behaviors. In the pre – dominance phases, however, there is great heterogeneity in the stages of research and development, technical feasibility and market creation of alternative powertrain; in seeking to create alternatives to ICE, all automakers are testing everything, but there are clearly more specific technological choices being made by each. One did not prove the 'bandwagon effect' expected, so inferring that there are different interpretations among automakers about their institutional environment. Most automakers reveals more work with the electric hybrid vehicles at the stage of market creation phase, signaling that, after two decades of investment in alternatives to ICE, it would be time to make a decision around a single alternative technology; i.e., the Electrified Hybridization technological vertical technology is that who have approached a more forceful challenge to ICE. Some automakers stand out in electric vehicles (EVs), cases of Nissan - Renault and General Motors, others in electric hybrids vehicles (HEVs) and electric hybrid plug - in vehicles (PHEVs) like Toyota, Volkswagen - Audi and PSA Peugeot Citroën. Honda and Hyundai are confident in electric hybrid vehicles powered by hydrogen cells (FCEVs). Non – electrified hybridization is a bet of Tata and Ford. Global automakers adopt global strategies, but the stages for experiments are USA, Germany, Japan, United Kingdom and China. Although there are experiments of start - ups in the pre – dominance phases, it seems unlikely that a new entrant will compete with incumbent companies. There was no evidence to indicate any movement related with technological strategies that have emerged in the subsidiaries of the automakers; in fact, they act as vectors in the implementation of strategies defined by their headquarters. There is a very strong derivation from the Internal Combustion technological vertical, the bi - fuels, particularly flex - fuel in Brazil, based on the duo gasoline - ethanol and the north - american flex - fuel, with the duo compressed natural gas (CNG) and gasoline or diesel, actual bets of Chrysler and General Motors. The development of fossil fuels and renewable gaseous liquids as substitutes for gasoline and diesel is more robust than HEVs and eventually behave as entry barriers against alternative powertrains. The current powertrain dominant design continues 'distributing the cards' and do not demonstrate that will stop being the paradigm in motorization.

Keywords: Design, Dominance, Global Strategies, Automobile Industry, Technological Innovations, Technology.

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

LISTA DE QUADROS

LISTA DE TABELAS

LISTA DE GRÁFICOS

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	Tema, Justificativa e Objetos da Pesquisa	14
1.2	Problema de Pesquisa	17
1.3	Origens da Pesquisa e Objetivos	19
1.4	Contribuições da Pesquisa	21
1.5	Estruturação e Delineamento da Pesquisa	21
2	REVISÃO DA LITERATURA	25
2.1	Estratégias Tecnológicas	25
2.1.1	Estratégias Deliberadas e Estratégias Emergentes	27
2.1.2	Estratégias e Tomada de Decisão	31
2.1.3	Estratégias Tecnológicas e os Países	35
2.1.4	Estratégias Tecnológicas e os Instrumentos de Análise Estratégica	38
2.2	A Teoria Institucional	46
2.2.1	Instituições	48
2.2.2	Tecnologias, Institucionalização e Legitimidade	56
2.3	Mudanças Tecnológicas: Um Processo de Institucionalização e de Estratégias	60
2.3.1	Design Dominante	68
2.3.2	Ciclos e Descontinuidades Tecnológicas	75
2.3.3	Design Dominante como Forma de Sobrevivência das Empresas	77
2.3.4	Batalhas pela Dominância Tecnológica	80
2.3.5	A Hierarquia do Design do Motor de Combustão Interna e as Verticais Tecnológicas	85
3	CONTEXTUALIZAÇÃO DA PESQUISA	91
3.1	A Indústria Automobilística	95
3.1.1	A Indústria Automobilística e o Mercado Global	101
3.1.2	A Indústria Automobilística e o Mercado Brasileiro	114
3.2	Os Combustíveis e as Formas Alternativas de Motorização	120
3.2.1	Os Combustíveis Convencionais Fósseis Líquidos: Gasolina e Diesel	128
3.2.2	Os Combustíveis Alternativos Fósseis Gasosos	128
3.2.3	Os Combustíveis Alternativos Renováveis	131
3.2.4	As Formas Alternativas de Motorização	137
3.3	O Motor de Combustão Interna	145
4	METODOLOGIA DE PESQUISA	149
4.1	Estratégia de Pesquisa	149
4.2	Condução da Pesquisa e Fontes da Pesquisa	154
4.3	Delineamento da Pesquisa e Caracterização da Amostra	166
5	AS ESTRATÉGIAS TECNOLÓGICAS DAS MONTADORAS	167
5.1	Estudo de Caso 1: General Motors	167
5.2	Estudo de Caso 2: Toyota	173
5.3	Estudo de Caso 3: Ford	177
5.4	Estudo de Caso 4: Volkswagen – Audi	181
5.5	Estudo de Caso 5: Hyundai – Kia	186

5.6	Estudo de Caso 6: Nissan – Renault	192
5.7	Estudo de Caso 7: Honda.....	198
5.8	Estudo de Caso 8: PSA Peugeot Citroën	202
5.9	Estudo de Caso 9: Fiat – Chrysler	207
5.10	Estudo de Caso 10: BMW	212
5.11	Estudo de Caso 11: As Montadoras Chinesas	216
5.12	Síntese dos Resultados.....	218
6	AS ESTRATÉGIAS TECNOLÓGICAS DAS MONTADORAS E AS FASES DE DOMINÂNCIA	231
6.1	Fases I, II e III: As Fases de Pré – Dominância.....	232
6.1.1	Fase I: Pesquisa e Desenvolvimento de Motorizações Alternativas.....	238
6.1.2	Fase II: Viabilidade Técnica das Motorizações Alternativas	239
6.1.3	Fase III: Criação de Mercado para as Motorizações Alternativas	241
6.2	Fase IV: A Batalha pela Dominância Tecnológica.....	243
6.3	Fase V: A Manutenção do Design Dominante Atual	244
6.4	Síntese dos Resultados.....	248
7	AS ESTRATÉGIAS TECNOLÓGICAS DAS MONTADORAS SOB A ÓTICA DOS COMBUSTÍVEIS E DAS FORMAS ALTERNATIVAS DE MOTORIZAÇÃO	253
7.1	Os Combustíveis na Pós – Dominância.....	254
7.1.1	Os Fósseis Convencionais: Gasolina e Diesel	255
7.1.2	Os Fósseis Alternativos: CNG e LNG	257
7.1.3	Os Alternativos Renováveis.....	260
7.2	Os Combustíveis e as Formas Alternativas na Pré – Dominância.....	263
7.2.1	Os Elétricos.....	265
7.2.2	Os Híbridos Elétricos.....	267
7.2.3	Os Híbridos com Células de Combustível.....	269
7.2.4	Os Híbridos Não Eletrificados	271
7.3	As Formas Bi – Combustível Identificadas na Pesquisa	272
7.4	Síntese dos Resultados.....	273
8	OS PAÍSES FRENTE ÀS ESTRATÉGIAS TECNOLÓGICAS DAS MONTADORAS	277
8.1	EUA	279
8.2	Alemanha.....	285
8.3	Reino Unido.....	291
8.4	China.....	294
8.5	Japão	299
8.6	Índia	303
8.7	França	306
8.8	Suécia.....	310
8.9	Coreia do Sul	312
8.10	Brasil.....	315
8.11	Síntese dos Resultados.....	318
9	ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	323
9.1	Principais Achados e Principais Contribuições da Pesquisa	323
9.2	Homogeneidade e Heterogeneidade das Estratégias Tecnológicas Reveladas pelas Montadoras em Motorização	335
9.3	A Dominância Tecnológica em Motorização: As Verticais Tecnológicas Dominantes e as Verticais Tecnológicas Alternativas.....	340
9.4	Uma Proposta de Incremento ao Modelo de Suarez de Dominância Tecnológica.....	347

9.5	Recomendações Relacionadas com Políticas Públicas.....	352
9.6	Limitações da Pesquisa e Recomendações para Futuras Pesquisas.....	353
10	CONCLUSÕES.....	357
	REFERÊNCIAS	371
	GLOSSÁRIO	395
	APÊNDICE	403

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AFV: forma alternativa de motorização (do inglês Alternative Fuel Vehicle)

AWD: All – Wheel Drive (tração nas quatro rodas)

BAIC: Beijing Automotive Industry Holding

BEV: veículo elétrico a bateria (do inglês Battery Electric Vehicle)

BYD: montadora chinesa subsidiária da BYD Company

CARB: California Air Resources Board (agência responsável pela regulação da diminuição da poluição do ar, especialmente aquela criada pelos automóveis)

CAV: Compressed Air Vehicles

CH₄: gás metano

CHAdemo: nome comercial de um método rápido para carregar baterias de veículos elétricos; é uma abreviação de "movimento de carga", equivalente a "carregar para movimentar".

CNG: gás natural comprimido [do inglês Compressed Natural Gas (CNG)]

CO: monóxido de carbono

CO₂: dióxido de carbono

CVT: Transmissão continuamente variável (do inglês Continuously Variable Transmission)

DME: dimethyl ether

DOE: U. S. Department of Energy

E85: combustível de mistura 85% de etanol e 15% de gasolina

EGR: sistema de recirculação dos gases de exaustão (do inglês Exhaust Gas Recirculation)

EPA: Environmental Protection Agency

E-REV: veículo elétrico com autonomia estendida (do inglês Extended – Range Electric Vehicle)

EV: veículo elétrico (do inglês Electric Vehicle)

F–T: Fischer – Tropsch (método de)

FCV: veículo movido com células de combustível (do inglês Fuel Cell, Vehicles)

FCEV: veículo híbrido movido com células de combustível (do inglês Fuel Cell Electric Vehicles)

FFV: veículos bi – combustível (do inglês Flex – Fuel Vehicle)

GHG: gases de efeito estufa (do inglês Green House Gas)

GM: General Motors

H₂: hidrogênio

HEV: veículo híbrido elétrico (do inglês Hybrid Electric Vehicle)

HHV: veículo híbrido não elétrico hidráulico (do inglês Hybrid Hydraulic Vehicles)

HNEV: veículo híbrido não elétrico (do inglês Hybrid Non Electric Vehicles)

HPV: veículo híbrido não elétrico pneumático (do inglês Hybrid Pneumatic Vehicles)

ICE: motor de combustão interna (do inglês Internal Combustion Engine)

ICEV: veículo com motor de combustão interna (do inglês Internal Combustion Engine Vehicle)

JAC: montadora chinesa Jianghuai Automobile Company

JV: joint venture

l_{DE}: litro de diesel equivalente

LNG: gás natural liquefeito (do inglês Liquefied Natural Gas)

LPG: gás liquefeito de petróleo (do inglês Liquid Petroleum Gas)

mpg: milhas percorridas por galão de combustível (do inglês Miles Per Gallon)

N₂O: óxido nitroso

NAFTA: North American Free Trade Association

NO_x: qualquer composição de óxidos nitrogenados

OEM: Original Equipment Manufacturer (as montadoras, por exemplo)

P&D: Pesquisa e Desenvolvimento

PEV: veículo elétrico plug-in (do inglês Plug-in Electric Vehicle)

PHEV: veículo híbrido elétrico plug-in (do inglês Plug-in Hybrid Electric Vehicle)

PHV: veículo híbrido plug-in (do inglês Plug-in Hybrid Vehicle)

RE-EV: veículo elétrico com autonomia estendida (do inglês Range Extended Electric Vehicle)

SO_x: qualquer composição dos óxidos de enxôfre

SUV: veículo utilitário esportivo (do inglês Sport Utility Vehicle)

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Marcos Importantes na Busca da Dominância Tecnológica	83
Quadro 2 – Pesquisas Realizadas por Outros Autores com Características de Similaridade.....	153
Quadro 3 – Abordagem Metodológica Utilizada na Pesquisa	165
Quadro 4 – Participação das Montadoras nas Fases de Pré – Dominância e Pós – Dominância.....	227
Quadro 5 – Grau de Participação das Montadoras em Relação aos Combustíveis e às Formas Alternativas de Motorização	228
Quadro 6 – A Participação das Formas Alternativas de Motorização em Cada Fase da Pré – Dominância	249
Quadro 7 – A Participação de cada Forma Alternativa de Motorização nas Fases de Pré – Dominância	249
Quadro 8 – Participação Relativa de cada Grupo de Combustíveis na Amostra	254
Quadro 9 – Participação Relativa de cada Fase da Pré – Dominância entre os Modos de Eletrificação e de Híbridação na Amostra Pesquisada	265
Quadro 10 – Os Combustíveis e as Formas Alternativas de Motorização por Fase da Dominância	274
Quadro 11 – Participação dos Países como Palcos de Experimentos nas Fases da Dominância	319
Quadro 12 – Participação dos Países como Palcos de Experimentos nas Fases de Pré e Pós – Dominância.....	320
Quadro 13 – Grau de Participação dos Países como Palcos de Experimentos em Função dos Combustíveis e Formas Alternativas de Motorização	321
Quadro 14 – Lista de Derivações da Vertical Tecnológica Combustão Interna e seu Posicionamento em Relação às Fases de Dominância (Arcabouço de Suarez) ..	345
Quadro 15 – Fatores – Chave de Sucesso em Cada Fase do Processo de Dominância	348
Quadro 16 – Recomendações ao Arcabouço de Suarez	351

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Vendas de Automóveis no Mundo (em milhares de unidades) - Período 1990 a 2011 (projetado)	104
Tabela 2 – Vendas de Automóveis e Comerciais Leves no Mundo (em milhares de unidades) – Período 1990 a 2011 (projetado)	105
Tabela 3 – Vendas de Automóveis e Veículos Leves por Região (em milhares de unidades) – Período 1990 a 2011 (projetado)	106
Tabela 4 – Vendas de Automóveis e Veículos Leves dos 10 Principais Países (em milhares de unidades) – Período 1990 a 2011 (projetado).....	107
Tabela 5 – Produção das 11 Maiores Montadoras Globais por Região – Automóveis e Veículos Leves (Dados de 2010).....	112
Tabela 6 – Produção e Percentuais de Participação das Principais Montadoras Instaladas no Brasil (Períodos Comparativos Janeiro a Agosto de 2010 e 2011).....	114
Tabela 7 – Demanda Mundial e Brasileira de Automóveis – 1990 a 2011.....	118
Tabela 8 – Participação das Montadoras nas Fases de Pré – Dominância e Pós – Dominância	222
Tabela 9 – Participação das Montadoras em Cada Forma Alternativa de Motorização nas Fases de Pré – Dominância	225
Tabela 10 – A Participação de Cada Fase da Dominância entre as Montadoras	251
Tabela 11 – Participação dos Países em Cada Fase da Dominância.....	333

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Participação dos Países na Produção Mundial de Automóveis – Comparativo 1960 versus 2004.....	102
Gráfico 2 – Tamanho de cada mercado de automóveis e veículos leves entre os Top – 10 mundiais em relação à China no ano de 2011 (China como referência: 100%) .	108
Gráfico 3 – Número de vezes que o mercado chinês é maior que o dos demais países entre os Top – 10 (China como referência: 1,00).....	109
Gráfico 4 – Emplacamentos Mundiais de Veículos Novos – Período Janeiro de 2009 a Novembro de 2011	109
Gráfico 5 – Vendas de Automóveis e Comerciais Leves por Montadora ou Grupo (Dados de 2010)	111
Gráfico 6 – Produção Mundial de Automóveis e Veículos Leves por Região em 2010.....	113
Gráfico 7 – Participação dos Grupos de Montadoras (Incumbents e por País de Origem) no Mercado Brasileiro – Janeiro a Agosto de 2010 e 2011.....	115
Gráfico 8 – Participação das Montadoras no Mercado Brasileiro (Janeiro a Agosto de 2010 e 2011).....	115
Gráfico 9 – Vendas Mundiais das Maiores Montadoras no Mundo e no Brasil (Janeiro a Agosto de 2010)	116
Gráfico 10 – Percentual de Participação nas Vendas Mundiais das Maiores Montadoras no Mundo e no Brasil (Janeiro a Agosto de 2010).....	117
Gráfico 11 – Crescimento da Demanda Mundial e Brasileira de Automóveis (1990 a 2011)	118
Gráfico 12 – Vendas de Automóveis no Brasil por Tipo de Combustível (Período de 1978 a 2009).....	119
Gráfico 13 – Percentual de Participação das Montadoras nas Fases de Pré – Dominância e Pós – Dominância nos Anos de 2011 e 2012	223
Gráfico 14 – As Ações Estratégicas em Motorização em Híbrida e Elétrica versus Híbrida e Elétrica Não Elétrica	232
Gráfico 15 – Participações dos HEVs, PHEVs e FCEVs versus EVs em Número de Ações Estratégicas em Motorização.....	233
Gráfico 16 – Participações dos HEVs, PHEVs, FCEVs e EVs em Cada Fase da Pré – Dominância nos Anos de 2011 e 2012.....	234
Gráfico 17 – Participações dos HEVs, PHEVs, FCEVs e EVs nos Países nos Anos de 2011 e 2012	235
Gráfico 18 – Participações dos Países na Pré – Dominância nos Anos de 2011 e 2012.....	236
Gráfico 19 – Participações dos Principais <i>Stakeholders</i> da Indústria Automobilística nas Fases de Pré – Dominância nos Anos de 2011 e 2012.....	237
Gráfico 20 – Participações dos Combustíveis que Abastecem os ICEs: Fase de Pós – Dominância nos Anos de 2011 e 2012.....	246
Gráfico 21 – Participações dos Principais Países como Palcos de Experimentações em Combustíveis Alternativos Renováveis: Fase de Pós – Dominância nos Anos de 2011 e 2012	247
Gráfico 22 – Participações dos Principais Países como Palcos de Experimentações em Biocombustíveis: Fase de Pós – Dominância nos Anos de 2011 e 2012.....	248
Gráfico 23 – Participação de Cada Combustível nas Soluções envolvendo o ICE.....	250
Gráfico 24 – As Participações dos Principais <i>Stakeholders</i> em Torno da Gasolina e do Diesel nos Anos de 2011 e 2012	256

Gráfico 25 – Participação Relativa de cada Forma Alternativa em Motorização na Amostra Pesquisada	264
Gráfico 26 – Os EVs em Cada Fase da Pré – Dominância na Amostra Pesquisada.....	266
Gráfico 27 – Os HEVs e PHEVs em Cada Fase da Pré – Dominância na Amostra Pesquisada	268
Gráfico 28 – Os FCEVs em Cada Fase da Pré – Dominância na Amostra Pesquisada.....	270
Gráfico 29 – Distribuição das Ações Estratégicas Desenvolvidas pelos <i>Stakeholders</i> da Indústria Automobilística nos Anos de 2011 e 2012 por cada Fase da Dominância nos 10 Países Selecionados.....	278
Gráfico 30 – Distribuição das Ações Estratégicas Desenvolvidas pelas Montadoras nos Anos de 2011 e 2012 por cada Fase da Dominância nos 10 Países Selecionados	279
Gráfico 31 – Distribuição das Ações Estratégicas Desenvolvidas pelos <i>Stakeholders</i> nos EUA nos Anos de 2011 e 2012 por Fases da Dominância.....	280
Gráfico 32 – Principais Combustíveis nos EUA na Fase de Pós - Dominância nos Anos de 2011 e 2012	281
Gráfico 33 – Participação dos Principais <i>Stakeholders</i> nos EUA na Fase de Pós - Dominância nos Anos de 2011 e 2012.....	282
Gráfico 34 – Participação dos Principais <i>Stakeholders</i> nos EUA nas Fases de Pré - Dominância nos Anos de 2011 e 2012.....	284
Gráfico 35 – Distribuição das Ações Estratégicas pelas Fases da Pré - Dominância nos EUA nos Anos de 2011 e 2012	285
Gráfico 36 – Distribuição das Ações Estratégicas Desenvolvidas pelos <i>Stakeholders</i> na Alemanha nos Anos de 2011 e 2012 por Fases da Dominância	287
Gráfico 37 – Distribuição das Ações Estratégicas Desenvolvidas pelos <i>Stakeholders</i> da Indústria Automobilística nos Anos de 2011 e 2012 nas Fases de Pré – Dominância	289
Gráfico 38 – Participação das Formas Alternativas de Motorização na Alemanha nos Anos de 2011 e 2012	290
Gráfico 39 – Distribuição das Ações Estratégicas Desenvolvidas pelos <i>Stakeholders</i> no Reino Unido nos Anos de 2011 e 2012 por Fases da Dominância	292
Gráfico 40 – Distribuição das Ações Estratégicas Desenvolvidas pelos <i>Stakeholders</i> na China nos Anos de 2011 e 2012 por Fases da Dominância	296
Gráfico 41 – Distribuição das Ações Estratégicas Desenvolvidas pelos <i>Stakeholders</i> no Japão nos Anos de 2011 e 2012 por Fases da Dominância.....	300
Gráfico 42 – Distribuição das Ações Estratégicas Desenvolvidas pelos <i>Stakeholders</i> no Japão nos Anos de 2011 e 2012 por Fases da Pré - Dominância	301
Gráfico 43 – Distribuição das Ações Estratégicas Desenvolvidas pelos <i>Stakeholders</i> na Índia nos Anos de 2011 e 2012 por Fases da Dominância.....	305
Gráfico 44 – Distribuição das Ações Estratégicas Desenvolvidas pelos <i>Stakeholders</i> na França nos Anos de 2011 e 2012 por Fases da Dominância.....	308
Gráfico 45 – Distribuição das Ações Estratégicas Desenvolvidas pelos <i>Stakeholders</i> na Suécia nos Anos de 2011 e 2012 por Fases da Dominância	311
Gráfico 46 – Distribuição das Ações Estratégicas Desenvolvidas pelos <i>Stakeholders</i> na Coreia do Sul nos Anos de 2011 e 2012 por Fases da Dominância.....	314
Gráfico 47 – Distribuição das Ações Estratégicas Desenvolvidas pelos <i>Stakeholders</i> no Brasil nos Anos de 2011 e 2012 por Fases da Dominância	316

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Ilustração 1 – Estrutura da Pesquisa	22
Ilustração 2 – Vertentes Adotadas para Apresentação dos Resultados da Pesquisa	24
Ilustração 3 – Os Tipos de Estratégia	30
Ilustração 4 – Os Tipos de Estratégia e o <i>Looping</i> de Aprendizado Estratégico	31
Ilustração 5 – As Cinco Forças de Porter	42
Ilustração 6 – Matriz Produto – Mercado (“Matriz de Ansoff”)	43
Ilustração 7 – Matriz de Portfolio (“Matriz BCG”)	45
Ilustração 8 – Linhagem Teórica Adotada na Pesquisa	68
Ilustração 9 – Marcos Importantes na Busca da Dominância Tecnológica	84
Ilustração 10 – A Topografia da Evolução Tecnológica	85
Ilustração 11 – A Hierarquia do Design e o Design Dominante	87
Ilustração 12 – O Campo de Estudo da Pesquisa	91
Ilustração 13 – As Formas de Transformação de Energia Pesquisadas	125
Ilustração 14 – A Abordagem Metodológica para Construção da Base de Dados	159
Ilustração 15 – Matriz de Portfolio com Posicionamento dos Combustíveis Convencionais e Alternativos para Uso nos Motores de Combustão Interna	275
Ilustração 16 – Matriz de Portfolio com Posicionamento dos Tipos de Motorização	276
Ilustração 17 – Posicionamento das Formas de Motorização em Relação às Fases de Dominância	325
Ilustração 18 – Posicionamento dos Combustíveis Utilizados nos Motores de Combustão Interna em Relação ao Arcabouço de Suarez	328
Ilustração 19 – Posicionamento das Formas de Motorização em Relação à Matriz de Ansoff	330
Ilustração 20 – As Verticais Tecnológicas em Motorização	342

1 INTRODUÇÃO

As batalhas tecnológicas ocorrem permanentemente em algum campo da economia ou do cotidiano das pessoas (SUAREZ, 2004); é mais freqüente do que se pensa. Ocorrem muitas vezes sem serem percebidas, integrando-se ao *modus vivendi* de cada um de forma tão indelével, que o bem estar e a qualidade de vida melhoram drasticamente. Uma mudança radical ou uma descontinuidade tecnológica são definidas como sendo o estabelecimento de um novo regime sociotécnico (SCHOT; GEELS, 2007) e são ameaças reais à continuidade institucional (PAVITT, 1990) do design dominante. No entanto, as oportunidades de inovação que se abrem a uma empresa são fortemente condicionadas ao tamanho dessa empresa e pelas características de seu negócio principal (PAVITT *et al*, 1989). Segundo Freeman e Soete (2008), há razões para se acreditar que as “*incumbents*”¹ estão mais dispostas a tentativas em inovações radicais em seus processos fabris do que propriamente em seus produtos.

Em 1989, Jones (1989) apresentou um cenário envolvendo as estratégias tecnológicas da indústria automobilística. As disputas se davam em torno da tração nas quatro rodas e na substituição de aço por plástico; controle de emissões, eficiência de combustível e segurança veicular começavam a pautar as agendas das montadoras, pressionadas pelas regulações governamentais que começavam a ficar mais rígidas. Dentre as maiores e mais importantes montadoras relatadas pelo autor, não constam a alemã Volkswagen, a sul – coreana Hyundai ou as francesas como empresas capazes de inovar tecnologicamente. Poucas menções a eletrônica embarcada, motores mais eficientes, combustíveis alternativos. Quanto ao motor de combustão interna e possíveis formas alternativas, nada, nenhuma menção.

Praticamente vinte anos depois, a agenda tecnológica das montadoras globais é outra: motores menores, controle de emissões, sistemas de economia de combustível, combustíveis alternativos, formas alternativas de motorização. O primeiro item dessa agenda é o motor de combustão interna. Segundo Clark (1985), a questão funcional central que envolvia o motor de um automóvel nos anos 1900 eram a escolha do combustível e o princípio da

¹ *Incumbents* é uma expressão que se refere a empresas estabelecidas há muito tempo em determinada indústria; é uma empresa “veterana” em seu meio. *Incumbent carmakers* seriam as montadoras mais antigas, as que estão há mais tempo na concorrência estabelecida.

transformação de energia. Uma vez estabelecido o conceito central em torno do motor de combustão interna e da gasolina, a agenda deslocou-se para uma ampla variedade de temas menores, desencadeando uma exploração hierárquica dos conceitos alternativos. Nos dias de hoje, no entanto, parece que a mesma ‘velha’ questão retorna em torno da discussão dos combustíveis alternativos e das formas alternativas de motorização.

A indústria automobilística mundial está em um período de incerteza e, seguramente, em uma era de fermentação de projetos em motorização, na qual ocorrerá uma batalha decisiva, despontando uma tecnologia vencedora, uma rompedora (“*early front – runner*”), um novo design dominante; entretanto, ainda não se sabe e não se pode afirmar qual tecnologia de motorização emergirá ou mesmo se ainda prevalecerá a atual por muitos anos. O que se sabe é que a cada dia, consumidores em todo o mundo sofisticam a sua demanda por produtos e serviços cada vez mais inovadores e com qualidade adequada ao seu uso.

Uma era de um consumo mais consciente parece estar surgindo e, associado a isso, milhões de novos e jovens consumidores farão a sua primeira compra. Desta maneira, surge uma demanda precursora em um determinado local do planeta que se espalha rapidamente pelo mundo. Ao se demandar novos produtos e serviços, mudanças tecnológicas (de menor ou maior porte) são necessárias para acompanhar os desejos do consumidor. Segundo Clark e Fujimoto (1991), a arena em que se insere a indústria automobilística se modificou: os mercados se tornaram maiores, mais dinâmicos e, inevitavelmente, globais. O comportamento dos consumidores se tornou complexo e o ambiente competitivo, turbulento. Os automóveis se tornaram produtos complexos, simplesmente porque cada um dos componentes dos automóveis se sofisticou, tornando a sua manufatura cada vez mais desafiadora. Dentre esses componentes, o motor de combustão interna.

Some-se a isso o fato de os governos em todo o mundo estarem apertando as regulações em torno da economia de combustível pelos veículos e do controle de emissões de gases provenientes da exaustão do motor de combustão interna. Os clientes não têm sido mais participantes passivos no processo de evolução industrial; a evolução tecnológica torna possível o aumento da diferenciação exigida pelos clientes mais sofisticados (*ibid.*). Incertezas de mercado são geralmente muito mais reduzidas quando as empresas inovam em seus processos internos, já que são elas próprias que os controlam; pelo mesmo raciocínio,

espera-se que as empresas promovam inovações mais radicais em seus produtos quando o mercado lhes for assegurado e não quando o mercado for competitivo (FREEMAN; SOETE, 2008).

É compreensível que isso coloque uma pressão muito forte sobre as montadoras, obrigando-as a melhorar as suas tecnologias de motorização. A partir daí, o que se tem visto são muitas iniciativas para projetar, formar mercado e vender automóveis elétricos (EVs) e híbridos elétricos (HEVs). Mas também muito tem sido percebido de melhorias nos próprios motores de combustão interna. Os consumidores, sob o viés da ancoragem, se sentem relutantes em adquirir opções ao design dominante atual, o que faz com que as montadoras tenham de decidir o que fazer: investir em tecnologias novas difíceis de vender ou melhorar o que já é aceito há muitos anos pelos consumidores, os automóveis movidos por combustão interna (ICEVs) (APB, 2012c).

As tecnologias alternativas de motorização baseadas em combustíveis não – fósseis (em particular, a hibridização e a eletrificação) provavelmente ainda precisarão percorrer um longo caminho para enfrentar decisivamente o atual design dominante, que recebe o reforço dos combustíveis renováveis. Essa dificuldade de um enfrentamento direto no curto prazo se deve a muitos fatores, mas parece que dois deles se destacam: (a) as limitações das tecnologias alternativas associadas aos altos custos de montagem de uma infraestrutura praticamente inexistente e os custos de seu desenvolvimento e (b) o fato de países em desenvolvimento (China, Brasil e Índia, por exemplo) terem visto as vendas de automóveis convencionais aumentarem em taxas nunca vistas, o que faz com que mudanças em infraestruturas já instaladas nesses países se tornem um grande desafio.

As montadoras globais de automóveis podem estar, neste exato momento, no meio de uma mudança radical e dramática, pois é possível que, em menos de 20 anos, precisem estar preparadas para uma alternativa definitiva para os sistemas de motorização dos automóveis, mudança essa que passa pela adoção de um combustível ou forma de motorização que esteja atrelada às novas demandas globais. Tudo isso implicará em tomada de decisões estratégicas por parte das montadoras e, uma vez que isso envolverá a alocação de importantes e significativos recursos – muitos deles raros, finitos e irrecuperáveis –, as consequências dessas decisões se darão no longo prazo e serão difíceis de reverter.

1.1 Tema, Justificativa e Objetos da Pesquisa

Dentre todas as atividades consideradas intrínsecas (“*core*”) desenvolvidas pelas montadoras de automóveis, provavelmente apenas os motores de combustão interna (ICE, *Internal Combustion Engine*, em inglês) se mantiveram praticamente sem contestação e sem serem desafiados desde que se tornaram o design dominante da indústria em 1902 (ABERNATHY; UTTERBACK, 1978; CLARK, 1985). O motor de combustão interna é a tecnologia central dos automóveis e, porque não dizer, da indústria automobilística como um todo.

Oportunidades para tal surgiram, mas não foram suficientemente fortes para desencadear uma batalha tecnológica decisiva que motivasse as montadoras a por em prática – efetivamente – alternativas mais eficientes à queima de derivados do petróleo para os sistemas de motorização dos automóveis. Já no início do século 20, havia projetos de mover carros por energia elétrica, tendo sido produzidos alguns veículos; naquela ocasião, na batalha tecnológica travada entre os motores de combustão interna e os motores elétricos, venceu a combustão interna (GEELS, 2005; YU *et al*, 2011). Na mesma época, também entre os combustíveis se travou uma batalha: em 1908, Henry Ford equipou o modelo “T” com motores capazes de rodar com etanol, gasolina ou ambos (EIA, 2008). A aposta era que os compradores, a maioria fazendeiros, teriam força política para bancar o etanol; mas tal batalha foi ganha pela gasolina, simplesmente pela grande oferta de petróleo a preços muito baixos (GOLDEMBERG, 2008). Hoje, veículos elétricos são significativamente mais caros do que os movidos a combustão interna (DELOITTE, 2009), mas o mesmo não ocorre com veículos equipados com tecnologia *flex – fuel* frente aos movidos somente a gasolina (EBP, 2010).

As altas constantes no preço do barril de petróleo ao longo dos últimos 10 anos dispararam um alarme de preocupação em relação a uma questão até então de menor relevância e que não fazia parte da agenda das montadoras: as emissões de gás carbônico (CO₂), contribuintes para o efeito estufa e que, diretamente, contribuem para as mudanças climáticas. Apesar das emissões de CO₂ produzidas pelo homem não chegarem a 5% de todo o total produzido e, desses, 15,9% virem das emissões de veículos de transporte (OICA, 2011), o tema se tornou estratégico para as montadoras, visto que se associa aos ICEs grande parte da poluição produzida no mundo contemporâneo (GOETTEMÖLLER; GOETTEMÖLLER, 2007).

Ou seja, há cem anos, a indústria automobilística tem se mantido fiel a uma trajetória tecnológica fincada no seu principal paradigma: os motores de combustão interna (os “*powertrains*”², para efeitos desta pesquisa), seja para veículos movidos a gasolina, seja para veículos movidos a diesel. Novas trajetórias tecnológicas poderão surgir e outras que já tenham sido desenvolvidas no passado poderão ser postas em prática ou serem alavancadas a outro patamar, talvez global. As tecnologias de hibridização, eletrificação e bi – combustível (“*flex – fuel*”) podem se tornar opções globais. A rapidez com que uma montadora venha a introduzir uma nova tecnologia pode ser determinante para que ela ganhe vantagem competitiva.

A atual tecnologia de motorização por meio da combustão interna enfrenta outras tecnologias de motorização e há fortes movimentos que poderiam levar a crer que a atual forma de propulsão dos automóveis se encaminhará para um fim. A busca pela viabilização de outra forma tecnológica de motorizar os automóveis é a grande questão estratégica hoje para a indústria automobilística. Estabeleceu-se um conjunto de pressões competitivas que a obrigará a responder, pelo menos, a três questões principais: (a) o atendimento aos requisitos legais e padrões regulatórios de diversos países, (b) a questão ambientalista global e (c) a busca por índices de eficiência energética no uso dos combustíveis.

Esse conjunto de pressões competitivas pode forçar as montadoras globais, seus fornecedores de autopeças, as empresas de energia e os governos a responderem mais adequadamente a esta questão. No entanto, seja motivado pelas consequências econômicas drásticas oriundas das duas crises do petróleo, em 1973 e 1980 (ALTSHULER *et al*, 1984) ou após as preocupações mundiais crescentes com o meio ambiente (NIEUWENHUIS; WELLS, 1997; NIEUWENHUIS *et al*, 2004) ou, ainda, como descrevem Pilkington e Dyerson (2004; 2006), na decisão de se legislar sobre a questão da busca da emissão zero a partir dos veículos automotores na Califórnia, nem mesmo assim houve uma postura radical das montadoras globais no sentido de implantar uma nova e radical tecnologia de motorização dos automóveis.

² *Powertrain* se refere ao conjunto formado essencialmente por motor e transmissão juntos, mas pode ainda se considerar outras partes do automóvel, como exaustão ou sistema de abastecimento de combustível. Ao longo do trabalho, quando se mencionar motorização, deve-se compreender o conjunto motor – transmissão.

O que se tem feito – e isso pode ser comprovado por meio da análise das estratégias tecnológicas reveladas pelas grandes montadoras globais – é uma sequência de melhorias incrementais que em nada mudou a arquitetura convencional dos motores (MAGNUSSON; BERGGREN, 2011). Na verdade, o cenário atual aponta para uma preservação do atual paradigma em motorização: a combustão interna. Os mesmos autores (*ibid.*) acreditam que já estaria havendo uma etapa de ‘fermentação’ entre os veículos híbridos elétricos e os avanços dos motores de combustão interna; segundo Berggren *et al* (2009), a “velha” tecnologia do diesel continuaria viva, se desenvolvendo, provocada que foi pelas novas opções tecnológicas, surgindo como uma opção forte para hibridização eletrificada.

Segundo Sierzechula e Bakker (2012), as quinze maiores montadoras globais estão investindo mais em projetos de melhorias incrementais com formas alternativas de motorização utilizando ainda o modelo de combustão interna. Dyerson e Pilkington (2005) afirmavam, já em 2005, que os principais “*incumbent carmakers*” estavam investindo recursos no design dominante predominante, o motor de combustão interna. Em síntese, uma batalha a ser travada entre combustíveis (fósseis ou renováveis) e formas alternativas de motorização que se desenrola, na opinião deste pesquisador, em quatro frentes, o que permite que se definam quatro verticais³ tecnológicas que competem entre si pela dominância tecnológica em motorização:

- 1) a combustão interna em veículos (ICEVs) movidos com combustíveis fósseis (os líquidos e os gasosos) derivados de petróleo e movidos com biocombustíveis renováveis líquidos;
- 2) a eletrificação em veículos elétricos (EVs);
- 3) a hibridização eletrificada, nos quais se enquadram os veículos híbridos (HEVs), inclusive os “*plug – in*” (PHEVs) e os movidos por células de hidrogênio (FCEVs) e
- 4) a hibridização não eletrificada em veículos movidos a ar comprimido (HPEVs) e água (HHVs).

³ Considera-se que o uso desta expressão “vertical tecnológica” seja seminal; o autor julga ter cunhado esta expressão, pois não foram encontradas evidências do seu uso em trabalhos acadêmicos em língua inglesa ou em língua portuguesa. O termo “vertical tecnológica” será adotado para designar as vertentes tecnológicas existentes para os “*powertrains*”; imagina-se que uma fonte de energia deva se esgotar totalmente, como uma caixa d’água, para que se possa utilizar de outra. Não se considera viável que, apenas quando uma fonte secar, se vá procurar por outra; sabendo-se que irá se esgotar, ou mesmo, que poderá vir a se esgotar, há que se encontrar outras fontes alternativas de água. A metáfora da caixa d’água ou de um poço remete a uma vertical, no sentido da dimensão espacial; daí considera-se que uma vertical possa designar perfeitamente uma vertente tecnológica.

1.2 Problema de Pesquisa

A Renault divulgou que estará envidando esforços e recursos – com ajuda do governo e de acordo com políticas públicas na França – para intensificar o desenvolvimento do carro elétrico e que não investirá nos híbridos (VILLAREAL, 2011); espera, com o carro elétrico, um *marketshare* de 10% em 20 anos. A montadora francesa lançou em 2012 o modelo sedã Fluence (100% elétrico) na Europa, mas, em palestra proferida em 2011 no 42º. Salão do Automóvel de Tóquio (SOUZA, 2011), o presidente mundial do grupo automotivo Nissan – Renault, Carlos Ghosn, afirmou que “países emergentes como o Brasil estão no fim da fila para receber carros elétricos em suas ruas”. Para o CEO da montadora, nos próximos 10 anos, menos de 10% dos carros vendidos no mundo serão elétricos e apenas a China teria condições de desenvolver rapidamente um mercado de veículos elétricos. Mas por que somente a China? E, neste cenário envolvendo os elétricos, em uma batalha localizada entre as montadoras francesas, como se comportaria a sua principal concorrente, a Peugeot Citroën?

Enquanto a General Motors e a Honda estão investindo muitos recursos no desenvolvimento de automóveis movidos a combustíveis fósseis gasosos, a Toyota – pioneira na produção de veículos com propulsão híbrida – continua apostando prioritariamente nos híbridos elétricos. A Volkswagen continua apostando na atual tecnologia do motor de combustão interna. A Fiat divulgou em 2011 que estaria disseminando a tecnologia de motorização *flex – fuel* para todas as suas operações no mundo. Enquanto a Tata testa protótipos movidos a ar comprimido na Índia, a Ford estuda a conversão de ônibus tradicional em veículo híbrido hidráulico operando com biocombustível reciclado.

Todos esses movimentos estratégicos das diversas montadoras globais estariam corretos? Por que algumas montadoras estariam investindo na manutenção do motor a combustão interna, enquanto outras acreditam mais em formas alternativas de motorização? Qual estaria mais correta? É muito difícil responder a isso, mas seguramente, as montadoras não podem “apostar” em apenas uma opção; precisariam testar um pouco de tudo. As montadoras que tiverem construído as melhores e as mais corretas soluções em motorização terão maiores chances de dominar seus mercados, expandi-los e manter vantagem competitiva sobre seus concorrentes; isso significa automóveis com qualidade elevada a menores custos de produção, colocados no mercado no tempo certo para seus consumidores para, finalmente, obterem

lucro. Mas isso as montadoras já obtêm hoje com o atual design dominante, o motor de combustão interna.

A ‘espinha dorsal’ desta pesquisa é a identificação das estratégias tecnológicas desenvolvidas pelas montadoras nos anos de 2011 e 2012 em relação às fases de dominância do arcabouço (*framework*)⁴ proposto por Suarez (2004). O tema escolhido – de estudar as verticais tecnológicas em motorização que são conhecidas, os palcos de experimentos mundiais em novas formas alternativas de motorização e as estratégias tecnológicas escolhidas pelas montadoras – é pouco explorado academicamente.

Esta pesquisa leva em conta três perspectivas ou análises em três níveis⁵: o da montadora, o da indústria automobilística e o do ambiente. Por elas, se tentará compreender as forças direcionadoras para o engajamento da indústria automobilística mundial na manutenção do ICE ou na busca por formas alternativas de motorização. Esse contexto provê um interessante caso a ser estudado, ou seja, como empresas estabelecidas reagem frente a tecnologias radicais em motorização.

Portanto, o problema de pesquisa é: **“Qual o posicionamento estratégico das montadoras globais em torno da motorização atual dominante e das tecnologias alternativas de motorização?”**

Além desse problema central de pesquisa a ser estudado, haverá oportunidade de se responder a outras seis sub – perguntas de pesquisa:

- 1) Quais são as verticais tecnológicas que efetivamente têm sido testadas pelas montadoras e que implicam em mudança do atual design dominante?
- 2) Como as montadoras têm se posicionado em termos de estratégias tecnológicas em motorização?
- 3) A indústria automobilística avança uniformemente ou cada montadora constrói seu caminho competitivo? Como podem ser explicadas as semelhanças e as diferenças? Há

⁴ O *framework* de Suarez (2004) é uma proposta de identificação temporal de um processo de dominância, que comporta cinco fases: pesquisa e desenvolvimento, viabilidade técnica, criação de mercado, batalha pela dominância e pós-dominância.

⁵ A literatura trata esses três níveis pelas expressões: *firm level*, *industry level* e *environmental level*.

homogeneidade ou heterogeneidade nos movimentos estratégicos revelados pela indústria automobilística?

4) Está havendo alguma batalha tecnológica real em torno do motor de combustão interna?

5) O advento da tecnologia *flex – fuel*, dominante no mercado brasileiro, fez com que as montadoras globais promovessem a sua institucionalização em algum outro local além do Brasil? Existe algum outro caso revelado de uma estratégia tecnológica de motorização de uma subsidiária que tenha se tornado estratégica para a casa-matriz de uma montadora de automóveis?

6) Existem problemas com a teoria relacionada com estratégias competitivas, a ponto de não conseguir responder às verticais tecnológicas percorridas pela indústria automobilística mundial?

1.3 Origens da Pesquisa e Objetivos

A pesquisa teve origem na disciplina “Gestão da Inovação em Produtos e Processos”, do curso de Pós – Graduação em Administração da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade (FEA) da Universidade de São Paulo (USP), sob a responsabilidade dos professores doutores Abraham Sin Oih Yu e Paulo Tromboni de Souza Nascimento, da qual este pesquisador foi aluno em 2009 e, posteriormente, monitor em 2010. A disciplina exigia a produção de artigo científico ao seu final; este pesquisador propôs – por ser área de estudos de seu interesse – que o tema “estratégias tecnológicas” fosse considerado como um construto para o artigo final da disciplina. Trabalhando em grupos de estudo *in – class* durante agosto e dezembro de 2009, foram colhidos dados, em especial, em relação à tecnologia *flex – fuel*.

Isso resultou em artigo intitulado “*The Technological Strategy of Brazilian Automakers for Flex Fuel Vehicles: An Exploratory Study*”, que foi submetido ao PICMET 2010 e aceito para apresentação no congresso. O ambiente *flex – fuel* foi escolhido por força do Projeto “*Organisational Design of BIOEN Programme: Intellectual Property, Incentive Mechanisms and Impact Evaluation*” (BIOEN, 2009), desenvolvido em conjunto pela FEA/USP e pela UNICAMP, e do qual os professores e alunos da disciplina faziam parte. Com isso, o construto estratégias tecnológicas e o ambiente *flex – fuel* se tornaram a ideia original desta tese de doutorado; como a identificação das estratégias tecnológicas desenvolvidas pelas

montadoras (e demais *stakeholders*⁶ da indústria automobilística mundial) não é, em princípio, de fácil obtenção, partiu-se para o conceito adjetivado “reveladas”, ou seja, pesquisar-se-ia as estratégias tecnológicas emergentes e que são reveladas pelas montadoras em sistemas de motorização e em relação ao sistema *flex – fuel*.

Em abril de 2012, após a qualificação do projeto de pesquisa perante a banca e após comentários e orientações de seus membros, decidiu-se partir para uma extensão do escopo, incluindo-se todas as formas conhecidas de motorização automotiva e em nível global, não se estabelecendo uma amostra *a priori*, mas sim todas as montadoras globais envolvidas com tecnologias de motorização convencional ou alternativa. O *flex – fuel* deixava de ser o objeto central da pesquisa e passava a ser uma das formas alternativas de motorização a serem pesquisadas. As montadoras, em princípio, deixavam de ser o único objeto de pesquisa, podendo receber a companhia dos demais *stakeholders* da indústria automobilística.

O objetivo principal desta pesquisa é contribuir para o entendimento de como, porque e sob quais circunstâncias e condições os combustíveis alternativos e as tecnologias alternativas de motorização poderão ser adotados pelas montadoras globais. Os automóveis com tecnologias alternativas de motorização podem ser considerados uma descontinuidade tecnológica. Esta pesquisa tentará compreender as forças direcionadoras para o engajamento da indústria automobilística mundial na aplicação global das tecnologias alternativas de motorização. Para isso, será preciso estudar e compreender as estratégias tecnológicas emergentes atuais das principais montadoras globais de automóveis para avaliar a possibilidade de entrada dessas novas tecnologias (“*new entrants*”)⁷ no mercado. A indústria automobilística vive um período de clara incerteza a respeito de como deve proceder no desenvolvimento de uma nova vertical tecnológica frente a tantas opções de motorização; artigos recentes não respondem sobre como as montadoras se posicionam no momento da decisão quando há muitas alternativas tecnológicas.

⁶ *Stakeholders* é uma expressão que designa todo o conjunto de partes interessadas em uma empresa; geralmente, seus acionistas, funcionários, fornecedores, clientes e demais partes que possuem interesse no sucesso daquela empresa. O termo “partes interessadas”, na opinião do autor, não representa exatamente o que se pretende, razão pela qual o termo *stakeholders* será mantido ao longo do trabalho.

⁷ *New Entrants*, ou novos entrantes, é uma expressão geralmente aceita como sendo da lavra de Porter (1980); significa aquelas empresas ou tecnologias que rompem as barreiras de entrada e passam a fazer parte da concorrência e do mercado. Podem ser entrantes precoces (*early entrants*) ou tardios (*late entrants*).

1.4 Contribuições da Pesquisa

Espera-se compreender como e onde ocorrem os movimentos estratégicos das montadoras globais a partir de necessidades de inovações tecnológicas em motorização. Há uma brecha na investigação desse problema de pesquisa: falta uma análise completa e que envolva, concomitantemente, os movimentos estratégicos da grande maioria das montadoras em torno de todas as opções tecnológicas de motorização existentes, nas várias fases da dominância tecnológica e em todos os palcos de experimentações mundiais. Assim, a identificação de todas as alternativas tecnológicas que se desenvolvem atualmente em torno da motorização dos automóveis é uma contribuição esperada. Uma segunda contribuição esperada diz respeito aos atores (“*stakeholders*”) deste cenário de experimentações em torno da motorização: espera-se identificar quais e quantas empresas estão participando, neste período recente, desta grande movimentação em torno da motorização automotiva e com qual grau de importância e de investimentos.

Em princípio, existem indícios de que as grandes montadoras globais (“*incumbents*”) continuarão a desenvolver motorizações de maneira incremental, acompanhando a dinâmica normal de mercado; neste caso, continuariam o desenvolvimento de motores a combustão interna [movidos a gasolina e diesel ou a gás natural comprimido (CNG), ou líquido (LNG) ou mesmo bi – combustíveis] ou ainda os híbridos elétricos (HEVs). Inovações radicais, por serem mais arriscadas, seriam postergadas, necessitando de políticas governamentais explícitas para encorajar as grandes montadoras globais a desenvolverem mais profundamente tais tecnologias, especialmente veículos híbridos elétricos movidos a hidrogênio (FCEVs, *Fuel Cell Electric Vehicles*) e veículos elétricos puros (EVs). Isso sem falar nos híbridos não eletrificados, movidos a ar comprimido e a água. Desta forma, uma terceira contribuição que parece indispensável é identificar quais são as estratégias tecnológicas em motorização que ocorrem em nível global.

1.5 Estruturação e Delineamento da Pesquisa

O presente trabalho, que representa a tese de doutorado propriamente dita, está dividido em dez partes. A Ilustração 1 auxilia na visão dessa estrutura, que se dá da seguinte forma: nesta introdução – Capítulo 1 – apresentou-se o tema e a sua justificativa, o problema de pesquisa,

as origens e os objetivos da pesquisa, apresentando, ao final, as contribuições que esta pesquisa pretende oferecer ao campo de estudos estabelecido.

Ilustração 1 – Estrutura da Pesquisa

Ao Capítulo 1 – Introdução, segue-se o Capítulo 2, no qual é apresentada a Revisão da Literatura que suporta esta pesquisa, dividida em três seções após uma breve introdução; a primeira seção trata das estratégias e dos fatores institucionais que determinam as estratégias tecnológicas emergentes, apresentando os principais instrumentos de análise estratégica utilizados na pesquisa e as estratégias tecnológicas reveladas em motorização automotiva pelas montadoras em nível global. A segunda seção do Capítulo 2 trata da Teoria

Institucional, estabelecendo as definições de regime tecnológico e “*path dependence*”⁸ para posterior discussão sobre a institucionalização mundial do automóvel pela sociedade, discussão esta focada em instituições, tecnologias e mercados. A terceira seção do Capítulo 2 trata das mudanças tecnológicas como sendo um processo de institucionalização e de estratégias, na qual se dá a discussão em torno da tecnologia alternativa como uma inovação, uma descontinuidade tecnológica de um design dominante e a batalha tecnológica com outras formas de motorização [eletrificação, hibridização eletrificada (incluindo células combustíveis) e hibridização não eletrificada].

O Capítulo 3 contextualiza a pesquisa e se divide em três partes principais; a primeira seção trata da indústria automobilística e seu mercado global, destacando-se a posição dos países na produção mundial e das diversas montadoras no contexto mundial. A segunda seção do Capítulo 3 apresenta uma contextualização dos combustíveis e das formas alternativas de motorização existentes atualmente; a terceira e última seção do Capítulo 3 apresenta um pequeno histórico do motor de combustão interna. No Capítulo 4, dividido em três seções, é apresentada de forma mais detalhada a metodologia empregada na pesquisa; na primeira seção, são apresentados os estudos correlatos de outros pesquisadores e seus “*modi operandi*” metodológicos. Na segunda seção, a estratégia de pesquisa é detalhada, com a abordagem e o método utilizados, as abordagens de campo para a busca dos dados secundários e como se deu a ‘escolha’ da amostra de montadoras a serem pesquisadas. Os resultados encontrados na pesquisa estão apresentados em quatro partes, estruturando-se em torno da abordagem que o pesquisador adotou para apresentar seus achados a partir da extensa amostra obtida. A melhor leitura dos resultados e a melhor compreensão das conclusões a respeito das verticais tecnológicas envolvidas nessa análise se dará pela análise somatória das quatro vertentes propostas. As estratégias tecnológicas reveladas serão apresentadas a partir dessas quatro vertentes de análise, isto é, por quatro pontos de vista que, na verdade, se transformam em quatro objetos de pesquisa específicos e distintos. A Ilustração 2 mostra esta visão proposta na pesquisa. A terceira seção apresenta um delineamento da pesquisa e a caracterização da amostra.

⁸ Segundo Bernardi (2012, p. 137), “divergências consideráveis surgem entre os autores na definição de mecanismos explicativos [...] e na própria especificação dos tipos de sequências de eventos que poderiam ser considerados como dependentes da trajetória.” Decisões lastreadas em *path dependence* restringiriam as escolhas, isto é, decisões a serem tomadas no atual momento seriam restringidas pelas decisões tomadas anteriormente, ou seja, a história importa.

No Capítulo 5, dá-se a apresentação das diversas ações estratégicas relacionadas com tecnologias de motorização reveladas pelas montadoras e sua presença em cada uma das fases de Suarez (2004), nos países e com qual(is) forma(s) de motorização. No Capítulo 6, apresenta-se tudo o que está sendo feito em estratégias tecnológicas em motorização em relação às fases do arcabouço de Suarez (2004), focando-se como objetos de pesquisa as fases de pré – dominância e a fase de pós – dominância.

Ilustração 2 – Vertentes Adotadas para Apresentação dos Resultados da Pesquisa

O Capítulo 7 traz os combustíveis e as formas alternativas de motorização, apresentando as principais verticais tecnológicas sendo desenvolvidas no mundo. O Capítulo 8 trata dos países como os objetos de pesquisa, apresentando o que está sendo desenvolvido neles em termos de estratégias tecnológicas, por qual(is) montadora(s) e com qual(is) formas de motorização, podendo-se inferir os seus posicionamentos estratégicos. O Capítulo 9 apresenta uma discussão em torno dos resultados, com apresentação dos principais achados e das principais contribuições alcançadas com a pesquisa. Um diagrama com as verticais tecnológicas praticadas pela indústria automobilística em motorização é apresentado. Propõe-se ainda uma contribuição teórica ao arcabouço de Suarez e algumas recomendações para os responsáveis por políticas públicas no Brasil, especificamente em relação às possibilidades envolvendo o etanol e a tecnologia *flex – fuel*. Finaliza-se o trabalho com o Capítulo 10, no qual são apresentadas as principais conclusões desta tese de doutorado.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Este Capítulo se divide em três seções: a seção 2.1 pretende apresentar as questões mais relevantes em torno das estratégias tecnológicas emergentes. A seção 2.2 discutirá a teoria institucional, focando em gestão de recursos e na homogeneidade e heterogeneidade da indústria e nas estratégias tecnológicas reveladas pelas montadoras em torno da motorização. Segue-se a seção 2.3 com as discussões em torno do design dominante e das mudanças tecnológicas como sendo produto de estratégias e de institucionalização.

2.1 Estratégias Tecnológicas

À pergunta “Por que estratégias tecnológicas são importantes?”, a resposta seria um conjunto de cinco motivos (DODGSON, 1989):

- a) a necessidade de se lidar com a incerteza tecnológica, a complexidade e a natureza descontinuada do desenvolvimento tecnológico;
- b) a necessidade de a tecnologia ser vista em um contexto global;
- c) a necessidade de se ater a complementaridades, internamente entre diferentes elementos da estratégia corporativa global e externamente entre estratégias de diferentes empresas;
- d) a falha das estratégias existentes que não integram tecnologia de maneira satisfatória e
- e) a relação entre estratégias tecnológicas corporativas e políticas estratégicas públicas.

Segundo Porter (1991), empresas criam e sustentam vantagens competitivas por causa de sua capacidade de melhorar, inovar e aumentar (“*upgrading*”) essas vantagens competitivas ao longo do tempo. As estruturas das indústrias são dinâmicas; a rivalidade se modifica, as barreiras de entrada aumentam e diminuem, os produtos substitutos de hoje já não existirão amanhã; fornecedores mudam e os clientes modificam seus desejos e exigências. Além disso, as regulações por parte dos governos surgem muitas vezes de forma inesperada e imperativa. Mas Porter (1991) também reputa aos governos uma influência muito grande na busca da vantagem competitiva por parte das empresas, seja pela força em permitir ou impedir investimentos locais, seja pela manifestação de força junto à opinião dos consumidores.

Políticas governamentais de sucesso são aquelas que criam um ambiente propício para que as empresas ganhem vantagens competitivas, mais do que políticas que envolvem diretamente o governo.

A evolução da tecnologia vai além do *framework* produto – mercado de Ansoff e da visão baseada em recursos de Rumelt (RUMELT, 1984; BARNEY, 1991, 2001) e determina as capacidades que as empresas necessitarão. Há um modelo dinâmico de inovação (UTTERBACK; ABERNATHY, 1975) que promove mudanças descontinuadas em um produto (ANDERSON; TUSHMAN, 1990). Entretanto, continuará havendo uma competição entre velhas e novas tecnologias, assim como entre diferentes designs usando uma nova tecnologia. Mas os modelos estratégicos dominantes em uma indústria continuarão sendo estáticos (TEECE *et al*, 1992). As cinco forças continuarão exercendo pressões competitivas nas diferentes fases do ciclo de evolução tecnológica de um produto em determinada indústria (AFUAH; UTTERBACK, 1997).

Inovação é um elemento central no nascimento de uma corporação multinacional (caso das montadoras de automóveis, objetos desta pesquisa) e para o seu crescimento no longo prazo (NASCIMENTO *et al*, 2012). Tecnologia é um conjunto de partes do conhecimento embutido em dispositivos físicos e equipamentos (SUAREZ, 2004)⁹ ou um conjunto de conhecimentos científicos, de engenharia, gerenciais e empíricos que contribuem para a criação, produção e comercialização de produtos (DI SÉRIO; VASCONCELLOS, 2009). Estratégias empresariais focadas em inovação tecnológica são suficientes para conquistar e manter a competitividade em mercados nacionais e internacionais (KANNEBLEY; SELAN, 2007).

Relacionando a questão da tecnologia com o campo da estratégia, pode-se obter interpretações do que seriam estratégias tecnológicas, seja do ponto de vista ligado à competitividade seja em relação às competências que a empresa venha a possuir (IGLECIAS, 2001). Segundo Alves Filho (1991, p. 27), uma estratégia tecnológica está afeita à questão da inovação e pode ser definida como sendo um conjunto de esforços para ampliar sua capacidade tecnológica. Segundo Ford (1989), uma estratégia tecnológica pode ser entendida como a capacidade de competir de forma distintiva, baseando-se nos conhecimentos adquiridos pela empresa e na sua habilidade em produzir melhor que seus concorrentes. O somatório destas duas visões,

⁹ *Technology: broadly defined as a set of pieces of knowledge, some of which are embodied in physical devices and equipment* (SUAREZ, 2004, p. 272).

segundo Iglecias (2001), permitiria definir estratégias tecnológicas em sentido mais amplo, menos restritivo: elas seriam um feixe de políticas, planos, rotinas e ações que se realizam de tal forma que permitem aumentar, preservar e ampliar as capacidades tecnológicas existentes, aumentando seus ativos tecnológicos, o que permitiria a uma empresa concorrer em patamares mais elevados frente à concorrência e, com isso, conquistar vantagens competitivas duradouras. Uma estratégia tecnológica poderia, portanto, ser entendida como um instrumento estratégico de obtenção de vantagens competitivas, isto é, a maneira pela qual uma empresa desenvolve e se utiliza de uma determinada tecnologia (PORTER, 1985, 1989).

2.1.1 Estratégias Deliberadas e Estratégias Emergentes

Estratégia pode ser compreendida como um padrão desejado de decisões e ações a serem tomadas pela empresa (ANDREWS, 1991) ou um plano racional e deliberado de ações criado para lidar com o ambiente corporativo (ANSOFF, 1990). É um termo descritivo que se refere ao comportamento observado de uma empresa, conferindo a possibilidade de se observar uma postura estratégica da empresa que revelaria um padrão sem que ele (o padrão) seja a consequência de algo previamente desejado ou pretendido. Mintzberg (1978) define estratégia como sendo uma força mediadora entre a organização e o meio que a envolve ou ainda como um padrão no processo de tomada de decisões organizacionais.

Mintzberg (1978) argumenta que a literatura relacionada ao campo da estratégia, até então, consistia, em grande parte, de teoria e muito pouco de empirismo, o que encorajava o senso comum de que estratégia era um conjunto de planos deliberados antes da tomada de decisões específicas, um conjunto de diretrizes conscientemente deliberadas que determinaria as decisões a serem tomadas no futuro. Chandler (1962) entendia estratégia como metas e objetivos básicos de longo prazo de uma empresa e a adoção de ações e a alocação de recursos necessários para executar tais metas.

Rumelt (1984) defende que estratégia é uma forma de buscar e manter uma vantagem competitiva. Ansoff (1965) propõe que estratégia seja entendida como um conjunto de regras de tomada de decisão em condições de desconhecimento parcial, sobretudo quando as decisões estratégicas dizem respeito à relação entre a empresa e o sistema no qual está

inserida. Ghemawat (1991) diz que uma estratégia se manifesta em um número relativamente pequeno de decisões de investimento que são difíceis de reverter. Uma definição sintetizada poderia ser a proposta por Façanha (2012, p. 25):

estratégia seria uma maneira de identificar as competências atuais e o posicionamento da empresa no contexto em que ela atua e, de posse desse conhecimento, estabelecer objetivos de longo prazo que sejam compatíveis com uma posição mais competitiva e sustentável no mercado, por meio de um conjunto de regras de decisão que venha a otimizar ações e recursos pertinentes a tais objetivos.

As empresas têm duas formas de elaborar uma estratégia. Podem seguir uma estratégia deliberada, na qual estabelecem um objetivo, definem uma série de etapas para alcançar esse objetivo e, depois, metodicamente, cumprem cada etapa (CHRISTENSEN *et al*, 2007). Esse é um processo bem consciente e analítico. Exige avaliação da estrutura do mercado, análise da concorrência e detalhada pesquisa de mercado para determinar as necessidades do consumidor. As empresas que adotam a outra abordagem – que seguem uma estratégia emergente – tentam reter a flexibilidade e obter *feedback* do mercado onde operam e onde não operam. Tentam mudar suas estratégias ‘durante o voo’ para adaptar-se a uma nova informação que surge de repente no mercado. As estratégias emergentes atuam em situações de grande incerteza. Nessas situações, os gestores operacionais tendem a encontrar problemas que os planejadores não previram. As ações provocam resultados imprevistos. Segundo Porter (1980), quando uma empresa adota uma posição estratégia emergente, em vez de se antecipar, ela experimenta, aprende, faz ajustes, se reposiciona e, gradativamente, com o passar do tempo, emerge uma estratégia (ou um conjunto delas) que essa empresa acaba por adotar.

Uma estratégia revelada ou percebida é um “*pattern in a stream of decisions*”¹⁰ (MINTZBERG, 1978; MINTZBERG; WATERS, 1985), isto é, uma sequência de decisões exibe consistência no tempo, dando corpo a uma estratégia. Estabelecida por uma empresa, torna-se conhecida publicamente, o que possibilita que seja investigada (MINTZBERG; WATERS, 1985). Seguir rigorosa estratégia deliberada pode levar a empresa a ignorar os sinais do mercado e não adaptá-la. Ela pode continuar agarrada a uma estratégia que já se mostrou inadequada e, provavelmente, um tempo precioso será gasto para se perceber isso. As estratégias emergentes encorajam os gestores a se posicionar e a responder aos problemas da

¹⁰ Posteriormente, o termo “*decisions*” (por possibilitar o entendimento também de “*intentions*”), foi alterado para “*actions*”.

forma mais apropriada, mesmo que daí resulte um significativo desvio do curso que fora anteriormente previsto (deliberado).

Na realidade, traçar uma estratégia é um processo complexo e delicado, que usa tanto a estratégia deliberada quanto a emergente. Mesmo empresas que tentam seguir um processo estratégico puramente deliberado descobrem, surpresas, que a estratégia utilizada, na prática, diverge muito da estratégia pretendida, devido à variedade das forças emergentes e das variações que o ambiente provoca. As empresas muitas vezes têm de lutar bastante, tentando impedir essas forças emergentes, até compreenderem qual é a abordagem correta.

Uma estratégia deliberada seria do tipo “de cima para baixo”, formulada em um projeto e implementada pela alta administração; uma estratégia emergente seria do tipo “de baixo para cima”, que evolui e se adapta com base em sinais emitidos pelo mercado ou, ainda, um padrão observado em uma sequência de ações (MINTZBERG, 1978, 1991).

Mintzberg (1978, p. 935) afirma:

[...] O produtor da estratégia pode *formular*¹¹ uma estratégia por meio de um processo consciente, antes que ele tome decisões específicas, ou uma estratégia pode *se formar*¹² gradualmente, talvez involuntariamente, como se ele tomasse suas decisões uma a uma.

Ter-se-ia, portanto, duas conotações de estratégias: (a) as que são conhecidas como diretrizes estabelecidas *a priori* da tomada de decisão e (b) as que são conhecidas como resultados *ex post facto* do comportamento decisório dos gestores. Isso resulta, respectivamente, em estratégias pretendidas e estratégias realizadas e, portanto, percebidas¹³.

A Ilustração 3 apresenta os tipos de estratégia, segundo a visão de Mintzberg (1978). Desta forma,

a) as estratégias pretendidas e que foram realizadas podem ser chamadas, portanto de estratégias deliberadas;

¹¹ Itálico no original do autor (MINTZBERG, 1978).

¹² Itálico no original do autor (MINTZBERG, 1978).

¹³ Segundo Mintzberg (1978, p. 945): *intended e realized*.

b) as estratégias pretendidas e que não se realizaram (por terem sido objeto de grandes expectativas, desajustes em relação ao ambiente em que a empresa atua ou mesmo mudanças realizadas durante o seu curso) são chamadas de estratégias não realizadas e

c) as estratégias realizadas, mas que nunca foram planejadas ou pretendidas, são as chamadas estratégias emergentes.

Ilustração 3 – Os Tipos de Estratégia
 Fonte: Mintzberg (1978). Adaptado pelo autor.

As estratégias emergentes por si só, portanto, contribuem para com o aprendizado corporativo sobre o que funciona e o que não funciona em termos de estratégia. Uma característica nata desta abordagem emergente é que uma ação de cada vez auxilia na busca de um padrão consistente de formulação de estratégias (MINTZBERG; WATERS, 1985). É a partir das percepções advindas das estratégias emergentes que os gestores de uma organização conseguem alterar as suas intenções iniciais: isso leva à constatação de que algumas poucas estratégias deliberadas são simplesmente estratégias emergentes que foram descobertas (percebidas) e, posteriormente, reconfiguradas e formalizadas (MINTZBERG; WATERS, 1985). Os gestores também se valem das estratégias não realizadas (porque não funcionaram por terem sido rejeitadas pela própria organização ou mesmo pelo ambiente externo que é menos condescendente) para, segundo Mintzberg e Waters (1985) perceberem que as suas intenções iniciais estavam equivocadas e que precisam mudar.

A Ilustração 4 apresenta os tipos de estratégia e o consequente *looping* estratégico, segundo a visão de Mintzberg e Waters (1985) e resume o que esta pesquisa estará analisando.

Ilustração 4 – Os Tipos de Estratégia e o *Looping* de Aprendizado Estratégico

Fonte: Mintzberg e Waters (1985). Adaptado pelo autor.

Portanto, chega-se ao conceito de estratégia como sendo o comportamento observado de uma empresa, conferindo a possibilidade de se observar uma postura estratégica que revelaria um padrão sem que ele (o padrão) seja a consequência de algo previamente pretendido. Segundo Mintzberg (1991), uma estratégia emergente pode até mesmo não ser reconhecida e passar despercebida pelos líderes de uma empresa, sendo percebida após o fato e ser, posteriormente, explicitamente adotada como uma estratégia organizacional. Christensen *et al* (2007) afirmam que, sob a ótica da teoria da estratégia emergente, em circunstâncias de mercado incertas, as empresas precisariam criar maneiras próprias de se adaptar aos sinais do mercado. Nascimento (2010) defende que estratégia teria o caráter de uma ideologia, de valores partilhados; para o autor, uma estratégia define a maneira como uma empresa percebe o mundo, podendo servir ainda como um estratagema para alcançar seus objetivos contra seus concorrentes.

2.1.2 Estratégias e Tomada de Decisão

A tomada de decisão está intrinsecamente ligada às estratégias; a tomada de decisão é que forma uma ligação entre as estratégias deliberadas e as estratégias emergentes. O processo de formulação da estratégia deliberada é um processo de tomada de decisão estratégica. Uma vez que se formula uma estratégia, grande parte de sua implementação se dá por meio de decisões

estratégicas, que permite a alocação de recursos aos projetos específicos. Pode-se afirmar que os principais passos de uma estratégia emergente prevêm decisões estratégicas (que previamente não foram planejadas) em resposta às ameaças e oportunidades inesperadas ou que não foram previstas (PORTER, 1990, 1991; PAPADAKIS; BARWISE, 1998). Assim, uma estratégia emergente é nada mais que o resultado cumulativo de uma série de decisões estratégicas tomadas (MINTZBERG, 1978; PAPADAKIS; BARWISE, 1998). Segundo Bower (1998), há um contexto estratégico no qual as empresas vivem, que molda as estratégias emergentes.

Portanto, uma estratégia poderia ser expressa em termos de padrões de alocação de recursos, estruturas, sistemas e ambiente de trabalho da empresa. As decisões estratégicas nada mais seriam do que tudo aquilo relacionado com a manutenção, criação e utilização dos recursos e das capacidades para criar vantagem e uma posição melhor no ambiente competitivo (MARITAN; SCHENDEL, 1998), mas isso não deveria ser confundido com a visão da estratégia emergente, na qual uma estratégia é definida apenas *ex post*, como uma série de decisões (MINTZBERG, 1978). Segundo Maritan e Schendel (1998), há uma clara diferença entre a acumulação obtida por força de uma intenção declarada e algo que surge verdadeiramente como um padrão inconsciente em um fluxo de decisões.

Teece (1986) chamou os ativos estratégicos desenvolvidos e acumulados ao longo de uma trajetória (“*path dependence*”) de ativos complementares; Maritan e Schendel (1998) se referem a eles como ativos compostos. A velocidade e a maneira como se desenvolvem e se mantêm esses ativos é uma questão central na determinação da estratégia – chave de uma empresa. Na verdade, são os altos dirigentes das empresas quem as guiam em uma direção estratégica de construção desses ativos que, em última instância, servem para que elas obtenham posições competitivas capazes de propiciar retornos financeiros superiores (*ibid.*). A esse caminho percorrido, Hamel e Prahalad (1989) chamaram de intento estratégico.

Sob estas circunstâncias, o que raramente se conseguiria fazer seria prever o desempenho de uma empresa, mas seria possível, segundo Bower (1998), fazer previsões robustas sobre o seu comportamento. Mintzberg (1994) defende que as estratégias não mudam e nem devem mudar frequentemente; assim sendo, esperar-se-ia que as empresas que alocam sua atenção aos temas estratégicos fundamentais continuamente se desempenhariam pior do que aquelas

que dão atenção apenas aos ajustes necessários (“*fine – tuning*”) das estratégias. Bell, Bromiley e Bryson (1998) defendem que deva ser dada a devida atenção às decisões estratégicas a serem tomadas: já que as empresas não podem resolver todas as decisões relevantes que surgem, quais ela escolherá é o que importa. Muitas organizações de sucesso incrementam, mas não mudam frequentemente suas estratégias (PORTER, 1990; GHEMAWAT, 1991).

De igual importância, é a questão do “*timing*” nos processos de tomada de decisão. Segundo Eisenhardt (1989), há evidências de que os tomadores de decisão preferam resultados tidos como certos a resultados que são prováveis (TEECE, 2009). Esse efeito “certeza” (KAHNEMAN; LOVALLO, 1993) promove aversão ao risco quando as escolhas possam incorrer em perdas; nesse cenário, as opções seriam analisadas isoladamente, o que promoveria preferências inconsistentes e vieses na decisão, o que Kahneman e Tversky (1979) chamaram de decisões tímidas, que levam a escolhas que impedem a inovação.

Esses efeitos, somados a ativos robustos, levariam, em princípio, as empresas *incumbents*¹⁴ a terem mais aversão à inovação do que novas entrantes; com isso, as empresas veteranas (*incumbents*) retardariam inovações latentes, assumindo decisões enviesadas que limitariam a exploração de inovações radicais mais arriscadas (TEECE, 2009). Araiza (2009) atestou em suas pesquisas, que os *stakeholders* não reconhecem a importância e não valorizam o fato de uma empresa ser uma primeira entrante (*first – mover*), adotando a implantação de uma estratégia tecnológica antes de seus concorrentes. Lieberman e Montgomery (1987) reconhecem que o momento de entrada com uma nova tecnologia – tornando-se um *first mover* – é influenciado por diversos fatores, dentre eles, recursos, previsões, sorte ou qualquer combinação desses três elementos.

Teece *et al* (1992) consideram essas capacidades intrínsecas (*core capabilities*) como sendo um conjunto de conhecimentos diferenciados, ativos complementares a rotinas que provêm a base para as capacidades competitivas das empresas e sua vantagem sustentável em um negócio específico. A imitação de determinadas capacidades – chave (“*core capabilities*”)

¹⁴ *Incumbent* em geral se refere a uma empresa estabelecida na indústria há muito tempo; Anderson e Tushman (1990) consideram *incumbent* aquela empresa entrou na indústria após uma dada descontinuidade tecnológica; senão, será considerada uma “*newcomer*”.

por competidores “*would – be*”¹⁵ fica muito dificultada (LEONARD – BARTON, 1992). Para Prahalad e Hamel (1990), as “*core competencies*” são o aprendizado coletivo na organização, especialmente como coordenar diversas habilidades de produção e integrar múltiplos fluxos de tecnologias. Uma “*core competence*” deveria ser difícil para um concorrente imitar (*ibid.*).

A mesma ideia de conjuntos de recursos é compartilhada por Rumelt (1984), para quem os recursos são escassos e, portanto, devem ser bem utilizados. A formação de ativos baseados em recursos diferenciados e a necessidade da busca de vantagens competitivas somente são possíveis em um processo de aprendizado ao longo do tempo, o que foi chamado de “*path dependence*” por Penrose (2006).

Freeman e Soete (2008) defendem que as empresas, apesar de disporem de uma série de opções tecnológicas e de estratégias alternativas, só se propõem a modificar a ciência e a tecnologia mundiais em pequena escala, não podendo prever os resultados desses esforços de inovação, sejam os seus próprios sejam os de seus concorrentes diretos. Os autores (*ibid.*, p. 456 – 457) dizem textualmente:

As firmas dispõem de uma série de opções e de estratégias alternativas. Elas podem usar seus recursos e habilidades científicos e técnicos [...] podem dar maior ou menor peso a considerações de curto ou longo prazo [...] podem tentar fazer previsões tecnológicas e de mercado, bem como desenvolver uma variedade de produtos e processos por iniciativa própria [...] podem modificar a ciência e a tecnologia mundiais numa pequena escala, mas não podem prever com precisão o resultado de seus próprios esforços inovativos, ou aqueles de suas concorrentes, de modo que o acaso e os riscos, que elas enfrentam ao tentar introduzir qualquer grande mudança na tecnologia mundial, sempre estarão presentes.

As decisões estratégicas envolvem o comprometimento de significativos recursos e têm conseqüências de longo prazo (CHANDLER, 1962). Os muitos *stakeholders* da indústria automobilística acompanham os passos que a indústria dá e os passos que cada montadora dá, além das decisões que ela toma por meio de seus principais executivos¹⁶. Investidores compram ou vendem ações das montadoras em função de seus movimentos estratégicos, enquanto os executivos das montadoras procuram identificar o que pode ser um sinal positivo, diferenciando-o dos ruídos, enxergando oportunidades e prevendo os riscos. Segundo

¹⁵ A expressão “*would – be*” utilizada por Leonard – Barton (1992) nesse contexto significa as empresas que gostariam de ser como aquela(s) a quem querem copiar.

¹⁶ Foi Barnard (1971) quem primeiro introduziu o termo “*decision – making*” entre as funções dos executivos das empresas.

Christensen *et al* (2007), agem a partir desse padrão. Cada uma das montadoras está em busca de um novo mercado – alvo, aquele que poderá vir a ser a sua sobrevivência; na busca de formas alternativas de motorização, estabelecem estratégias tecnológicas que permitirão emergir um novo design dominante. Ou não. A essência da estratégia é a escolha (PORTER, 1991).

Assim, é preciso se dotar de teorias que permitam avaliar, interpretar e entender o comportamento inovativo da indústria automobilística em torno da motorização. Como existem várias formas alternativas de combustíveis e outras tantas opções tecnológicas de motorização, é necessário que se olhe para as diversas estratégias disponíveis para as montadoras que se apresentaram em função do desafio técnico que o ICE vem sofrendo ao longo dos últimos anos. A busca dessa análise em termos de lucratividade advinda de cada opção tecnológica é impossível, haja vista a grande incerteza presente em cada uma das inovações tecnológicas conhecidas. As estratégias estão permanentemente mudando, muito em virtude da grande velocidade de mudança do mercado; assim, estudar a indústria automobilística em períodos curtos e próximos da atualidade se revela promissor.

2.1.3 Estratégias Tecnológicas e os Países

Porter (1990) reconhece que a competitividade de um país depende da capacidade de suas indústrias inovarem e aumentarem a qualidade dos seus produtos. Garante que os países possuem vantagens competitivas (poder-se-ia discutir se permanentes ou provisórias, mas não é o caso aqui) que culminam em obtenção da liderança de uma indústria (ou mais de uma indústria) no mercado global, devido a quatro variáveis inter – relacionadas: (a) condições dos fatores, (b) condições da demanda, (c) indústrias relacionadas ou de suporte e (d) estratégias, estruturas e rivalidade da indústria –, assim como dois outros fatores exógenos: (a) governo e (b) chance.

Em 2000, Nascimento estudou a aplicação deste modelo para o Brasil e constatou que a direção estratégica deve ser no sentido da "aplicação de uma combinação sistemática de tecnologias com um foco em desenvolver produtos e processos voltados às peculiaridades do mercado local" (NASCIMENTO, 2000).

Vantagem competitiva seria o resultado de um profundo conhecimento das forças externas e internas que afetam fortemente um país. No caso de uma organização, ela deve reconhecer a sua atratividade relativa na indústria e as tendências, além das características dos principais concorrentes. Internamente, essa mesma empresa deve identificar suas capacidades competitivas (HAX, 1990). Competitividade possui muitas acepções na literatura gerencial, todas muito difusas e/ou subliminares (SANTOS, 2006). Mesmo autores tradicionais (como Porter, Mintzberg, Collis e Montgomery, Hamel e Prahalad) não oferecem uma clara definição do que seja o termo. O uso de termos correlatos ou similares é freqüente (SANTOS, 2006): vantagem competitiva, estratégia competitiva, diferencial competitivo, vantagem comparativa, diferencial estratégico, vantagem estratégica ou capacidade competitiva. A sinonímia com competição e competitividade, de forma não muito rigorosa, é comum.

A intensidade da rivalidade promove intensa inovação tecnológica (PORTER, 1991). No contexto internacional, Porter (1990) defende que a prosperidade de um país se dá pela sua produtividade no uso dos seus recursos humanos, naturais e de capital. No contexto empresarial, defende também que qualquer empresa de qualquer ramo industrial pode ser mais produtiva, desde que adote estratégias mais sofisticadas e investimentos em tecnologias modernas, ou seja, inovadoras.

Ohmae (1990) argumentou em 1990 que as fronteiras nacionais dos países estavam se “derretendo”; antes da década de 1980, as políticas nacionais e as diferenças nacionais foram importantes, especialmente no caso do Japão. Assinala que, hoje em dia (1990, data da obra), a tríade composta por EUA – Japão – União Europeia estava se tornando “tão poderosa que tem absorvido a maioria dos consumidores e das empresas, promovendo o desaparecimento das fronteiras nacionais tradicionais, relegando burocratas, políticos e militares a categorias de atores decadentes” (OHMAE, 1990, p.12).

Passados mais de 20 anos, não se pode afirmar que os países tiveram as suas fronteiras derretidas, ao contrário, viram-nas se reforçarem para garantir mercados estratégicos, caso da China, o maior mercado de automóveis do mundo na atualidade (AUTOMOTIVE WORLD, 2011). Em um mundo no qual a competição global cresce há muitos anos, as nações têm se tornado mais, e não menos, importantes (PORTER, 1990); valores nacionais, cultura,

estruturas econômicas, instituições e sua história, todos esses fatores, contribuem para o sucesso na conquista da competitividade.

Porter (1990, 1991) argumenta que observou diretamente que as vantagens competitivas em indústrias específicas estavam fortemente concentradas em um ou dois países, geralmente com muitos competidores domésticos de sucesso, o que ensinaria se supor que essas empresas domésticas (naquele mercado específico) perseguem estratégias diferentes e empurram umas as outras para inovarem e incrementarem muito mais rapidamente do que os concorrentes estrangeiros.

Mas pensando pelo lado das matrizes das montadoras globais, fica uma preocupação muito clara: se a inovação é um processo de destruição de competências (SCHUMPETER, 1934; ABERNATHY; UTTERBACK, 1978; ANDERSON; TUSHMAN, 1990), pode-se provocar dois efeitos antagônicos, com potencial muito grande para conflitos. Emergindo uma nova estratégia tecnológica localmente (em um mercado atendido por uma subsidiária), criam-se competências locais e atende-se ao mercado local, mas cria-se conflito com as estratégias corporativas globalmente aplicadas, provocando uma ameaça ao “*status quo*”, o que motivaria a não permissão para que subsidiárias pensassem em desenvolver projetos de desenvolvimento próprios.

Harmonizar as atividades desenvolvidas localmente com aquelas que são desenvolvidas globalmente (especificamente aquelas que “levam a empresa para a frente”, sobretudo relacionadas com processos inovadores e que, por isso, estão fortemente relacionadas com o “poder” dentro das empresas) deve ser foco dos altos gestores das grandes empresas multinacionais, que operam fortemente em países em desenvolvimento.

Fatores que podem induzir conflitos em grandes corporações multinacionais – como as montadoras – são os que se relacionam com mix de produtos, desenvolvimento e gestão de portfólio de projetos (NASCIMENTO *et al*, 2010). London e Hart (2004) afirmam que “com mercados estabelecidos tornando-se saturados, as corporações multinacionais se voltaram cada vez mais para mercados emergentes (os países em desenvolvimento).” Afirmam ainda que os fatores geográficos e institucionais locais têm, de fato, papel fundamental no desenvolvimento de novas tecnologias a partir das subsidiárias das empresas multinacionais e

que isso pode gerar estratégias emergentes que podem se tornar opções globais reais para as multinacionais. Um país pode desenvolver habilidade de atrair fatores de produção, mais do que simplesmente servirem como locação para eles. Fatores móveis – como ideias e pessoas altamente qualificadas – estão se tornando relevantes para a competitividade internacional (PORTER, 1991). De acordo com Nascimento (2010), as empresas precisam ir em busca de mercados que lhes sejam adequados e nos quais possam desenvolver suas vantagens competitivas.

2.1.4 Estratégias Tecnológicas e os Instrumentos de Análise Estratégica

Nesta presente pesquisa, a tecnologia está sendo entendida e estudada por uma perspectiva estratégica. Tecnologia é um ativo corporativo da mais alta e expressiva relevância e, provavelmente, uma das fontes mais prováveis de obtenção de vantagens competitivas. Portanto, uma estratégia caracterizada como sendo tecnológica, precisa ser compreendida e avaliada permanentemente. São muitos os instrumentos de análise estratégica disponíveis. Nesta pesquisa, três deles estarão sendo utilizados para agregar os resultados obtidos.

Uma estratégia objetiva alcançar uma vantagem competitiva sustentável de longo prazo em cada um dos negócios de uma empresa, respondendo de maneira apropriada às oportunidades e ameaças no ambiente da firma, e aos seus pontos fortes e fracos. Uma estratégia competitiva, portanto, são as ações ofensivas ou defensivas para criar uma posição defensável para uma empresa naquela indústria em que ela atua, para enfrentar com sucesso as cinco forças competitivas e, assim, obter um retorno maior para a empresa (PORTER, 1989). As estratégias competitivas genéricas são determinadas para enfrentar as cinco forças competitivas e devem possibilitar (a) criar uma posição defensável em uma indústria, (b) superar as outras empresas e (c) obter um retorno sobre o investimento maior que a média da indústria. Relevante é a escolha de uma estratégia empresarial competitiva (na qual se encaixam as estratégias tecnológicas); são dois os fatores que devem ser considerados no posicionamento do negócio no seu ambiente competitivo (PORTER, 1990, 1991):

- a) a atratividade da indústria, medida pela perspectiva de lucratividade e
- b) a posição relativa do negócio no contexto da indústria, ou seja, a competitividade.

O primeiro é controlável internamente e é suportado pelo conhecimento da cadeia de valor da empresa, suas rotinas, suas competências e capacidades, recursos e habilidades. O segundo é, em geral, não controlável pela empresa e permite identificar o comportamento da concorrência. Os fatores determinantes da atratividade podem ser vários, destacando-se (PORTER, 1990, COSTA, 2007): as perspectivas de crescimento, o ambiente competitivo, a lucratividade e os resultados, as barreiras de entrada impostas pela empresa (assim como as que lhe são impostas), o estágio na curva de maturidade ou ciclo de vida do produto, o retorno dos investimentos que se deseja, a turbulência no mercado, as tecnologias existentes e por vir, os processos produtivos, as práticas comerciais e operacionais e os canais de distribuição que a empresa estabeleceu.

Nesse sentido, pode-se estabelecer uma série de instrumentos de análise estratégica para acompanhar o desenvolvimento e o desempenho de determinados produtos em determinados mercados ao longo do tempo. Periodicamente, os gestores podem reavaliar os posicionamentos estratégicos de seus produtos ou rever as ações desenvolvidas em certos mercados. Um conjunto de projetos – ou especificamente de estratégias tecnológicas relacionadas com projetos – pode ser analisado de acordo com o conceito de portfólio, no qual fica claro o posicionamento estratégico que uma determinada empresa (ou indústria, se esta for a unidade de análise) prevê em relação às tecnologias que lhe dizem respeito, às escolhas tecnológicas que pretende fazer e, principalmente, quais lhe estão (ou poderão estar) disponíveis.

2.1.4.1 As Cinco Forças de Porter

Porter defende a existência de três fatores que determinam o sucesso de algumas empresas; sucesso seria a obtenção de uma posição competitiva (ou uma série de posições competitivas) que levam a um desempenho financeiro superior e sustentável (PORTER, 1991). Uma posição competitiva será medida em função da posição dessa empresa em relação às posições ocupadas pelos maiores concorrentes.

O primeiro fator determinante do sucesso de uma empresa a ser proposto por Porter (1991) é que toda empresa deve desenvolver e implementar um conjunto eficiente de metas e políticas

funcionais que definam a sua posição no mercado; nesse sentido, estratégia surge como sendo um caminho integrativo das atividades dos diversos departamentos dentro da empresa.

Segundo Porter (1991), as estratégias seriam ainda uma solução para o problema de agência¹⁷ (ou conflito de agência). O segundo fator determinante do sucesso de uma empresa se refere ao conjunto consistente de metas e políticas, que deve estar alinhado às forças e fraquezas da empresa, assim como às oportunidades e ameaças que a pressionam; nesse senso, segundo Porter (1991), estratégia seria o ato de alinhar a empresa com o seu ambiente. Como o ambiente está em permanente mudança (assim como as capacidades das empresas), a estratégia ganha outro status: o de promover um balanço dinâmico, não estático à empresa (*ibid.*). O terceiro fator determinante do sucesso está centrado no fato de a estratégia precisar estar focada na criação e exploração das chamadas competências distintivas.¹⁸

Nesse sentido, fica clara a noção de “única”: cada empresa é única, cada indústria é única e cada período de tempo é único, pois tudo está o tempo todo em permanente mudança; assim, segundo Porter (1991), as empresas precisam reconhecer que a estrutura da indústria e fatores exógenos afetam o seu desempenho e restringem as suas opções de crescimento.

Chen (1996) acredita que, dentro da rivalidade estabelecida, sempre existem tensões pré – disputas concorrenciais entre os rivais; entre duas empresas, quando elas se rivalizam (ou seja, são competidoras¹⁹ *de facto*), surge uma assimetria competitiva, ou seja, a noção de que, para uma dada dupla de empresas, não se consegue impor o mesmo grau de ameaça entre elas. Nesse caso, a ideia de que a empresa possuidora do menor arsenal de pressões competitivas em relação às suas rivais (D’AVENI, 2002) poderá decidir ser uma primeira entrante faz

¹⁷ Conflito de agência se refere a uma definição conceitual do relacionamento de agência ou do agente principal. Um relacionamento de agência é como um contrato onde uma ou mais pessoas – o principal – engajam outra pessoa – o agente – para desempenhar alguma tarefa em seu favor, envolvendo a delegação de autoridade para a tomada de decisão pelo agente. Se ambas as partes agem tendo em vista a maximização das suas utilidades pessoais, existe uma boa razão para acreditar que o agente não agirá sempre no melhor interesse do principal (JENSEN; MECKLING, 1976; JENSEN, 1986). Nesse caso, a alta administração não pode participar ou monitorar todas as decisões e diretamente assegurar a consistência das muitas ações individuais e escolhas feitas pelos seus gerentes (agentes).

¹⁸ Competências distintivas foi conceito inicialmente proposto por Selznick em 1957 e está definido em seu livro “Leadership in Administration: A Sociological Interpretation” (1957, p. 23). Selznick define competências distintivas como sendo “a transformation of an engineered, technical arrangement of building blocks into a social organism.” (SELZNICK, 2003).

¹⁹ Competidores são empresas que operam na mesma indústria, oferecendo produtos similares e buscando consumidores similares (CHEN, 1996, p. 104).

sentido. As empresas, sendo assimétricas em termos de competitividade, farão movimentos estratégicos específicos e compatíveis com suas condições.

Porter (1991) propõe um arcabouço para analisar a estrutura das indústrias: a partir das forças competitivas que pressionam as empresas daquela indústria e promovem a perda de sua lucratividade no longo prazo, Porter estabelece as chamadas “Cinco Forças”, nada mais do que um conjunto de cinco grandes grupos de pressões competitivas. Este *framework* pode ser utilizado para análise da indústria, de uma única empresa ou de um grupo de empresas; no caso desta pesquisa, na qual os objetos de pesquisa são (1) as montadoras e (2) o motor de combustão interna (ICE) e as formas alternativas de motorização (AFVs), este *framework* será utilizado a partir de uma premissa de que cada montadora é concorrente das outras e que as AFVs sejam as concorrentes do ICE.

O escopo de atuação de cada uma das montadoras podendo influenciar a estrutura da indústria é uma área interessante para pesquisa; o *framework* das Cinco Forças será usado para isso. Considera-se que as cinco forças se estabelecem da seguinte forma:

- a) a rivalidade: existe uma concorrência já estabelecida, provocando uma rivalidade entre as empresas de uma mesma indústria (no caso, as montadoras e o ICE). As montadoras tentam preservar ou aumentar seu *marketshare* intensamente;
- b) as ameaças de novos entrantes: barreiras de entrada são impostas pelos concorrentes que já estão se rivalizando e que sofrem ameaças de novos entrantes. Não admitem a entrada de novos participantes no mercado que dominam; os novos entrantes seriam as alternativas ao ICE. Outras ameaças poderiam vir de montadoras menores (chinesas) ou *start – ups* com tecnologias alternativas, mas com preços altos;
- c) a substituição ao atual produto (ou tecnologia) que domina a concorrência (no caso, seriam as AFVs que desafiam o ICE): as montadoras presentes na indústria envidariam esforços para que estas tecnologias alternativas não viessem de novos entrantes, mas sim que fossem uma tecnologia da qual pudessem ter o domínio. Se for para substituir, que sejam as próprias empresas já presentes naquela indústria; se um dia o predomínio passar a ser o da motorização eletrificada, as montadoras farão de tudo para que elas estejam detendo, naquele momento, essa tecnologia;
- d) o poder de barganha dos fornecedores, na qual fornecedores tentam impor seu preço aos compradores de seus produtos; neste caso, os fornecedores (incluindo as sistemistas)

pressionam as montadoras com seus produtos, tentando obter preços maiores. Às vezes, a ameaça de substituição de alguma tecnologia (a 3ª. força de Porter) vem dos fornecedores de partes e autopeças (exemplo foi a introdução do sensor de identificação da mistura gasolina e/ou etanol introduzido no Brasil com a tecnologia *flex – fuel* em 2003); neste caso, as montadoras as incorporam aos automóveis, mas não perdem a supremacia na indústria (representada pela 1ª. força de Porter). Essa postura estratégica é uma barreira de entrada para novos entrantes;

e) o poder de barganha promovido pelos consumidores, os compradores das tecnologias dominantes oferecidas pelas empresas que se rivalizam na 1ª. força. Teoricamente, em função do grande número de montadoras globais, o poder de barganha deveria ser alto; no Brasil, no entanto, onde os impostos alocados nos preços finais dos automóveis são altos, este poder de barganha se deteriora.

A Ilustração 5 apresenta as cinco forças. Porter (1991) defende que as vantagens competitivas a serem conquistadas por uma dada empresa podem ser obtidas de duas maneiras: (a) oferecendo produtos (ou tecnologias) com preços mais baixos do que seus concorrentes ou (b) por meio de habilidade em se diferenciar e comandar um preço prêmio que exceda o custo extra de obtê-lo.

Ilustração 5 – As Cinco Forças de Porter
Fonte: PORTER (1991). Adaptado pelo autor.

Porter (1991) considera que vantagem competitiva seja a habilidade da empresa em desempenhar as suas atividades a um custo menor que seus rivais ou desempenhando algumas atividades de maneira exclusiva, única, que crie valor para o comprador e permita que a empresa comande um preço prêmio. Mas se todas essas possibilidades estão disponíveis para todas as empresas, o que faria com que uma se desempenhasse melhor do que as outras? Esta questão tentará ser respondida ao final da pesquisa.

2.1.4.2 A Matriz Produto - Mercado

Esta matriz permite que projetos, produtos ou mesmo tecnologias disponíveis no mercado sejam analisados de maneira sistemática, proporcionando uma oportunidade para otimizar o crescimento e a lucratividade de longo prazo de uma empresa. Por se apresentarem em formato gráfico, permitem identificar ajustes relevantes que necessitam ser feitos para posicionar melhor um produto ou uma tecnologia.

Ilustração 6 – Matriz Produto – Mercado (“Matriz de Ansoff”)

Fonte: ANSOFF (1965). Adaptado pelo autor.

Em 1965, Igor Ansoff propôs uma ferramenta para análise do problema estratégico e para definições de estratégias, que foi denominada “Matriz de Ansoff”, apresentada como

Ilustração 6; a Matriz de Ansoff, também conhecida como Matriz Produto – Mercado é um modelo utilizado para determinar oportunidades de crescimento de unidades de negócio de uma organização ou linhas de produtos distintos dentro da mesma empresa.

Essa matriz é um instrumento que o autor acreditava que poderia aprimorar o negócio de determinada organização por meio de quatro estratégias distintas (ANSOFF, 1965). A matriz tem duas dimensões: produtos e mercados. Sobre essas duas dimensões, quatro estratégias podem ser formadas: penetração de mercado (produtos existentes em mercados existentes); desenvolvimento de mercado (produtos existentes em novos mercados); desenvolvimento de produtos (novos produtos em mercados existentes) e diversificação pura (novos produtos em novos mercados).

2.1.4.3 A Matriz de Portfolio

A matriz de portfolio de produtos (ou de projetos) é um instrumento de análise estratégica consagrado há muitos anos. A matriz de portfolio também é conhecida como Matriz BCG²⁰ ou Matriz Atratividade – Competitividade. A matriz de portfolio serve para caracterizar alternativas no binômio “produto – mercado” em função da atratividade percebida pelo mercado e a habilidade de criar uma vantagem distinta, diferenciada (MIKKOLA, 2001). Tradicionalmente, as técnicas de portfolio servem para solucionar um conjunto particular de itens relacionados com a gestão de P&D, e que são específicos de cada empresa.

As matrizes que analisam atratividade e competitividade são derivações do conceito original de Ansoff, de estudar mercado e produto, a partir de um entendimento de mercados novos e já existentes e produtos novos e já existentes. A matriz de portfolio objetiva assinalar prioridades, investimentos e decisões de alocação de recursos (MIKKOLA, 2001). Particularmente em relação à Matriz BCG de portfolio (apresentada na Ilustração 7), Henderson (1979) aponta que a posição relativa de mercado (*marketshare*) e taxas de crescimento da indústria são determinantes do sucesso de uma empresa. Nesta pesquisa, a matriz de portfolio será entendida como um instrumento de análise de tecnologias existentes e tecnologias que desafiam o design dominante atual, o motor de combustão interna,

²⁰ BCG vem do nome da empresa Boston Consulting Group.

considerando a atratividade promovida pelo mercado (consumidores) e a competitividade (instalada na indústria automobilística). Ou seja, essa visão deverá permitir um entendimento das tecnologias que estão sendo disponibilizadas em motorização pelas montadoras *vis – à – vis* os benefícios que elas oferecem aos consumidores.

Ilustração 7 – Matriz de Portfolio (“Matriz BCG”)

Fonte: MIKKOLA (2001). Adaptado pelo autor.

Os quadrantes de análise estratégica são:

- a) **Nascedouro:** este quadrante abriga tecnologias que estão nascendo e que revelam o pioneirismo da empresa. Comporta tecnologias incipientes, com pouca condição de obter vantagens competitivas; o desempenho funcional pode ser melhorado pela tecnologia mais avançada que se conheça em design e manufatura (MIKKOLA, 2001);
- b) **Estrela:** revela uma fase de grande crescimento e sucesso. As tecnologias buscam sua maturidade. Há demandas para mais e novos investimentos (COSTA, 2007), pois os riscos são menores. Há uma alta atratividade por parte dos consumidores, porém, uma alta competitividade se estabelece. Os projetos de P&D são caracterizados por alta competitividade (MIKKOLA, 2001). É a estratégia chamada de “*hungry for cash*” (MIKKOLA, 2001), ou seja, é consumidora de caixa. A pergunta típica que poderia surgir seria: “Por quanto tempo esta tecnologia continuará consumindo nossos recursos?”

c) **Vacas Leiteiras**: representa a maturidade lucrativa, que pode durar muito tempo, até para que se possa pagar por todo o investimento realizado. Espera-se levar essa tecnologia, se possível, até a sua exaustão. Localizar produtos em nichos estratégicos específicos é uma estratégia deste quadrante (MIKKOLA, 2001);

d) **Cães de estimação**: é uma fase terminal. Os resultados são negativos, há pouca expressão, pouco apelo. São tecnologias que estão se obsoletando e precisarão ser substituídas, preferencialmente, por outra já em construção de mercado. A atratividade e a competitividade são baixas (COSTA, 2007). Segundo Mikkola (2001), tecnologias centradas neste quadrante não possuem vantagens competitivas, transferindo poucos benefícios para seus consumidores; devem ser eliminadas.

2.2 A Teoria Institucional

As empresas são fortemente influenciadas (ou mesmo condicionadas) pelas características gerais dos ambientes institucionais dos quais participam e, evidentemente, pelas próprias instituições que fazem parte desse ambiente (HANNAN; FREEMAN, 1977, 1988). Por esta perspectiva, uma organização seria levada a incorporar as práticas e os procedimentos que predominam no ambiente em que está inserida e que foram institucionalizadas pela sociedade. Se isso é verdade, as empresas se tornam isomórficas com os ambientes, isto é, tornam-se idênticas ao ambiente, uma vez que possuem interdependências técnicas e, com isso, promovem trocas e intercâmbio de conhecimentos. Hannan e Freeman (1977) chegam a ser ainda mais enfáticos, defendendo que as empresas não têm o que fazer face às pressões que sofrem do ambiente. Sua abordagem é praticamente darwiniana: sobreviverão as empresas por meio de um processo de seleção natural.

A mudança tecnológica é um processo social e institucionalmente incorporado (DIMAGGIO; POWELL, 1983) e a maneira como as pessoas se utilizam das tecnologias é determinada pelo contexto socioeconômico. A teoria institucional surge como particularmente apropriada para se estudar indústrias maduras (VAN DEN HOED, 2004), mais organizadas, mais estáveis do que caóticas. As indústrias estabelecidas (a indústria automobilística é, sem dúvida, uma delas) reagem de diversas formas às tecnologias radicais, mas em geral, tendem a evitá-las, pois romperiam modelos consagrados e que exigiram investimentos altos durante muito tempo. Nelson e Winter (1982) postulam a existência de uma natureza própria e fontes de

continuidade nos padrões comportamentais das organizações individuais; é o chamado “*establishment*”.

O uso da teoria institucional em pesquisas relacionadas com estratégias tecnológicas, designs dominantes, descontinuidades tecnológicas e regimes tecnológicos é amplo e muito intenso. Diversos autores (MURMANN; FRENKEN, 2006; GEELS, 2005; RAVEN, 2005; VAN DEN HOED, 2004; SUAREZ, 2004; SUAREZ; UTTERBACK, 1995; UTTERBACK; SUAREZ, 1993; TUSHMAN; ROSENKOPF, 1992; ANDERSON; TUSHMAN, 1990; TUSHMAN; ANDERSON, 1986; UTTERBACK; ABERNATHY, 1975), preocupados em discutir as questões que envolvem a institucionalização do automóvel em nossa sociedade, utilizam os preceitos da teoria institucional e o fazem a partir de autores clássicos nesse campo de estudos: Burns e Stalker (1961), Cyert e March (1963), Lawrence e Lorsch (1967), Myers e Marquis (1969), Nelson e Winter (1982), Dosi (1982), DiMaggio e Powell (1983), Teece (1986). Discutem os regimes tecnológicos que envolvem a indústria automobilística e sua busca por mais eficientes tecnologias de motorização e as políticas públicas que envolvem a mobilidade sustentável.

Diversos pesquisadores (MAGNUSSON; BERGGREN, 2011; MARLETTO, 2011; BAKKER *et al*, 2010; KÖHLER *et al*, 2009; HEKKERT *et al*, 2007; RAVEN, 2005; HEKKERT; VAN DEN HOED, 2004) têm defendido em seus trabalhos que, no futuro, o cenário dominante deverá ser o da transformação interna do atual regime existente do automóvel para outro regime que envolverá (a) a tecnologia híbrida ou (b) um regime alternativo de carro elétrico, impulsionado por produtores de baterias ou pilhas e gestores de serviços de eletricidade. Entretanto, isso só poderia vir a acontecer se a institucionalização do automóvel e de toda a infraestrutura em seu entorno “desmoronasse”; como isso ocorreria, não é explicado por esses mesmos autores.

Em meados dos anos 1990, havia a expectativa de que o mercado recebesse os primeiros automóveis movidos a eletricidade, o que não ocorreu, pois não se viabilizou nem técnica nem financeiramente (VERGRAGT; VAN DEN HOED, 2004). Em 2004, várias montadoras globais possuíam um programa de desenvolvimento do automóvel movido a células de combustível (*ibid.*); os autores previam que, ao final dos anos 2000, haveria ofertas comercialmente viáveis para os consumidores, o que daria início à “sociedade do hidrogênio”.

Nem os veículos com motorização elétrica chegaram ao grande público, nem os movidos a células de combustível; ou seja, tais verticais tecnológicas não se viabilizaram economicamente e essas alternativas tecnológicas ainda não foram institucionalizadas entre a sociedade.

A tecnologia de motorização por combustão interna se utilizando de combustíveis fósseis ainda não foi “desinstitucionalizada” e nem parece que será. Os atores que tomam as decisões – dentro dos conceitos da teoria institucional – constroem à sua volta um ambiente que dificulta e restringe mudanças, frustrando as inovações (DIMAGGIO; POWELL, 1983). Essas organizações são afetadas pelos ambientes em que atuam de acordo com os caminhos escolhidos pelos gestores para formular suas estratégias, tomar decisões e implementá-las (HANNAN; FREEMAN, 1977): essa perspectiva adaptativa (CYERT; MARCH, 1992) explica o *modus operandi* com que os líderes das empresas formulam suas estratégias e como as empresas se adaptam às contingências desse ambiente. A ideia original de que as estruturas das organizações possuem grande dificuldade inercial foi proposta por Burns e Stalker (1961): essa inércia é motivada por pressões internas e externas. As pressões internas são a alocação de investimentos, assimetria de informação gerencial, restrições de caráter político e sua própria história (HANNAN; FREEMAN, 1977). As pressões externas se relacionam com barreiras fiscais e legais para entrada e saída dos mercados, disponibilidade de informações externas, gerando assimetria de informação, legitimidade advinda do ambiente e racionalidade coletiva, ou o devido equilíbrio para a tomada de decisões (*ibid.*).

2.2.1 Instituições

Rosenberg (1976) argumenta que existem imperativos tecnológicos guiando a evolução de determinadas tecnologias, restritas a demandas de mercado e custos, o que sinaliza para o conceito de trajetórias naturais (NELSON; WINTER, 1977). Essas trajetórias naturais são específicas para algumas tecnologias e definem um regime tecnológico²¹, um conceito que se refere a uma fronteira de capacidades adquiríveis, definidas em dimensões econômicas

²¹ Marsili (2001, p. 93) propõe como definição de regime tecnológico o nível de oportunidade tecnológica, do peso das barreiras tecnológicas à entrada derivadas da especificidade da indústria em relação ao conhecimento e às vantagens de escala em inovação, da persistência da inovação, da diversidade tecnológica, intra-industrial entre as firmas, do nível e direções da diferenciação da base de conhecimento, da relevância das fontes externas de conhecimento, das ligações com a pesquisa acadêmica em vários campos do conhecimento e da natureza da inovação.

relevantes e limitadas por restrições de ordem física e biológica (entre outras). É um conceito de ordem cognitiva, relacionado com as crenças dos técnicos a respeito do que é viável ou que vale a pena (*ibid.*).

As trajetórias promissoras e as estratégias para avanço tecnológico em uma dada indústria são, em determinado regime, associados com melhorias dos componentes mais representativos do produto. No caso em questão nesta pesquisa, está-se falando nas trajetórias do design do motor de combustão interna e das formas alternativas de motorização, contextualizadas e conceituadas no Capítulo 1 como verticais tecnológicas.

Segundo Marletto (2011), o atual regime tecnológico envolvendo o automóvel foi resultado da capacidade de agentes privados que queriam o uso da tecnologia de combustão interna para influenciar mercados e instituições para, a seguir, influenciar toda a sociedade. No entanto, não parece ter sido tão simples assim, pelo menos não no início da indústria automobilística.

As inovações básicas envolvendo os motores a combustão interna, a vapor e elétrico ocorreram quase que simultaneamente por volta de 1900 (FREEMAN; SOETE, 2008). Nesse ano de 1900, segundo Klein (1977 *apud* FREEMAN; SOETE, 2008), haviam sido produzidos cerca de 4.000 automóveis²² nos EUA, dos quais $\frac{3}{4}$ eram a vapor ou elétricos. O motor de combustão interna não era o design dominante nesse momento, assim como os EUA não estavam à frente de França e Alemanha em termos de invenções e inovações relacionadas com automóveis.

Mas em 1917, já estavam registrados nos EUA cerca de 3,5 milhões de automóveis, sendo apenas 50.000 elétricos; os movidos a vapor começavam a desaparecer (FREEMAN; SOETE, 2008). Começava a surgir o design dominante que move os automóveis de todo o mundo e que completou 111 anos na dominância em 2013. Apesar dos veículos a vapor e os elétricos possuírem vantagens técnicas sobre o automóvel movido a combustão interna – especialmente em termos de transmissão e partida – com o passar do tempo, as invenções e inovações relacionadas com o ICE o fizeram assumir a dianteira em termos de funcionalidade sobre os

²² Automóvel é palavra de origem francesa, surgida em 1894 quando da primeira encomenda feita por um parlamentar inglês para a empresa Panhard & Levassor, uma fabricante francesa de máquinas operatrizes que detinha licença de fabricação do motor de combustão interna patenteado pela alemã Daimler desde 1887. Emile Levassor foi quem inventou a transmissão por engrenagens em 1891 (FREEMAN; SOETE, 1997, p. 247).

demais concorrentes. Some-se a isso as dificuldades em operar as caldeiras dos veículos a vapor e o excessivo peso das baterias nos veículos elétricos, sem falar nas dificuldades de reabastecimento de ambos. O que parece ter sido a causa – raiz da dominância do ICE e sua institucionalização foi seu maior raio de ação (FREEMAN; SOETE, 2008), isto é, a infraestrutura de reabastecimento, oficinas de manutenção etc.

Desta forma, um primeiro fator a ser considerado em face da institucionalização diz respeito à maturidade das montadoras: empresas mais maduras tendem a cultivar uma gestão focada na aplicação de normas, procedimentos e rotinas, muito mais que empresas mais jovens. Tal comportamento maduro promoveria um efeito restritivo nas estratégias (NELSON; WINTER, 1982) e nas decisões estratégicas que essas empresas tomam; nesse sentido, a teoria institucional responderia por que as empresas tomam decisões mais racionais e menos intuitivas.

Um segundo fator se relaciona com o ambiente macro-organizacional em que se encontra a indústria automobilística: é altamente incerto com respeito às regulações governamentais (sujeitas às questões internas particulares de cada país) e aos desenvolvimentos tecnológicos (VAN DEN HOED, 2004). Por conseguinte, as montadoras, por conviverem em um ambiente de incertezas, teriam mais dificuldade em assumir riscos e calcular, de forma confiável, o peso das consequências de suas decisões. A teoria institucional se aplicaria apropriadamente a esse contexto industrial, pois ela enfatiza como as organizações reagem às incertezas.

Um terceiro fator a ser considerado é a característica própria desta indústria, que é a pressão vinda de agentes externos a ela, vinda do ambiente institucional; como reação a esse movimento, a indústria automobilística investe em pesquisa e desenvolvimento, no qual muitos dos projetos desenvolvidos por ela são “dirigidos” pelos padrões regulatórios locais ou mundiais de segurança, emissões e eficiência energética.

Como a indústria automobilística precisa atuar de forma correta, moral e eticamente falando, surge um quarto fator: a busca de desafios ambientais poderiam influenciar seu comportamento, conjecturando-se se seria possível ela se afastar do seu primeiro objetivo, que é a busca pela maximização do lucro. Desta forma, o caso em estudo, a indústria automobilística, possui características (ambiente institucional altamente incerto, maturidade,

dirigido pelas pressões externas que lhe são impostas, aspectos éticos e morais) que permitem o uso da teoria institucional para explicar a trajetória percorrida pela atual tecnologia de motorização dominante e pelas suas adversárias na indústria automobilística.

A teoria institucional busca transferir as teorias sociológicas para o nível organizacional (DIMAGGIO; POWELL, 1983), de forma a poder explicar porque empresas ou indústrias se parecem tanto, o que foi chamado por DiMaggio e Powell (1983) de isomorfismo. A estabilidade presente em determinada indústria, portanto, nada mais seria do que a existência destas organizações parecidas (isomórficas) que moldam o ambiente organizacional. Os mesmos autores (*ibid.*) defendem que as organizações podem tentar mudar de maneira permanente e constante, mas que, depois de certo esforço de estruturação, a consequência é a homogeneidade dentro da indústria da qual fazem parte; as organizações seriam mais similares e o esforço individual para tratar as incertezas e as restrições [internas e externas, propostas por Hannan e Freeman (1977)] as levam à homogeneidade em estrutura, cultura e resultado. O intercâmbio do conhecimento em busca da legitimidade institucional levaria à homogeneidade (*op. cit.*).

Ou seja, em cada ambiente específico, encontrar-se-ia, em estado de equilíbrio, apenas organizações que estariam otimamente adaptadas às demandas desse ambiente (HANNAN; FREEMAN, 1977); o que leva a uma consequência, a de que é preciso estabelecer entendimentos em razão de situações em que não há equilíbrio, especialmente na presença de competição e de seleção natural. O isomorfismo resultaria ou de uma seleção sub – ótima em uma comunidade de organizações ou porque os tomadores de decisão adquiriram respostas ótimas para os desafios e ajustaram o comportamento organizacional de acordo com o ambiente (*ibid.*).

O fato é que – assim como na teoria da firma (PENROSE, 2006) – os tomadores de decisão baseiam as suas ações na busca da maximização do lucro acima de qualquer outra opção, antes de mais nada porque suas empresas são instituições econômicas capitalistas que atuam em ambientes com permanentes mudanças e com severas incertezas. Nessa linha, surgiria (a) uma empresa que estaria em seu ambiente ótimo de maximização de lucro e (b) uma regra usada pelo ambiente (o mercado, neste caso) que selecionaria os melhores maximizadores de

lucro (HANNAN; FREEMAN, 1977). A competição seria o mecanismo que provocaria o isomorfismo.

No entanto, pode existir a heterogeneidade entre as empresas: a partir de uma situação em que algumas empresas não tenham acesso equilibrado a novas tecnologias, utilizarão seus recursos e tomarão decisões próprias em relação a essas novas tecnologias (NELSON; WINTER, 1982; DOSI, 1982). Sobretudo quando houver interpretações distintas do ambiente institucional, isso causará heterogeneidade. O exemplo da institucionalização do *flex – fuel* no Brasil é apropriado para explicar a heterogeneidade: as montadoras “*first movers*” Volkswagen (a pioneira), General Motors e Fiat lançaram seus primeiros modelos de automóveis com tecnologia *flex – fuel* em 2003, enquanto as montadoras seguidoras (“*followers*”) Ford e Renault lançaram em 2004 e a Peugeot Citroën em 2005. As reações tardias das japonesas Honda em 2006, Toyota em 2007 e Nissan em 2009 revelam as suas condutas de entrantes tardias (“*late entrants*”). A coreana Hyundai revelou postura estratégica de certa indiferença ao fenômeno *flex – fuel*, não tendo lançado qualquer modelo *flex – fuel* no mercado brasileiro até março de 2012, mês em que lançou seu modelo iX35. Claramente houve interpretações distintas do ambiente institucional, o que caracteriza a heterogeneidade.

Isso resultaria em ambientes dinâmicos, múltiplos, nos quais algumas organizações adotariam mudanças radicais, enquanto outras não o fariam, apesar de sofrerem as mesmas pressões externas institucionais. Isso remeteria a um entendimento de que a teoria institucional é própria para explicar similaridades e estabilidade de arranjos empresariais em uma dada indústria (GREENWOOD; HINNIGS, 1996).

Isomorfismo, na visão de DiMaggio e Powell (1983), pode ser de três tipos:

- a) Coercitivo, decorrendo da influência política e do problema da legitimidade (diz respeito ainda a pressões reais exercidas por determinadas organizações sobre outras das quais dependem e também pelos anseios e expectativas da sociedade à qual ela atende; tipicamente representada pelas regulações governamentais);
- b) Mimético, na qual há a padronização de respostas à incerteza (ou seja, surge a imitação pela simples inexistência de condições de algumas organizações em serem rompedoras; modelam-se em outras, inclusive em situações de incertezas irreais) e

c) Normativo, que se associa com profissionalização e estabelecimento e métodos de trabalho que estabelecem uma base de conhecimento e de legitimidade [caso típico é das empresas que se certificam por meio da ISO 9000, buscando serem reconhecidas, legitimadas e construindo reputação (RODRIGUES, 2007)].

Existem ainda duas outras formas de se classificar o isomorfismo. Na primeira, Hannan e Freeman (1977) sugerem a existência do isomorfismo competitivo, no qual há racionalidade presente e as empresas competem pelo mesmo mercado ou pela busca de nicho específico. Já Aldrich (1979) explica a existência do isomorfismo institucional, no qual organizações (geralmente públicas) competem por recursos e clientes, mas, sobretudo por poder político e legitimidade.

Se para Nelson e Winter (1977; 1982), as empresas são vistas como entidades que visam o lucro (“*profit – seeking*”), cujas atividades primárias são construir e explorar os valiosos ativos de conhecimento (obtidos de processos de aprendizado organizacional), para Penrose (2006) as empresas são conjuntos de recursos que, em geral, estão em excesso, o que as permitiria optar por estratégias de diversificação. Nesse senso, Penrose acredita que o crescimento ótimo de uma empresa depende do balanço que ela faz entre a exploração dos recursos existentes e o desenvolvimento de novos; crescer seria um caminho dependente das escolhas feitas em relação às oportunidades de produção.

As empresas já foram consideradas idênticas no que se refere às suas perspectivas *ex ante* em relação ao avanço técnico. Mas após Schumpeter (1942), ficou patente a ideia de uma concorrência dinâmica: algumas empresas se esforçam deliberadamente para liderar as inovações tecnológicas mais do que outras, enquanto outras empresas tentam apenas acompanhar o sucesso das líderes por meio da imitação (NELSON; WINTER, 2005). Na teoria evolucionária, os conjuntos de escolhas não são dados e as consequências de qualquer escolha não são conhecidas; na teoria clássica, as escolhas que se apresentam às empresas são conhecidas. Assim, na visão evolucionária da mudança tecnológica, conquanto uma escolha possa ser pior do que outra, não há escolha que seja pior do que outra *ex ante*.

Desta forma, haveria uma diversidade de alternativas de comportamentos das empresas; em situações reais de concorrência de mercado, as empresas reagiriam de maneiras diferentes

mesmo na presença de sinais disponíveis de forma simétrica a todas as empresas (SCHUMPETER, 1934; NELSON; WINTER, 2005). As decisões estratégicas que as empresas fazem são guiadas, segundo Teece (2009), pela inovação tecnológica e pelos gostos do consumidor (que estão sempre mudando). A inovação tecnológica possível de ser desenvolvida por uma empresa seria o resultado da configuração de suas capacidades dinâmicas (TEECE, 2009), um conjunto de ativos bem estabelecidos e que permitem às empresas responderem às mudanças tecnológicas e de mercado.

É essa heterogeneidade de recursos que sustenta uma teoria importante no campo da estratégia (BESANKO *et al*, 2006): a teoria baseada em recursos, também conhecida como *Resource – Based View* (RBV), a visão de uma empresa baseada em seus recursos. Também é por causa da similaridade (em quantidade e em tipos) de recursos existentes entre as empresas (CHEN, 1996; HSU; CHEN, 2006) que a RBV é importante para a análise da concorrência entre empresas da mesma indústria. Neste sentido, empresas com feixes de recursos semelhantes teriam possibilidades similares de posicionamentos estratégicos e ainda, as mesmas vulnerabilidades competitivas. Menos similaridades, segundo Chen (1996), portanto, levariam as empresas a terem mais opções estratégicas e, possivelmente, maiores opções tecnológicas de atuação em sua indústria.

No entanto, Peteraf (1993) defende que os maiores ataques ocorrem entre empresas com assimetria de recursos, portanto, assimetricamente competitivas; a atacante seria a detentora de mais recursos estratégicos (maiores fluxos de caixa, maior detenção de tecnologias, maiores ativos complementares). Empresas que se “enxergam” com recursos estratégicos similares – neste caso, as tecnologias proprietárias são um exemplo – teriam menor possibilidade de se enfrentarem diretamente. Segundo Iansiti e Khanna (1995), as assimetrias entre empresas direcionarão suas opções para diferentes caminhos de desenvolvimento tecnológico.

A RBV defende que deva haver diferenciação entre os recursos das empresas; se todas forem isomórficas, todas as estratégias para criação de valor estariam disponíveis a todas as empresas e, portanto, todas poderiam atuar da mesma forma ou, na melhor das hipóteses, após uma empresa adotar determinada estratégia, nada impediria que as outras também a adotassem.

As vantagens competitivas surgem da existência, em qualquer organização, de recursos valiosos, raros (ou escassos), difíceis de imitar e da robustez da organização propriamente dita (RUMELT, 1984; BARNEY, 1991), além de recursos imperfeitamente móveis (BESANKO *et al*, 2006). As vantagens competitivas sustentáveis são possíveis desde que uma empresa possua recursos internos e capacidades muito robustas e muito enraizadas (BARNEY, 1991; PETERAF, 1993; CHEN, 1996).

Barney (2001) julga ser apropriado aplicar a RBV em relação à economia evolucionária, a teoria institucional proposta por Nelson e Winter (1982). Barney (1991, 2001) considera haver na Teoria Institucional elementos apropriados ao campo da Economia, o que, em última análise, interessa a esta pesquisa, por se tratarem as montadoras de robustas instituições econômicas. A busca da maximização dos lucros como resultado econômico aliada ao processo de emergência das estratégias formam uma resultante atrelada ao pensamento evolucionário (WHITTINGTON, 2002).

Nesse aspecto, por conseguinte, a escolha da linha de pesquisa de Nelson e Winter (1982) parece adequada, principalmente por três aspectos:

- (a) variação: no qual as empresas possuem diferentes rotinas para conduzir seus negócios, ou seja, as rotinas de uma empresa se tornam uma importante unidade de análise para Nelson e Winter (1982);
- (b) seleção: face a uma competição frente a outras empresas, as rotinas desempenham papel fundamental, revelando que algumas são melhores que outras, o que resulta no mecanismo de seleção entre empresas proposto pela Teoria Institucional e
- (c) retenção: as rotinas mais eficientes e efetivas geram vantagens competitivas para as empresas; algumas rotinas propiciam desempenhos melhores que outras, propiciando vantagens competitivas sustentáveis. Esse desempenho superior promove a sobrevivência da empresa.

Rotinas são um exemplo de recursos e capacidades de uma empresa (BARNEY, 1991, 2001). Adotando-se a definição de capacidade como sendo a habilidade de uma organização utilizar seus recursos para gerar vantagens competitivas, então rotinas e capacidades são indistinguíveis entre si. Portanto, a heterogeneidade percebida entre empresas – originada pela

história de cada uma ou pelo aporte financeiro inicial que cada uma construiu – é, segundo Barney (2001), um tema importante em ambas as teorias, a institucional e a RBV.

A RBV tem aplicação significativa, segundo Porter (1991), em ambientes nos quais as mudanças são incrementais e o número de variáveis estratégicas e suas combinações é limitada, de tal forma que os poucos e escassos recursos governam os resultados obtidos. Faz sentido, portanto, adotar a abordagem das duas teorias, sobretudo em relação à heterogeneidade.

2.2.2 Tecnologias, Institucionalização e Legitimidade

Instituições são estruturas sociais que possuem alto grau de resiliência; incluem normas, valores, expectativas, procedimentos, padrões e rotinas (SCOTT, 2001). Segundo Marletto (2011, p. 3), “instituições são nada mais do que as regras gerais que estruturam a interação social; tanto as regras tácitas quanto as explícitas só podem ser observadas por meio do comportamento manifesto [...]”

Na indústria automobilística incluem-se, segundo Van Den Hoed (2004), o projeto básico e original do automóvel (motor de combustão interna, quatro rodas, chassis em metal etc.), as regras de trânsito, padrões de segurança e proteção dos automóveis, além de toda a rede de montadoras e seus fornecedores; estas são as estruturas sociais que existem há muitos anos e que sofreram pequenas mudanças de projeto ao longo dos anos.

A indústria automobilística, portanto, é uma instituição (capitalista, com fins lucrativos e com visão econômica do mercado), que possui uma função na sociedade a partir de um design dominante (TUSHMAN; ANDERSON, 1986) e que é um padrão dessa indústria: o automóvel, com motor de combustão interna, monobloco em aço, quatro rodas em aço. Expandindo-se o conceito de instituição para a indústria da automobilidade, pode-se incluir as ruas e rodovias, postos de combustível, produção em massa e em grande escala, modelos de negócios compartilhados, múltiplas marcas e modelos, fornecedores (VAN DEN HOED, 2004).

Poder-se-ia dizer que as muitas mudanças provocadas pelas montadoras nos automóveis – motivadas ou não pelas opiniões dos consumidores – foram de caráter incremental, já que não estabeleceram nenhuma grande mudança em suas trajetórias tecnológicas e nem em sua vertical tecnológica no uso da gasolina. DiMaggio e Powell (1983) deixam claro quando afirmam que as organizações tendem a se comportar como instituições para obter legitimidade.

Tecnologias são um construto menos desenvolvido na teoria institucional; revendo-se os trabalhos pioneiros de Nelson e Winter (1982) e DiMaggio e Powell (1983), percebe-se sua grande preocupação com os aspectos do isomorfismo e da legitimidade, mas não com tecnologias. Deixam de lado as questões da conquista de legitimidade por força da eficiência de um design ou da eficácia de um produto.

Apenas com Dosi (1982), a questão tecnológica se torna item central, podendo-se apresentar como um conjunto de normas, padrões e valores. Geels (2005b, p. 11) se refere à existência de instituições tecnológicas, ao afirmar que “Tecnologias são ‘configurações que funcionam’...”²³.

Segundo Marletto (2011, p. 3):

Tecnologias são feitas de artefatos (se houver algum) e conhecimento rotinizado, e elas satisfazem uma ou mais funções. Tecnologias são, invariavelmente sistêmicas e quase sempre estão incorporadas em um ambiente específico das organizações econômicas e não econômicas e redes (Cimoli *et al*, 2009). A mudança tecnológica é geralmente cumulativa, é impulsionada por uma heurística coletiva (um "paradigma") e é moldada por vários fatores, dentre os quais a aprendizagem (fazendo, usando e interagindo) desempenha um papel crucial (Dosi e Grazzi, 2010).

Para Dosi (1982), tecnologia é uma combinação de um dado conjunto de fatores, definidos (qualitativa e quantitativamente) em relação a certos resultados; pode ser ainda um conjunto de pedaços de conhecimento, ambos diretamente “práticos” (relacionados com problemas concretos e artefatos) e “teóricos” (mas praticamente aplicáveis apesar de que não necessariamente tenham ainda sido aplicados), *know-how*, métodos, procedimentos, experiências de sucessos e fracassos e, também, evidentemente, artefatos e equipamentos físicos. Tecnologia, nesta visão, deve incluir necessariamente uma busca do estado da arte

²³ No original: “Technologies are ‘configurations that work’...”.

(“*state of the art*”), incluindo a percepção de um grupo limitado de alternativas tecnológicas (DOSI, 1982); estas definições permitem abordar as questões de mudanças tecnológicas. Murmann e Frenken (2006) definem tecnologia como um sistema produzido pelo homem e que é construído a partir de componentes que funcionam coletivamente para produzir um certo número de funções para os usuários.

A tecnologia dita a evolução socioeconômica (SAHAL, 1985) e, por conseguinte, pode ser considerada uma instituição (que foi legitimada pelos resultados alcançados em termos de eficácia e eficiência junto à sociedade); uma inovação tecnológica, que pode ser entendida como uma mudança tecnológica, poderia ser entendida, portanto, como uma mudança institucional. Uma mudança técnica, segundo Dosi (1982) se transformaria em uma mudança institucional quando fosse aceita pela sociedade. Uma tecnologia, portanto, faz parte de um contexto institucional.

Um exemplo seria a institucionalização dos automóveis *flex – fuel* no Brasil, desencadeada no início dos anos 2000. Poder-se-ia colocar a questão: “Como explicar a mudança na ‘popularidade’ do *flex*, sabendo que era praticamente zero em 2003 e que agora se tornou a ‘solução preferida’ dos consumidores de automóveis?” Foi a partir de 2003 que se deu o advento dos automóveis *flex – fuel*, trazendo de volta a predominância – no Brasil – de automóveis que podem rodar novamente com etanol (agora, com as opções gasolina e etanol); o ano de 2005 marca a inversão das vendas, ficando maiores as vendas de automóveis *flex – fuel* do que as de automóveis a gasolina. Atores estratégicos deste cenário são as subsidiárias brasileiras das montadoras. As empresas veteranas (as ‘*incumbents*’) foram as que primeiro se movimentaram (“*first movers*”) e mudaram decisivamente o contexto institucional envolvendo o automóvel e o motor de combustão interna.

Nesse contexto, a legitimidade dada pelo mercado a um determinado produto o torna institucionalizado, substituindo os velhos produtos por novos produtos, substituindo velhas rotinas e procedimentos por novos (VERGRAGT; VAN DEN HOED, 2004). Ao mesmo tempo, portanto, em que há a institucionalização de algo, há, na mesma proporção, a desinstitucionalização de outro produto. No caso da tecnologia *flex – fuel*, houve um conjunto de novas regras, padrões, procedimentos, rotinas, crenças e expectativas que foram construídas pelas instituições reguladoras, o que se refletiu em um muito particular processo

de institucionalização (tipicamente brasileiro). Não houve uma desinstitucionalização do motor de combustão interna, não houve sua substituição; o que houve foi a institucionalização do uso do etanol como combustível alternativo à gasolina e a institucionalização do automóvel *flex – fuel*.

Outro ponto de vista a respeito da institucionalização é a manifestada por Pfeffer (1982), para quem a ideia – chave é que as muitas ações desenvolvidas por uma organização apenas são reflexo da sua maneira de fazer as atividades, que evoluiu ao longo do tempo e, portanto, legitimaram-se em seu ambiente. Nesse sentido, pode-se dizer que a indústria automobilística conquistou legitimidade – noção central da teoria institucional – por ofertar um produto eficiente e eficaz aos seus consumidores.

As montadoras globais, confrontadas pelas formas alternativas de motorização que desafiam o atual design dominante, – o motor de combustão interna – fariam de tudo para preservá-lo, uma vez que os investimentos realizados ao longo de mais de 100 anos foi imenso. Tushman e Anderson (1986) apontam para essa questão de maneira similar, mas sem o enfoque econômico – financeiro, afirmando que as mudanças tecnológicas mais significativas (onde se incluiria uma suposta substituição do motor de combustão interna por outra forma alternativa de motorização) requereriam das *incumbents* mudanças dramáticas em suas estratégias e o consequente desenvolvimento de novos conjuntos de conhecimentos e capacidades.

Wally e Baum (1998) defendem que as grandes empresas têm predominado na inovação industrial contemporânea; por ser a indústria automobilística intensiva em capital, é natural que as *incumbents* sejam as que mais invistam em inovações de produtos e de processos. Segundo Freeman e Soete (2008), caberia às pequenas empresas desta indústria as inovações de segunda ordem, ou seja, aquelas relacionadas com maquinário ou instrumentação.

Benner (2010) defende que é possível para uma empresa veterana responder às questões que envolvem as mudanças tecnológicas em seu ambiente e que isso é necessário para poder sobreviver (CHRISTENSEN, 1997). Esse posicionamento estratégico das *incumbents* seria possível graças ao seu conjunto de ativos complementares ou pelas suas capacidades dinâmicas adquiridas ao longo do tempo; isso poderia resultar em uma posição vencedora frente aos demais concorrentes (*op. cit.*). No entanto, causas relevantes para a inércia incluem

o aprisionamento da empresa em um conjunto de ativos fixos, o receio da empresa de canibalizar os seus produtos existentes e a inflexibilidade organizacional (LIEBERMAN; MONTGOMERY, 1987).

Em função dos recursos disponíveis, cada empresa precisará determinar seu tempo de entrada no mercado, com uma nova tecnologia, da maneira mais apropriada; assim como Henderson e Clark (1990) e Henderson (1993), Lieberman e Montgomery (1998) reforçam que os *incumbents* são os mais propensos a entrar no mercado tardiamente em função de terem ativos mais robustos, difíceis de se “mexer” organizacionalmente. É como se possuir mais ativos fosse, nessa situação, prejudicial a uma empresa. *Incumbents* que focam muito fortemente em aplicações existentes de suas tecnologias básicas pode deixar nichos desprotegidos para a entrada de concorrentes ampliarem suas tecnologias e se tornarem uma ameaça real (CHRISTENSEN; ROSENBLOOM, 1995; NELSON; WINTER, 2002).

Utterback (1994) admite que, quando eventualmente surge um novo padrão tecnológico dominante, apenas algumas empresas terão vencido essa batalha. Faria sentido, portanto que muitas empresas não quisessem ser as rompedoras, face ao risco inerente a essa tomada de decisão, geralmente em cenários de muita incerteza. Segundo Benner (2010), há uma crença inercial de que os investimentos em novas tecnologias promoveria destruição de valor das empresas veteranas; no curto prazo, o desempenho financeiro fica negativo quando uma *incumbent* se expõe a novas tecnologias. Ou seja, uma empresa veterana (*‘incumbent’*) seria recompensada no valor de suas ações em bolsa por estar estendendo e preservando desempenho financeiro e fluxos de caixa advindos da ‘velha’ tecnologia, mesmo com a ameaça presente de uma ‘nova’ tecnologia (*ibid.*).

2.3 Mudanças Tecnológicas: Um Processo de Institucionalização e de Estratégias

A sobrevivência das empresas é afetada, segundo Suarez e Utterback (1995), pela evolução da tecnologia na qual uma indústria está baseada e pelo aparecimento de um design dominante (UTTERBACK; ABERNATHY, 1975). Um design dominante ocorre quando muda o rumo e os termos e condições em que se dá a competição em uma indústria. Segundo Anderson e Tushman (1990), um design é considerado dominante quando atinge uma marca de mais de

50% das vendas novas dos produtos ou serviços relacionados e que consiga deter 50% de *marketshare* por pelo menos 4 anos. Suarez e Utterback (1995) definiram ainda o design dominante em termos de trilha tecnológica, um caminho específico (“*specific path*”), ao longo de uma hierarquia da indústria, que estabelece dominância sobre as demais trilhas²⁴ concorrentes de design, uma trajetória tecnológica dominante (SUAREZ, 2004).

Um design dominante representa, portanto, um marco – ou um ponto de transição – na vida de uma indústria. Passa a ser um padrão naquela indústria, uma referência. Entretanto, surge a questão de que um design dominante poderia ser construído fora da indústria. Suarez e Utterback (1995) acenam para a regulação da indústria tendo poder para “forçar” um padrão e, por conseguinte, definir um design dominante. Foi assim que se decidiu, por exemplo, no início dos anos 1970, que o Brasil teria o padrão alemão PAL – M para os televisores a cores.

Segundo Tegarden *et al* (1999), um design dominante é a arquitetura do produto que incorpora primeiro todas as características principais de produtos posteriores; a emergência de um design dominante inicial é o que geralmente permite o estabelecimento de um mercado bem definido (TUSHMAN; ANDERSON, 1986; ANDERSON; TUSHMAN, 1990). Gallagher e Park (2002) definem design dominante como sendo todos os aspectos de um produto que são tecnicamente distinguíveis para os consumidores.

Em indústrias tão diversas como a automotiva, a de semicondutores, aeroespacial ou de refino de petróleo, as atividades de inovação parecem se caracterizar por uma pequena quantidade de inovações maiores que são seguidas por uma longa sequência de refinamentos (CLARK, 1985). Rosenberg (1976) afirma que a direção da mudança tecnológica nas indústrias de manufatura – uma determinada sequência e tempo da atividade inovativa – tem sido fortemente influenciada por um desequilíbrio técnico entre processos e componentes interdependentes. Estes desequilíbrios criam incentivos para a mudança que levam a outras mudanças óbvias em uma sequência que Rosenberg denominou “compulsiva”.

Tushman e Anderson (1986) explicam que, para surgir um design dominante, antes deve ocorrer uma descontinuidade tecnológica, um momento de robustecimento de competências ou de destruição de competências, afetando processos e produtos. Uma descontinuidade

²⁴ O autor estabeleceu para esta pesquisa o conceito de verticais tecnológicas, cuja definição se apresenta no Capítulo 1, página 16.

tecnológica é identificada quando uma inovação (que ocorre em intervalos raros e irregulares em uma dada indústria) “empurra” as fronteiras do desempenho ou quando modifica o design de processos e produtos, ao invés de simplesmente robustecer a escala dos designs existentes (ANDERSON; TUSHMAN, 1975). Neste sentido, pode-se considerar a tecnologia de motorização a combustão interna que move os automóveis como um design dominante, pois

- (1) automóveis novos com esta tecnologia são vendidos em todo o mundo em percentual próximo de 98% (a premissa dos autores acima citados é que atinja 50%);
- (2) as vendas nesse percentual de *marketshare* já dura muitas décadas (a premissa é que dure mais de 4 anos);
- (3) é a vertical tecnológica dominante sobre outros tipos de motorização;
- (4) constitui-se em um marco na indústria automotiva mundial e
- (5) modifica design de produtos e processos.

Clark (1985) apresenta um exemplo de como se inicia o processo de um design que virá a ser definitivo em uma determinada indústria; em 1900, o designer de um automóvel deve ter começado com uma percepção aproximada das exigências do mercado e alguma compreensão de motores e transmissão. Parte do desafio do projeto, portanto, reside na ausência de conhecimento sobre a tecnologia em si, e parte de uma compreensão limitada do contexto que está emergindo. Não seria exagero se supor que os primeiros potenciais clientes desse projetista opinassem sobre o que queriam para se locomover em termos de "carruagem sem cavalos" (*horseless carriage*) ou “carruagem com um cavalo” (*carriage with a horse*).

Na sequência dos fatos, deve ter ocorrido uma maior experiência com o produto, a descoberta de suas possibilidades, levando à evolução do conceito de "carruagem sem cavalos" para o conceito do "automóvel". No caso do projeto do automóvel em 1900, portanto, os conceitos alternativos de design dos motores incluíam a eletricidade, a combustão interna com gasolina e etanol e o vapor. Cada um tinha características de operação muito diferentes e, assim, se encaixavam no contexto de modos muito diferentes. O motor de combustão interna se tornou o item mais imediato e mais distintivo que representava o novo produto, o automóvel (CLARK, 1985).

Inovação é um conceito que junta o novo com o que o mercado deseja, só existindo associada ao fato econômico. Não é um conceito tecnológico, e muito menos científico. Porter (1990) crê que inovação pode se manifestar no design de um novo produto, em um novo processo produtivo, em uma nova abordagem de marketing ou mesmo em uma nova forma de ministrar um treinamento; reforça seu entendimento de que muitas das inovações são mundanas e incrementais, dependendo mais da acumulação de pequenos *insights* e avanços do que um simples e único *breakthrough* (ruptura) de maior importância.

Inovação é uma estratégia que permite às empresas obterem maiores ganhos, em especial se houver diferenciação de produtos que permita a obtenção de um prêmio pago pelo consumidor para a empresa (DE NEGRI *et al*, 2005). Pode ser entendida ainda como tudo aquilo que cria novos recursos, processos ou valores, ou amplia recursos, processos ou valores de uma empresa existente; produtos novos ou aperfeiçoados são exemplos óbvios de inovação (CHRISTENSEN *et al*, 2007). Inovação pode ser ainda, na visão de Schumpeter (1934), a realização de novas combinações, por meio da introdução de um novo produto, de um novo método de produção, de um novo mercado, de uma nova fonte de suprimentos ou de uma nova empresa.

Exemplos de batalhas tecnológicas que ocorreram, determinando a elevação de um produto (ou tecnologia) ao patamar de design dominante e a retirada de outro produto (ou tecnologia) do mercado por ter se tornado obsoleto (ou não mais comercial) não faltam (SUAREZ, 2004): VHS versus Betamax e Video 2000 (CUSUMANO *et al*, 1982; VAN DEN KAA *et al*, 2011); microcomputadores versus os de grande porte (SUAREZ; UTTERBACK, 1995); o teclado QWERTY versus o teclado DVORAK (ANDERSON; TUSHMAN, 1990; TUSHMAN; ROSENKOPF, 1992; UTTERBACK; SUAREZ, 1993); o Blu-Ray se sobrepondo a outras tecnologias a partir de necessidades do mercado em obter melhor qualidade de imagem (BERKHOUT; HARTMANN; TROTT, 2010).

Outras batalhas tecnológicas têm ocorrido e continuarão ocorrendo outras. Muitas destas introduções tecnológicas são o que Christensen *et al* (1998) chamam de janelas de oportunidade, ou seja, momentos que surgem e nos quais o mercado está apto a aceitar novos entrantes. Uma certeza deve ser colocada: ao tentarem uma disrupção em um novo mercado, é certo que as empresas não saberão como o mercado evoluirá (CHRISTENSEN *et al*, 2007).

Assim, o uso de um processo de estratégias tecnológicas emergentes pode proporcionar uma flexibilidade indispensável para interpretar esses sinais dados pelo mercado, ajustando as ações e os movimentos estratégicos de acordo com estes sinais. A inovação define uma nova trajetória de desempenho pela introdução de novas dimensões de desempenho, em comparação com as inovações existentes. Muitas inovações importantes e lucrativas são “sustentadoras”, ou seja, conseguem tornar um produto ainda melhor; parece ser o caso do motor de combustão interna que, ao longo de mais de 100 anos, vem sofrendo melhorias incrementais que o tornam mais eficiente e mais aderente às regulações. Inovação sustentadora seria aquela que conduz uma empresa ao longo de uma trajetória estabelecida de desempenho, introduzindo um desempenho melhorado em comparação com produtos já existentes (CHRISTENSEN *et al*, 2007); uma inovação sustentadora pode ser incremental ou radical.

Segundo Christensen *et al* (2007), as empresas líderes são as que mais lançam inovações sustentadoras. Christensen (1997) sustenta ainda que empresas líderes quase sempre cuidam bem das suas inovações sustentadoras, mas muitas vezes falham em lidar com as inovações disruptivas. Isso remete à questão do ICE: as *incumbents* tenderiam a manter a aplicação de inovações sustentadoras ao invés de se aventurar em inovações disruptivas, cujos riscos são maiores. As empresas bem administradas, que ouvem seus melhores clientes (os dos segmentos superiores do mercado), preferem desenvolver inovações sustentadoras que permitem aperfeiçoar seus produtos já existentes naquilo que seus consumidores costumam valorizar mais: no caso do automóvel, poderia ser o motor de combustão interna, em torno de seus atributos torque, potência, desempenho, consumo de combustível, produção de emissões.

Na prática, esses *incumbents* se mostram relutantes ou apresentam respostas ineficientes para a questão (HENDERSON; CLARK, 1990), muito disso causado pela forte institucionalização de rotinas e capacidades já existentes (HENDERSON; CLARK, 1990; LEONARD – BARTON, 1992). Mentalidades ultrapassadas dos gestores das empresas agravariam esse problema (BENNER, 2010). A solução seria a construção do conceito da organização ambidestra²⁵, na qual a utilização do já existente e a exploração do novo seriam processos

²⁵ Termo originalmente cunhado por R. Duncan em 1976, em seu texto *The Ambidextrous Organization: Designing Dual Structures for Innovation* [In: KILLMAN, R. H., PONDY, L. R.; SLEVEN, D. (eds.) *The Management of Organization*. New York: North Holland, p. 167 – 188, 1976]. Em 1996, a expressão voltou a ganhar força por meio do artigo *Ambidextrous Organizations: Managing Evolutionary and Revolutionary Change*, de Tushman e O'Reilly, publicado em 1996 pela *California Management Review*, 38, 8-30.

equilibrados, isto é, saber trabalhar com a evolução tecnológica, mas também com a revolução tecnológica (TUSHMAN; O'REILLY, 1996). Chen (2011) encontrou evidências em sua pesquisa que comprovam que empresas líderes em tecnologia – e que são patrocinadoras de projetos tecnológicos alternativos – competem mais ferozmente na fase de pós-dominância; o autor (*ibid.*) comprova que isso se dá por meio de sucessivas novas curvas 'S' para aumentar a vida útil de suas tecnologias. Essa constatação parece ser apropriada às montadoras que têm, no motor de combustão interna – e suas sucessivas melhorias – empreendido muitas ações para preservar sua dominância tecnológica.

Esse conjunto de ações estratégicas em distintas frentes tecnológicas, na visão de Chen (2011), permite que as empresas ampliem seu espaço institucional por meio de mais atores, mesmo que competidores (aliados em determinados momentos), possibilitando abertura tecnológica. Essas ações múltiplas e coletivas permitem a coexistência de múltiplos designs na mesma classe de produtos.

As inovações sustentadoras são essenciais para toda e qualquer empresa obter crescimento e sustentabilidade financeira; em geral, essas inovações buscam tornar o produto melhor. As inovações sustentadoras são prática comum entre *incumbents*; essas empresas (líderes em seus mercados) tendem a criar novos produtos em ritmo superior à capacidade dos consumidores em poder consumi-los, ou seja, de se utilizar dessas melhorias (CHRISTENSEN *et al*, 2007). Ainda segundo Christensen *et al* (2007, p. 299),

os produtos e serviços disruptivos inicialmente são inferiores às ofertas existentes naqueles atributos mais valorizados pela média dos consumidores. Entretanto estão mais ao alcance do bolso e são de uso mais simples do que os produtos que fazem parte do portfolio das líderes. Todas as disrupções são programadas para criar oportunidades de crescimento fora do núcleo do mercado da líder. As empresas interessadas em criar negócios disruptivos podem capitalizar dois tipos diferentes de oportunidades. Elas podem escolher lutar contra o não consumo e criar um mercado inteiramente novo (disrupção de novo mercado) ou podem atacar a partir do baixo mercado, desenhando um modelo de negócio que atenda lucrativamente aos consumidores menos exigentes, que não interessam às empresas líderes, mais preocupadas em dirigir-se às camadas superiores de mercado (disrupção de baixo mercado).

As inovações disruptivas têm a característica de suscitar problemas para as empresas líderes do setor, que se vêem diante do dilema de investir no aperfeiçoamento de seus produtos, dentro da trajetória sustentadora, ou investir nas inovações disruptivas. A escolha é difícil, porque as inovações sustentadoras parecem mais atraentes do que as disruptivas, mesmo que às vezes acabem proporcionando crescimento de mais longo prazo.

A mudança tecnológica é uma força fundamental para formar novos padrões (SUAREZ, 2004; TEECE, 1986) de transformação da economia; as preferências e as escolhas feitas pelos consumidores e as ações de regulação por parte dos governos é que favorecem o surgimento de uma nova tecnologia. Na indústria automobilística, esses dois fatores determinam os tipos de veículos que as montadoras desenvolverão (SIERZCHULA; BAKKER, 2012): a tecnologia não é independente ou autônoma por si só.

No entanto, é importante que se estabeleça que a inovação tecnológica possui quatro características – chave que são preocupações para uma empresa (PAVITT, 1990):

- 1) precisa haver envolvimento contínuo e colaboração e interação intensiva entre os grupos profissionais e funcionais para melhor implementação e tomada de decisões estratégicas;
- 2) a inovação tecnológica continua sendo uma atividade profundamente incerta (um em cada dez projetos de P&D obtém sucesso, enquanto os demais não alcançam os objetivos técnicos ou não se dão bem comercialmente);
- 3) as atividades de inovação tecnológica são cumulativas; conhecimento adquirido no passado pode ser utilizado no futuro;
- 4) são altamente diferenciadas, podendo ser utilizadas em campos relacionados mas não em campos de conhecimento distintos.

Particularmente na indústria automobilística, muitos pesquisadores desenvolvem suas pesquisas a partir da linhagem criada a partir dos anos 1970 – com os trabalhos de pesquisa iniciais de Utterback (1974; 1975) e Utterback e Abernathy (1975) –, passando pelas contribuições acadêmicas relevantes de Tushman e Anderson (1986), Anderson e Tushman (1990), Henderson e Clark (1990), Tushman e Rosenkopf (1982), Utterback e Suarez (1993), Suarez e Utterback (1995) e, finalmente, Suarez (2004).

Esta terceira seção do Capítulo 2, por conseguinte, apresenta os quatro “momentos” que compõem a linhagem teórica de pesquisa adotada:

- (1) o primeiro momento, com o surgimento do conceito de “design dominante”, no qual se destaca o trabalho de Utterback e Abernathy (1975);

- (2) o segundo momento, com a chegada do conceito de “ciclos e descontinuidades tecnológicas”, representado por Anderson e Tushman (1990);
- (3) o terceiro momento, com a introdução do conceito de “design dominante como forma de sobrevivência das empresas”, proposto por Suarez e Utterback (1995) e, finalmente,
- (4) a adoção do termo “batalhas pela dominância tecnológica”, proposto por Suarez (2004).

A Ilustração 8 detalha esta lógica de estudo em torno dos construtos design dominante, descontinuidades tecnológicas e dominância tecnológica. A escolha de Suarez (2004) como a referência central e principal da pesquisa em mudanças tecnológicas e design dominante se deu por alguns motivos:

- a) Suarez (2004) provavelmente tenha sido o primeiro pesquisador a propor como referencial teórico três grupos de construtos: teoria institucional, estratégias competitivas e dominância tecnológica (outros pesquisadores também se valeram destes construtos e campos do conhecimento, mas nunca os três conjuntamente); essa proposta de tripla gama de construtos pareceu, portanto, apropriada para analisar a indústria automobilística e as montadoras globais;
- b) Suarez (2004) propõe um *framework* (arcabouço) que permite identificar as fases em que se encontram alternativas tecnológicas que almejam desafiar um design dominante (isso pareceu mais do que apropriado para o caso da análise da manutenção do motor de combustão interna e seus desafiadores, as formas alternativas de motorização);
- c) Suarez (2004) propõe um conjunto de fatores relacionados com o nível da empresa (*firm – level*), no caso, as montadoras e com o nível do ambiente (*environmental – level*), no caso, o ambiente de mercado e concorrência em que as empresas vivem; isso é relevante dado que as montadoras são organizações muito pressionadas pelo ambiente e pelas instituições que o compõem;
- d) Suarez (2004) também adota o conceito de trajetórias tecnológicas, próprio para a avaliação que se quer fazer a respeito das formas alternativas de motorização (eletrificação, hibridização eletrificada e hibridização não eletrificada) e seu posicionamento em relação às fases de dominância (pré – dominância e pós – dominância);
- e) O arcabouço de Suarez (2004) possui, além de tudo, uma característica ímpar: é fácil de usar e passível de guiar rearranjos nas estratégias que vêm sendo conduzidas pelas empresas;

f) Por último, destaque-se que Suarez foi um dos dois pesquisadores²⁶ [juntamente com Utterback (UTTERBACK; SUAREZ, 1993; SUAREZ; UTTERBACK, 1995)] a ter estudado a indústria automobilística sob o enfoque do design dominante nas duas décadas passadas (MURMANN; FRENKEN, 2006); esse argumento pareceu ser relevante para estender seu foco de pesquisa, só que a partir de estudos de caso com as montadoras globais em relação ao motor de combustão interna.

Ilustração 8 – Linhagem Teórica Adotada na Pesquisa.

2.3.1 Design Dominante

A emergência de uma nova tecnologia (ou de uma forma alternativa de tecnologia) é usualmente um período de considerável confusão (HENDERSON; CLARK, 1990), existindo

²⁶ Os outros pesquisadores a terem estudado os automóveis e, em particular, o motor de combustão interna, foram Abernathy e Utterback, em 1978.

uma grande quantidade de experimentações sendo testadas (CLARK, 1985). Este período de experimentações só chegaria a um fim, com o advento de um novo design dominante (ABERNATHY; UTTERBACK, 1978; SAHAL, 1985).

Uma inovação de produto é uma nova tecnologia ou pode ser uma combinação de tecnologias introduzidas comercialmente para atender a um consumidor ou a uma necessidade do mercado. Com esta ideia inicial, Utterback e Abernathy (1975) apresentam conceitos relacionados com o desenvolvimento de produtos: há uma ideia central relacionada com o processo de inovação de produtos, de que os produtos se desenvolvem ao longo do tempo de uma maneira previsível com ênfase inicial na sua performance, para depois haver preocupação com a sua variedade para, finalmente, focar na padronização e custos desse produto (*ibid.*).

Isso leva a uma primeira consequência: pode-se considerar que diversas empresas em uma mesma indústria possuem padrões de inovação e também se pode considerar que surjam padrões de inovação em uma determinada empresa em diferentes momentos baseados em uma estratégia competitiva dominante. Assim, uma empresa pode decidir por ser

- a) a primeira a introduzir novos produtos, buscando com isso maximizar sua performance ou
- b) observar outras empresas inovarem e estar pronta para, rapidamente, se adaptar e introduzir variações do produto, maximizando suas vendas ou, ainda,
- c) entrar mais tardiamente no mercado com versões mais simples e mais baratas, objetivando minimizar custos.

Aqui, Utterback e Abernathy (1975) introduzem as ideias de Ansoff e Stewart (1967), “alargando” o campo de estudos da inovação com a introdução da ótica da estratégia corporativa, até então não relacionada ao campo de estudos da inovação. Esta abordagem proposta pelos autores remete à essência que caracteriza os processos de inovação: empresas tentarão inovar de formas diferentes, pois estão em ambientes diferentes e possuem diferentes estratégias para competirem e crescerem, além do estágio de desenvolvimento em que se encontra sua tecnologia e a dos seus concorrentes.

Em seguida, Utterback e Abernathy (1975) lançam os conceitos de Lawrence e Lorsch (1967), pesquisadores do campo da ecologia organizacional; para estes autores, a tecnologia de produção usada pelas empresas e por seus concorrentes são parte do ambiente em que vivem. Com essa abordagem, Utterback e Abernathy (*ibid.*) introduzem as bases da teoria institucional – focada na ecologia organizacional, mais tarde desenvolvida por Hannan e Freeman (1977) – na teoria da inovação. Finalizam a fundamentação teórica com a abordagem de Burns e Stalker (1961) sobre gestão da inovação e com as contribuições anteriores de Myers e Marquis (1969) sobre inovações nas indústrias; a contribuição de Myers e Marquis ao estudo de Utterback e Abernathy (1975) é relevante, pois se utilizou pesquisa anterior com 567 inovações de sucesso, obtidas em cinco diferentes indústrias e 120 empresas.

Ao integrarem diversas perspectivas (economia, gestão, engenharia, teoria organizacional e ambiente organizacional) e disciplinas (estrutura de mercado, fluxos de comércio, tipos de inovação, processos de planejamento, recursos e restrições), ao campo de estudos da inovação, os autores tornam relevante o modelo de dinâmica dos processos de inovação, ou seja, a maneira como se dão as mudanças tecnológicas. Utterback e Abernathy (1975), com esta pesquisa, avançam nas questões iniciais apostas por Utterback (1974, 1975) sobre inovação industrial e difusão da tecnologia. Os autores (*op. cit.*) introduzem os conceitos de “*dominant patterns*” e “*dominant type of innovations*”, que dariam mais tarde origem ao termo “*dominant design*” (ABERNATHY, 1978 *apud* ANDERSON; TUSHMAN, 1990).

Um design dominante seria caracterizado portanto, como um conjunto de conceitos – chave de design que correspondem às funções mais importantes desempenhadas pelo produto (CLARK, 1985; HENDERSON; CLARK, 1990) e que estão inseridos em uma arquitetura de produto (CLARK, 1985; SAHAL, 1985). Um design dominante emergiria para obter, segundo Henderson e Clark (1985), economias de escala ou para usufruir das externalidades disponíveis no ambiente. Os autores (*ibid.*, p. 14) dão o exemplo do automóvel para clarear estes entendimentos:

Um design dominante incorpora uma gama de opções básicas sobre o design que não são revisitados em cada design subsequente. Uma vez que o design dominante do automóvel tenha sido aceito, os engenheiros não reavaliaram a decisão de usar um motor a gasolina cada vez em que desenvolveram um novo design. Uma vez que o design dominante foi estabelecido, o conjunto inicial de componentes é refinado e elaborado, e o progresso toma a forma de melhorias nos componentes dentro de uma arquitetura estável.

Abernathy e Utterback (1978) demonstraram preocupação em relação ao movimento de crescimento das inovações nas empresas e como isso se relacionava com o crescimento e a maturidade alcançada pela própria empresa. Concluíram que existem certos padrões de inovação e que mesmo um padrão de inovação bem sucedido, sob certas circunstâncias, poderia não funcionar adequadamente. Questionam se haveria uma nova tecnologia disponível que, sob certas circunstâncias, obteria o estímulo decisivo para provocar a mudança, mesmo sem a pressão do mercado. Ou seja, debatem a questão de “*technology push*”²⁷ ou “*demand pull*”. Este trabalho de Abernathy e Utterback (1978) ganha força por discutir o momento dos incrementos tecnológicos; admitem que as empresas estabelecidas (*incumbents*) projetam obter a máxima lucratividade quando processam pequenas inovações incrementais e ganhos de produtividade. No entanto, questionam se, sob determinadas situações, esta estratégia causaria instabilidade e potencial de crise nas organizações. Os autores (*ibid.*) propõem a existência de dois padrões de inovação, um deles associado a empresas pequenas baseadas em tecnologia e o outro associado a empresas produtoras de grandes volumes de produtos.

O padrão próprio de inovação que acompanha determinadas indústrias se revela em Abernathy e Utterback (1978); indústrias consideradas mais estabelecidas, com altos volumes de produção e com ciclos de inovações mais lentos e em períodos mais espaçados, geralmente (a) possuem mercados bem definidos, (b) as características de seus produtos são compreendidas e são frequentemente padronizadas, (c) as margens de lucratividade por unidade é baixa, (d) a tecnologia de produção é eficiente, intensiva em equipamentos e especializadas em determinado produto e (e) a competição se dá em torno do preço. Nesse contexto, se insere a produção de motores de combustão interna (ABERNATHY; UTTERBACK, 1978).

Nesse tipo de indústria (possuidora de sistemas altamente integrados de produção), a mudança é muito custosa, pois uma alteração em qualquer atributo ou processo desencadeia consequências em muitos outros atributos ou processos. Portanto, nesse tipo de indústria / produto, o ambiente inovacional é marcado, por natureza, por incrementos, o que proporciona um gradual e cumulativo efeito em produtividade (ABERNATHY; UTTERBACK, 1978),

²⁷ Nelson e Winter (1977) referem-se a esta visão dicotomizada das estratégias de pesquisa e desenvolvimento como sendo “*demand pull*” e “*capabilities push*”. Os autores defendem que uma boa estratégia de P&D deve atender aos fatores do lado da demanda e aos fatores do lado da oferta.

gerando, por conseguinte, maior lucratividade. Enquanto a redução de custos parece ser o maior incentivo para as muitas e pequenas inovações incrementais, os maiores avanços em desempenho também advêm desse padrão de inovação, o incremental, definido por Abernathy e Utterback (1978) como esses pequenos ajustes de engenharia e de produção.

Seria razoável, portanto, admitir que a diversidade e a incerteza dos requisitos presentes em novos produtos daria uma vantagem na inovação às pequenas empresas, mais adaptáveis e com técnicas mais flexíveis de produção; esse padrão independeria de economia de escala. Quando surge uma inovação maior de produtos, os critérios de desempenho geralmente são vagos e pouco compreendidos; nesse caso, os usuários podem executar papel relevante, determinando melhorias necessárias ao desempenho do produto (VON HIPPEL, 1978). Foi o caso do automóvel e do motor de combustão interna (ABERNATHY; UTTERBACK, 1978; VON HIPPEL, 1978; MURMANN; FRENKEN, 2006).

Exemplo clássico deste padrão de inovação é o avião DC – 3 (ABERNATHY; UTTERBACK, 1978): lançado em 1936, é considerado o marco que dá início a uma nova era do desenvolvimento da tecnologia (ABERNATHY; UTTERBACK, 1978; SAHAL, 1985). Fruto de uma série de desenvolvimentos anteriores e de pequeno porte, o DC – 3 tornou-se um ícone do esforço tecnológico (*ibid.*). Os componentes básicos e essenciais de seu sucessor em 1951, o DC – 6, eram idênticos aos do DC – 3. Destacou-se por ser o avião mais econômico e rápido para voar longas distâncias, todos esses atributos testados isoladamente em outros modelos e que, juntos no DC – 3, deram certo.

Fenômeno similar aconteceu com o automóvel e o motor de combustão interna. O Ford modelo T foi o agregador de uma série de inovações anteriores, sobretudo no motor, testado durante quinze anos. Foram cinco modelos anteriores, de dois a seis cilindros, montados em automóveis Ford pré – modelo T (ABERNATHY; UTTERBACK, 1978).

Cada um desses motores anteriores serviu para testar algum atributo ou alguma especificação técnica importante: todas as melhorias incrementais convergiram para o motor do modelo T da Ford, que tornou-se dominante por quinze anos (*ibid.*). Todas essas inovações, que permitiram a evolução dos motores de combustão interna, foram incrementais. A importância de pequenos avanços (notadamente nos dois exemplos, o DC – 3 e o modelo T da Ford) se

justifica em função do que Abernathy e Utterback (1978) chamam de “fontes de ambiguidade”: a incerteza do alvo a ser atingido (público) e a incerteza técnica. Frente a estes dois tipos de incerteza, os tomadores de decisão das empresas preferirão avançar passo a passo, ao invés de aportar maiores investimentos em grandes projetos de pesquisa e desenvolvimento.

Em uma indústria como a automobilística, a atividade de inovação parece se caracterizar por um pequeno número de inovações mais importantes seguidas de muitas inovações incrementais ou refinamentos (CLARK, 1985). Exemplos²⁸ são o advento da carroceria fechada em aço, adotada em 1923 (MURMANN; FRENKEN, 2006) e a adoção da transmissão automática pela Studebaker em 1931 (CLARK, 1985). Utterback e Suarez (1993) também defendem essa mesma ideia do surgimento de um design dominante em nível mais baixo na hierarquia do produto – mãe, isto é, em nível de algum sub – sistema.

Murmann e Frenken (2006) dão a esse processo o nome de ‘diminuição no nível de abstração’ na dominância de um design: exemplo oportuno é a ascensão do motor V – 8 como o dominante na década de 1930. Enquanto a dominância do ICE se deu em 1902 (ABERNATHY, 1978) de maneira mais abstrata (ou seja, nos níveis superiores da hierarquia do design, apenas distinguindo uma opção tecnológica entre combustão interna, vapor ou eletricidade), a ascensão do modelo dos cilindros no formato V – 8 tornou a dominância do ICE menos abstrata ou, melhor dizendo, firmou a dominância do motor de combustão interna em um nível menos abstrato perante a sociedade. É como se fosse possível analisar o design em níveis mais microscópicos, o que foi chamado por Murmann e Frenken (2006) de granulometria de análise ou nível de análise de um design dominante.

Entretanto, enquanto os motores de combustão interna (*piston engine*) atingiam o limite de seu desempenho ao final dos anos 1940, começava-se a pensar em sua substituição pelos motores a jato nos aviões já no início dos anos 1940. Segundo Sahal (1985), as causas principais de sua substituição foram o ruído excessivo e a sua ineficiência energética. Mas a entrada da nova tecnologia não foi tranqüila: os motores a jato consumiam muito e sua confiabilidade era incerta. Entretanto, um atributo do motor a jato o tornou uma opção real:

²⁸ Há alguma divergência entre os autores sobre as datas em que emergiram alguns designs dominantes e quais foram as empresas rompedoras: Klepper e Simons (1997) afirmam que a configuração V – 8 surgiu em 1914 com a Cadillac, a carroceria fechada (não em aço) com a Hudson em 1922 e a transmissão automática em 1940 com a Oldsmobile.

era mais compacto e mais leve, devido à introdução de novos materiais. Logo a seguir, a questão do consumo foi sanada, pela introdução de compressores de fluxo na década de 1950. Hoje os motores a jato têm sido aperfeiçoados incrementalmente e são o design dominante, movidos por combustíveis de origem fóssil.

Os automóveis também são um design dominante há décadas, em relação ao modo de locomoção das pessoas; o modelo T da Ford também foi dominante por muitos anos. A evolução do motor de combustão interna tem se dado pela introdução de novos materiais (que permitem menor peso do motor e maior desempenho), novas formas de queima do combustível e novos processos de produção. Sem falar na evolução dos combustíveis, de melhor qualidade e maior eficiência.

No momento atual, a sociedade discute a motorização dos automóveis, não propriamente o automóvel. Assim, para efeitos desta pesquisa, é importante a definição de Gallagher e Park (2002), para quem design dominante são os aspectos que são tecnicamente distinguíveis para os consumidores; no caso em estudo, portanto, o motor de combustão interna como design dominante. Um design dominante seria, grosso modo, segundo Abernathy e Utterback (1978) e Murmann e Frenken (2006), algo que é largamente aceito e cujo aparecimento aparentemente muda a natureza da competição entre as empresas. Seguindo as propostas feitas originalmente por Abernathy e Utterback (1978) e posteriormente por Utterback e Suarez (1993), o motor de combustão interna teria se tornado a tecnologia dominante por representar a melhor solução tecnológica dentre as diferentes características funcionais necessárias para mover o automóvel e que teriam sido aceitas pela sociedade. Nesse contexto, Murmann e Frenken (2006) consideram que a dominância de um design emergiria a partir de uma combinação de dinâmicas sociológicas, políticas e organizacionais. No caso do Brasil, o ICE *flex – fuel* representaria todas essas premissas elencadas acima.

Um design dominante pode ser também visto como uma consequência da vantagem adquirida pela primeira empresa a se mover em sua direção (MURMANN; FRENKEN, 2006). Ao se posicionar como dominante, um design promove maiores retornos financeiros para as empresas entrantes (quer tenham sido as primeiras, quer tenham sido as seguidoras e imitadoras), o que produz um processo de auto – reforço, promovendo seu alargamento no

mercado. Assim, por essa abordagem, o design dominante seria uma consequência e não uma causa (MURMANN; FRENKEN, 2006).

2.3.2 Ciclos e Descontinuidades Tecnológicas

A partir dos estudos anteriores de Utterback e Abernathy (1975) e Abernathy (1978), que tratam da dominância de um design, de Clark (1985) com as hierarquias do design e sua importância na evolução tecnológica, de Tushman e Anderson (1986), que tratam de mudanças incrementais em ambientes organizacionais e de Henderson e Clark (1990) que tratam da “arquitetura” da inovação, Anderson e Tushman (1990) propõem uma abordagem de ciclos e descontinuidades tecnológicas, um modelo evolucionário de mudanças tecnológicas, no qual uma descontinuidade tecnológica dá início a uma era de intensa variação e seleção técnica, culminando em um único design dominante. Esta era de fermentação é seguida por um período de evolução técnica incremental progressiva, que pode vir a desaparecer se surgir uma nova descontinuidade tecnológica, criando-se um ciclo tecnológico (ANDERSON; TUSHMAN, 1990, 1991). Um ciclo tecnológico tem quatro componentes: descontinuidades tecnológicas, eras de fermentação, designs dominantes e mudança incremental.

Trazem contribuição de Tushman e Anderson (1986) para uma definição de descontinuidades tecnológicas: são processos de criação / enriquecimento de competências (“*competence – enhancing*”) ou de destruição de competências (“*competence – destroying*”). Mudanças tecnológicas podem ser caracterizadas, portanto, como sendo um processo sociocultural evolucionário de variação, seleção e retenção. Entretanto, segundo Henderson e Clark (1990), mesmo inovações pequenas, menores em importância, podem minar a viabilidade da utilização do conhecimento profundamente enraizado nas organizações. Nesse sentido, toda e qualquer inovação requer uma dose de destruição criativa (SCHUMPETER, 1942).

Duas grandes contribuições teóricas, pelo menos, surgem desta pesquisa de Anderson e Tushman (1990): a primeira, de que, como nenhuma tecnologia domina todas as dimensões, a inovação de um produto e a aparição de um design dominante é, inerentemente, um processo político e organizacional que é restringido pelas possibilidades técnicas do produto. Os

designs dominantes são desejados pelas indústrias, de forma a se poder padronizar partes e otimizar processos, mas forças institucionais afetam esta busca de padronização e otimização; em seus estudos, Anderson e Tushman (*ibid.*) encontraram 4 em 16 descontinuidades tecnológicas que não se tornaram designs dominantes. Os autores argumentam ainda que o conceito de ciclos tecnológicos sugere que os ambientes competitivos mudam de acordo com padrões de repetição ao longo do tempo.

A segunda contribuição diz respeito ao campo da estratégia: Anderson e Tushman (1990) afirmam que os designs dominantes e as descontinuidades tecnológicas criam, para as organizações, desafios competitivos e escolhas estratégicas cruciais. Os designs dominantes são peças-chave para a evolução tecnológica; a tecnologia se desenvolve de acordo com trajetórias tecnológicas [conceito trazido de Dosi (1982)] baseadas em paradigmas tecnológicos [conceito criado por Nelson e Winter (1982)] e os designs dominantes que emergem da era de fermentação são o resultado acumulado da seleção entre variações tecnológicas (ANDERSON; TUSHMAN, 1990, 1991). Segundo Murmann e Frenken (2006), os produtos são artefatos que se desenvolvem na forma de uma hierarquia fechada de ciclos tecnológicos.

As conclusões a que os autores chegaram foram possíveis graças ao acréscimo de outras disciplinas ao seu estudo original: a teoria institucional e a economia da inovação. O surgimento de um design dominante altera a paisagem competitiva (UTTERBACK; ABERNATHY, 1975), a “arena” em que os concorrentes se digladiam. O progresso tecnológico desse design dominante se dá por meio de muitas inovações incrementais (MYERS; MARQUIS, 1969 *apud* ANDERSON; TUSHMAN, 1990). Isso é tão importante, que Rosenberg (1976) afirma que o progresso, de fato, de uma inovação, vem das inúmeras e pequenas melhorias que a seguem. O foco da competição muda do alto desempenho para o baixo custo e para a diferenciação por meio de pequenas variações no design e por meio de táticas de posicionamento estratégico (PORTER, 1985).

Das pesquisas de Anderson e Tushman (1990) surgem três contribuições práticas relevantes:

a) uma descontinuidade tecnológica é percebida quando uma inovação avança significativamente sobre a fronteira do desempenho existente até então e consegue isso por

meio da mudança de um design de produto ou de processo, ao contrário de meramente alargar a escala dos designs existentes;

b) um design dominante pode ser definido como uma configuração simples – ou um arranjo estreito de configurações – que promova mais de 50% das vendas desse novo produto ou das instalações desse novo processo e que mantenha um *marketshare* de 50% por, pelo menos, quatro anos;

c) para cada ciclo tecnológico, uma empresa deverá ser classificada (1) como *incumbent* (estabelecido), se ela estiver estabelecida antes do surgimento da descontinuidade tecnológica ou (2) como *newcomer* (nova entrante), caso venha a se estabelecer depois do surgimento da descontinuidade.

2.3.3 Design Dominante como Forma de Sobrevivência das Empresas

A partir de certo momento, a sobrevivência das empresas começou a ser estudada mais sistematicamente pelos especialistas em estratégia e em ecologia populacional (SUAREZ; UTTERBACK, 1995). Anderson e Tushman (1990) foram os primeiros a introduzir os conceitos ligados às estratégias de Porter nas discussões em torno das descontinuidades tecnológicas e o que cerca o aparecimento dos designs dominantes em um ambiente de rivalidade estabelecida entre concorrentes. No campo da ecologia populacional, Hannan e Freeman (1977) deram contribuição significativa ao avanço deste campo de estudos e em sua introdução – acoplado ao campo da estratégia – para se estudar a maneira que as empresas encontram para sobreviver.

Segundo Hannan e Freeman (1988), as chances de vida de uma empresa são afetadas pela densidade populacional no momento de sua fundação e ao longo de seu período de vida; o argumento é que uma empresa criada em um determinado período de alta densidade teria maiores taxas de mortalidade do que aquelas criadas em períodos de baixa densidade populacional. Juntando estratégia e ecologia populacional, pode-se afirmar, portanto, que há maiores chances de competir quando uma empresa entra em um “campo de batalha” de menor rivalidade; a sobrevivência de uma empresa está ligada a fatores como momento de entrada em uma indústria e poder financeiro.

Suarez e Utterback (1995) propõem então que – além de se considerar que a sobrevivência das empresas seja entendida dos pontos de vista econômico, da ecologia populacional e da estratégia – seja incorporada a perspectiva da evolução tecnológica e dos ciclos tecnológicos. Na visão de Suarez e Utterback (*ibid.*), a sobrevivência das empresas é substancialmente influenciada (a) pela evolução da tecnologia na qual uma indústria está baseada e (b) particularmente pelo surgimento de um design dominante.

Um design dominante, quando ocorre, muda os contornos da competição em uma indústria; um design dominante é um caminho específico, ao longo de uma hierarquia de designs em uma indústria e que estabelece dominância entre caminhos de design que competem entre si (UTTERBACK; SUAREZ, 1993). Conquistado esse caminho, ou seja, tendo surgido e sido institucionalizado um novo design dominante [ou um novo paradigma tecnológico, como proposto por Teece (1986)], a atenção das empresas se voltará totalmente para ele, desviando as ações para inovações incrementais e não mais para inovações radicais; as empresas, neste momento, querem obter desempenho financeiro e melhorias nos custos de produção dentro daquele paradigma (HENDERSON; CLARK, 1990; CHRISTENSEN; ROSENBLOOM, 1995).

A noção de design dominante remete à ideia de um padrão e permitiria um aumento da padronização no mercado, englobando os requisitos de muitos tipos de usuários de um determinado produto, mesmo que não seja aquele design que comporte a mais desenvolvida performance técnica. Essa noção de que um design dominante significa o padrão de determinada indústria aparece como apropriada para a investigação que se pretende fazer com relação às perspectivas (regionais ou mundiais) da tecnologia dominante em motorização de automóveis e suas formas alternativas desafiantes (eletrificação, hibridização eletrificada e hibridização não eletrificada).

A grande contribuição deste trabalho de Suarez e Utterback (1995) é a junção entre tecnologia, estratégias das empresas, estrutura da indústria e a competitividade existente entre diversas empresas em uma mesma indústria, possibilitando comprovar que o modelo de evolução tecnológica que resulta em um design dominante (proposto por Utterback e Abernathy em 1975) tem implicações relevantes para o destino das empresas que adentram uma indústria. Ao introduzir as noções de barreiras de entrada propostas por Cusumano,

Mylonadis e Rosenbloom (1992), estabelecem grau de relevância ao tema estratégia na condução de projetos de inovação que, em última instância, promovem a sobrevivência de uma empresa.

Estar presente em momentos “pré – design dominante” significa, para uma empresa, correr menos riscos e ter menor probabilidade de falhar; entrar em momentos “pós – design dominante” significa ter menores chances de sucesso. Somente com a inclusão da tecnologia como uma variável dinâmica e estratégica se pode compreender o potencial de sobrevivência das empresas (SUAREZ; UTTERBACK, 1995).

A ampla gama de tecnologias disponíveis para uma empresa, no entanto, pode ser um fator de preocupação. Tripsas (2009) adverte para o fato de que, quando uma empresa revela que está buscando uma nova tecnologia, a organização pode estar violando os seus valores e características – chave (*core features*) e que estão associados à sua identidade enquanto organização. Essa identidade organizacional representa o modo como os diversos *stakeholders* (internos e externos) percebem a organização. Tripsas (*ibid.*) chega a propor uma identidade interna e outra identidade externa, pois há uma relação diferente entre tecnologia e a dinâmica da identidade, isto é, cada público enxerga como a organização se posiciona perante a tecnologia de maneiras distintas.

Tripsas (2009) entende que ainda há uma lacuna para ser mais bem estudada, em torno da relação entre as mudanças tecnológicas que as empresas empreendem (ou querem empreender, quando são desafiadas a fazê-lo) e o impacto²⁹ disso em sua identidade organizacional e, portanto, em sua legitimidade perante a sociedade. Tushman e Anderson (1986) já haviam debatido isso e chegam a afirmar que as empresas estabelecidas (*incumbents*) têm dificuldade particular para se adaptar às mudanças tecnológicas que destroem competências já conquistadas e que irão requerer a aquisição, fundamentalmente, de novas competências, novos conhecimentos e novas rotinas.

É o que Leonard – Barton (1992) chamou de manter a rigidez no que é chave (“*core – rigidity*”) ou arriscar e ser punido com as armadilhas da competência (“*competence traps*”): isso provoca restrições no desenvolvimento de novas capacidades. Acreditar em crenças

²⁹ A isso a autora chama de *identity – challenging technologies* (TRIPSAS, 2009, p. 442), isto é, as tecnologias que desafiam a identidade de uma empresa.

“obsoletas”³⁰ pode retardar a inserção de uma empresa em um novo cenário de rivalidade em torno de novas tecnologias.

2.3.4 Batalhas pela Dominância Tecnológica

Após as discussões anteriores sobre design dominante (UTTERBACK; ABERNATHY, 1975), trajetórias tecnológicas (DOSI, 1982), descontinuidades tecnológicas (TUSHMAN; ANDERSON, 1986), modelos cíclicos de mudanças tecnológicas (ANDERSON; TUSHMAN, 1990), design dominante como padrões de sobrevivência das empresas (SUAREZ; UTTERBACK, 1995), um arcabouço integrativo para compreender as batalhas que ocorrem pela dominância tecnológica foi proposto por Suarez (2004). A motivação para esta discussão surgiu por conta das diversas batalhas que ocorreram nos anos 1980 e 1990, entre duas ou mais tecnologias rivais, pela dominância de uma delas.

Segundo Suarez (2004), a ocorrência de tais batalhas tecnológicas determina não apenas o destino das tecnologias vencedoras e perdedoras, assim como o as das empresas que as patrocinaram, mas também de um conjunto de bens e serviços complementares oferecidos ao redor de cada uma das alternativas tecnológicas, que prosperarão ou desaparecerão. Muitas dessas batalhas pela dominância de uma tecnologia são, na verdade, batalhas de padrões (“*standard wars*”), como no caso do triunfo do VHS sobre o Betamax (CUSUMANO, MYLONADIS; ROSENBLOOM, 1992) ou no caso da Microsoft versus Apple (EISENMANN; PARKER; ALSYTNE, 2006).

A despeito das diversas abordagens a respeito da questão, Suarez (2004) propõe que o aparecimento de uma trajetória tecnológica dominante se dá entre muitas competidoras; com este arcabouço, pretende compreender melhor o processo pelo qual uma tecnologia ganha dominância e as várias opções estratégicas disponíveis pelas empresas em diferentes fases desse processo de conquista da dominância tecnológica.

³⁰ Exemplos de crenças obsoletas: acreditar que o aparelho de TV nunca seria um item de consumo das famílias; acreditar que o *notebook* nunca destronaria os *mainframes* de grande porte; acreditar que o telefone não serviria para comunicação entre as pessoas.

Teece (1986) defende que o surgimento de um novo paradigma dominante sinaliza maturidade científica e a aceitação de “padrões” pelos quais a indústria desenvolverá os produtos; no caso em estudo os padrões são os conhecidos pela indústria automobilística e pelos consumidores de seus produtos. Estes padrões continuarão a dominar até o aparecimento de outro paradigma tecnológico (DOSI, 1982; CHRISTENSEN; ROSENBLOOM, 1995), o que sinalizaria o progresso tecnológico naquela indústria.

A proposta feita por Suarez (2004) releva aspectos específicos de cada indústria, isto é, seu arcabouço serve para análises, quaisquer que sejam as indústrias, não importando que sejam artefatos tecnológicos ou que sejam sistemas complexos. Tushman e Rosenkopf (1982) suportam esta ideia, ao afirmarem que, em todos os casos, as diferentes trajetórias ou designs tecnológicos, patrocinados por distintos atores, competem por meio de um processo no qual fatores econômicos, tecnológicos e sócio-políticos estão, inexoravelmente, entrelaçados.

Suarez (2004) avança em seu trabalho anterior com Utterback (SUAREZ; UTTERBACK, 1995) – no qual já haviam levantado os fatores (ambientais e em nível da empresa) que afetam o surgimento de um design dominante – e sugere que os fatores ambientais (regulação e intervenção, regimes de apropriabilidade, efeitos de rede) não podem, por si só, influenciar diretamente os resultados de uma batalha tecnológica, mas sim atuarão como moderadores das variáveis ao nível da empresa (superioridade tecnológica da empresa, ativos complementares, credibilidade, base instalada de usuários, manobra de estratégias).

Os fatores em nível da empresa (*firm – level*) são (SUAREZ, 2004):

- a) superioridade tecnológica: este fator captura o efeito da tecnologia existente na empresa, a capacidade dela (a tecnologia) se desempenhar *vis – à – vis* outras alternativas tecnológicas concorrentes; quanto melhor uma tecnologia se desempenha, maior a possibilidade de que ela obtenha dominância;
- b) ativos complementares e credibilidade: significa a reputação construída pela empresa ao longo de sua história e as suas capacidades de produção; um conjunto amplo de ativos complementares cercado de credibilidade possibilitará maior chance de dominância;
- c) manobra estratégica: este fator capta os elementos – chave da estratégia que estão disponíveis para a empresa que se engaja em uma batalha tecnológica pela dominância; fazem

parte deste fator o momento de entrada na indústria, a estratégia específica de preços, o tipo de política de licenciamento e a forma e intensidade do marketing e de relações públicas;

d) tamanho da base instalada de usuários: uma base instalada respeitada e numerosa propicia possibilidades de dominância e maior probabilidade de adoção da tecnologia que aquela empresa promove.

Os fatores ambientais (*environmental – level*) propostos por Suarez (2004) são:

a) regulação e intervenção institucional: este fator diz respeito a posturas de intervenção do governo para o uso de uma tecnologia em especial, seja via legislação seja por meio de compras governamentais que favorecem uma determinada empresa ou determinada tecnologia;

b) efeitos de rede e custos de substituição: é o efeito causado pelo aumento da curva de demanda com o aumento do número de usuários na rede; assistência pós – venda é um exemplo de efeitos de rede, do qual fazem parte as complementaridades do produto original. Quanto aos custos de substituição, o efeito é óbvio: quantos maiores, mais difícil para uma empresa “roubar” clientes de seus concorrentes e mais leal é sua própria base de clientes;

c) regime de apropriabilidade: é a capacidade de uma empresa se apropriar das rendas associadas com uma inovação; quanto maior a superioridade tecnológica, maior a capacidade de apropriação das rendas;

d) características do campo tecnológico: são as questões relacionadas com a estrutura e a dinâmica do mercado e do campo tecnológico nos quais aquela empresa está inserida; inclui a capacidade da empresa em estabelecer níveis de cooperação quando necessário mas de utilizar seu poder tecnológico quando conveniente.

O Quadro 1 apresenta os fatores que influenciam na busca da dominância e sua importância relativa nas fases, segundo a visão de Suarez (2004); as fases em que cada fator tem importância estão assinalados com ***.

Quadro 1 – Marcos Importantes na Busca da Dominância Tecnológica

Tipo de Fator	Fator de Dominância	Fases da Dominância				
		Fase I	Fase II	Fase III	Fase IV	Fase V
Firm - Level	Superioridade Tecnológica		***			
	Credibilidade e Ativos Complementares	***			***	
	Base Instalada				***	***
	Manobra Estratégica			***		
Environmental - Level	Regulação		***			
	Efeitos de Rede e Custos de Substituição				***	***
	Regime de Apropriabilidade	***				
	Características do Campo Tecnológico	***				

Fonte: SUAREZ (2004, p. 283). Adaptado pelo autor.

A partir do campo tecnológico em que se desenrola uma batalha entre duas ou mais trajetórias tecnológicas alternativas que competem pela dominância, Suarez (2004) propõe cinco marcos que podem descrever esse processo, na verdade, cinco fases que mostram como se trava a batalha pela dominância de uma tecnologia.

A Ilustração 9 representa as cinco fases, que são:

- Fase I – Início de um campo tecnológico, no qual uma organização pioneira aplica pesquisa e desenvolvimento;
- Fase II – Viabilidade técnica, na qual um primeiro protótipo emerge;
- Fase III – Criação do mercado, na qual se dá o primeiro lançamento comercial do produto;
- Fase IV – Batalha decisiva, na qual desponta um vencedor (*“early front – runner”*) e
- Fase V – Pós – dominância, na qual uma alternativa tecnológica se tornou dominante.

Para cada uma das cinco fases, um ou mais fatores ambientais ou ao nível da empresa desempenham papel fundamental; a eficiência no uso de cada um deles pelos gestores das empresas que patrocinam uma batalha tecnológica é essencial para a vitória do design proposto. Suarez (2004) finaliza seu trabalho, explicando algumas alternativas que foram identificadas por ele em sua pesquisa:

- a formação de alianças como estratégia na fase II, já que aqui a superioridade tecnológica é essencial e nem toda empresa possui essa superioridade sozinha, além do entendimento das condições ambientais em que se dão as regulações e intervenções governamentais;

- b) na fase III, as estratégias de captação do mercado são essenciais para aproveitamento da “janela de oportunidade” que se criará se o design da empresa for o vitorioso na batalha;
- c) na fase IV, as licenças e patentes já deverão ter sido providenciadas, sob pena de outro competidor mais atrasado na disputa passar à frente.

Ilustração 9 – Marcos Importantes na Busca da Dominância Tecnológica.

Fonte: SUAREZ (2004, p. 281). Adaptado pelo autor.

O resultado final de uma batalha tecnológica nada mais é do que o fruto de uma intrincada inter – relação entre decisões estratégicas tomadas pelos gestores e fatores ambientais que influenciam a escolha dos consumidores. A grande contribuição deste artigo de Suarez (2004) parece residir na extrema simplicidade com que se apresentam as fases em que se trava uma batalha pela dominância de uma tecnologia; para efeitos desta pesquisa de doutorado, pretende-se utilizar este arcabouço como modelo de análise dos resultados da institucionalização da tecnologia de motorização por combustão interna e das possibilidades de sua substituição pelas formas alternativas. Assim, a avaliação das diversas ações

desenvolvidas pelas montadoras em torno das tecnologias de motorização será realizada tendo em conta o arcabouço das 5 fases de Suarez e os fatores de dominância em cada fase.

2.3.5 A Hierarquia do Design do Motor de Combustão Interna e as Verticais Tecnológicas

Nesta pesquisa, foi adotado o conceito de Verticais Tecnológicas, aqueles caminhos tecnológicos possíveis de serem tomados para a dominância de um design. Esta abordagem serve para demonstrar a evolução tecnológica ou as opções tecnológicas conhecidas atualmente e que permitem inferir possíveis novas tecnologias. Esta proposta segue duas interpretações metafóricas anteriores, uma proposta por Sahal (1985) e outra proposta por Suarez e Utterback (1995). Sahal (1985) propõe uma abordagem vinda da biologia, na qual há caminhos necessários para o desenvolvimento, que permitem traçar vários paralelos interessantes com o conceito de “avenidas de inovação”³¹. É uma abordagem apropriada para explicar a questão da evolução da tecnologia e da hierarquia do design. A Ilustração 10 apresenta a ideia da topografia da evolução tecnológica.

Ilustração 10 – A Topografia da Evolução Tecnológica.

Fonte: SAHAL (1985, p. 78).

Uma tecnologia ainda incipiente, ou que esteja em estado inicial, em fermentação, em fase de pesquisa e desenvolvimento, está representada pela bola preta (no centro da Ilustração 10). Iniciando uma trilha que deseja percorrer (de enfrentamento de outra tecnologia que se

³¹ O conceito de “*innovation avenues*” foi introduzido pelo biólogo teórico C. H. Waddington em 1957, a partir de estudos de desenvolvimento embrionário.

encontra em patamar mais alto na Ilustração), a bola tem duas opções, duas elevações a atingir a partir do terreno em que se encontra. Ela já evoluiu a partir das opções existentes abaixo; em algum momento, escolheu uma das duas para subir na hierarquia e encontra-se agora na posição central na Ilustração. Surge uma nova decisão a ser tomada: qual dos dois caminhos percorrer?

Escolhido um caminho, a bola pode continuar rolando até encontrar outra fase, que demandará nova escolha de nova trilha a percorrer; neste ponto do percurso, a bola somente poderá continuar sua trajetória se houver possibilidade para tal, isto é, se houver necessidade de nova tecnologia ou não. O alcance de um novo patamar mais alto só é possível, segundo Sahal (1985), com um processo de contínuo refinamento do produto; quanto maior a elevação alcançada, maior será o refinamento técnico. Da mesma forma, quanto menor a elevação atingida, maior é a dificuldade de melhorias incrementais e de prosseguimento naquele caminho.

Esta representação topográfica para a evolução tecnológica proposta por Sahal (1985) permite clarificar alguns pontos de interesse, relacionados com esta pesquisa. Primeiro, o fato de que tecnologias alternativas, em seus estágios iniciais de desenvolvimento, possam prosseguir em diversas direções. Segundo, que cada uma dessas alternativas tecnológicas se movimenta por uma trajetória dependendo apenas de si, podendo se desmembrar em outras trajetórias de tempos em tempos. Mas em essência, o desenvolvimento de uma tecnologia se caracteriza pela existência de um único caminho evolucionário, ou uma “avenida de inovação” (SAHAL, 1985). Eventualmente, duas avenidas podem se fundir, o que Sahal (1985) chama de processos simbióticos de integração de tecnologias. Além disso, os processos de evolução tecnológica podem ser de avenidas de inovação específica ou de avenidas de inovação genérica, sendo estes últimos os mais frequentes no desenvolvimento de tecnologias (SAHAL, 1985). O avião DC – 3 é o exemplo de processo de simbiose tecnológica; o advento do motor do modelo T da Ford exemplifica o processo de inovação específica. A eletrificação de automóveis seria um exemplo de avenida de inovação genérica.

O outro modelo de representação é o proposto por Suarez e Utterback (1995) a partir de proposições na hierarquia do design feitas por Clark (1985). As trajetórias e os caminhos da

tecnologia obedecem (ou são restringidos) por fatores técnicos e de mercado. A Ilustração 11 representa esta abordagem.

Nesta visão, percebe-se que há várias opções de trajetórias para o desenvolvimento de um novo design. De duas trajetórias principais (A e B), uma empresa – restringida pelo ambiente em que opera, mas detentora de capacidades que desenvolveu ao longo do tempo – pode optar por uma, preferencialmente. Ao optar pela trajetória A, encontrará mais um ponto (ou momento) de decisão à frente, que é a primeira bifurcação no caminho percorrido. A semelhança com o modelo proposto por Sahal (1985) é grande.

Ilustração 11 – A Hierarquia do Design e o Design Dominante.
 Fonte: SUAREZ; UTTERBACK (1995, p. 416). Adaptado pelo autor.

Escolhido um caminho dentre as opções existentes, precisará enfrentar mais uma bifurcação, mais um caminho a optar. Ao final, romperá as barreiras de entrada do design dominante e se tornará um novo design dominante. Este caminho foi percorrido pelo motor de combustão interna no início dos anos 1900; ao escolher os caminhos, as trajetórias, as trilhas certas (mesmo tendo que retornar a pontos anteriores), tornou-se dominante em 1902 (CLARK,

1985; MURMANN; FRENKEN, 2006). Assim, os padrões de inovação como os que são percebidos nos primeiros automóveis produzidos são o resultado de dois processos inter – relacionados (CLARK, 1985): o primeiro é a lógica indispensável de solucionar um problema de design e o segundo é a formação de conceitos que estão presentes no momento da escolha do cliente. Clark (1985) defende que, em um produto complexo e de evolução complexa do seu design, há que se ter uma hierarquia do design e que seja inerente à natureza do objeto. Design seria a busca da compreensão do que o produto é e deveria ser, dado o contexto em que irá funcionar (*ibid.*). Essa hierarquia do design seria uma maneira de solucionar os problemas presentes e, a cada nível da hierarquia, alternativas concorrentes trariam implicações para decisões posteriores.

O objeto principal desta pesquisa são as estratégias tecnológicas em motorização dos automóveis produzidos pelas montadoras globais. O motor de combustão interna como atual design dominante sofre pressões competitivas de outras formas de motorização. O problema central envolvendo, pois, o motor de combustão interna é a opção pelo combustível a ser empregado e o princípio de transformação de energia (CLARK, 1985). Após a dominância da gasolina sobre o vapor e a eletricidade e, portanto, o motor de combustão interna a gasolina ter se tornado dominante, a agenda técnica das montadoras e demais *stakeholders* da indústria automobilística voltou-se para problemas e opções “subsidiárias” (*ibid.*). Exemplos seriam como ligar e desligar o motor, tamanho e configuração dos cilindros, posicionamento das válvulas. Apesar disso, a indústria precisou da evolução tecnológica desenvolvida para as baterias elétricas para trazer para os automóveis movidos a gasolina: isso é exemplo de simbiose tecnológica (SAHAL, 1985).

A partir daí, mesmo sem mudanças no contexto tecnológico, é preciso se tomar decisões em torno da evolução dessa tecnologia dominante, mesmo porque o produto começa a desenvolver novas gerações que são vendidas a seus consumidores. Resolvidas as questões técnicas de evolução do produto, surgem as questões de ordem sócio – econômica como, por exemplo, as emissões (ABERNATHY; UTTERBACK, 1978; CLARK, 1985). Portanto, para entender a hierarquia do design, isto é, como ela emerge como uma sequência de opções de design ao longo do tempo, é preciso que se compreenda não apenas a lógica interna do produto (técnica), mas também e sobretudo a lógica da evolução dos requisitos impostos pelos consumidores (socioeconômico).

Os primeiros automóveis, já com o motor de combustão interna, assemelhavam-se a carruagens motorizadas; Clark (1985) ressalta que nem mesmo os bancos e as rodas se diferenciavam muito das antigas carruagens, a quem os automóveis sucederam. Nada mais natural e lógico que os motores, portanto tenham se transformado na parte mais visível do automóvel perante os consumidores. Desta forma, fica patente que a lógica de formação de conceitos por parte do consumidor e a lógica do design se estabeleçam em torno da inovação do motor (CLARK, 1985). A hierarquia do design ajuda a compreender as consequências de mudanças tecnológicas nos automóveis: a mudança de um regime tecnológico é mais profunda do que a mudança de um simples componente (CLARK, 1985; CHRISTENSEN; ROSENBLOOM, 1995). Por exemplo, a mudança da motorização dos automóveis é mais profunda do que a mudança da carburação pela injeção eletrônica; a mudança dos sistemas de injeção eletrônica com a adição de sensores de identificação das misturas no motor *flex – fuel* poderia ser considerada de médio impacto.

Seguindo as proposições metafóricas de Sahal (1985) e de Suarez e Utterback (1995), adotou-se o conceito de “vertical tecnológica” para designar as vertentes tecnológicas existentes para a motorização; a metáfora da caixa d’água (PIRES, 2006) e dos vasos comunicantes vem da física. Imagine-se que uma fonte de energia deva se esgotar totalmente, como uma caixa d’água, para que se possa utilizar outra. Entretanto, não se considera viável que, apenas quando uma fonte secar, se vá procurar por outra; sabendo-se que irá se esgotar, ou mesmo, que poderá vir a se esgotar, há que se encontrar outras fontes alternativas de água. A metáfora da caixa d’água ou de um poço (ou dos vasos comunicantes) remete a uma vertical, no sentido da dimensão espacial; daí considera-se que uma vertical possa designar perfeitamente uma vertente tecnológica.

Portanto, o conceito de verticais tecnológicas fica estabelecido como a proposta deste pesquisador para estudar a batalha a ser travada entre os motores de combustão interna e as formas alternativas de motorização e que se desenrola em quatro frentes:

- 1) a combustão interna;
- 2) a eletrificação;
- 3) a hibridização eletrificada e
- 4) a hibridização não eletrificada.

3 CONTEXTUALIZAÇÃO DA PESQUISA

Há um campo de estudo muito bem definido e delimitado nesta pesquisa exploratória, que determina o seu foco. Considera-se que há uma concorrência se estabelecendo em torno de formas alternativas de motorização e o design dominante atual, o motor de combustão interna (ICE), ou seja, há uma oferta de motorizações na indústria automotiva no momento atual, identificadas pelos passos A1 a A4. A Ilustração 12 apresenta este *framework*, que passa a ser uma contribuição significativa desta tese. As linhas mais espessas representam o caminho dominante atual, que determina, ao final, a manutenção do motor de combustão interna.

Ilustração 12 – O Campo de Estudo da Pesquisa

O design dominante mundial ainda é o motor de combustão interna (passo A1), que determina a primeira vertical tecnológica a ser analisada, que é a “Combustão Interna”. O uso da gasolina e do diesel nos ICEs torna esses dois combustíveis também dominantes (CLARK, 1985); estes derivados nobres do petróleo são considerados nesta pesquisa como combustíveis convencionais, ou combustíveis fósseis líquidos. Este design dominante predomina há mais de 100 anos [(precisamente desde 1902, segundo Clark (1995) e Murmann e Frenken (2006))]

e rivaliza em tempo com o advento da energia elétrica e da telefonia. Mais recentemente, não mais do que 40 anos, surge como alternativa tecnológica – uma derivação da vertical tecnológica “Combustão Interna” – o álcool (etanol ou metanol derivados da cana de açúcar ou do milho) como elemento combustível para os motores ainda na forma de combustão interna. Além do etanol, os demais combustíveis renováveis que fazem parte desta derivação da vertical tecnológica “Combustão Interna” são: biodiesel, isobutanol, bio – DME, metanol, diesel sintético (ou renovável) e etanol celulósico.

A opção de uso de combustíveis fósseis gasosos determina mais uma derivação da vertical tecnológica “Combustão Interna”; fazem parte desta derivação: o gás comprimido natural (CNG), o gás liquefeito natural (LNG) e, em menor escala, o gás liquefeito de petróleo (LPG). Por fim, a opção de utilização de gasolina ou etanol no mesmo motor de combustão interna surge como uma derivação tecnológica da vertical “Combustão Interna”, configurando-se uma concorrência entre combustíveis, a ser vencida na bomba por aquele que o consumidor achar que está com o preço relativo³² mais em conta. No Brasil, a tecnologia *flex-fuel* de motorização já seria uma nova vertical tecnológica, de aplicação local, restrita, mas ainda assim, dominante. Outras formas de flex estão presentes, principalmente nos EUA, com gasolina + CNG e diesel + CNG. No Brasil, o GNV (Gás Natural Veicular) esteve muito difundido no final dos anos 2000 e início dos anos 2010; entretanto, em função dos custos e da infraestrutura insuficiente, está praticamente abandonado. Como a conversão para o GNV era relativamente fácil, era comum ter automóveis tri – combustível (isto é, com tecnologia *flex – fuel* de fábrica e conversão adicional para gás) rodando, principalmente táxis.

Entretanto, mundialmente já surgiram outras opções tecnológicas de motorização (híbridos, elétricos puros, células combustíveis), estabelecendo-se uma concorrência entre combustíveis líquidos ou gasosos, fósseis ou renováveis e as formas eletrificadas de motorização, que incluem a vertical tecnológica “Hibridização Eletrificada” (passo A2) e “Eletrificação” (Passo A3). Além delas, surge a vertical tecnológica “Hibridização Não Eletrificada” (Passo A4). Na parte central esquerda da Ilustração 12, pode-se verificar estas relações e sua consequência principal, denominada “Concorrência entre Combustíveis e Formas Alternativas de Motorização”, ou seja, é fato no âmbito desta pesquisa que há uma concorrência entre as

³² Considera-se a regra dos 70%, isto é, se o preço do etanol estiver até 70% do preço da gasolina, o etanol será mais competitivo.

diversas formas de movimentar um *powertrain*. A linha pontilhada representa os limites da pesquisa; é nesse contexto que se desenvolveu a estratégia de pesquisa e a coleta dos dados.

Esta concorrência promoverá um movimento das montadoras no sentido de estudarem novas “verticais” tecnológicas para as soluções de motorização (passo A5). Considerando-se, em última análise, que a derivação da vertical tecnológica “Motorização com Combustão Interna a Gasolina ou Diesel” pode estar se encaminhando para um estágio terminal de exaustão da curva S, as montadoras deverão por em prática novas verticais tecnológicas – opções alternativas aos combustíveis convencionais usados nos ICEs –, o que promoverá, em algum momento, o surgimento de um novo design dominante (o símbolo da elipse, representado no centro da Ilustração, indica uma incerteza quanto ao que dominará). Esses movimentos das montadoras deverão provocar a busca de uma nova vertical tecnológica em motorização, que poderá se tornar um novo futuro design dominante que substituiria a atual motorização utilizando combustão interna a gasolina e a diesel.

Estes movimentos provocarão, indubitavelmente, novas estratégias tecnológicas das grandes montadoras globais (passo A6), que focarão na busca de soluções de inovação tecnológica que façam emergir uma nova vertical tecnológica, um novo design dominante. Estas estratégias tecnológicas emergentes são objeto de estudo desta pesquisa. Entretanto, o ambiente competitivo – composto pelas pressões de mercado, pelas barreiras de entrada impostas pelos *incumbents*, pelas preferências dos consumidores e pelas regulações (passo A7) – impõe restrições quanto às verticais tecnológicas que as montadoras poderão adotar em torno da motorização.

Este processo permite um ciclo de retroalimentação, ou seja, após uma montadora estabelecer seu conjunto de estratégias tecnológicas, o ambiente a pressiona novamente, fazendo com que o conjunto de alternativas em torno das motorizações se altere mais uma vez e, assim sucessivamente (passo A8); isso determina que estratégias deliberadas não são suficientes e que estratégias tecnológicas emergentes respondem melhor a essas pressões³³.

³³ Discussões mais detalhadas sobre estratégias tecnológicas deliberadas e emergentes estão expostas no Capítulo 2, seção 2.1.

O mesmo ocorre em torno do ambiente competitivo: ele pressiona para uma solução em torno do design dominante (passo A9). As verticais tecnológicas – resultado das estratégias tecnológicas emergentes (e, portanto, reveladas) – realimentam a concorrência entre as formas alternativas de motorização e o ICE (passo A10), ao mesmo tempo em que – produzindo opções tecnológicas a serem aplicadas ao mercado – pressionam de volta o ambiente (passo A11), fazendo com que as forças de mercado se reacomodem em torno de novas opções e assim por diante.

Esses *loopings* devem se repetir indefinidamente, até que, em função da mudança radical do ambiente competitivo (barreiras de entrada destruídas, pressões competitivas diminuídas, preferências dos consumidores alteradas drasticamente e, eventualmente, as regulações mais contundentes em torno das opções), surja um novo e definitivo design dominante (passo A12).

Isso pode ser compreendido na parte direita (reticulada) da Ilustração 12. Adotado um novo design dominante, provavelmente uma montadora *incumbent*, ou mais de uma das principais *incumbents*, sairá(ão) na frente [Rogers (2003) chama as empresas rompedoras de “*earlier adopters*”]; caberá às demais [denominadas de “*later adopters*” por Rogers (2003)] se recomporem estratégica e operacionalmente, configurando uma nova rivalidade, um novo cenário de forças (passo A7). Essa nova rivalidade, por sua vez, desencadeia novos movimentos por parte das montadoras (passo A8), definição de novas estratégias tecnológicas (passo A6) e, finalmente, novos processos de inovação tecnológica (passo A12), que deverão ser agora do tipo incremental.

O presente capítulo tem por objetivo apresentar, com maior grau de detalhamento, os objetos de pesquisa e como eles se comportam em um contexto único no mundo. Na seção 3.1, surgem as montadoras e sua participação nos mercados globais mais importantes. É apresentada a indústria automobilística, um pequeno histórico e os principais movimentos ocorridos ao longo do tempo, assim como análises sobre a indústria, os países mais importantes nesse cenário e as principais montadoras globais. Apresenta-se os mercados específicos, regionalmente e localmente, país a país. Um foco no mercado brasileiro é apresentado, com as participações mais relevantes das subsidiárias brasileiras. A seção 3.2 serve para contextualizar os muitos combustíveis empregados no motor de combustão interna

(sejam os convencionais sejam os alternativos) e as diversas formas alternativas de motorização. A seção 3.3 apresenta um pequeno histórico do motor de combustão interna e algumas das inovações tecnológicas que sofreu ao longo do tempo.

3.1 A Indústria Automobilística

A indústria automobilística é, individualmente, o maior setor manufatureiro do mundo (KÖHLER *et al*, 2009), além de ser um dos maiores geradores de riqueza e empregabilidade nos EUA. A indústria automobilística foi o principal setor de fabricação do século 20 e, nas palavras de Peter Drucker (1946), é a “indústria das indústrias”. É uma indústria madura, pois não há mais a incerteza tecnológica inicial, a qual foi substituída pela estabilidade dos conceitos básicos intrínsecos aos seus produtos (ABERNATHY *et al*, 1983). A indústria automobilística é muito robusta; segundo Wells e Nieuwenhuis (2001), cerca de 25% de todo o aço plano produzido e 30% da produção primária de alumínio são destinados para a fabricação de automóveis. Estima-se que em 1950 havia 70 milhões em todo o mundo, 247 milhões em 1970 e 770 milhões em 2000 (SMMT, 2002).

Países em desenvolvimento como Brasil, Índia, China e outros no Sudeste Asiático possuem mercados dominados por produtos de baixos preços e baixos custos de produção, o que pode remeter a preocupação com melhorias de eficiência na redução de emissões a um segundo plano (ROLAND BERGER, 2009). Na China e na Índia, em especial, o ímpeto para que a matriz de transportes dos países migre para uma solução tecnológica de motorização elétrica como forma de reduzir as emissões de CO₂ não ocorre, haja vista que nesses países a maior quantidade de emissões advém das usinas termoeletricas movidas a carvão (IEA, 2006). Estima-se que por volta de 2030, o mundo possuirá um total de 1 bilhão de veículos (BERETTA, 2010).

A indústria automobilística opera em um ambiente relativamente estável, sua trajetória é relativamente previsível e evolutiva sem a ocorrência de ruídos ou sobressaltos e seus avanços tecnológicos ocorreram de maneira incremental ao longo dos anos (IGLECIAS, 2001). Sua história começa no final do século 19, mais precisamente nas décadas de 1890 a 1910, período em que os veículos com bateria elétrica e os movidos por combustão interna competiram pela dominância tecnológica (VAN DEN HOED, 2004). Desde esse período até

os dias de hoje, considera-se que a indústria automobilística tenha evoluído muito, principalmente por conta de cinco momentos essenciais, segundo Van Den Hoed (2004), a saber:

- a) a introdução do processo de fabricação em massa durante os anos 1920;
- b) a grande série de mudanças no design do automóvel durante as décadas de 1920 e 1930;
- c) a segmentação do mercado e modernização dos modelos (conhecido como Sloanismo) nos anos 1950;
- d) a internacionalização dessa indústria nos anos de 1960 a 1980, com a presença significativa dos modelos das montadoras japonesas no mercado americano (a chamada “invasão japonesa”);
- e) a introdução da engenharia de produção avançada nas décadas de 1980 e 1990, com a adesão das principais montadoras aos princípios da produção enxuta.

Entretanto, a despeito da sua evolução em práticas de gestão industrial, a indústria automobilística mantém um dos mais longevos designs dominantes que se conhece: a sua estrutura fechada em aço é de 1923 (UTTERBACK; SUAREZ, 1993). Sem falar no motor de combustão interna, que já completou 150 anos.

Com este processo evolutivo de amadurecimento da indústria automobilística, sua atividade se tornou industrializada, ficou orientada para produção em massa e tornou-se intensiva em capital; estas três características elevaram as barreiras de entrada para quaisquer novos entrantes, a ponto de nos últimos anos ter se caracterizado por ampla consolidação no setor, com diversas alianças, parcerias, fusões e aquisições, que ainda não devem ter terminado. Segundo o presidente da Fiat, Sergio Marchionne, nos próximos anos, deverá haver lugar para apenas seis grandes montadoras capazes de produzir em grande massa (THE ECONOMIST, 2009), o que reduzirá o número de montadoras independentes. Em 1909, havia 274 empresas montadoras de automóveis somente nos EUA. Em 1911, somente a General Motors e a Ford respondiam por 38% das vendas; as duas montadoras excediam os 60% de *marketshare* durante os anos 1920 (KLEPPER; SIMONS, 1997).

A indústria automobilística mundial passou por um processo de reestruturação significativa nas décadas de 1980 e 1990, em função de dois fenômenos: a saturação dos mercados nos países centrais e a emergência de um novo paradigma produtivo. No primeiro caso, as principais consequências foram uma marcante globalização voltada a países em desenvolvimento – gerando fortes fluxos de investimento direto externo –, além de uma busca intensa de diferenciação de produtos (novos desenvolvimentos) – visando dinamizar a demanda. Trata-se de um setor no qual a escala de produção é decisiva, tanto para a lucratividade quanto para a produtividade e a incorporação de inovações (BAHIA; DOMINGUES, 2010). No segundo caso, desenvolveu-se uma forte mudança no processo produtivo. A linha de montagem fordista – que “empurra” o produto – foi sendo substituída pelo paradigma japonês do *toyotismo*, ou seja, a produção “enxuta”, redutora de estoques ao mínimo imprescindível (*just-in-time*) – que “puxa” o produto a partir das etapas finais, com forte integração e troca de informações entre os elos da linha de montagem. O próprio processo de produção sofre alterações para se tornar mais flexível – em outras palavras, adaptável a mudanças de demanda e/ou disponibilidade de insumos no momento da produção.

Salerno e Kubota (2010, p. 14) afirmam que

Empresas que inovam e diferenciam produtos têm algo a mais. É só pensar nas empresas que chamam a nossa atenção: elas têm algo de diferente, seja no produto, na relação de serviço ou no canal de comercialização, seja na marca, no design ou em outro aspecto qualquer. Raramente a empresa do nosso imaginário é aquela de produtos comuns ou de serviço padronizado, pois são as empresas inovadoras que geram mais renda, além de a inovação apresentar uma correlação extremamente positiva com melhoria salarial, exportação e crescimento da firma [...]

Importante que se possa compreender a aparição do automóvel a partir do contexto social presente em meados do século 19. Segundo Geels (2005), a transição entre o transporte em carruagens puxadas a cavalo para a automobilidade não foi uma simples substituição, muito menos uma batalha tecnológica entre várias opções que surgiram entre os anos de 1860 e 1930. Geels (2005) parte da premissa que vários aspectos – políticas e regulamentos, preferências dos usuários do transporte, infraestrutura, além dos significados culturais e simbólicos – possibilitaram que o veículo movido a combustão interna ganhasse das soluções de motor a vapor e motor elétrico na disputa contra o mais fraco oponente, as carruagens. Pressões sociais enfraqueceram o modelo existente, surgindo um substituto, que agrada ao público, obsoletando o anterior; esta situação é típica de um mercado com baixas barreiras de

entrada e com rivalidade entre os concorrentes deteriorada. Indústrias ou setores com baixas barreiras de entrada são ruins para quem já participa da rivalidade do setor (pois permite novos entrantes), mas é benéfico para os consumidores, pois promovem maior concorrência e, em princípio, vantagens para a economia (PORTER, 1980). Neste caso, segundo Marletto (2011), pressões culturais e preocupações crescentes com questões de saúde e higiene urbana contribuíram para esta substituição. O estrume dos cavalos foi visto como o inimigo a ser combatido, o que poderia ser comparado, nos dias de hoje, aos gases de efeito estufa expelidos pelos motores de combustão interna.

Mas antes de o motor de combustão interna ter se tornado o design dominante, outros regimes tecnológicos dominaram o cenário da mobilidade urbana (GEELS, 2005). Por volta de 1890, os bondes elétricos dominavam e 16% das ruas das grandes cidades americanas tinham eletrificação; em 1902, esse percentual era de 97%. Outras soluções de nicho imperaram, como a bicicleta; mas o carro a gasolina começou a se expandir, do uso restrito no campo para profissionais liberais que o utilizavam em suas viagens de negócios e, finalmente, a chegada aos centros urbanos. Decisiva nessa substituição foram os fatores externos, em especial, o ambiente social e econômico. Ameaças externas são fatores incontrolláveis por parte de uma indústria e devem ser vistas como possibilidades de ocorrerem; cabe aos participantes de uma determinada indústria construir condições estruturais para combater as ameaças ou mitigá-las. Já as oportunidades surgem no horizonte de uma indústria, na maioria das vezes também sem seu controle; ocorrem em ordem inversa à das ameaças (PORTER, 1980).

A adoção do carro a gasolina foi definida por causa do tema “patentes” (BLACK, 2007): enquanto uma só seria necessária para o automóvel com motor de combustão interna, várias patentes seriam necessárias para o veículo elétrico. Com uma só patente, seria possível controlar o mercado e pagar os *royalties* aos fabricantes. Ou seja, uma regulação (ou um instrumento de controle governamental) definiu o design que seria dominante; complementarmente, a regulamentação acompanhou a difusão do automóvel a gasolina (licenças para dirigir, documentações dos automóveis, limites de velocidade, sinalizações de trânsito).

Com isso, o automóvel – movido por um motor de combustão interna – foi institucionalizado pela sociedade, a tal ponto de se ter construído números que impressionam. Hoje, 98% de

todos os automóveis novos vendidos no mundo são a combustão interna, o que costuma ser frequentemente negligenciado em pesquisas recentes sobre outras formas alternativas de motorização (MAGNUSSON; BERGGREN, 2011). Além disso, um automóvel do ano de 2004 – dirigido de acordo com as condições corretas – produzia 95 a 99% menos gases tóxicos do que o seu equivalente 40 anos antes (NIEUWENHUIS; WELLS; VERGRAGT, 2004).

Em exatos 50 anos, de 1960 a 2010, a produção de automóveis no mundo, segundo Dicken (2010) aumentou exatamente 3 vezes; junto com este aumento, a geografia da produção mundial mudou. Muito dessa mudança da geografia da indústria se deve ao Japão: de uma produção anual de 32.000 veículos em 1950, passou-se para 11.000.000 de veículos no início dos anos 1980, um marco histórico (CUSUMANO, 1985). Os produtos da indústria automobilística estão presentes em praticamente todo o mundo; não há local no planeta em que não haja um automóvel trafegando. Estimativas apontam para quase 4 milhões de pessoas trabalhando diretamente na fabricação de automóveis, sendo o Brasil o oitavo país que mais emprega nesse setor (OICA, 2006). Outras 10 milhões se empregam em setores ligados a montante nessa cadeia produtiva; somados aos que atuam nas vendas, pós-vendas e assistência técnica, essa cifra chegaria a 20 milhões.

É uma indústria em que a escala de produção é compulsória, seja na busca de uma maior produtividade e maior incorporação de inovações, seja na busca de lucratividade (BAHIA; DOMINGUES, 2010). É uma indústria que tem tido uma concorrência severa; por conta disso, as montadoras globais têm buscado, especificamente a partir de meados dos anos 1990, um empenho crescente no desenvolvimento de tecnologias automotivas avançadas (CARVALHO, 2008). O *U. S. Bureau of Census* considera a indústria automobilística como sendo de alta tecnologia; segundo Carvalho (2008), o automóvel é uma plataforma hospedeira de tecnologias de ponta e a indústria automobilística pode ser considerada, portanto, como produtora dessas tecnologias.

Os automóveis podem ser considerados produtos tecnicamente complexos – pois agregam eletrônica, tecnologia da informação e novos materiais a uma histórica visão de que o automóvel representa a indústria do aço e do ferro fundido e a perpetuação da motorização por combustão interna – e de natureza sistêmica, em que cada parte deve ser projetada para

atingir seu pleno desempenho (MARSILI, 2001; FUJIMOTO; TAKEISHI, 2001). Além disso, de acordo com os regimes tecnológicos, a indústria automobilística vem se caracterizando como um setor que possui um grau de oportunidade de médio para alto em termos de inovação, sobretudo em função das novas possibilidades e alternativas que surgem para introdução de inovações em tecnologia de motorização de combustão interna e outras formas inovadoras de propulsão (MARSILI, 2001 *apud* CARVALHO, 2008). Isso qualifica a indústria automobilística como um setor de alta persistência na busca de inovação tecnológica, o que determina sua grande base de conhecimento acumulado (2002).

O modelo padrão de introdução de inovações na indústria automobilística é definido por Carvalho (2008) como sendo de acumulação criativa, padrão típico de empresas estabelecidas (“*incumbents*”) e com altas barreiras contra potenciais entrantes com características de inovação. Malerba (2002) afirma que esse modelo é próprio de indústrias maduras – no qual se pode incluir a indústria automobilística – e que possuem grandes economias de escala e significativas curvas de aprendizagem. Constata-se que essas grandes empresas – no caso em questão, as *incumbents* da indústria automobilística – possuem forte poder de oligopólio e financeiro e são líderes nos processos de mudança tecnológica (ABERNATHY; UTTERBACK, 1978), posições de liderança conquistada pelo sucesso no desenvolvimento de designs dominantes (SUAREZ; UTTERBACK, 1995).

No Brasil, segundo Consoni e Quadros (2006, 2003, 2002), enquanto as “*newcomers*” (Toyota, Honda, Peugeot Citroën, Renault e Hyundai) tendem a centralizar as atividades de pesquisa e desenvolvimento de produtos em suas matrizes, percebe-se um movimento um pouco distinto entre as “*incumbents*” (Volkswagen, General Motors, Ford e Fiat). Enquanto General Motors e Fiat dão sinais de descentralização (a General Motors mais do que a Fiat), a Volkswagen se mantém “*stucked in the middle*” (ou seja, adaptando e criando derivativos para os mercados emergentes) e a Ford adota uma postura de centralização a partir de Detroit, com os engenheiros brasileiros participando marginalmente.

3.1.1 A Indústria Automobilística e o Mercado Global

Há um fenômeno muito claro na economia mundial em função da globalização: as grandes empresas multinacionais buscam se diversificar regionalmente, construindo modelos de integração transnacional (DICKEN, 2010), estabelecendo operações em diversos países como forma de mitigar as barreiras comerciais que lhes são impostas e, obviamente, as oscilações cambiais. Isso provoca uma série de outros movimentos importantes, dentre eles

- a) a proximidade com governos locais, ansiosos por receber estes investimentos em seus países;
- b) a formação de um complexo conjunto de relações entre as subsidiárias das multinacionais e os seus fornecedores locais e
- c) as estratégias para desenvolvimento de produtos e processos coerentes com a realidade local e suas características.

O Gráfico 1 mostra esta mudança em termos de produção mundial de automóveis; ficam claros dois movimentos drásticos, o aumento da participação japonesa e o declínio da produção americana, terceiro maior produtor mundial em 2004, atrás de Japão e Alemanha.

O tamanho ótimo de uma montadora mundial parece ser ainda uma questão importante – e sem resposta – para os executivos dessas empresas. Processos de alianças, parcerias, fusões e aquisições estiveram presentes durante os anos 2000. A Fiat adquiriu o controle da Chrysler em 2009 (em 2011, assumiu o controle majoritário da montadora americana), além de ter tentado adquirir o controle da General Motors Europa. Volkswagen e Suzuki anunciaram uma aliança em 2009, na qual a Volkswagen passava a ter participação de 20% da companhia japonesa; anteriormente, a montadora alemã já havia adquirido a Porsche, a Scania e a Man. Anos atrás, a Renault assumira o controle acionário (44,4%) da japonesa Nissan (THE ECONOMIST, 2009); nos anos mais recentes, tem havido forte consolidação entre montadoras chinesas (AUTOMOTIVE WORLD, 2011). Segundo o presidente da Fiat, a montadora italiana precisa produzir entre 5,5 milhões e 6,0 milhões para obter um retorno satisfatório para os acionistas, o que a levaria a ter como estratégia de crescimento a aquisição

de montadoras existentes, o que parece ser uma estratégia que ainda estará muito presente no setor.

Gráfico 1 – Participação dos Países na Produção Mundial de Automóveis – Comparativo 1960 versus 2004.

Fonte: DICKEN (2010). Adaptado pelo autor.

A demanda mundial de automóveis cresceu 9,4% em 2010 para 60.423.000 unidades, depois de ter caído 4,8% e 3,3% em 2008 e 2009, respectivamente, segundo dados da Automotive World (AW), em seu relatório “*The World’s Car Manufacturers*” (WCM) de 2011. Esses dados e a evolução da demanda no decênio 1990 – 2000, no quinquênio 2000–2005 e nos anos de 2005 a 2011 (projetado) podem ser identificados na Tabela 1. Já a demanda total de veículos leves cresceu 13,2% e atingiu a marca de 71.541.000 veículos, após ter sofrido duas quedas consecutivas em 2008 e 2009, de 4,2% e 3,9%; esses dados e a evolução das demandas nos quinquênios 1995–2000, 2000–2005 e nos anos de 2005 a 2011 (projetado) podem ser identificados na Tabela 2.

Para se estabelecer uma nomenclatura adequada a este trabalho de pesquisa, considerar-se-á (a) veículos de passageiros (*passenger cars*) aqueles destinados ao transporte de pessoas e (b) os veículos ditos “leves” como os mesmos veículos de passageiros mais os veículos comerciais leves, ou caminhões leves (*light trucks*). A Automotive World considera incluídos

em seus dados não apenas os verdadeiros veículos comerciais leves (as vans com menos de 3,5 toneladas, como, por exemplo, a Ford Transit), mas também os muitos tipos de veículos como picapes e utilitários esportivos (SUV) e vans derivadas de automóveis como, por exemplo, a Kangoo da Renault, que são (às vezes) contados pelas autoridades nacionais de registros como veículos comerciais leves (AUTOMOTIVE WORLD, 2011).

O aumento verificado reflete as recuperações da demanda na maioria das regiões que registraram quedas no ano anterior ou nos dois anos anteriores. A Europa Ocidental foi a exceção, sendo a única região a mostrar um declínio – expressivos 5,1% negativos em 2010 sobre 2009 – embora vários mercados na Europa Oriental também tenham obtido perdas em 2010. As Tabelas 1 e 2 apresentam essa situação.

Segundo a Automotive World (2011), a demanda de veículos leves no Nafta (Canadá, EUA e México) começou a se recuperar em 2010, com expressivo crescimento de 10,4% sobre 2009, após ter caído por cinco anos consecutivos (de 2005 a 2009). Apesar de uma melhoria em relação aos números de 2009, a marca de 13.861.000 de unidades vendidas representou o segundo nível mais baixo de vendas desde 1990. Dos mercados asiáticos, vale a pena destacar o desempenho da China: as vendas de veículos leves aumentaram em 33,3% de 2009 (12.944.000 unidades de veículos leves) para 2010 (17.255.000 unidades). O desempenho do continente – aumento de 24% entre 2009 e 2010 – se deve, muito particularmente, ao desempenho extraordinário da China.

As vendas na China garantiram uma situação confortável para diversas montadoras durante a crise dos anos 2008 e 2009; além disso, para várias montadoras globais, o mercado chinês se transformou em seu maior mercado e, para outras, o seu maior mercado não doméstico (AUTOMOTIVE WORLD, 2011). Também na Índia houve forte crescimento entre 2009 e 2010; as vendas de veículos leves subiram 32,1% e chegaram a 2.661.000 unidades. Embora a Índia tenha população semelhante à da China, as vendas de automóveis não crescem tão rapidamente. A primeira causa para isso é econômica: a Índia possui uma economia cerca de 60% menor do que a chinesa. A segunda causa é cultural: grande parte da população indiana prefere os veículos de transporte pessoal com 2 ou 3 rodas.

Tabela 1 – Vendas de Automóveis no Mundo
(em milhares de unidades) - Período 1990 a 2011 (projetado)

Região / País	Anos										2011	2011
	1990	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2011		
Europa Ocidental	13.247	14.880	14.678	14.798	14.823	13.586	13.665	12.973	12.819	Percentual na região	Percentual mundo	
Alemanha	3.041	3.379	3.342	3.468	3.148	3.090	3.807	2.916	3.200	25,0%	5,1%	
Áustria	289	309	308	309	298	294	319	329	350	2,7%	0,6%	
Bélgica	474	515	480	526	525	536	476	547	547	4,3%	0,9%	
Dinamarca	81	113	148	157	163	151	113	154	166	1,3%	0,3%	
Espanha	1.019	1.465	1.649	1.635	1.615	1.161	953	982	871	6,8%	1,4%	
Finlândia	139	135	148	146	126	140	91	112	129	1,0%	0,2%	
França	2.309	2.134	2.068	2.001	2.065	2.050	2.269	2.213	2.046	16,0%	3,3%	
Grécia	115	290	270	268	280	267	221	142	96	0,7%	0,2%	
Holanda	503	598	465	484	506	500	387	483	575	4,5%	0,9%	
Irlanda	81	231	172	179	186	152	58	88	90	0,7%	0,1%	
Itália	2.307	2.437	2.266	2.357	2.515	2.175	2.171	1.973	1.800	14,0%	2,9%	
Luxemburgo	38	42	49	51	51	52	47	50	49	0,4%	0,1%	
Noruega	62	97	110	109	129	111	99	128	138	1,1%	0,2%	
Portugal	213	290	207	195	202	213	161	224	159	1,2%	0,3%	
Reino Unido	2.009	2.222	2.440	2.345	2.404	2.132	1.995	2.031	1.965	15,3%	3,1%	
Suécia	230	291	274	283	307	254	213	290	316	2,5%	0,5%	
Suíça	324	317	265	270	285	289	266	294	305	2,4%	0,5%	
Outros	14	16	18	19	20	20	19	20	20	0,2%	0,0%	
Europa Oriental	2.183	2.131	2.946	3.487	4.412	4.801	2.664	3.026	3.547	Percentual na região	Percentual mundo	
Bulgária	30	10	26	33	42	45	23	16	21	0,5%	0,0%	
Eslováquia	0	55	57	59	60	70	75	64	73	2,1%	0,1%	
Eslovênia	0	63	61	59	69	72	58	61	64	1,8%	0,1%	
Hungria	141	134	201	182	172	153	60	43	60	1,7%	0,1%	
Países Bálticos	0	23	47	65	85	67	23	25	33	0,9%	0,1%	
Polónia	247	479	236	239	293	320	320	334	285	8,0%	0,5%	
República Tcheca	0	149	127	124	133	144	162	169	180	5,1%	0,3%	
Romênia	59	66	216	256	316	271	130	110	127	3,6%	0,2%	
Rússia	0	945	1.470	1.817	2.373	2.681	1.352	1.769	2.194	61,9%	3,5%	
Ucrânia	0	62	265	371	536	623	162	163	213	6,0%	0,3%	
Outros	1.706	145	240	282	333	355	299	272	297	8,4%	0,5%	
Nafta	15.440	19.862	19.388	19.305	18.816	15.944	12.551	13.861	15.469	Percentual na região	Percentual mundo	
Canadá	1.291	1.528	1.571	1.603	1.712	1.710	1.487	1.587	1.650	10,7%	2,6%	
EUA	13.617	17.482	16.688	16.565	16.007	13.210	10.309	11.454	12.900	83,4%	20,7%	
México	532	852	1.129	1.137	1.097	1.024	755	820	919	5,9%	1,5%	
Ásia Pacífico / Oriente Médio	7.927	9.552	14.888	15.984	17.448	18.254	21.898	25.631	25.534	Percentual na região	Percentual mundo	
Austrália	463	554	609	598	637	597	541	592	571	2,2%	0,9%	
China	65	613	3.738	4.656	5.842	6.224	10.241	12.422	13.023	51,0%	20,9%	
Coreia do Sul	626	1.062	943	974	1.040	1.020	1.236	1.309	1.324	5,2%	2,1%	
Filipinas	34	29	36	38	41	44	46	60	65	0,3%	0,1%	
Índia	216	709	1.159	1.346	1.502	1.535	1.803	2.364	2.318	9,1%	3,7%	
Indonésia	56	47	82	54	72	112	65	107	142	0,6%	0,2%	
Japão	5.103	4.260	4.748	4.642	4.396	4.222	3.918	4.207	3.100	12,1%	5,0%	
Malásia	116	297	411	374	443	497	484	537	538	2,1%	0,9%	
Nova Zelândia	74	58	78	77	77	73	54	62	65	0,3%	0,1%	
Tailândia	66	83	172	182	162	220	224	321	433	1,7%	0,7%	
Taiwan	355	312	378	270	238	168	228	244	282	1,1%	0,5%	
Turquia	214	344	383	376	334	306	370	510	550	2,2%	0,9%	
Outros	539	1.184	2.151	2.397	2.664	3.236	2.688	2.896	3.123	12,2%	5,0%	
América Latina	874	1.925	2.322	2.652	3.339	3.464	3.523	3.901	4.006	Percentual na região	Percentual mundo	
Argentina	77	234	286	335	427	455	402	520	596	14,9%	1,0%	
Brasil	533	1.188	1.365	1.559	1.998	2.231	2.531	2.682	2.635	65,8%	4,2%	
Venezuela	21	100	137	198	295	145	67	69	65	1,6%	0,1%	
Outros	243	403	534	560	619	633	523	630	710	17,7%	1,1%	
África	355	647	920	1.046	1.133	1.031	924	1.031	1.066	Percentual na região	Percentual mundo	
		82%	42%	14%	8%	-9%	-10%	12%	3%	na	1,7%	
Mundo	40.026	48.997	55.142	57.272	59.971	57.080	55.225	60.423	62.441			
		22%	13%	4%	5%	-5%	-3%	9%	3%			

Fonte: AUTOMOTIVE WORLD (2011). Elaborado pelo autor.

Tabela 2 – Vendas de Automóveis e Comerciais Leves no Mundo
(em milhares de unidades) – Período 1990 a 2011 (projetado)

Região / País	Anos										2011	2011
	1990	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011			
Europa Ocidental	13.331	16.658	16.508	16.724	16.863	15.392	14.957	14.416	14.375	Percentual	Percentual	
		25,0%	-0,9%	1,3%	0,8%	-8,7%	-2,8%	-3,6%	-0,3%	na região	mundo	
Alemanha	3.484	3.580	3.517	3.665	3.370	3.313	3.977	3.113	3.425	23,8%	4,6%	
Áustria	302	338	338	340	332	327	346	358	382	2,7%	0,5%	
Bélgica	391	570	542	586	593	603	530	602	609	4,2%	0,8%	
Dinamarca	161	144	203	220	219	184	128	170	188	1,3%	0,3%	
Espanha	999	1.673	1.914	1.907	1.890	1.326	1.060	1.098	995	6,9%	1,3%	
Finlândia	87	148	162	161	143	155	99	123	141	1,0%	0,2%	
França	2.242	2.548	2.487	2.440	2.526	2.509	2.641	2.628	2.454	17,1%	3,3%	
Grécia	138	313	293	291	304	289	235	152	102	0,7%	0,1%	
Holanda	498	694	531	549	586	585	438	532	636	4,4%	0,9%	
Irlanda	100	272	208	219	230	181	67	99	101	0,7%	0,1%	
Itália	1.882	2.647	2.454	2.563	2.736	2.384	2.336	2.139	1.972	13,7%	2,7%	
Luxemburgo	30	45	52	54	55	56	50	53	53	0,4%	0,1%	
Noruega	122	126	145	152	175	146	122	157	171	1,2%	0,2%	
Portugal	268	411	273	259	270	269	200	269	202	1,4%	0,3%	
Reino Unido	2.140	2.461	2.763	2.672	2.742	2.421	2.181	2.254	2.225	15,5%	3,0%	
Suécia	180	322	309	322	351	293	241	328	361	2,5%	0,5%	
Suiça	287	342	287	293	310	315	290	321	335,0	2,3%	0,5%	
Outros	20	24	30	31	31	36	16	20	23	0,2%	0,0%	
Europa Oriental	1.844	2.500	3.348	4.001	5.003	5.337	2.949	3.314	3.847	Percentual	Percentual	
		35,6%	33,9%	19,5%	25,0%	6,7%	-44,7%	12,4%	16,1%	na região	mundo	
Bulgária	18	13	34	43	52	56	26	19	23	0,5%	0,0%	
Eslováquia	27	60	71	79	83	97	90	71	77	2,0%	0,1%	
Eslovênia	65	69	68	65	75	79	62	66	68	1,8%	0,1%	
Hungria	81	160	220	203	194	175	70	53	64	1,7%	0,1%	
Países Bálticos	29	27	54	75	97	75	25	28	44	1,1%	0,1%	
Polónia	296	512	271	279	348	379	362	374	353	9,2%	0,5%	
República Tcheca	128	163	166	173	195	204	181	181	188	4,9%	0,3%	
Romênia	105	80	250	288	351	310	145	116	111	2,9%	0,1%	
Rússia	900	1.107	1.633	2.049	2.649	2.897	1.466	1.911	2.361	61,4%	3,2%	
Ucrânia	91	121	296	413	577	662	175	175	213	5,5%	0,3%	
Outros	104	188	285	334	382	403	347	320	345	9,0%	0,5%	
Nafta	16.139	19.862	19.388	19.305	18.816	15.944	12.551	13.861	15.737	Percentual	Percentual	
		23,1%	-2,4%	-0,4%	-2,5%	-15,3%	-21,3%	10,4%	13,5%	na região	mundo	
Canadá	1.151	1.528	1.571	1.603	1.712	1.710	1.487	1.587	1.650	10,5%	2,2%	
EUA	14.805	17.482	16.688	16.565	16.007	13.210	10.309	11.454	13.168	83,7%	17,7%	
México	183	852	1.129	1.137	1.097	1.024	755	820	919	5,8%	1,2%	
Ásia Pacífico / Oriente Médio	13.317	13.617	19.281	20.682	22.318	23.291	27.104	33.623	33.634	Percentual	Percentual	
		2,3%	41,6%	7,3%	7,9%	4,4%	16,4%	24,1%	0,0%	na região	mundo	
Austrália	625	767	952	929	1.011	975	908	1.006	981	2,9%	1,3%	
China	982	1.543	4.972	6.548	7.877	8.581	12.944	17.255	17.834	53,0%	24,0%	
Coreia do Sul	1.478	1.357	1.124	1.155	1.216	1.172	1.412	1.509	1.538	4,6%	2,1%	
Filipinas	124	81	95	98	116	122	130	169	179	0,5%	0,2%	
Índia	513	767	1.188	1.436	1.670	1.706	2.014	2.661	2.559	7,6%	3,4%	
Indonésia	317	262	469	279	379	519	425	660	794	2,4%	1,1%	
Japão	6.670	5.869	5.637	5.513	5.162	4.915	4.503	4.836	3.599	10,7%	4,9%	
Malásia	275	334	533	472	471	529	519	588	672	2,0%	0,9%	
Nova Zelândia	77	71	99	96	99	93	67	78	84	0,2%	0,1%	
Tailândia	540	255	677	659	608	597	532	776	969	2,9%	1,3%	
Taiwan	548	420	503	357	319	222	288	319	373	1,1%	0,5%	
Turquia	230	467	622	618	595	494	557	761	813	2,4%	1,1%	
Outros	938	1.424	2.410	2.522	2.795	3.366	2.805	3.005	3.239	9,6%	4,4%	
América Latina	2.730	2.410	2.924	3.383	4.253	4.427	4.425	5.010	5.241	Percentual	Percentual	
		-12%	21%	16%	26%	4%	0%	13%	5%	na região	mundo	
Argentina	315	311	356	418	529	569	490	638	735	14,0%	1,0%	
Brasil	1.651	1.394	1.620	1.842	2.375	2.710	3.074	3.358	3.403	64,9%	4,6%	
Venezuela	82	138	205	312	453	239	108	107	100	1,9%	0,1%	
Outros	682	567	743	811	896	909	753	907	1.003	19,1%	1,4%	
África	778	858	1.226	1.392	1.450	1.393	1.227	1.317	1.362	Percentual	Percentual	
		10%	43%	14%	4%	-4%	-12%	7%	3%	na região	mundo	
												1,8%
Mundo	48.139	55.905	62.675	65.487	68.703	65.784	63.213	71.541	74.196			

Fonte: AUTOMOTIVE WORLD (2011). Elaborado pelo autor.

O Brasil ficou como o 4º. maior mercado internacional de vendas de veículos leves em 2010, com 3.358.000 unidades vendidas (AUTOMOTIVE WORLD, 2011; BMI, 2011a), crescimento de 13,4% sobre 2009. Uma queda de 22% no mercado alemão e um crescimento sustentado por quatro anos consecutivos fez do Brasil um “*player*” importante na indústria automobilística mundial; com a retomada das vendas na Alemanha em 10%, o Brasil voltou a figurar em 5º. lugar no ranking em 2011, mas em uma posição projetada muito próxima da alemã, 3.403.000 unidades vendidas no Brasil contra 3.425.000 unidades vendidas na Alemanha.

A publicação Brazil Autos Report Q2 2011 (BMI, 2011a) estima que o mercado brasileiro de veículos e veículos leves continuará crescendo, com uma taxa média anual de 7,5% entre 2011 e 2015, chegando a uma produção estimada de 5 milhões de unidades ao final de 2015, o que representaria um crescimento de 44% sobre o desempenho de 2010. O crescimento anual das vendas de veículos leves no Brasil tem sido o maior do mundo, à exceção da China.

Tabela 3 – Vendas de Automóveis e Veículos Leves por Região (em milhares de unidades) – Período 1990 a 2011 (projetado)

Região / País	Anos									Percentual mundo 2011
	1990	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	
Europa Ocidental	13.331	16.658 25%	16.508 -1%	16.724 1%	16.863 1%	15.392 -9%	14.957 -3%	14.416 -4%	14.375 0%	19,4%
Europa Oriental	1.844	2.500 36%	3.348 34%	4.001 20%	5.003 25%	5.337 7%	2.949 -45%	3.314 12%	3.847 16%	5,2%
Nafta	16.139	19.862 23%	19.388 -2%	19.305 0%	18.816 -3%	15.944 -15%	12.551 -21%	13.861 10%	15.737 14%	21,2%
Ásia Pacífico / Oriente Médio	13.317	13.617 2%	19.281 42%	20.682 7%	22.318 8%	23.291 4%	27.104 16%	33.623 24%	33.634 0%	45,3%
América Latina	2.730	2.410 -12%	2.924 21%	3.383 16%	4.253 26%	4.427 4%	4.425 0%	5.010 13%	5.241 5%	7,1%
África	778	858 10%	1.226 43%	1.392 14%	1.450 4%	1.393 -4%	1.227 -12%	1.317 7%	1.362 3%	1,8%
Mundo	48.139	55.905 16%	62.675 12%	65.487 4%	68.703 5%	65.784 -4%	63.213 -4%	71.541 13%	74.196 4%	
		16%	30%	36%	43%	37%	31%	49%	54%	

Fonte: AUTOMOTIVE WORLD (2011). Elaborado pelo autor.

O Brasil teve crescimento superior ao da China nos anos de 2007 e 2008 (28,9% contra 20,3% em 2007; 14,1% contra 8,9% em 2008), enquanto a China cresceu mais em 2006 (31,7% contra 13,7%), 2009 (50,8% contra 13,4%) e 2010 (33,3% contra 9,2%). O Brasil já ultrapassou concorrentes tradicionais nessa indústria, como Alemanha, França, Itália e Reino Unido e, segundo o relatório Brazil Autos Report Q4 2011 (BMI, 2011b), as montadoras

globais estão com planos de aumentarem seus investimentos no Brasil, atraídas pelo potencial cenário de crescimento de 6,4% ano sobre ano (*year-on-year*), o que tornaria o Brasil o 3º. maior mercado mundial ao final de 2016, com uma expectativa de vendas de 5,65 milhões de unidades. A China e o Japão são os grandes responsáveis pelo domínio asiático do mercado de veículos leves, com 45,3% de todas as unidades que se vendem no mundo (AUTOMOTIVE WORLD, 2011). A Tabela 3 demonstra essas participações por região.

O Nafta (EUA, Canadá e México) participa com 21,2% do mercado, seguido de perto pela Europa Ocidental, com 19,4%. Na Europa, quatro países dominam o mercado: Alemanha, França, Reino Unido e Itália. Na América Latina, que participa com 7,1% do mercado mundial, o Brasil responde por quase 65% desse total regional. No mundo, as vendas são dominadas por poucos países. Cinco países dominam 55,6% das vendas mundiais; dez deles dominam praticamente 70% de todo o mercado. A Tabela 4 apresenta esses dados.

Tabela 4 – Vendas de Automóveis e Veículos Leves dos 10 principais países (em milhares de unidades) – Período 1990 a 2011 (projetado)

Região / País	Anos									Percentual mundo 2011
	1990	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	
Alemanha	3484	3580 2,8%	3517 -1,8%	3665 4,2%	3370 -8,0%	3313 -1,7%	3977 20,0%	3113 -21,7%	3425 10,0%	4,6%
França	2.242	2.548 14%	2.487 -2%	2.440 -2%	2.526 4%	2.509 -1%	2.641 5%	2.628 0%	2.454 -7%	3,3%
Itália	1.882	2.647 41%	2.454 -7%	2.563 4%	2.736 7%	2.384 -13%	2.336 -2%	2.139 -8%	1.972 -8%	2,7%
Reino Unido	2.140	2.461 15%	2.763 12%	2.672 -3%	2.742 3%	2.421 -12%	2.181 -10%	2.254 3%	2.225 -1%	3,0%
Rússia	900	1.107 23%	1.633 48%	2.049 25%	2.649 29%	2.897 9%	1.466 -49%	1.911 30%	2.361 24%	3,2%
EUA	14.805	17.482 18%	16.688 -5%	16.565 -1%	16.007 -3%	13.210 -17%	10.309 -22%	11.454 11%	13.168 15%	17,7%
China	982	1.543 57%	4.972 222%	6.548 32%	7.877 20%	8.581 9%	12.944 51%	17.255 33%	17.834 3%	24,0%
Índia	513	767 50%	1.188 55%	1.436 21%	1.670 16%	1.706 2%	2.014 18%	2.661 32%	2.559 -4%	3,4%
Japão	6.670	5.869 -12%	5.637 -4%	5.513 -2%	5.162 -6%	4.915 -5%	4.503 -8%	4.836 7%	3.599 -26%	4,9%
Brasil	1.651	1.394 -16%	1.620 16%	1.842 14%	2.375 29%	2.710 14%	3.074 13%	3.358 9%	3.403 1%	4,6%
Total Top - 10	35.269	39.398 11,7%	42.959 9,0%	45.293 5,4%	47.114 4,0%	44.646 -5,2%	45.445 1,8%	51.609 13,6%	53.000 2,7%	
Participação dos Top10 no Total Mundial de Vendas	73,3%	70,5%	68,5%	69,2%	68,6%	67,9%	71,9%	72,1%	71,4%	

Fonte: AUTOMOTIVE WORLD (2011). Elaborado pelo autor.

Além disso, há que se notar o tamanho de cada mercado em vendas de automóveis e comerciais leves. Adotando a China como a referência mundial (base 100), percebe-se que os EUA, segundo maior mercado mundial, possuem 99,1% do tamanho do mercado chinês e, assim sucessivamente. O Brasil é o quinto colocado, com 20,2% do tamanho do mercado chinês ou, por outro ângulo de análise, pode-se dizer que o mercado chinês é 4,94 vezes maior que o brasileiro. O mercado chinês é tão robusto que chega a ser maior que a soma dos mercados de Brasil, Índia, França, Rússia, Reino Unido e Itália juntos. Isso significa que qualquer decisão estratégica das montadoras em prover outros meios de automobildade em nível mundial, implica, necessariamente, em avaliar os impactos no mercado chinês.

Os gráficos 2 e 3 mostram essas participações de mercado dos países em relação ao mercado chinês. O Gráfico 4 mostra os volumes de emplacamentos mensais de veículos novos em todo o mundo. Em 2009, foram emplacados 49.141.600 veículos em todo o mundo; em 2010, foram 54.984.900 (crescimento de 11,9%) e, em 2011, foram 56.896.300 (crescimento de 3,5%). A melhoria das vendas em 2010 é muito evidente, retomando perdas dos anos de 2008 e 2009.

Gráfico 2 – Tamanho de cada mercado de automóveis e veículos leves entre os Top – 10 mundiais em relação à China no ano de 2011 (China como referência: 100%).

Fonte: AUTOMOTIVE WORLD (2011). Elaborado pelo autor.

Gráfico 3 – Número de vezes que o mercado chinês é maior que o dos demais países entre os Top – 10 (China como referência: 1,00).

Fonte: AUTOMOTIVE WORLD (2011). Elaborado pelo autor.

Gráfico 4 – Emplacamentos Mundiais de Veículos Novos – Período Janeiro de 2009 a Novembro de 2011.

Fonte: AUTOMOTIVE WORLD (2011). Elaborado pelo autor.

Nos primeiros cinco meses de 2011, houve aumento da demanda global de automóveis (AUTOMOTIVE WORLD, 2011). Na União Europeia as vendas ficaram próximas dos níveis do ano de 2010, enquanto nos EUA houve crescimento de 13%. As vendas no Japão se retraíram 30%, queda esta motivada por duas questões principais: o fim de um conjunto de incentivos e o desastre natural que acometeu a costa leste do país, resultando em fechamento de fábricas, interrupção de montagem de automóveis e mudança das prioridades da população (foco em bens de subsistência).

A China mostrou aumento de 5,8% nas vendas internas (incluindo-se as importações), mas juntamente com a Índia, percebeu-se uma diminuição no ritmo de crescimento. Na Índia, em especial, houve queda acentuada em junho de 2011, motivada por aumento nas taxas de juros no país, aumento no preço dos combustíveis e outros aumentos no custo de vida (AUTOMOTIVE WORLD, 2011). O crescimento que mais chamou a atenção nos primeiros cinco meses de 2011 foi o da Rússia. Vendeu-se um total de 989.013 carros e comerciais leves, um aumento de 60% sobre o mesmo período de 2010.

Apesar de se esperar uma taxa de crescimento moderada ao longo do ano de 2011, segundo a Automotive World (2011), o que se prevê é um significativo aumento de quase 24%, seguido de um crescimento de 9% para o ano de 2012. Os motivos para tais desempenhos, segundo a mesma publicação, seriam

- a) a continuidade do crescimento econômico mundial,
- b) melhores condições de crédito e
- c) o aumento nas produções locais de automóveis.

Nos próximos anos, ainda segundo a Automotive World (2011), espera-se crescimento de dois dígitos, basicamente reflexo de aumento da renda da população, melhoria das condições de crédito, renovação das frotas rodantes, restrições a veículos usados e normas de segurança e de restrições a emissões mais apertadas. O comportamento das montadoras em 2010 quanto às vendas de automóveis e comerciais leves pode ser identificado no Gráfico 5. Percebe-se a grande diversidade de montadoras. A Volkswagen manteve seu primeiro posto em vendas mundiais, com 18,6% a mais do que a sua concorrente mais próxima, a General Motors,

22,9% a mais do que a Toyota e 36,8% a mais do que a Renault (AUTOMOTIVE WORLD, 2011).

Gráfico 5 – Vendas de Automóveis e Comerciais Leves por Montadora ou Grupo (Dados de 2010).

Fonte: AUTOMOTIVE WORLD (2011). Adaptado pelo autor.

Quanto às estratégias de produção mundial (AUTOMOTIVE WORLD, 2011), ficam claras algumas situações ao se verificar as regiões de produção das montadoras. A Tabela 5 detalha esses dados.

Tabela 5 – Produção das 11 Maiores Montadoras Globais por Região – Automóveis e Veículos Leves (Dados de 2010)

Montadora	Participação na Produção Mundial	Acumulado	África	América do Sul	Ásia	Europa Ocidental	Europa Oriental	Nafta	Oriente Médio
VW	12,5%	12,5%	1,6%	13,4%	25,8%	41,6%	11,5%	5,9%	0,2%
Toyota	11,4%	23,9%	0,9%	1,0%	70,1%	4,3%	1,4%	21,0%	1,2%
GM	9,1%	33,0%	0,1%	13,5%	6,0%	18,4%	11,0%	51,0%	0,0%
Hyundai	9,1%	42,0%	0,0%	0,1%	80,7%	0,0%	9,5%	8,2%	1,5%
Ford	7,5%	49,5%	0,3%	6,6%	10,4%	26,0%	3,8%	52,8%	0,0%
Nissan	5,8%	55,3%	0,1%	0,3%	57,6%	12,1%	0,7%	29,1%	0,0%
Honda	5,8%	61,0%	0,0%	3,8%	54,6%	4,0%	0,0%	37,0%	0,6%
PSA	5,0%	66,0%	0,1%	8,2%	13,1%	49,6%	14,2%	0,0%	14,7%
Renault	4,0%	70,0%	1,7%	11,1%	11,6%	33,6%	27,4%	0,0%	14,6%
Suzuki	4,0%	74,1%	0,0%	0,0%	94,2%	0,0%	5,8%	0,1%	0,0%
Fiat	3,1%	77,2%	0,0%	35,3%	1,2%	29,9%	24,0%	0,0%	9,6%

Fonte: AUTOMOTIVE WORLD (2011). Elaborado pelo autor.

a) A Volkswagen concentra sua produção na Europa Ocidental, principalmente na Alemanha, com 41,6%; a produção na Ásia responde por 25,8% e na América do Sul, ficam 13,4%. A produção nos países que compõem o Nafta é pequena, apenas 5,9%;

b) A Fiat, a outra grande montadora europeia, tem na América do Sul e, em especial, no Brasil, uma produção equivalente a 35,3% do total mundial;

c) A Renault e a Peugeot Citroën apresentam posturas semelhantes: a maior parte da produção é na Europa Ocidental (33,6% e 49,6%, respectivamente), seguindo a segunda maior produção da Renault na Europa Oriental, com 27,4% e a Peugeot Citroën com 14,7% no Oriente Médio. A América do Sul é a quinta no ranking de produção de ambas as montadoras francesas, com 11,1% e 8,2%, respectivamente. Nenhuma das duas produz automóveis na região do Nafta;

d) A General Motors e a Ford privilegiam a maior parte de sua produção no Nafta: 51,0% da produção da GM e 52,8% da produção da Ford. Enquanto a GM adota a América do Sul como seu terceiro local de maior produção, com 13,5%, a Ford reserva o quarto posto para a América Latina, com apenas 6,6%;

e) A Toyota está presente na Ásia com produção equivalente a 70,1% do total, enquanto a Honda fica com 54,6% de sua produção na Ásia. Entretanto, enquanto a América Latina responde por 3,8% da produção da Honda e ocupa o quarto lugar do total, para a Toyota é destinado apenas 1,0% de sua produção à América Latina, a última opção de produção da

montadora japonesa; ambas têm na região do Nafta sua segunda maior produção relativa (37,0% para a Honda e 21,0% para a Toyota) e

f) A Hyundai é a montadora que mais concentra sua produção: 80,7% na Ásia, enquanto a japonesa Nissan tem 57,6% de sua produção também na Ásia, mas se arrisca fortemente com presença de 29,1% na região do Nafta.

Comprova-se claramente que as grandes montadoras mantêm suas principais bases produtivas em suas regiões de origem, a menos da Fiat, a única das Top – 11 a se arriscar na América do Sul como sua primeira opção de mercado. As montadoras francesas, apesar de estarem primeiramente concentradas em suas regiões de origem, diversificam mais as suas plantas produtivas; entretanto, não se arriscam em território do Nafta. Surpreende a opção das montadoras francesas por operações produtivas no Oriente Médio; já as japonesas não se arriscam em produzir tanto na Europa Oriental. Constata-se ainda a pequena importância dada pelas montadoras japonesas para o mercado sul-americano.

Gráfico 6 – Produção Mundial de Automóveis e Veículos Leves por Região em 2010.

Fonte: AUTOMOTIVE WORLD (2011). Elaborado pelo autor.

Poder-se-ia afirmar que as grandes montadoras preferem concentrar as suas produções mais perto dos mercados compradores de seus produtos. A participação de cada região na produção mundial de automóveis está apresentada no Gráfico 6.

3.1.2 A Indústria Automobilística e o Mercado Brasileiro

As grandes montadoras globais estão presentes no Brasil, algumas cuja presença remonta a várias décadas. As *incumbents* Fiat, Ford, General Motors e Volkswagen dominam o mercado brasileiro, mas vêm sofrendo perdas, nos últimos dois anos, para as montadoras francesas e coreanas. As montadoras francesas cresceram 0,9 pontos percentuais (p. p.) de 2010 para 2011 e a montadora coreana Hyundai cresceu 0,6 p. p. Enquanto isso, as 4 *incumbents* decresceram 3,3 pontos percentuais em um ano. Suas participações anuais nas vendas no Brasil podem ser verificadas na Tabela 6.

Tabela 6 – Produção e Percentuais de Participação das Principais Montadoras Instaladas no Brasil (Períodos Comparativos Janeiro a Agosto de 2010 e 2011)

	Montadora	Jan-Ago 2010			Jan-Ago 2011		
		Produção em Unidades	Percentual de Participação	Percentual Acumulado	Produção em Unidades	Percentual de Participação	Percentual Acumulado
Anfavea	Fiat	387.826	23,6%	23,6%	394.953	22,8%	22,8%
Anfavea	Volkswagen	376.545	22,9%	46,4%	389.756	22,5%	45,3%
Anfavea	General Motors	348.898	21,2%	67,6%	343.932	19,9%	65,2%
Anfavea	Ford	166.686	10,1%	77,8%	162.556	9,4%	74,5%
Anfavea	Peugeot Citröen	102.371	6,2%	84,0%	110.315	6,4%	80,9%
Anfavea	Renault	90.222	5,5%	89,5%	107.416	6,2%	87,1%
Anfavea	Honda	67.704	4,1%	93,6%	56.238	3,2%	90,3%
Anfavea	Hyundai	27.213	1,7%	95,2%	40.446	2,3%	92,7%
Anfavea	Toyota	35.609	2,2%	97,4%	32.464	1,9%	94,6%
Anfavea	Nissan	14.880	0,9%	98,3%	28.578	1,6%	96,2%
Anfavea	Mercedes-Benz	4.189	0,3%	98,5%	5.542	0,3%	96,5%
Anfavea	Mitsubishi	41	0,0%	98,5%	56	0,0%	96,5%
			98,5%			96,5%	
Não Anfavea	Outras Empresas	23.929	1,5%	100,0%	60.108	3,5%	100,0%
	Total Mercado	1.646.113	100,0%		1.732.360	100,0%	
Anfavea	Incumbents_Big 4	1.279.955	77,8%		1.291.197	74,5%	
Anfavea	Francesas	192.593	11,7%		217.731	12,6%	
Anfavea	Japonesas	118.193	7,2%		117.280	6,8%	
Anfavea	Coreana	27.213	1,7%		40.446	2,3%	
Anfavea	Outras Empresas	4.230	0,3%		5.598	0,3%	
Não Anfavea	Outras Empresas	23.929	1,5%		60.108	3,5%	
	Total Mercado	1.646.113			1.732.360		
Incumbents_Big 4		1.279.955	77,8%	77,8%	1.291.197	74,5%	74,5%
Entrantes		337.999	20,5%	98,3%	375.457	21,7%	96,2%

Fonte: ANFAVEA (2011). Elaborado pelo autor.

O Gráfico 7 apresenta esses dados e o Gráfico 8 apresenta os percentuais de participação nos oito primeiros meses de 2010 e de 2011 das principais montadoras presentes no Brasil. Mesmo com participação expressiva no Brasil e com o país assumindo posição destacada como o quarto mercado mundial para automóveis e comerciais leves, o mercado brasileiro

ainda não é robusto o suficiente para que as grandes montadoras definam papel mais estratégico às suas subsidiárias.

Gráfico 7 – Participação dos Grupos de Montadoras (Incumbents e por País de Origem) no Mercado Brasileiro – Janeiro a Agosto de 2010 e 2011.

Fonte: ANFAVEA (2011). Elaborado pelo autor.

Gráfico 8 – Participação das Montadoras no Mercado Brasileiro (Janeiro a Agosto de 2010 e 2011).

Fonte: ANFAVEA (2011). Elaborado pelo autor.

Percebe-se claramente, ao se analisar o Gráfico 9, a grande distância entre o que se vende no mundo e o que se vende no Brasil. Isso demonstra a enorme capacidade de o Brasil ainda poder vir a ser um mercado mais forte para as grandes montadoras globais.

Gráfico 9 – Vendas Mundiais das Maiores Montadoras no Mundo e no Brasil (Janeiro a Agosto de 2010).

Fonte: ANFAVEA (2011). Elaborado pelo autor.

Mesmo as grandes montadoras globais que estão presentes no Brasil há várias décadas (“*incumbents*”), mantêm suas operações locais como barreiras de entrada e para não oferecer facilidade para novos entrantes. O Gráfico 10 permite outro tipo de análise: as *incumbents* são as que possuem maior cota de participação do Brasil em suas vendas totais mundiais. Enquanto Volkswagen, General Motors e Ford oscilam entre 3,0% e 4,2% de participação do mercado brasileiro em suas vendas totais, a Fiat busca no mercado brasileiro o seu maior mercado fora da Itália, com 10,6% de suas vendas aqui. A Fiat obtém 50% de seu lucro operacional a partir de sua subsidiária no Brasil (THE ECONOMIST, 2009). As montadoras asiáticas não vêem o mercado brasileiro com tanta importância, tanto que foram as últimas a aderirem à tecnologia *flex – fuel*.

Outra forma de se avaliar o mercado internacional de automóveis pode ser feita ao se verificar como tem se comportado a demanda no mundo e no Brasil. Em 20 anos, a demanda mundial aumentou em 1,5 vezes, enquanto no Brasil a demanda aumentou em 5 vezes (Tabela 7). Isso

pode ser imputado ao fato de que, nos países desenvolvidos, haja uma relação de automóveis por habitante mais alta, enquanto no Brasil essa relação sempre foi baixa e vem sendo recomposta para patamares mais condizentes com a situação de desenvolvimento em que se encontra o país.

Gráfico 10 – Percentual de Participação nas Vendas Mundiais das Maiores Montadoras no Mundo e no Brasil (Janeiro a Agosto de 2010).

Fonte: ANFAVEA (2011). Elaborado pelo autor.

Segundo relatório da Deloitte (2009), em 2008 havia no Reino Unido 511 automóveis para cada 1000 habitantes, na Alemanha 499 para cada 1000, no Japão 490 para cada 1000 e nos EUA, havia 458 automóveis para cada 1000 habitantes. Na Rússia, essa relação é de 212 por 1000, na China, 22 por 1000 e na Índia, 11 por 1000. No Brasil, essa relação era de 102 para cada 1000 habitantes, ou seja, praticamente 9 em cada 10 brasileiros não possuíam um automóvel. Nos próximos 10 anos, a demanda deverá aumentar significativamente, pois muitos consumidores estarão comprando seu primeiro automóvel e, ademais, com uma noção de valor aumentada.

A Tabela 7 e o Gráfico 11 fornecem várias informações relevantes; a partir de uma base 100 no ano de 1990, a demanda mundial foi a 156,00 após 20 anos, o que significa um aumento

abaixo do crescimento vegetativo dos países desenvolvidos, sinalizando uma depressão nas vendas.

Tabela 7 – Demanda Mundial e Brasileira de Automóveis – 1990 a 2011

	1990	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	5m2011
Mundo	40.027.000	48.996.000	55.142.000	57.274.000	59.974.000	57.080.000	55.223.000	60.419.000	62.443.000
	0%	2,2%	2,5%	3,9%	4,7%	-4,8%	-3,3%	9,4%	3,3%
Evolução em 20 anos								50,9%	
Evolução a partir da Base 100 em 1990	100,00	122,41	137,76	143,09	149,83	142,60	137,96	150,95	156,00
Brasil	533.000	1.188.000	1.365.000	1.559.000	1.998.000	2.231.000	2.531.000	2.682.000	2.635.000
	0%	12,3%	1,5%	1,4%	2,8%	1,2%	1,3%	0,6%	-0,2%
Evolução em 20 anos								403,2%	
Evolução a partir da Base 100 em 1990	100,00	222,89	256,10	292,50	374,86	418,57	474,86	503,19	494,37
Brasil versus Mundo	1,3%	2,4%	2,5%	2,7%	3,3%	3,9%	4,6%	4,4%	4,2%

Fonte: ANFAVEA (2011). Elaborado pelo autor.

Gráfico 11 – Crescimento da Demanda Mundial e Brasileira de Automóveis (1990 a 2011).

Fonte: ANFAVEA (2011). Elaborado pelo autor.

Uma possível explicação para isso seria o fato dos cidadãos de alguns dos principais países desenvolvidos poderem estar optando por outras soluções que não o automóvel, como transporte coletivo público ou bicicletas como fonte de locomoção nos grandes centros urbanos (casos conhecidos das capitais de países do norte europeu, como Copenhague, Amsterdam e Estocolmo). Restará às principais montadoras globais esboçar estratégias de

comercialização mais robustas nos países em desenvolvimento, sobretudo China, Índia, Rússia e Brasil (os BRICs), tidos como a grande esperança da indústria automobilística mundial (THE ECONOMIST, 2009). Nesses países, os consumidores são sempre sensíveis ao preço de venda e aos custos durante a vida útil do automóvel. O Gráfico 11 permite verificar o distanciamento das curvas de demanda mundial e brasileira a partir da mesma base 100 adotada em 1990.

Hoje no Brasil, 12 montadoras (das 49 que vendem seus produtos aqui) oferecem 90 linhas distintas de automóveis com tecnologia *flex – fuel* (KUTAS, 2012); as 10 maiores montadoras em vendas (Volkswagen, GM, Fiat, Ford, Renault, Peugeot Citroën, Honda, Toyota, Nissan e Hyundai) oferecem um total de 342 modelos com tecnologia *flex – fuel* (FOLHA, 2012).

Gráfico 12 – Vendas de Automóveis no Brasil por Tipo de Combustível (Período de 1978 a 2009).

Fonte: ANFAVEA (2011). Adaptado pelo autor.

A taxa de adoção dessa tecnologia foi muito rápida; em 2010, produziu-se no Brasil exatamente 80% de automóveis *flex – fuel* (sendo 86% dessa produção de automóveis e 14% de comerciais leves) e 20% de automóveis movidos exclusivamente a gasolina (sendo 85% dessa produção de automóveis e 15% de comerciais leves), segundo dados da ANFAVEA (2011). Ao longo do período 1975 – 2009, houve um comportamento muito claro da substituição da oferta de tecnologia de motorização no Brasil, como pode ser verificado no Gráfico 12.

3.2 Os Combustíveis e as Formas Alternativas de Motorização

Os combustíveis fósseis podem ser utilizados na forma sólida (carvão), líquida (petróleo) ou gasosa (gás natural). O petróleo, o gás natural e o carvão, juntos, representam 80% de todo o consumo global de energia e, nos níveis com que eram explorados em 2007, havia uma estimativa de que o carvão possuísse reservas para mais 155 anos, o gás natural para mais 65 anos e o petróleo para mais 44 anos (ROTHKOPF, 2007).

Isso significa dizer que em 2050, aproximadamente, a solução para as motorizações poderá ser outra que não a gasolina. As montadoras globais poderão até mesmo manter o atual design dominante – o motor de combustão interna – mas sem operá-lo com gasolina ou diesel, ou mesmo com outros combustíveis fósseis gasosos. Os combustíveis fósseis são considerados não renováveis, pois a sua velocidade de utilização é maior do que a taxa com que conseguem se formar novamente.

Os automóveis movidos a gasolina (ICEVs) têm uma autonomia de reabastecimento em torno de 400 milhas, enquanto os veículos movidos a hidrogênio (FCEVs) possuem uma autonomia 12% menor. Os híbridos elétricos (HEVs) possuem autonomia de 240 milhas, enquanto os elétricos puros (EVs) conseguem rodar até 40 milhas antes de uma nova recarga (SCUDERI, 2010). Enquanto um motorista que rode 15.000 milhas ao ano em um automóvel que consiga rodar 22,5 mpg, a um custo de US\$3 por galão, gastará US\$2.000 ao ano em combustível; o custo do *leasing* de uma bateria para um EV chega a US\$2.057 ao ano, segundo a Scuderi (2010). Os carros maiores são mais seguros do que os pequenos, geralmente a proposta embutida nos híbridos e elétricos; os carros maiores são necessários nos EUA, uma vez que a população americana nunca foi tão grande e pesada como antes (SCUDERI, 2010). Por todas essas razões, os automóveis movidos por combustão interna parecem continuar sendo atrativos para os consumidores.

Na indústria automobilística mundial, muitas alternativas ao modelo clássico do motor a combustão interna têm sido avaliadas; diversos regimes tecnológicos vêm sendo testados por todas as montadoras. No mundo, segundo Sierzechula e Bakker (2012) e Van Den Hoed (2004), existem quatro fontes principais de energia em torno das quais se desenvolvem experiências em motorização:

- (a) combustíveis fósseis;
- (b) biomassa, gerando os biocombustíveis;
- (c) alternativas de combustíveis advindos de energias limpas e sustentáveis, como o hidrogênio e
- (d) soluções de eletrificação nos motores.

O contexto institucional em que se insere a indústria automobilística define um ambiente no qual o motor de combustão interna é o design dominante da indústria e no qual a gasolina (mais o diesel, o LPG e o CNG) – isto é, os derivados de petróleo – representam o design dominante da infraestrutura de combustíveis (VERGRAGT; VAN DEN HOED, 2004).

Nesse contexto institucional existente há mais de cem anos, insere-se o mercado de automóveis que é, portanto, dominado por esta dupla dominante (ICE + combustível de origem fóssil). As demais fontes alternativas concorrem com estes dominantes, querendo penetrar nesse contexto institucional e passar, um deles, a ser dominante também. Portanto, segundo esses autores (SIERZCHULA; BAKKER, 2012; VAN DEN HOED, 2004), outras três fontes de energia disputam com os combustíveis fósseis a oportunidade de, um deles, vir a ser o novo futuro design dominante.

As fontes de energia se referem, na verdade, às formas originais de produção de energia. Nesta pesquisa, considera-se a existência de três fontes primárias distintas de energia:

- a) a de origem fóssil (que engloba carvão, gás natural, petróleo),
- b) a de origem na biomassa (colheitas de cereais e grãos, resíduos agrícolas e madeiras) e
- c) a que se origina de fontes e recursos naturais renováveis (água, rios e marés, ar e vento, sol, térmica).

A OICA (*International Organization of Motor Vehicle Manufacturers*) e o DOE (*Department of Energy*, dos EUA) consideram como sendo sete os combustíveis alternativos que, em princípio, já movem os automóveis, mesmo que ainda não em escala comercial. São elas:

- a) Biodiesel;
- b) Etanol;
- c) Gás Natural Comprimido (em inglês, CNG, *Compressed Natural Gas*);

- d) Gás Liquefeito de Petróleo (em inglês, LPG, *Liquid Petroleum Gas*);
- e) Bateria elétrica;
- f) Híbridos e
- g) Hidrogênio.

Entretanto, a pesquisa realizada identificou mais alguns combustíveis alternativos aos dominantes atuais usados na motorização por combustão interna, a saber, a gasolina e o diesel. Um dos resultados principais da pesquisa foi a constatação de que existem outros 10 combustíveis alternativos que vêm sendo experimentados pelas montadoras globais, em diversas situações e em vários países. São eles:

- 1) Ar comprimido;
- 2) Água;
- 3) Bio Dimetil Éter (Bio – DME; em inglês, Bio Dymethyl Ether) ou simplesmente Dimetil Éter (DME);
- 4) Biometano;
- 5) Bio – óleo;
- 6) Diesel renovável;
- 7) Etanol celulósico;
- 8) Isobutanol;
- 9) Metanol e
- 10) Gás Natural Liquefeito (em inglês, LNG, *Liquid Natural Gas*).

Estas dezessete formas alternativas de motorização (incluindo aquelas em que, tipicamente, apenas o combustível é alternativo, caso do etanol que pode ser aplicado no regime *flex – fuel* ou no híbrido elétrico) e mais os dois combustíveis convencionais foram todas analisadas na pesquisa de campo; a intenção nessa etapa da pesquisa foi verificar os movimentos estratégicos que as montadoras globais estão fazendo – e planejam fazer – em relação:

- a) à adoção de um futuro regime tecnológico distinto do atual (o de combustão interna), especificamente com a utilização da eletricidade ou
- b) à manutenção do atual modelo dominante – a combustão interna – com alternativas aos combustíveis convencionais ou não.

Na verdade, para ser mais preciso, existem apenas duas: as fósseis e as renováveis. Estas últimas diretamente advindas da natureza (recursos naturais como ar, água, vento, sol) ou pela ação do homem (plantações, entendidas aqui como parte da biomassa). Nesse sentido, propõe-se outra interpretação para as fontes de energia que são aplicadas aos automóveis. A Ilustração 4 apresenta um diagrama esquemático.

Todos os combustíveis hoje conhecidos e todas as formas alternativas de motorização advêm de uma dessas duas fontes primárias. Em alguns casos, como na geração de hidrogênio, isso pode se dar de mais de uma maneira, isto é, a partir de mais de uma fonte primária de energia. No caso dos automóveis, há ampla dominância dos combustíveis que se originam de fontes de origem fóssil; são eles que basicamente alimentam os automóveis movidos por motores de combustão interna (ICEVs). Alguns combustíveis alternativos fósseis gasosos e alguns renováveis líquidos ajudam a manter a dominância do ICE mundialmente. As fontes de energia renováveis têm destinação muito específica:

- 1) a produção de biocombustíveis, ainda mantendo a vertical tecnológica dominante “Combustão Interna”;
- 2) a produção de eletricidade para as verticais tecnológicas “Eletrificação” e “Hibridização Eletrificada” e
- 3) o uso de ar e água para a produção de soluções para a vertical tecnológica “Hibridização Não Eletrificada”.

As fontes de energia são transformadas em combustíveis ou outras formas de promoção de motorização automotiva. Há uma ampla gama de produtos neste ponto da cadeia, mas que podem ser agrupadas em sete grupos principais de opções tecnológicas propícias para a motorização automotiva (na Ilustração 13, procurar pela coluna “Combustível ou Formas de Motorização”):

- a) os combustíveis fósseis líquidos (gasolina e diesel), ditos convencionais;
- b) os fósseis gasosos (CNG, LNG e LPG), ditos alternativos;
- c) os renováveis líquidos (etanol, etanol celulósico, biodiesel, isobutanol, bio – DME e diesel sintético ou renovável);
- d) a eletricidade;
- e) o ar comprimido;

- f) a água pressurizada e
- g) o hidrogênio.

Os renováveis líquidos são os biocombustíveis obtidos da biomassa. O hidrogênio pode ser obtido de várias formas, incluindo gás natural e biomassa. Foram identificados sete tipos de automóveis em função dos tipos de motorização:

- a) os movidos com motores de combustão interna (ICEVs),
- b) os elétricos puros (EVs) movidos por baterias elétricas,
- c) os híbridos elétricos (HEVs) movidos de forma híbrida com combustíveis fósseis líquidos e por baterias elétricas,
- d) os híbridos *plug – in* (PHEVs),
- e) os híbridos pneumáticos não eletrificados (HPVs),
- f) os híbridos hidráulicos não eletrificados (HHVs) e, por último,
- g) os híbridos elétricos movidos a hidrogênio (FCEVs).

Estes sete tipos de motorização se resumem a quatro formas de transformação de energia identificadas no setor automotivo: uma – a combustão interna –, é a tecnologia dominante atual em motorização. As outras três formas alternativas são as confrontadoras do atual design dominante. Considera-se o ICE dominante na presença dos convencionais gasolina e diesel, mas também na presença dos alternativos gasosos e dos renováveis líquidos.

As três formas alternativas são: a eletrificação, a hibridização eletrificada (incluindo as células de combustível) e a hibridização não eletrificada. A opção do H₂ abastecendo o ICE e movimentando o ICEV, apesar de existente, não foi percebida nesta pesquisa como relevante, não tendo sido identificadas estratégias tecnológicas em seu entorno.

Ilustração 13 – As Formas de Transformação de Energia Pesquisadas

Essas quatro fontes de energia resultam no que este pesquisador decidiu estabelecer como as quatro “verticais tecnológicas” (ver nota de rodapé 1, no capítulo Introdução) e que se apresentam da seguinte forma:

1) A vertical tecnológica “**Combustão Interna**”: na prática, veículos movidos com motores Otto ou Diesel de combustão interna (ICEVs), seja com

- a) combustíveis fósseis líquidos (os convencionais gasolina e diesel),
- b) combustíveis fósseis gasosos (CNG, LNG e LPG),
- c) combustíveis renováveis líquidos (etanol, etanol celulósico, biodiesel, isobutanol, bio – DME e diesel sintético ou renovável) ou ainda,
- d) com os bi – combustíveis (“*flex – fuel*” como, por exemplo, a dupla gasolina/etanol, bastante difundida no Brasil);

2) A vertical tecnológica “**Eletrificação**”: os veículos elétricos, chamados ainda de elétricos puros (EVs);

3) A vertical tecnológica “**Hibridização Eletrificada**”: os veículos híbridos, ou híbridos elétricos (HEVs), nos quais se incluem os *plug – in* (PHEVs) e os movidos a células – combustível de H₂ (FCEVs) e

4) A vertical tecnológica “**Hibridização Não Eletrificada**”: os veículos ditos híbridos, mas movidos por água ou outros fluidos pressurizados (HHVs) e ar comprimido (HPEVs).

Em relação ao que seja energia renovável, obteve-se um conjunto de onze formas conhecidas (REN21, 2012): biocombustíveis, biomassa, energia azul, energia geotérmica, energia hidráulica, energia hidroelétrica, energia solar, energia maremotriz, energia das ondas, energia das correntes marítimas e energia eólica. Destas, estão sendo efetivamente sendo utilizadas – ou consideradas como opções de energia automotiva – três delas: biocombustíveis, biomassa e energia hidráulica. A energia renovável é a energia que vem de recursos naturais como o sol, o vento, a chuva, as marés e a energia geotérmica, que são recursos que se renovam e que são naturalmente reabastecidos.

Segundo a *Renewable Energy Policy Network for the 21st Century* (REN21, 2010), em 2008, cerca de 19% do consumo mundial de energia veio de fontes renováveis, com 13%

provenientes da tradicional biomassa, que é usada principalmente para aquecimento e 3,2% a partir da hidroeletricidade. Novas energias renováveis (pequenas hidrelétricas, biomassa, eólica, solar, geotérmica e biocombustíveis) representaram outros 2,7% e este percentual está crescendo muito rapidamente. A percentagem das energias renováveis na geração de eletricidade é de cerca de 18%, com 15% da eletricidade global vindo de hidrelétricas e 3% de novas energias renováveis (REN21, 2010).

Biocombustíveis são combustíveis obtidos com a transformação de várias matérias orgânicas existentes e que estejam disponíveis de forma renovável e, segundo Cascone (2007), são produtos agrícolas e florestais, resíduos agrícolas, florestais, industriais e orgânicos, além de algas. Portanto, o etanol brasileiro é um biocombustível obtido de maneira renovável a partir da cana de açúcar. Segundo Börjesson (2009), o etanol pode ser considerado renovável quando for produzido de forma a contribuir para a diminuição do efeito estufa.

Vale lembrar que os objetos primários da pesquisa são as montadoras. Entretanto, todos os movimentos estratégicos realizados por elas em relação a motorização estão totalmente atrelados aos combustíveis que moverão os motores, sejam os de combustão interna, sejam os alternativos, especificamente os híbridos, os elétricos, os hidráulicos e os pneumáticos. Portanto, neste ponto da pesquisa, os objetos se tornam os combustíveis que passarão, a seguir, a serem descritos e posicionados nas fases de Suarez (2004), de acordo com as estratégias tecnológicas reveladas pelos diversos *stakeholders* da indústria automobilística pesquisados. As sub – seções seguintes tratarão de fazer um pequeno detalhamento de cada uma dessas fontes de energia para os motores de combustão interna e alternativos.

Os automóveis movidos com combustíveis fósseis continuam ainda a ser o maior representante da vertical tecnológica dominante, a combustão interna. O etanol, além de ser uma forma alternativa de energia, advém da biomassa e é renovável e pode ser utilizado nos motores de combustão interna; o etanol é um grande representante da vertical tecnológica dominante e, no Brasil, pode-se dizer que forma com o ICE a dominância local a partir de sua modalidade *flex – fuel*.

3.2.1 Os Combustíveis Convencionais Fósseis Líquidos: Gasolina e Diesel

A gasolina é um combustível constituído basicamente por hidrocarbonetos e, em menor quantidade, por produtos oxigenados. Esses hidrocarbonetos são, em geral, mais "leves" do que aqueles que compõem o óleo diesel, pois são formados por moléculas de menor cadeia carbônica (normalmente de 4 a 12 átomos de carbono). Além dos hidrocarbonetos e dos oxigenados, a gasolina também pode conter compostos de enxôfre e compostos de nitrogênio.

O óleo diesel é um derivado da destilação do petróleo bruto usado como combustível nos motores Diesel, constituído basicamente por hidrocarbonetos. O óleo diesel é um composto formado principalmente por átomos de carbono, hidrogênio e em baixas concentrações por enxôfre, nitrogênio e oxigênio. O diesel é selecionado de acordo com suas características de ignição e de escoamento, adequadas ao funcionamento dos motores de ciclo diesel. É um produto pouco inflamável, medianamente tóxico, pouco volátil, límpido, isento de material em suspensão e com odor forte e característico.

Ambos os combustíveis – gasolina e diesel – são chamados de convencionais, pois se estabeleceram como os mais apropriados à queima a altas taxas de compressão no interior da câmara de combustão dos motores. São os componentes mais longevos de um design dominante que já dura mais de 100 anos, o motor de combustão interna (ICE). São os chamados fósseis líquidos convencionais.

3.2.2 Os Combustíveis Alternativos Fósseis Gasosos

3.2.2.1 Gás Liquefeito de Petróleo (LPG)

O gás liquefeito de petróleo (GLP), ou LPG (*Liquid Petroleum Gas*) em inglês, é o nome genérico para os gases comerciais propano (fórmula C_3H_8) e butano (fórmula C_4H_{10}), hidrocarbonetos derivados do petróleo e do gás. O propano é também conhecido como “gás de cozinha” e é derivado do processamento do gás natural e do refino do petróleo (PIKE, 2012). Na Europa, é conhecido como “autogás” e tem sido utilizado em veículos equipados com kits de conversão para o gás ou para o combustível fóssil líquido (gasolina ou diesel), em

geral em pickups. O butano é utilizado pelas empresas para abastecer as empilhadeiras no transporte de mercadorias em áreas internas de armazéns ou para carregamento de cargas secas em caminhões.

Ambos se apresentam no estado líquido em temperaturas ambientes, desde que moderadamente comprimidos; adquirem estado gasoso se tiverem pressão suficientemente reduzida. Essa característica morfológica é a grande vantagem deste tipo de combustível: ser transportado em estado gasoso, podendo aumentar em 250 vezes o seu volume transportado. O GLP pode atuar em motores bi – combustível junto com a gasolina; por meio de um simples relé de mudança sob comando do próprio motorista, pode-se alternar entre gasolina e GLP.

Como o GLP possui alto teor de hidrogênio, ele produz menor quantidade de CO₂ e maior quantidade de água que a gasolina; queima a temperaturas menores que a gasolina, produzindo, portanto, menor quantidade de NO_x. A produção deste tipo de veículo é pequena, mas a possibilidade de adaptações de modelos movidos a gasolina para este combustível é conhecida (DOE, 2012b). Sua grande vantagem sobre as demais formas alternativas de combustível é a maior capacidade de armazenagem, além de ser proporcionalmente mais barato que a gasolina, seu maior concorrente; seu grande ponto fraco é a falta de infraestrutura disponível, pois são poucos os postos de combustível que disponibilizam o produto. Nos últimos anos, vem perdendo mercado no Brasil, pois a relação custo versus benefício vem caindo frente à gasolina e o etanol.

3.2.2.2 Gás Natural Líquido (LNG)

O gás natural líquido (LNG), ou LNG (*Liquid Natural Gas*) em inglês, ou biogás ou ainda biometano (fórmula CH₄) é um gás combustível produzido a partir de biomassa e/ou da fração biodegradável de resíduos, que pode ser purificado até a qualidade do gás natural, para utilização como biocombustível ou gás de madeira; tem alto poder combustível e é resultante da concentração do biogás. Em termos de combustível automotivo, tem comportamento igual ao GNV (Gás Natural Veicular). Automóveis ou veículos de carga podem utilizá-lo quando adaptados com as mesmas tecnologias de conversão de motores a GNV.

O biometano é o resultado da limpeza e purificação do biogás, produzido em estações de tratamento de águas residuais, aterros sanitários ou resíduos pecuários, podendo substituir o gás natural tradicional em todas as suas aplicações. Os gases CH_4 , H_2 e CO podem ser queimados, permitindo a liberação de energia do biogás para uso como combustível. Ao ser comprimido, pode substituir o gás natural comprimido para utilização em veículos, onde se pode alimentar um motor de combustão interna. O LNG alcança uma maior redução no volume do que o gás natural comprimido (CNG), de modo que sua densidade energética chega a 2,4 vezes mais do que a do CNG ou 60% do que o diesel (ENVOCARE, 2012).

3.2.2.3 Gás Natural Comprimido (CNG)

O gás natural comprimido (GNC), ou CNG (*Compressed Natural Gas*) em inglês, é basicamente composto por gás metano (DOE, 2012b). Como o próprio nome sugere, o parente próximo do LNG e do gás natural tem as mesmas características básicas. No entanto, uma vez que não é liquefeito tem uma densidade energética mais baixa e é armazenado a pressões muito elevadas, de cerca de 200 bar. A estimativa de densidade de energia é de 25% em relação ao diesel ou 42% em relação ao LNG (ENVOCARE, 2012). É um combustível muito comum nos Estados Unidos e, em menor escala, na Europa, em veículos comerciais leves. Os veículos equipados para rodar com CNG, geralmente, são “bi – combustível”, ou seja, rodam com gasolina / diesel ou CNG, mas já começam a ser vendidos modelos exclusivos em CNG nos EUA.

É armazenado nos veículos sob pressões próximas de 250 bar (ou cerca de 3.600 libras por polegada quadrada) em cilindros feitos de materiais compostos extremamente leves, mas altamente resistentes. Existem três tipos de veículos movidos a gás natural (DOE, 2012b): dedicados, bicomcombustíveis e duocomcombustíveis. Os dedicados utilizam apenas o CNG. Os bicomcombustíveis operam com CNG, mas podem operar com algum derivado de petróleo como combustível reserva; o motor funciona com qualquer dos dois, mas não com os dois simultaneamente. A taxa de compressão deve ser adaptada para níveis de queima de derivados de petróleo e, em geral, esse tipo de motor é utilizado quase que exclusivamente para veículos abaixo de 3.500kg (portanto, automóveis e comerciais leves). Os motores duocomcombustíveis

são derivados dos motores a diesel, nos quais uma pequena porção de diesel fica retida para atuar como fonte piloto de ignição. Nesse caso, o CNG é o combustível primário.

Da mesma forma que o GLP, o CNG – por possuir alto teor de hidrogênio – produz menos CO₂ e mais água do que a gasolina ou o diesel, que possuem maior quantidade de carbono. Isso leva o CNG a queimar a menores temperaturas e gerar menos NO_x. A produção deste tipo de veículo é pequena, mas a possibilidade de adaptações de modelos movidos a gasolina para este combustível é conhecida. Sua grande vantagem sobre as demais formas alternativas de combustível é a maior capacidade de armazenagem, além de ter menor preço do que os concorrentes; seu grande ponto fraco é a falta de infraestrutura disponível.

3.2.3 Os Combustíveis Alternativos Renováveis

3.2.3.1 Biodiesel

O biodiesel é um combustível considerado renovável produzido a partir de uma variedade de matérias-primas à base de plantas e que pode ser utilizado em motores a diesel (PIKE, 2012); biodiesel é um termo utilizado para se referir ao combustível formado por ésteres de ácidos graxos, ésteres alquila (metila, etila ou propila) de ácidos carboxílicos de cadeia longa, ou seja, é um combustível renovável e biodegradável. Sua obtenção se dá, em geral, por meio do processo de transesterificação (SETIS, 2012), uma reação química de lipídeos, óleos vegetais (girassol, nabo forrageiro, algodão, mamona, soja) ou gorduras, de origem animal (sebo, por exemplo) ou vegetal, com um álcool e na presença de um catalisador. Pode ser obtido também pelos processos de craqueamento e esterificação. É um processo relativamente simples e de tecnologia já estabelecida (*ibid.*).

O biodiesel é produzido para ser utilizado em motores diesel padrão e, portanto, distinto dos óleos vegetais e resíduos usados para motores a combustível diesel convertidos; o biodiesel consegue substituir, total ou parcialmente, o óleo diesel de petróleo em motores de ciclo diesel automotivos (de caminhões, tratores, camionetas, automóveis etc.) ou estacionários (geradores de eletricidade, calor etc.). Pode ser usado puro ou misturado ao diesel em diversas proporções. O termo biodiesel muitas vezes é confundido com a mistura diesel + biodiesel,

disponível em alguns postos de combustível. A designação correta para a mistura vendida nestes postos deve ser precedida pela letra B (do inglês *Blend*). Neste caso, a mistura de 2% de biodiesel ao diesel de petróleo deveria ser chamada de B2 e assim sucessivamente, até o biodiesel puro, a ser denominado B100. O B20, que tem 20% de biodiesel a diesel de 80%, parece ser a mais alta mistura a ser provavelmente utilizada pelas frotas atuais de automóveis (PIKE, 2012). Segundo a SETIS (2012), os motores mais modernos a diesel (com tecnologias sofisticadas de tratamento térmico) não toleram mais do que 7% de biodiesel misturados ao diesel comum.

3.2.3.2 Bio Éter Terciário Dimetílico (Bio – Dymethyl Ether [Bio – DME])

Este biocombustível é produzido a partir de biomassa, mas pode ser ainda obtido do gás natural ou do carvão; é um gás de fórmula CH_3OCH_3 utilizado primordialmente em aerosóis. É considerado um biocombustível de segunda geração obtido da biomassa (madeira ou resíduos agrícolas) e permite reduzir em 95% as emissões de CO_2 quando comparado ao diesel (INTERNATIONAL DME ASSOCIATION, 2010).

Tem sido utilizado como combustível automotivo, substituindo o GLP ou o diesel. Atualmente, o DME é produzido principalmente pela conversão de hidrocarbonetos provenientes de gás natural ou carvão por meio de um processo que se dá em duas etapas: primeiramente, há um processo de gaseificação para gás de síntese (“*syngas*” ou gasogênio) que, em seguida, é convertido em metanol na presença de um catalisador; em uma segunda etapa, com a desidratação subsequente do metanol na presença de um novo catalisador, resulta o Bio – DME (SETIS, 2012). O mesmo processo pode ser realizado utilizando os resíduos orgânicos ou biomassa (CHEM SYSTEMS, 2008). O DME também pode ser obtido por síntese direta, com a utilização de um sistema duplo de catálise, o qual permite a síntese do metanol e sua posterior desidratação em uma única etapa, aumentando eficiência e diminuindo custos.

A maior vantagem hoje da utilização do DME é a substituição do LPG, tanto no uso doméstico como na indústria. A China é o país com maior potencial para o uso do DME (INTERNATIONAL DME ASSOCIATION, 2010) e o seu uso é apropriado para motores a

diesel e a gasolina, pois possui octanagem 55, considerada elevada e maior quando comparada com a do diesel, que fica entre 40 e 53. A sua queima produz baixas emissões de materiais particulados, de NO_x e de CO. Por esses motivos, além de ser livre de enxôfre, o DME consegue atender às normas de emissões mais rigorosas na Europa (Euro 5), dos EUA (US 2010), e do Japão (2009 Japan) (JAPAN TRANSPORT, 2006).

Na prática, portanto, o DME deve ser considerado um biocombustível sintético de segunda geração, razão pela qual recebe o nome de Bio – DME (BIODME, 2013), podendo ser obtido a partir de biomassa lignocelulósica. Para 2030, segundo o *Biofuels Research Advisory Council* (BRAC, 2006), a União Europeia está considerando o Bio – DME em sua matriz energética. Segundo o relatório REN 21 (2012), o Bio – DME pode ser obtido hoje a um custo de 0,50 euros / l_{DE} .

3.2.3.3 Bio – óleo

O bio – óleo (“*pyrolysis oil*”) é um combustível sintético que está sendo analisado como substituto do petróleo (SETIS, 2012). É um óleo combustível obtido por pirólise, isto é, quando substâncias de origem vegetal, animal e outras são submetidas a temperaturas muito altas sem a presença de oxigênio, visando a acelerar a sua decomposição, com posterior resfriamento. O que sobra da decomposição é uma mistura de gases metano (CH_4), monóxido de carbono (CO) e gás carbônico (CO_2), óleos vegetais líquidos (óleos vegetais) e carvão vegetal. Da pirólise de biomassa, obtém-se o bio – óleo, que é um líquido negro, bastante viscoso, similar ao petróleo mas com elevado teor de oxigênio.

3.2.3.4 Diesel Renovável

O diesel renovável [também conhecido como diesel sintético ou diesel Fischer – Tropsch (diesel FT)] é um biodiesel, mas derivado de biomassa renovável para uso em motores a combustão interna. Embora sua principal matéria-prima sejam óleos, gorduras e ácidos graxos, o diesel renovável é quimicamente composto de hidrocarbonetos, exatamente como o diesel de petróleo. A gaseificação de biomassa promove produção de gás de síntese (mistura

de CO e H₂); a seguir, esses gases são transformados em diesel pelo processo Fischer – Tropsch. Grandes plantas industriais vêm sendo construídas; nos EUA, a Conoco – Philips possui planta em parceria com a Tyson Foods (gigante do segmento de proteína animal) com capacidade de 600 milhões de litros/ano. Em Singapura, em 2010 foi inaugurada uma planta de mais de 800 milhões de litros/ano com tecnologia da finlandesa Neste Oil. Pode ser obtido atualmente a um custo de 0,86 euros por litro de diesel equivalente (I_{DE}) e, em 2020, pode atingir 0,80 euros / I_{DE} (REN 21, 2012).

3.2.3.5 Etanol

O etanol é um biocombustível, que pode ser obtido (a) a partir da transformação de material orgânico (cana de açúcar) disponível de uma maneira renovável, por meio de fermentação (LUZ *et al*, 2009) e (b) a partir de biomassa (bagaço de cana, madeira, resíduos agrícolas e de fazendas). O etanol pode ainda ser obtido a partir de beterraba, mandioca, trigo e milho. O etanol – também conhecido como álcool etílico ou álcool combustível – é uma versão potente do álcool presente nas bebidas, que possui a fórmula molecular CH₃CH₂OH (GOETTEMOLLER; GOETTEMOLLER, 2007); por conta disso, os governos de diversos países obrigam que o etanol seja “desnaturado” com a adição de 5% de gasolina ou outro elemento “desnaturador”, evitando, assim, o consumo humano.

O etanol é o segundo biocombustível mais utilizado no transporte (PIKE, 2012); pode ser obtido quimicamente a partir do petróleo ou, mais tradicionalmente, a partir da fermentação do açúcar obtido da cana de açúcar ou a partir de outras fontes vegetais, como milho, beterraba ou trigo (LUCON; COELHO; GOLDEMBERG, 2008); neste caso, pode ser chamado de bioetanol, mas é mais conhecido pela forma etanol. Fontes alternativas de obtenção do etanol passam pela hidrólise de resíduos de palha, capim ou serragem e a partir da celulose.

O etanol é um álcool incolor, volátil, inflamável e totalmente solúvel em água, derivado da cana – de – açúcar, do milho, da uva, da beterraba ou de outros cereais, produzido através da fermentação da sacarose. O etanol é um combustível de alta octanagem e pode ser utilizado para aumentar a octanagem da gasolina nos motores de combustão interna; em proporções

próximas de 10% de etanol em 90% de gasolina, os motores de combustão interna com taxas de compressão adequadas à gasolina se desempenham bem. A partir de misturas com maiores teores de etanol, os motores de combustão interna precisam ser recalibrados.

Os motores denominados “*flexible fuel*”, ou simplesmente, *flex – fuel*, são equipados com sensores que detectam, instantaneamente, os níveis de concentração de etanol, enviando um sinal para ajuste da injeção de combustível e do tempo de faísca (GOETTEMÖLLER; GOETTEMÖLLER, 2007), podendo rodar com diferentes misturas de etanol ou com gasolina apenas.

O grande benefício do etanol como elemento combustível alternativo é que o CO₂ queimado na combustão interna veio, originalmente, da atmosfera. A cana – de – açúcar absorve CO₂ durante seu crescimento; portanto, o ciclo de produzir etanol e queimá-lo não aumenta o CO₂ contido na atmosfera. O etanol oriundo da cana de açúcar reduz em até 78% as emissões de gases; o etanol de origem celulósica reduz em até 86% a emissão de gases (DOE, 2012a).

3.2.3.6 Etanol Celulósico

O etanol celulósico, também conhecido como etanol de lignocelulose, é a denominação dada ao álcool etílico (etanol) obtido da quebra das cadeias da celulose, hemicelulose e pectina, (polímeros que constituem as fibras dos vegetais), por meio de reações químicas ou bioquímicas. A biomassa composta pelos rejeitos e resíduos das colheitas e do processamento de vegetais (cascas de arroz, cavacos de eucalipto e pinus descartados após a produção de papel, palhas do cafeeiro, folhas da árvore de chá e outras culturas) – e que não é reaproveitada para alimentação humana ou animal ou para outras finalidades – é uma das principais matérias-primas usada para produção do etanol celulósico.

Um dos benefícios do etanol celulósico é que ele permite reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GHG) em até 85% em relação à gasolina (WANG, 2005). Nos EUA, apesar do etanol celulósico (e o etanol de milho) serem vistos como uma grande oportunidade para se impor menor dependência do petróleo, não há condições, no curto prazo, de virem a proporcionar segurança energética e serem uma alternativa à gasolina (SOMMA *et al*, 2010).

3.2.3.7 Isobutanol

O isobutanol, também conhecido como álcool metilpropílico, é um composto orgânico, incolor, inflamável e com cheiro característico; tem fórmula $C_4H_{10}O$. Por ser um álcool, é utilizado em reações químicas. Pode ser produzido naturalmente durante a fermentação de carboidratos ou pela carbonilação de propileno. É possível de ser obtido dos processos de decomposição de material orgânico, cereais, cana de açúcar e beterraba (BIOFUELSTP, 2012).

É uma alternativa ao uso da gasolina nos motores de combustão interna e já foi utilizado por uma equipe na corrida de Le Mans em 2010, misturado a etanol. Vem sendo objeto de pesquisa de empresas *start-up* americanas, que tem inclusive adquirido usinas de etanol para conversão para produção de isobutanol. Produz mais energia do que o etanol (BIOFUELSTP, 2012). Uma mistura de 85% de isobutanol na gasolina pode ser usada sem modificações nos motores de combustão interna, o que o torna uma opção interessante aos fósseis convencionais.

3.2.3.8 Metanol

O metanol, também conhecido como álcool metílico, é um composto químico com fórmula química CH_3OH . Líquido, inflamável, possui chama invisível; pode ser obtido pela destilação seca de madeiras (método tradicional), mas também pela reação do gás de síntese (gasogênio), produzido a partir do gás natural, uma mistura de H_2 com CO , passando por um catalisador a altas temperaturas e pressões. O metanol é principalmente um solvente industrial, sendo usado no processo de transesterificação da gordura. É usado como combustível em algumas categorias de automóveis nos EUA. O metanol produzido a partir de biomassa é considerado um biocombustível.

3.2.4 As Formas Alternativas de Motorização

3.2.4.1 Bateria Elétrica

Os veículos movidos por energia elétrica [BEV_*Battery (Powered) Electric Vehicles*] – ou veículo elétrico (EV) no Brasil –, têm sido produzidos em quantidades limitadas e são compatíveis para uso urbano devido a sua taxa de emissões de gases ser zero. São veículos impulsionados por um motor elétrico que é abastecido pela energia advinda de baterias recarregáveis (DOE, 2012b); no entanto, se a energia para recarregar as suas baterias for gerada por meio de combustíveis fósseis, não há qualquer vantagem em sua adoção. A autonomia proporcionada pelas baterias ainda é limitada e isso impede seu uso generalizado. Ou seja, é um veículo que não possui um motor de combustão interna e suas baterias devem ser recarregadas externamente em redes elétricas; portanto, precisam de infraestrutura de recarga em locais públicos e privados.

Os EVs usam um motor elétrico para tração e baterias químicas, células de combustível, ultracapacitores, e / ou volantes para as suas fontes de energia. O EV tem muitas vantagens sobre o veículo com motor de combustão interna convencional (ICEV), tais como ausência de emissões, alta eficiência, independência do petróleo e um funcionamento silencioso e suave. Há, contudo, algumas diferenças entre ICEVs e EVs, tais como a utilização de um tanque de gasolina contra baterias, motor a combustão interna versus motor elétrico, além de diferentes requisitos de transmissão (EHSANI *et al*, 2010).

As baterias elétricas – insumo básico para os EVs – podem ser fabricadas atualmente em cinco composições básicas para as aplicações veiculares (SETIS, 2012): íons de lítio (*lithium ion* ou Li – ion), sulfato de sódio (NaS), níquel – cádmio (Ni – Cd), hidretos metálicos de níquel (Ni – MeH) ou ainda ácido com chumbo (Pb – Acid). Enquanto as baterias de Pb – Acid são mais comuns nos ICEVs, as de Li – ion são as mais pesquisadas atualmente para incorporação nas baterias dos EVs.

No futuro, a tecnologia dos veículos elétricos irá prover a base para os veículos movidos a células de combustível (OICA, 2007). Apesar de produzirem menos emissões e terem menores custos do combustível, esbarra em altos custos de produto, muito tempo para

recarregar as baterias, autonomia reduzida (hoje, não mais do que 200 milhas), além de falta de infraestrutura para reabastecimento. Entretanto, há um porém: considera-se que as baterias para EVs tenham chegado ao fim de sua vida útil, quando a sua capacidade estiver reduzida a 80%. Isto não significa, contudo, que o veículo não pode mais ser acionado. Se, quando novo, um veículo é capaz de dirigir 100 milhas, com 80% da capacidade da bateria, o EV ainda seria capaz de rodar por até 80 milhas (THE CLIMATE GROUP, 2012).

3.2.4.2 Híbridos Elétricos

Os veículos híbridos elétricos (HEV, *Hybrid Electric Vehicle*) são equipados com um motor a gasolina e um sistema de transmissão elétrica. As economias de combustível de um veículo elétrico híbrido (HEV) variam dependendo da configuração do sistema e do tamanho do veículo. Os HEVs têm sido comercializados há quase uma década (PIKE, 2012), o que faz com que a tecnologia e o modo de operação sejam familiares para a maioria dos operadores de frotas. Os HEVs são movidos, em parte, por uma bateria e, em parte, por um motor de combustão interna, dependendo das condições de condução; suas baterias internas são recarregadas pela própria operação do veículo.

Veículos convencionais com motores de combustão interna proporcionam um bom desempenho e longo raio de ação (autonomia), utilizando as vantagens de alta densidade energética presentes nos combustíveis derivados de petróleo (EHSANI *et al*, 2010). No entanto, os veículos movidos por combustão interna têm as desvantagens de uma economia de combustível pobre e poluição ambiental. As principais razões para a sua baixa economia de combustível são (1) incompatibilidade das características de eficiência do combustível usado no motor de combustão interna com a exigência de operação real, (2) dissipação da energia cinética do veículo durante a frenagem, especialmente durante a operação em áreas urbanas, e (3) a baixa eficiência da transmissão hidráulica em automóveis que possuem os atuais padrões de condução *stop-and-go*.

EVs alimentados por baterias, por outro lado, possuem algumas vantagens sobre os convencionais veículos com motor a combustão interna, tais como elevada eficiência energética e a poluição ambiental zero. Entretanto, o desempenho, especialmente no alcance

de operação por carga da bateria, é muito menos competitivo do que os veículos ICE, devido a uma densidade de energia das baterias muito menor do que as baterias usadas para gasolina. Os HEVs, que utilizam duas fontes de energia (fonte de alimentação primária e uma fonte de energia secundária), têm as vantagens de ambos os veículos (ICEs e EVs) e isso suplanta as suas desvantagens (EHSANI *et al*, 2010).

Os HEVs, ou simplesmente híbridos no Brasil, são de dois tipos: híbridos paralelos e híbridos em série. Apesar de terem vantagens e aplicações distintas, ambos são mais eficientes sobre veículos movidos a combustão interna. Os híbridos paralelos podem rodar no modo bateria quando se necessita atender a zero emissões como, por exemplo, nas cidades e grandes aglomerados urbanos; quando se necessita maiores velocidades e em grandes distâncias, o motor de combustão interna (instalado em paralelo) pode ser acionado. Neste modo de dirigibilidade, o motor recarrega a bateria para um próximo momento em que for demandado. Esta tecnologia permite seu uso duplo – ou seja, em paralelo – de forma que possam, juntos (elétrico e combustão interna), produzir força adicional para maiores acelerações; isso permite que o motor de combustão interna seja relativamente pequeno e de baixa potência.

Os híbridos em série rodam unicamente no modo elétrico em todas as condições necessárias de dirigibilidade; um pequeno motor de combustão interna serve apenas para recarregar as baterias nos momentos em que zero emissões não forem necessárias. A sua grande propriedade é proporcionar menos emissões, mas a falta de infraestrutura, os altos custos e o desempenho do veículo são seus pontos fracos.

3.2.4.3 Híbridos Elétricos *Plug – In*

Os híbridos elétricos *plug-in* (PHEV, *Plug – in Hybrid Electric Vehicle*) são veículos híbridos que possuem baterias que podem aceitar uma carga da rede elétrica doméstica, além de o veículo usar um combustível líquido. Os PHEVs podem operar em modo elétrico entre 10 a 40 milhas, dependendo do tamanho da bateria e da configuração do sistema de transmissão. Este segmento ainda é muito novo e há poucos modelos disponíveis no mundo. É bastante similar ao veículo híbrido elétrico, mas com uma bateria maior para fornecer mais energia elétrica em maiores condições de dirigibilidade e com a possibilidade de a bateria

poder ser recarregada externamente (PIKE, 2012). O trem de acionamento híbrido – elétrico *plug –in* foi concebido para utilizar total ou parcialmente a energia estocada para não depender da fonte de energia primária, tal como a gasolina, o diesel, o hidrogênio etc. O PHEV ganha espaço pois, com o desenvolvimento e maturação das tecnologias avançadas de baterias, a capacidade de armazenamento de energia das baterias melhorou significativamente. Obviamente, o uso de baterias com alta capacidade de energia apenas como um PPS (fonte de energia pico), como nos FCEVs, é um desperdício (EHSANI *et al*, 2010).

3.2.4.4 Hidrogênio

Nas últimas décadas, a aplicação de células de combustível em veículos tem sido o foco de atenção cada vez mais crescente. Em contraste com uma bateria química, a célula de combustível gera energia elétrica, em vez de armazená-la e continua a fazê-lo, desde que a fonte de combustível seja mantida. Comparado com os EVs movidos a bateria, o veículo movido a célula de combustível tem as vantagens de um alcance maior de condução sem uma bateria que necessita tempo longo para carregamento. Comparado com os veículos movidos a combustão interna, ele tem as vantagens de alta eficiência energética e emissões muito mais baixas, devido à conversão direta da energia livre no combustível em energia elétrica, sem sofrer combustão (EHSANI *et al*, 2010).

Os veículos movidos com esta alternativa [(H)FCV (*Hydrogen*) *Fuel Cell Vehicle* ou FCEV (*Fuel Cell Electric Vehicle*)] são um tipo de veículo a hidrogênio que usa as células de combustível para produzir eletricidade, carregando a bateria elétrica que vai a bordo. Ou seja, as células combustível nos veículos criam a eletricidade para carregar um motor elétrico usando o H_2 das células e o O_2 do ar externo. Assim, um FCEV possui células combustíveis abastecidas com hidrogênio e são uma maneira de converter energia química contida em um combustível diretamente em eletricidade de forma muito eficiente, sem qualquer queima; o hidrogênio pode ser estocado dentro do automóvel, na forma liquefeita ou sob pressão no estado gasoso.

As células de combustível são consideradas como uma das fontes de energia avançadas para aplicações em transporte. Em comparação com motores de combustão interna, as células de combustível têm as vantagens da alta eficiência de energia e emissões muito mais baixas. Isso é porque elas convertem diretamente a energia livre no combustível em energia elétrica, sem sofrer combustão. No entanto, os veículos movidos exclusivamente por células de combustível têm algumas desvantagens, tais como uma unidade de alimentação pesada e volumosa causada pela baixa densidade de potência do sistema de células de combustível, o tempo de arranque muito longo e baixa resposta de potência. Além disso, em aplicações de propulsão, a saída de energia extremamente grande em forte aceleração e a saída de energia extremamente baixa a baixas velocidades de condução levam a uma baixa eficiência.

A hibridização do sistema de células de combustível com uma fonte de energia de pico (*PPS Peaking Power Source*) é uma tecnologia eficaz para superar as desvantagens dos veículos movidos apenas por células de combustível (*fuel-cell-alone-powered vehicles*). O FC(H)EV é totalmente diferente dos veículos convencionais movidos a combustão interna e os HEVs (que possuem um ICE). Portanto, uma metodologia de projeto totalmente novo é necessária (EHSANI *et al*, 2010).

Há outra alternativa de uso das células de combustível (SETIS, 2012): em um HICEV (*Hydrogen Internal Combustion Engine Vehicle*), isto é, um veículo a hidrogênio que usa um motor de combustão interna (ICE). Os HICEVs diferem dos FCEVs; nestes a combinação é entre $H_2 + O_2$, enquanto no HICEV a combinação é $H_2 + \text{ar}$. Isso, portanto, apenas sugere que o HICEV nada mais seja do que uma versão modificada do ICE que utiliza gasolina.

A energia do hidrogênio é a energia que se obtém da combinação do hidrogênio com o oxigênio produzindo vapor de água e liberando energia que é convertida em eletricidade. O hidrogênio não é uma fonte primária de energia (SETIS, 2012), mas pode ser utilizado como forma adequada de transporte e uso final de energia, podendo ser obtido de diversas fontes energéticas (petróleo, gás natural, eletricidade, energia solar ou a partir de biomassa ou da fração biodegradável de resíduos orgânicos, situação na qual pode ser chamada de bio – hidrogênio); sua combustão não é poluente (é produto da combustão da água), além de ser uma fonte de energia barata.

Um dos principais pontos fracos do hidrogênio como combustível alternativo é a sua própria produção; como a eletrólise da água é um processo intensivo em energia, o custo da produção do combustível fica caro demais, acarretando um balanço negativo geral de consumo de energia dessa alternativa de combustível. Sobretudo quando se sabe que a maior parte de sua produção industrial hoje no mundo vem do gás natural, um combustível fóssil gasoso, como o petróleo.

O uso do hidrogênio como combustível está avançando, havendo vários protótipos de carros nos países desenvolvidos que são movidos a hidrogênio, que gera eletricidade, e descarregam água em seus escapamentos. Acredita-se que já na próxima década existirão modelos comerciais de automóveis elétricos cujo combustível será o hidrogênio líquido. Pode ser obtido (a) a partir de combustíveis ricos em hidrogênio, como o metano [ou gás natural comprimido (GNC)] ou o metanol ou (b) a partir de fontes de energia renováveis, como solar, eólica, água ou da biomassa, o que o caracterizaria como uma alternativa de energia limpa e renovável (ROTHKOPF, 2007). Os veículos FCVs abastecidos com hidrogênio puro não produzem poluentes, apenas água e calor; já os FCVs abastecidos com metano ou metanol – posteriormente processados para hidrogênio – produzem pequena quantidade de poluentes (OICA, 2007).

O princípio da célula combustível é conhecido há muitos anos – na verdade, desde 1839 (ROTHKOPF, 2007) – mas tornou-se comercial apenas na década de 1960, após a NASA ter desenvolvido artefatos que pudessem ser mais seguros e eficientes no espaço.

Segundo Bakker, Lente e Meeus (2010), a primeira experiência de construção de um veículo movido a hidrogênio data de 1807. É uma fonte alternativa para motorização de automóveis emergente e promissora, mas ainda distante de uma solução definitiva para transporte de pessoas, apesar de ser uma alternativa com grande potencial de redução da dependência dos combustíveis fósseis. Assim como os híbridos em série, pode rodar apenas com energia elétrica, sem a necessidade de baterias ou de um motor de combustão interna.

O hidrogênio é comumente chamado de “o combustível do futuro” (VAN DEN HOED, 2004), pois não contém carbono; portanto, não produzindo CO₂, pode ser obtido a partir da água. Entretanto, há alguns empecilhos para a sua produção: a energia despendida para

produzí-lo a partir da separação do hidrogênio e do oxigênio a partir da água, além de sua alta capacidade explosiva quando misturado ao oxigênio. Além disso, a sua baixa densidade produz baixa quantidade de energia, o que o torna uma opção ainda distante.

As montadoras têm desenvolvido pesquisas para desenvolver o uso do hidrogênio em motores de combustão interna e, mais no longo prazo, em células combustíveis, que produzem eletricidade diretamente do combustível sem queima, tornando o processo mais eficiente e mais limpo do que um motor de combustão. As suas principais barreiras no curto prazo são o alto custo de implantação e a falta de infraestrutura, o que no caso dos biocombustíveis não ocorre, já que apenas pequenas modificações se fazem necessárias para a estrutura existente de distribuição de gasolina (ROTHKOPF, 2007). Sua grande propriedade é ser uma energia totalmente limpa. Em suma, é considerado um biocombustível. Há entretanto, um obstáculo claro em relação às células de combustível: quando os catalisadores de platina (componentes das células de armazenamento do gás) chegarem ao fim de sua vida útil, precisarão ser reciclados e isso gera custos adicionais e riscos ao meio ambiente (EC, 2010).

Na Europa, atrai muitos investimentos; somente em 2007, estima-se que 616 milhões de euros tenham sido despendidos em P&D de soluções em hidrogênio e células combustível nos países da União Europeia (SETIS, 2012). No Brasil, há um ônibus FCEV circulando pela cidade de São Paulo, dentro de um programa chamado "*Ônibus Brasileiro a Hidrogênio*" (INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, 2009). O Brasil é o quarto país no mundo a deter a tecnologia de fabricação de ônibus de transporte de passageiros movido a hidrogênio (os outros são os EUA, Alemanha e China).

3.2.4.5 Água Pressurizada (ou outros fluidos)

A experiência com água pressurizada originou o termo *Hydraulic Hybrid Vehicle* (HHVs), isto é, um veículo que se utiliza de água ao invés de energia elétrica (como nos híbridos), como forma alternativa de força juntamente com um motor de combustão interna (EPA, 2013). É também conhecido como Híbrido Não Eletrificado (*HNEV Hybrid Non – Electric Vehicle*). O objetivo principal desta opção tecnológica é a economia de combustível.

A diferença principal para um HEV é que o HHV recupera a energia cinética desprendida durante a frenagem e desaceleração de maneira mais efetiva do que os sistemas elétricos dos HEVs: os HHVs recuperam até 75% da energia desprendida, enquanto os HEVs recuperam somente 25%. No sistema híbrido hidráulico, o motor extrai a energia cinética durante a frenagem para bombear o fluido de trabalho do reservatório para o acumulador. Desta maneira, o fluido de trabalho é pressurizado. Quando o veículo volta a acelerar, este fluido de trabalho pressurizado fornece energia ao motor para alimentar o veículo (DEATON, 2013).

Como no caso dos híbridos, também possuem os modos em série e em paralelo. Ou seja, um HHV se utiliza dos mesmos paradigmas tecnológicos de um HEV, mas com uma vantagem sobre os HEVs: não se utilizam de baterias, portanto pesam menos e utilizam água (ou outro fluido) para reabastecer de energia o acumulador quando o veículo está parado ou em baixas velocidades.

3.2.4.6 Ar Comprimido

A experiência com ar comprimido originou o termo CAV (*Compressed Air Vehicle*) ou ainda o *Hybrid Pneumatic Vehicle* (HPV). O CAV possui um motor pneumático, cuja função é expandir mecanicamente o ar comprimido. Historicamente, muitos tentaram aplicar motores pneumáticos para a indústria de transportes. Guy Negre, CEO e fundador da *Zero Pollution Motors*, foi um dos pioneiros neste campo desde os anos 1980 (MDI, 2013). Recentemente a empresa Engineair também chegou a um desenvolvimento de um motor rotativo para aplicação em automóveis. A Engineair coloca o motor imediatamente ao lado da roda do veículo e não usa partes intermediárias para transmitir o movimento, o que significa que quase toda a energia do motor é usada para transmitir a força para as rodas (HALL, 2009).

Em resumo, um CAV é um veículo que é alimentado por um motor de ar, utilizando-se ar comprimido, que é armazenado em um tanque. Em vez de misturar combustível com o ar e queimá-lo no motor para conduzir os pistões com gases quentes de expansão – como no caso dos ICEs – os CAVs se utilizam da expansão do ar comprimido para conduzir os seus pistões.

No caso em que a propulsão de ar comprimido seja incorporada em sistemas híbridos, tais como com propulsão elétrica da bateria, ganha o nome de híbrido pneumático com propulsão elétrica (HPEVs *Hybrid Pneumatic Electric Vehicle*). De qualquer maneira, o CAV precisará solucionar a questão da baixa eficiência do processo caso queira ser uma alternativa robusta aos ICEs.

3.3 O Motor de Combustão Interna

Os motores de combustão interna (ICEs) são considerados uma das tecnologias básicas responsáveis pela padronização do automóvel como um produto de consumo global (ZAPATA; NIEUWENHUIS, 2009a; 2009b), tendo se tornado o design dominante em motorização em 1902 (ABERNATHY; UTTERBACK, 1978; MURMANN; FRENKEN, 2006). O ICE é um motor no qual a combustão de um combustível (em geral, um fóssil, mas atualmente também renováveis líquidos) ocorre na presença de um oxidante (em geral, o oxigênio presente no ar) em uma câmara de combustão. A expansão dos gases produzidos na combustão sob altas temperaturas e altas pressões promove força nos pistões e válvulas, por meio da transformação de energia química em energia mecânica. A combustão que ocorre internamente de forma intermitente deu o nome a esse tipo de motor. Para os ICEs poderem movimentar um automóvel, é preciso que seja utilizado um combustível altamente denso em energia; daí a gasolina e o diesel terem surgido como a melhor opção, apesar de não terem sido a primeira.

Entretanto, a experiência americana com o uso do etanol como combustível pode ser considerada a primeira, remontando a 1896, com Henry Ford e seu primeiro veículo motorizado, o quadriciclo movido a etanol puro (E100). Em 1906, após mais de 50 anos de taxaço sobre o etanol, o governo americano extinguiu o imposto sobre o produto, tornando-o uma alternativa viável à gasolina (EIA, 2008). Em 1908, aproveitando-se dessa oportunidade, Henry Ford lança seu modelo T *flex – fuel*, que podia rodar com etanol, gasolina ou ambos combinados (EIA, 2008), a partir de uma experiência de sucesso com um protótipo do modelo T movido a etanol (ZAPATA; NIEUWENHUIS, 2009b). Entretanto, o etanol não conseguiu vencer a competição contra o petróleo barato e abundante e a gasolina assumiu a dominância como combustível para transporte de pessoas.

É um motor com vários tipos de aplicação estacionária, mas é sua aplicação como propulsor móvel (automóveis, caminhões, tratores, motocicletas, barcos, navios, locomotivas) que o tornou um dos maiores símbolos do transporte mundial. Possui várias configurações; algumas delas são mais conhecidas como os motores de dois e de quatro tempos em ciclo Otto (gasolina), os de ciclo Diesel, as turbinas a gás e os motores a jato. Os mais presentes nos automóveis são os motores de quatro tempos: injeção do combustível, compressão, queima e exaustão. Os ICEs exigem que haja uma ignição da mistura do combustível com o ar injetado na câmara, geralmente por uma faísca elétrica (HAPPIAN – SMITH, 2001). A eficiência dos ICEs é relativamente baixa, de cerca de 20%.

A poluição do ar produzida pelos ICEs se deve à combustão incompleta dos hidrocarbonetos presentes nos fósseis utilizados para queima; os resultados são CO, CO₂, óxidos nitrogenados (NO_x), óxidos sulfurosos (SO_x), água e matérias particuladas que são expelidos diretamente para o ambiente. No Reino Unido existe até uma legislação específica que penaliza veículos emissores que mantêm o motor em funcionamento mesmo quando parados, a *Road Traffic Emissions Fixed Penalty Regulations*, de 2002. Por esse dispositivo, um cidadão pode invocar o direito de solicitar a qualquer motorista que desligue o automóvel se este não estiver se movimentando.

O motor de combustão interna teve sua primeira patente registrada para aplicação industrial em 1823, porém, só é considerada uma opção de motor a partir da perfuração comercial e produção de petróleo a partir da metade do século 19. Em 1862, Nikolaus Otto tornou-se o primeiro inventor a conseguir vender seu experimento, o motor que ficou depois conhecido como ciclo Otto. Em 1870 foi registrado o primeiro experimento de um ICE acoplado a um carrinho de mão. Ainda não se enxergava a possibilidade de acoplá-lo para locomover pessoas. Em 1884, foi produzido o primeiro ICE movido a gasolina. Em 1885, Karl Benz lança um triciclo movido por um ICE, assim como Gottlieb Daimler incorpora um ICE de quatro tempos em uma bicicleta (HAPPIAN – SMITH, 2001). Em 1888, a Daimler produziu um motor de 2 cilindros em “V”.

Ao final dos anos 1800, diversos avanços de engenharia permitiram a sua difusão para uma série de aplicações. Em 1892, Rudolf Diesel desenvolveu o primeiro motor em ciclo Carnot, mais tarde originando o ciclo Diesel. Em 1896, Karl Benz inventa a caixa de engrenagens

para o motor. Em 1900, o motor de combustão interna é exposto no Salão Internacional de Paris por Rudolf Diesel. Em 1902, o motor chamado Daimler – Mercedes foi introduzido nos automóveis Daimler; no mesmo ano, a Northern Automobiles (não mais existente) implanta o motor unitário com transmissão em seus veículos. A partir de 1902, o ICE tornou-se dominante (ABERNATHY; CLARK, 1985; CLARK, 1985).

De 1903 a 1907, os focos de inovação foram a ignição e a montagem longitudinal dos motores nos modelos da Ford (ABERNATHY; CLARK, 1985). Em 1909, é lançado o modelo T da Ford (HAPPIAN – SMITH, 2001), responsável pela introdução da mudança de marchas por meio de pedais. Em 1910, Bugatti utilizava virabrequins em seus modelos de 1.327 cc. Em 1912, surge a partida elétrica em modelos da General Motors. Até o final dos anos 1920, a predominância em termos de inovação se dava nos motores, em detrimento das transmissões. Na década de 1930, no entanto, houve dominância dos processos de inovação em transmissões (CLARK, 1985). Em meados dos anos 1930, surge a transmissão semi – automática na Ford e, logo a seguir, a transmissão automática em 1940 na General Motors. Na segunda metade dos anos 1920, a contribuição dada pela Studebaker e pela Chrysler em termos de tecnologia de motores e pela General Motors em transmissões foi marcante (ABERNATHY; CLARK, 1985).

Em 1924, os caminhões movidos com motores a diesel são lançados pelas montadoras alemãs Benz, Daimler e MAN (HAPPIAN – SMITH, 2001). Em 1927 (ABERNATHY; CLARK, 1985), a Ford lança seu modelo A, substituindo o modelo T depois de quase 20 anos de mercado. Nos anos de 1930, especificamente 1932, surge a configuração do cilindro em “V” nos motores do Ford V – 8 (ABERNATHY; CLARK, 1985; CLARK, 1985; TEECE, 1986). Na Europa, surge o Beetle (Fusca), com motor de combustão interna refrigerado a ar (HAPPIAN – SMITH, 2001).

Na década de 1970, os consumidores americanos tinham dificuldade em encontrar um modelo de automóvel que não fosse com motor V – 8 e com tração traseira, refrigerado a água, com carburação e transmissões de 3 velocidades. Na década de 1990, as opções aumentaram (CLARK; FUJIMOTO, 1991): de 4 a 12 cilindros, multiválvulas, tração dianteira, tração nas quatro rodas. O automóvel se tornou um produto complexo.

De lá para cá, o foco se concentrou em melhorias incrementais, pois os designs dominantes já haviam se estabelecido: motor de combustão interna, transmissões automáticas, cilindros em “V”, chassis em aço, estrutura fechada em aço. Nas décadas seguintes, melhorias significativas, mas incrementais surgiram: injeção eletrônica, catalisadores na exaustão de gases, novos materiais, aumento das taxas de compressão etc. Em 1990, o Californian Air Resources Board (CARB) estabeleceu mandatos obrigatórios para as montadoras, de maneira a que elas teriam de vender pelo menos 10% de seus veículos com zero emissões a partir de 2003 (VAN DEN HOED, 2004).

4 METODOLOGIA DE PESQUISA

O presente trabalho de pesquisa pretendeu estudar, com relativo grau de profundidade, as estratégias tecnológicas reveladas pelas montadoras globais, buscando compreender a lógica que norteia o desenvolvimento de tais estratégias e a dinâmica com que são implantadas. Como as estratégias tecnológicas são o resultado de diversas trajetórias empresariais, é imprescindível conhecer sua história. Além disso, há alguns outros contornos relevantes que merecem ser citados. Faltam estudos que auxiliem a responder de forma eficiente e eficaz às necessidades futuras e incertas dos potenciais mercados de uso de formas alternativas de combustível, como os fósseis gasosos (LNG e CNG) e os renováveis líquidos, nos quais se inclui o etanol. Parte do esforço desta pesquisa está canalizada para a tentativa de antecipar (ou inferir) tendências das verticais tecnológicas em motorização em mercados mundiais.

4.1 Estratégia de Pesquisa

Esta pesquisa se apresenta como sendo qualitativa e estruturalmente exploratória, com abordagem complementar de uma pesquisa descritiva típica.

Ela se configura como exploratória, pois pretende esclarecer uma questão básica em relação às estratégias tecnológicas implantadas pelas montadoras globais: o porquê da adoção de uma estratégia relacionada com a manutenção do atual design dominante e não uma outra que provoque ruptura no modelo atual. Como se pretende definir esses problemas com maior riqueza de detalhes (AAKER *et al*, 2001), o objetivo da pesquisa será o de explorar esta questão. As pesquisas de campo exploratórias podem ser consideradas investigações de pesquisa empírica com a finalidade de (a) desenvolver hipóteses, (b) aumentar a familiaridade com um ambiente, fato ou fenômeno ou (c) modificar ou clarificar conceitos (MARCONI; LAKATOS, 2002). Aplica-se pesquisa exploratória, segundo Sampieri *et al* (2006), quando se quer examinar um assunto ou problema de pesquisa pouco estudado ou do qual se tem muitas dúvidas ou, ainda, que não tenha sido abordado anteriormente. Portanto, a pesquisa é de natureza indutiva, não sendo aplicável a formulação de hipóteses antes de se coletar dados.

É extensa a quantidade de autores pesquisadores que se valem das pesquisas exploratórias nos âmbitos da indústria automobilística e das formas alternativas de combustíveis (SIERZCHULA; BAKKER, 2012; MAGNUSSON; BERGGREN, 2011; VILLAREAL, 2011; BAKKER, LEUTE; MEUES, 2010; NASCIMENTO *et al*, 2011; CHANARON; TESKE, 2007; VERGRAGT; VAN DEN HOED, 2004; HEKKERT; VAN DEN HOED, 2004).

A pesquisa é descritiva, pois objetiva estudar uma situação específica, buscando descrever o fenômeno sem nele interferir, mas com o intuito de descrever as características desse fenômeno (RICHARDSON *et al*, 2007, p. 66, 70). Conhecida ainda como não experimental, ou *ex post facto*, esta pesquisa almeja estudar a relação entre variáveis, sem manipulá-las *a priori*. A sua manifestação é feita *a posteriori* (KÖCHE, 2002, p. 124). O pesquisador espera obter um melhor entendimento do comportamento de diversas variáveis que possam influir no fenômeno escolhido para análise. Como é descritiva, a pesquisa se propõe a delinear o que é o fenômeno, por meio de sua descrição, registro, análise e interpretação do fenômeno, com o objetivo claro de conhecer seu funcionamento (BEST, 1972 *apud* MARCONI; LAKATOS, 2002). A pesquisa pretende avançar no conhecimento do tema.

Desta forma, portanto, a abordagem que pareceu ser a mais adequada a ser utilizada foi do tipo “*ground-up*”, própria da *Grounded Theory*: partindo da realidade, pretende-se construir uma teoria própria, uma teoria substantiva, fundamentada, com dados representativos da realidade (CHARMAZ, 2010). Os métodos da *Grounded Theory* podem ser utilizados tanto para dados quantitativos como para dados qualitativos, mas a grande maioria dos pesquisadores tem se utilizado de dados qualitativos (NASCIMENTO *et al*, 2010, 2011), que é o caso em questão desta pesquisa. Estes métodos obrigam o pesquisador a criar uma fronteira analítica de seu trabalho, uma verdadeira “*knowledge frontier*”, uma pesquisa que se aproxima do limite do conhecimento sobre o tema.

Análises qualitativas de dados e informações, muitas delas advindas de entrevistas (mesmo que por fontes secundárias), podem auxiliar o pesquisador a tornar seu trabalho mais perspicaz e incisivo. Nada mais são do que diretrizes sistemáticas e flexíveis para coletar e analisar dados qualitativos para construir teorias “*grounded*” (fundamentadas) nos próprios dados, diretrizes essas que são um conjunto de princípios gerais e dispositivos heurísticos;

desta forma, (1) os dados coletados formam o alicerce da teoria a ser construída e (2) a análise destes dados geram os conceitos que serão construídos. Neste tipo de pesquisa, o pesquisador se obriga a aprender a respeito das vidas dos participantes da pesquisa (neste caso, as montadoras globais), estando aberto ao que está ocorrendo nos ambientes de negócios e nas declarações obtidas nas entrevistas (CHARMAZ, 2010). As análises qualitativas no ambiente automotivo – motorização também são utilizadas por diversos autores (SIERZCHULA; BAKKER, 2012; MAGNUSSON; BERGGREN, 2011; NASCIMENTO *et al*, 2011; VILLAREAL, 2011; BAKKER, LEUTE; MEUES, 2010; SUURS; HEKKERT, 2009; CHANARON; TESKE, 2007; ZAPATA; NIEUWENHUIS, 2009a; 2009b; VERGRAGT; VAN DEN HOED, 2004; HEKKERT; VAN DEN HOED, 2004).

Utilizando como objetos de pesquisa todas as montadoras globais das quais se conseguiu dados e informações sobre as suas estratégias tecnológicas efetivamente reveladas, adotou-se modelo similar a um estudo de caso múltiplo, identificando-se as trajetórias tecnológicas adotadas por todas as montadoras participantes do estudo. É múltiplo, pois pesquisa diversas empresas da mesma indústria, integrando os seus resultados em uma única análise. Segundo Yin (2003), ao se utilizar um estudo de caso como uma estratégia formal de pesquisa, tenta-se esclarecer uma decisão ou conjunto de decisões, isto é, saber o motivo pelo qual foram tomadas, como foram implementadas e com quais resultados. É o tipo de pesquisa apropriada em situações nas quais o pesquisador precisa responder a questões do tipo “por que” ou “como”, em situações do mundo contemporâneo e quando o pesquisador não possui controle ou participação direta sobre os eventos sob análise (YIN, 2003).

Neste aspecto, esta pesquisa se diferencia de todas as que foram identificadas, uma vez que elas não estudam uma gama tão grande de montadoras; na verdade, os pesquisadores mencionados neste capítulo, em geral, focam (a) em uma tecnologia alternativa de motorização e, conseqüentemente, nas montadoras que as praticam, (b) em algumas montadoras, comparando suas aplicações práticas em formas alternativas de motorização. Aqui nesta pesquisa, o que parece ser inédito é o fato de que tudo o que é desenvolvido em motorização por todas as montadoras globais está em estudo.

Seguindo parcialmente metodologia utilizada por Bakker, Leute e Meeus (2010), principalmente na questão da coleta de dados (obtenção de dados via pesquisa “*on line*”,

websites especializados em motorização, *websites* das montadoras e *websites* especializados em automóveis e na indústria automobilística), pretendeu-se analisar em que extensão as montadoras convergem ou divergem nas tecnologias e configurações que elas exploram para motorização de automóveis. Ou seja, o interesse maior é inferir o que as montadoras estabelecidas realmente fazem. Nesse sentido, a estratégia – entendida como o conjunto de intenções corporativas e ações relacionadas com o uso dos recursos (quais e como são usados) – é vista como multifacetada (MINTZBERG; AHLSTRAND; LAMPEL, 1998; MINTZBERG, 1991), refletindo as escolhas que têm sido feitas ou propostas pelas montadoras.

Portanto, a abordagem da pesquisa é centrada nas empresas montadoras globais (“*firm – centric approach*”). Muitos são os autores que estudam estratégias tecnológicas em motorização (SIERZCHULA; BAKKER, 2012; MAGNUSSON; BERGGREN, 2011; NASCIMENTO *et al*, 2011; BAKKER, LEUTE; MEUES, 2010; SUURS; HEKKERT, 2009; CHANARON; TESKE, 2007; ZAPATA; NIEUWENHUIS, 2009a; 2009b; VERGRAGT; VAN DEN HOED, 2004), mas a grande maioria se restringe a uma (ou duas) forma(s) alternativa(s), restringindo a generalização de suas conclusões. O Quadro 2 apresenta essas características principais adotadas por esses pesquisadores.

A proposta inicial desta pesquisa é que se avalie todas as formas atuais e alternativas de motorização existentes, sejam ou não comercialmente disponíveis, não se restringindo qualquer uma delas. Posteriormente, em função dos achados na pesquisa, pode-se concentrar nas concorrentes principais da tecnologia atual: o motor a combustão interna, movido por combustíveis líquidos de origem fóssil. Os automóveis movidos por motores de combustão interna (ICEVs) foram analisados isoladamente por Sierzchula e Bakker (2012), Nascimento *et al* (2010, 2011), Suurs e Hekkert (2009), Struben e Sterman (2008). Os ICEVs *flex – fuel* (NASCIMENTO *et al*, 2010, 2011) e movidos a biocombustíveis (SUURS; HEKKERT, 2009), entretanto, já são menos pesquisados. Os híbridos (HEVs) foram pesquisados por Magnusson e Berggren (2011), Chanaron e Teske (2007), Zapata e Nieuwenhuis (2009a) e Hekkert e Van Den Hoed (2004). Os elétricos (EVs) foram pesquisados por Yu *et al* (2013), Villareal (2011), Struben e Sterman (2008), Zapata e Nieuwenhuis (2009a). As opções de hidrogênio são pouco pesquisadas; exemplos são Hekkert e Van Den Hoed (2004) e Van Den Hoed (2004).

Quadro 2 – Pesquisas Realizadas por Outros Autores com Características de Similaridade

Autores	Abordagem	Método	Fontes de Dados	Focam em / Apostam em
Sierzchula e Bakker (2012)	Qualitativa	Exploratório (Estr. Tecnológicas)	Divulgação pública pelas montadoras	ICE
Magnusson e Berggren (2011)	Qualitativa	Exploratório (Estr. Tecnológicas)	Revistas e jornais especializados, entrevistas e patentes	HEV
Nascimento et al. (2011)	Qualitativa	Exploratório (Estr. Tecnológicas)	Entrevistas; websites de associações e montadoras	Flex
Villareal (2011)	Qualitativa	Exploratório (Estr. de Marketing)	Revistas de negócios; sites de associações e montadoras	BEV
Bakker, Lente e Meeus (2010)	Qualitativa	Exploratório (Estr. Tecnológicas)	Pesquisa em websites especializados, montadoras e notícias em geral	FCV
Nascimento et al. (2010)	Qualitativa	Exploratório (Estr. Tecnológicas)	Entrevistas; websites de associações e montadoras	Flex
Suurs e Hekkert (2009)	Qualitativa	AHE	Entrevistas com experts em biocombustíveis; periódicos	Biocombustíveis
Struben e Sterman (2008)	Quantitativa	Análise de Sensibilidade	Modelo dinâmico prescritivo de difusão	ICE + AFV
Chanaron e Teske (2007)	Qualitativa	Exploratório (Estr. Tecnológicas)	Publicações em geral e jornais de negócios; consultorias e bancos de investimento	HEV
Zapata e Nieuwenhuis (2007)	Qualitativa	Análise Teórica	Artigos Científicos	Todos
Hoed e Vergragt (2004)	Qualitativa	Exploratório (Estr. Tecnológicas)	Patentes e lançamento de carros-conceito	FCV
Hekkert e Hoed (2004)	Qualitativa	Exploratório	Artigos Científicos	Ambos (HEV; depois, FCV)

O numeroso conjunto de montadoras – os objetos desta “*grounded research*” –, além dos sistematistas e das parcerias entre empresas, transforma esta pesquisa em um estudo de caso múltiplo, que permitirá um ganho especial, o de comparar todas as estratégias tecnológicas identificadas e as trajetórias tecnológicas próprias de cada empresa. A amostra objeto de estudo é aleatória, pois a escolha das montadoras globais, os sistematistas globais e as diversas parcerias tecnológicas existentes entre estas empresas tornou-a não intencional; o pesquisador acredita que quanto mais heterogênea a amostra, maiores as possibilidades de se chegar a melhores conclusões, dada a diversidade de trajetórias empresariais feitas por cada uma delas.

Assim, esta pesquisa se mostra como qualitativa, documental e exploratória. Para Van Maanen (1979, 1988) – que defende que mais pesquisas qualitativas e contextuais devam ser realizadas –, em uma pesquisa qualitativa, o pesquisador tem a intenção de diminuir a distância entre a teoria e os dados, utilizando-se da lógica da análise fenomenológica, ou seja, da compreensão dos fenômenos por meio da sua descrição e interpretação. As experiências pessoais do pesquisador também se tornam, nesse contexto, fatores primordiais para a análise

e compreensão dos fenômenos estudados. Nessa visão qualitativa, o enfoque da pesquisa se torna menos estruturado, não necessitando, em princípio, haver hipóteses firmes no início da pesquisa, permitindo com isso a utilização de mais de uma fonte de dados. No caso desta pesquisa, é documental em virtude de se ter analisado documentos econômico-financeiros, operacionais e institucionais.

Em sendo uma pesquisa exploratória, utilizou-se um conjunto amplo de dados secundários com o objetivo de melhor adequar o instrumento de medida à realidade que se pretende conhecer. Ao se utilizar de dados secundários, corrigem-se os vieses inerentes do pesquisador, conseguindo-se, com isso, aumentar o grau de objetividade da pesquisa, tornando-a mais próxima da realidade (VAN MAANEN, 1979). Segundo Sobek II (1997)³⁴, por ser qualitativa, a pesquisa se funda na intuição e na experiência do pesquisador e, de certa forma, no acaso das descobertas.

4.2 Condução da Pesquisa e Fontes da Pesquisa

Uma análise das estratégias tecnológicas reveladas em motorização pelas montadoras globais foi empreendida para os anos de 2011 e 2012; as principais estratégias tecnológicas reveladas pelas montadoras de automóveis foram identificadas, juntamente com as principais trilhas tecnológicas que têm sido adotadas globalmente por elas nesse período de análise. Portanto, o pesquisador pretendeu – ao utilizar estudos de caso – realizar uma investigação empírica que o ajude a compreender um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto de vida real, baseado em diversas fontes de evidências. Neste estudo, utilizou-se fundamentalmente dois tipos de pesquisa: a documental e a bibliográfica.

A pesquisa bibliográfica nada mais é do que a busca do referencial teórico, que dará sustentação ao estudo em questão. Na revisão da literatura – centrada em teoria institucional, estratégias tecnológicas, inovação, motorização e automóveis – o pesquisador almejou verificar o estágio de conhecimento e de produção científica sobre os temas abordados, “construindo” um campo conceitual que possibilitou abrigar os resultados a que chegou. Neste caso, pode-se considerar que foram analisados e estudados com algum grau de

³⁴ No original, “... qualitative methods remain on some ways an art, relying heavily on the intuition and experience of the researcher and, to some degree, on serendipity”.

profundidade cerca de 500 obras nacionais e estrangeiras, entre livros, artigos científicos, dissertações e teses, obtidos principalmente por meio da base de dados ProQuest. Desse total, cerca de 150 títulos constam das referências finais desta tese, por terem sido considerados básicos, indispensáveis e compulsórios para a construção deste referencial teórico, centrado em estratégias tecnológicas reveladas na maior indústria manufatureira mundial. As principais famílias de construtos são:

- a) estratégias, manutenção da rivalidade existente, poder dos *incumbents*, barreiras de entrada e tecnologias substitutas;
- b) teoria institucional e institucionalismo;
- c) design dominante, dominância tecnológica, ciclos e descontinuidades tecnológicas;
- d) mercados e legitimidade, homogeneidade e heterogeneidade na indústria.

Das montadoras, obteve-se dados secundários qualitativos e quantitativos relacionados às estratégias adotadas, modelos de P&D e reações frente aos movimentos estratégicos das concorrentes, ou seja, pesquisa fortemente apoiada em fontes documentais (SIERZCHULA; BAKKER, 2012; NASCIMENTO *et al*, 2011; BAKKER; LEUTE; MEUES, 2010). Em função das características e do enfoque desta pesquisa, os dados primários levantados a partir de entrevistas se mostram irrelevantes (SIERZCHULA; BAKKER, 2012; MAGNUSSON; BERGGREN, 2011; VILLAREAL, 2011; BAKKER, LEUTE; MEUES, 2010; CHANARON; TESKE, 2007). Isso se explica fortemente pelo fato de que as informações das empresas se tornam disponíveis de diversas formas pelas próprias empresas, seja pela apresentação dos produtos em salões internacionais, pela divulgação de seus relatórios periódicos de apresentação de resultados ou por divulgação de *press releases* (SIERZCHULA; BAKKER, 2012; MAGNUSSON; BERGGREN, 2011; VILLAREAL, 2011; BAKKER, LEUTE; MEUES, 2010; CHANARON; TESKE, 2007; VAN DEN HOED, 2004).

Complementarmente, os próprios analistas de mercado especializados neste tipo de indústria divulgam os fatos mais relevantes, além da própria imprensa especializada (MAGNUSSON; BERGGREN, 2011; VILLAREAL, 2011; BAKKER, LEUTE; MEUES, 2010; CHANARON; TESKE, 2007) e das consultorias e bancos de investimentos (CHANARON; TESKE, 2007; VAN DEN HOED, 2004). No caso da indústria automobilística mundial, como o carro é um produto de alto desejo de consumo das pessoas, ela é uma das indústrias mundiais mais

acompanhadas no dia-a-dia. Isso torna a obtenção dos dados e das informações a respeito de tudo o que ocorre neste segmento relativamente fácil. Entretanto, a quantidade de informação é imensa.

Neste ponto, surge um problema: o da escolha das fontes corretas e mais adequadas para o problema de pesquisa formulado. Quais fontes de dados e informações utilizar? Segundo Sobek II (1997), as pesquisas qualitativas podem se tornar muito complexas, tornando difícil o reconhecimento das mais importantes relações a partir de uma massa imensa de dados. Mas apesar disso, é reconhecido que as pesquisas qualitativas são uma opção robusta para investigação de fenômenos relacionados com desenvolvimento de produtos (SOBEK II, 1997), que é o objeto desta pesquisa. Miles e Huberman (1994 *apud* SOBEK II, 1997) afirmam que, com o passar do tempo, as pesquisas qualitativas adotaram métodos sistemáticos de análise dos dados que permitem aos pesquisadores traçar conclusões e testá-las; no entanto, isso não elimina uma boa dose de julgamento, discernimento e perspicácia por parte do pesquisador. Assim, a pesquisa qualitativa é, inerentemente, indutiva, eliminando a necessidade de hipóteses a partir dos dados originais (SOBEK II, 1997).

Inicialmente, a decisão foi de não considerar artigos de revistas ditas leigas; apenas dados e informações contidas em reportagens de revistas especializadas seriam consideradas (MAGNUSSON; BERGGREN, 2011; VILLAREAL, 2011; CHANARON; TESKE, 2007; HEKKERT; VAN DEN HOED, 2004) e, ainda assim, apenas aquelas relacionadas com motorização. Desta forma, os dados secundários (qualitativos e quantitativos) foram obtidos por meio das seguintes fontes documentais, todas elas publicações especializadas no setor: Automotive World, Automotive Powertrain Briefing, Automotive News, Automotive News China, Automotive News Europe e Business Monitor International.

Os anuários de associações de classe da ANFAVEA e da OICA serviram também como referências suplementares, prática também comum a vários pesquisadores (NASCIMENTO *et al*, 2011; VILLAREAL, 2011; BAKKER, LEUTE; MEUES, 2010; NASCIMENTO *et al*, 2010; VAN DEN HOED, 2004). Além disso, fontes de busca de dados oficiais das próprias montadoras foram acessadas, especificamente os fatos relevantes institucionais e os respectivos *websites* de relações com investidores das montadoras (SIERZCHULA; BAKKER, 2012; VILLAREAL, 2011; BAKKER, LEUTE; MEUES, 2010; SUURS;

HEKKERT, 2009; CHANARON ; TESKE, 2007; ZAPATA; NIEUWENHUIS, 2009a; VERGRAGT; VAN DEN HOED, 2004; HEKKERT; VAN DEN HOED, 2004).

Para se ter uma ideia a respeito da quantidade de notícias, artigos, fatos relevantes e *press releases* identificados e lidos nesta pesquisa documental:

- a) 160 relatórios trimestrais da Business Monitor International, relativos ao período de 2009 a 2012, de 10 países (EUA, China, Japão, Coreia do Sul, Alemanha, França, Índia, Reino Unido, Suécia e Brasil), dos quais se obteve dados e informações a respeito dos movimentos estratégicos das montadoras locais (nos seus mercados domésticos e no seu mercado internacional) e das montadoras estrangeiras naqueles respectivos mercados domésticos;
- b) Cerca de 5.000 informes e notícias relatadas nos periódicos diários especializados Automotive News, Automotive News China e Automotive News Europe durante o ano de 2012: neste caso, foi necessário fazer um “peneiramento” rigoroso, pois estas fontes relatam tudo em relação ao cotidiano de uma montadora ou de um sistemista, não apenas os temas relacionados com motorização (objeto desta pesquisa). Ao final, obteve-se um conjunto de 500 relatos relacionados com estratégias tecnológicas em motorização;
- c) Do periódico mensal Automotive Powertrain Briefing (ISSN: 2042-1336), acompanhado durante os anos completos de 2011 e 2012, foram obtidos cerca de 3.000 informes e notícias, mas todas relacionadas com motorização (objeto desta pesquisa), pois o periódico é especializado em *powertrains*: neste caso, após “peneiramento” e exclusão de informes repetidos (ou atualizados em meses subseqüentes), obteve-se cerca de 1.200 relatos relacionados com estratégias tecnológicas. Esta fonte acabou se tornando a mandatária no momento de se fazer a compilação dos dados, uma vez que ela (1) é especializada no tema *powertrain* e (2) capta dados e informações de outras publicações especializadas, como a Automotive News e outras de reconhecimento internacional, como por exemplo, a Bloomberg e o Financial Times.

A escolha, portanto, desta publicação – os relatórios mensais da *Automotive Powertrain Briefing* durante os meses de janeiro de 2011 a dezembro de 2012 – como fonte de obtenção dos dados se deu pela possibilidade de obter, de uma única fonte, de uma única linha editorial e, principalmente, em um formato padronizado, as informações a respeito dos movimentos estratégicos em torno das motorizações dos veículos, prática percebida em outros trabalhos

relacionados ao tema (VAN DEN HOED, 2004). Buscar essas informações em diversas fontes tornaria o trabalho inexecutável ou aquém do que se propôs este pesquisador no tempo que estava disponível; implicaria muitas e distintas maneiras de coleta de dados e diferentes formas de tratamento desses dados, além da redundância nas identificações das estratégias tecnológicas reveladas. Isso implicaria em imprecisões e, fatalmente, em interpretações equivocadas e conclusões errôneas.

Como a publicação escolhida abriga em torno dela as notícias captadas dessas diversas fontes primárias, por ser qualificada no tema e altamente renomada no cenário automotivo mundial, optou-se por essa única publicação ser a dominante. Como é uma das mais renomadas no assunto, compreende-se que não devam existir estratégias tecnológicas que tenham sido reveladas (pelas próprias montadoras, pela imprensa especializada, em demonstrações fechadas, em salões internacionais de automóveis, por centros de pesquisa, por sistemistas etc.) e que não tenham sido captadas pelos editores deste periódico.

Tal premissa deve ser adotada para se validar a escolha da *Automotive Powertrain Briefing* como esta fonte de dados e que ela é segura, confiável e alinhada com o que acontece no mundo da motorização de veículos. A Ilustração 14 apresenta esquematicamente a abordagem adotada para a coleta de dados e posterior construção da base de dados da pesquisa. Para se ter garantia da fidedignidade dos relatos, decidiu-se por retirar uma amostra de 10% das informações relatadas por esta única fonte – cerca de 120 relatos dos 1.200 relatos que fazem parte da amostra desta pesquisa – para um processo de “*double check*”³⁵ contra as suas fontes de origem, atestando que as notícias que revelam as estratégias tecnológicas são verdadeiras e guardam semelhança com o registro posterior feito pelo periódico. Preocupação adicional foi a de poder se chegar a conclusões seguras diante de um universo tão extenso de relatos obtidos; a abordagem³⁶ adotada para superar este problema foi limitar a amostragem das ações relevantes praticadas pelos *stakeholders* da indústria aos relatos (públicos e acessíveis) mais importantes e que se relacionam única e exclusivamente com as tecnologias de motorização. Não foi encontrada qualquer publicação de autores que tenham utilizado o “*double check*” como parte integrante do método de pesquisa em motorização.

³⁵ Considera-se “*double check*” uma reinspeção cuidadosa, um reexame para assegurar a precisão na origem da informação; uma segunda verificação.

³⁶ Procedimento análogo foi adotado por Gallagher e Park (2002) ao estudarem a indústria americana de vídeo games no período de 1976 a 1999.

Ilustração 14 – A Abordagem Metodológica para Construção da Base de Dados.

Cada uma das notícias relatadas sobre as estratégias reveladas pelas instituições presentes no estudo (montadoras, sistemistas, provedoras de novas tecnologias, universidades, centros de pesquisa, agências de fomento, agências reguladoras, governos etc.) foi cuidadosamente lida no seu original em inglês, sem auxílio de tradução. Pode-se dizer que foi aplicado o método de análise de conteúdo. A leitura completa do fato relevante revelado se faz necessária para identificar os itens primordiais e para se compreender as estratégias tecnológicas desenvolvidas pelas diversas instituições estudadas – sobretudo as montadoras globais – e em que medida elas estão (ou estarão) sendo incorporadas ao cotidiano da indústria automobilística mundial. Esta atividade de inteligência foi a que, individualmente, mais demandou tempo durante toda a pesquisa, cerca de 4 meses; a simples leitura e compreensão de cada estratégia revelada demandou, em média, 10 minutos, o que levou a um total de cerca de 200 horas. Esta atividade ocorreu entre os meses de maio e agosto de 2012.

A cada leitura, identificou-se (utilizando-se como técnica sublinhar, ou colorir, os dados mais relevantes):

- a) a notícia propriamente divulgada que, em última instância, revela a estratégia tecnológica da instituição objeto do fato;
- b) a instituição (ou instituições, ou parcerias entre instituições) que está(ão) relacionada(s) com a notícia e que, em princípio, é (são) a(s) responsável(is) pela estratégia identificada;
- c) o local (país, continente, ou mesmo uma região ou cidade) em que a estratégia se desenvolveu (ou está em pleno desenvolvimento) e foi evidenciada;
- d) se era relacionada com motor ou com transmissão;
- e) se a transformação de energia se dava por combustão interna ou por eletricidade (bateria elétrica);
- f) se a fonte de energia advém de combustível convencional ou alternativo, no caso de ICE;
- g) se a fonte de energia advém de solução híbrida ou elétrica pura, no caso de eletricidade;
- h) se o estado físico é líquido ou gasoso ou, no caso de eletricidade, a forma de bateria;
- i) o nome do combustível ou a forma como se apresenta e
- j) se o combustível é fóssil ou se é renovável.

Após esse conjunto de informações analisadas e identificadas (sublinhando-se as palavras-chave em cada parte do periódico mensal), o pesquisador estabeleceu uma das cinco fases do arcabouço proposto por Suarez (2004), conforme apresentado anteriormente na seção 2.3.

Na Fase I é que surgem as diversas opções de verticais tecnológicas alternativas ao design dominante atual. Portanto, uma maneira de se verificar o progresso dos diversos concorrentes nesta fase é por meio da evidenciação; no caso das montadoras, a principal evidência é a apresentação de um carro – conceito ou, no caso de um sistemista, a apresentação de um estudo que comprove que a tecnologia alternativa tem chances de sucesso. Por exemplo, (a) uma parceria tecnológica que foi divulgada publicamente por duas empresas para desenvolvimento de uma nova plataforma para EVs grandes e pequenos ou (b) a revelação da montadora Daimler no Salão de Genebra que obteve sucesso em seu novo EV conceito "Forspeed" ou ainda, (c) a notícia de que a Hyundai lançou um novo conceito de Fuel Cell, o Blue2, que será o primeiro sedan FCEV (Blue2 significa Blue Square: vem da *eco-brand* Blue e o 2 do H₂). Todas estas são ações estratégicas relacionadas com tecnologias reveladas de motorização e que são definidas como sendo típicas da Fase I.

Já na Fase II, os atores de uma determinada indústria começam a demonstrar se possuem ou não capacidade de viabilizar tecnicamente uma ideia (SUAREZ, 2004), um conceito ou, no caso da indústria automobilística, um carro – conceito. Exemplos são: (a) o *California Air Resources Board (CARB)* aprovando o protótipo Think City como um veículo zero emissões (*ZEV_Zero Emissions Vehicle*) e, com isso, atestando a sua viabilidade técnica ou (b) o sistemista Eaton apresenta os resultados dos testes de viabilidade técnica dos sistemas híbridos Eaton (testados em mais de 100 milhões de milhas e 4 milhões de galões de diesel) realizados nos EUA ou ainda (c) a montadora sul – coreana Hyundai anuncia início de testes de uma frota de FCEVs na Europa do Norte (Noruega, Suécia, Dinamarca e Islândia). Casos em que há regulação por parte de algum governo ou órgão governamental que possua esta atribuição existem e são típicos desta fase, em que é preciso um “empurrão” para o projeto se firmar; exemplo é o plano para desenvolvimento de mercado potencial para veículos a H₂ na Escandinávia proposto pela Noruega em 2011. Nestes casos, tem-se ações estratégicas reveladas que são típicas da Fase II.

A criação do mercado se dá na Fase III, na qual se dá o primeiro lançamento do produto; revela-se pela colocação do produto no mercado, mesmo que bem localizado ou restrito. Exemplos de ações estratégicas tecnológicas típicas desta fase são: (a) a rede de lojas Best Buy anuncia lançamento de carregador 240V para os modelos Focus EV da Ford ou (b) em 2011, o modelo B-Class F – Cell da Mercedes – Benz foi colocado à venda na Califórnia ou ainda (c) as montadoras irmãs Nissan e Renault iniciam promoção de vendas de EVs no estado de Castilla e León e estrutura de suporte (o estado espanhol tem projeto de instalação de 900 pontos públicos de recarga a serem instalados até 2015). Todos estes exemplos caracterizam a Fase III.

A Fase IV é a relacionada com a batalha tecnológica decisiva, na qual desponta um vencedor (*“early front – runner”*). Na Fase IV, as bases de clientes acumuladas na criação do mercado são cada vez maiores e começam a ter um efeito importante sobre as decisões desses mesmos clientes; os clientes conseguem fazer melhores escolhas, pois possuem mais informação, diminuindo assim a seleção adversa. Entretanto, considera-se que não há evidências suficientes no atual momento de que esta fase esteja sendo atingida pelas tecnologias alternativas ao design dominante atual, o ICEV movido a combustível fóssil líquido. Portanto, não foi alocada qualquer estratégia revelada nesta Fase IV.

Na Fase V, uma alternativa tecnológica se torna dominante; em geral, há desenvolvimento de tecnologias aderentes ao design dominante para mantê-lo competitivo. Nesta Fase V, o motor de combustão interna continua firme na posição de design dominante. Exemplos típicos desta fase são: (a) a Cummins anuncia que está desenvolvendo novos modelos de motores para atender ao padrão Euro 6 de emissões para caminhões nos EUA ou (b) a montadora sueca Volvo revela novo projeto de P&D para novos combustíveis alternativos (*f3 fossil free fuels*), em parceria com o *Swedish Centre of Excellence for Renewable Fuels* ou ainda (c) a Nissan desenvolve o novo motor *supercharged* a gasolina para o Micra small city car.

Este procedimento se repetiu para cada uma das 1.200 notícias que foram coletadas, basicamente, das 24 edições mensais dos anos de 2011 e 2012 do periódico *Automotive Powertrain Briefing* e que contabilizam as 1.200 notícias que revelam as ações estratégicas desenvolvidas em motorização pela indústria automobilística mundial nesses anos de 2011 e 2012. Os arquivos das edições mensais da *Automotive Powertrain Briefing (Monthly Analysis*

of the Vehicle Engine and Transmission Business) foram cedidos gentilmente pela Divisão de Motores da Scania do Brasil, na pessoa do Sr. Ricardo Costa da Cruz.

A opção por ter um horizonte de tempo para estudos mais restrito (apenas dois anos), mas com maior quantidade de informações, se deu pela possibilidade de que esse método robusteceria a proposta de pesquisa, podendo se comparar mais de perto (temporalmente falando) as estratégias desenvolvidas pelos diversos concorrentes dessa indústria, em que região elas ocorrem e com qual tecnologia tentam se firmar ou manter sua vantagem competitiva.

Após a etapa de identificação de cada estratégia tecnológica em uma das fases do arcabouço de Suarez (2004), fez-se a transcrição de cada uma delas para uma planilha Excel, na qual cada linha deve comportar todas as informações de (a) a (j) descritas anteriormente; ou seja, em cada linha está descrita a ação estratégica relacionada com as tecnologias de motorização que será, posteriormente, junto com todas as demais linhas transcritas, considerada como o banco de dados definitivo da pesquisa. Em cinquenta palavras, ou menos, obteve-se um resumo da estratégia tecnológica revelada que a identifique claramente para fins de análise para a pesquisa.

A planilha Excel foi formatada com a inclusão de filtros, de maneira a possibilitar a análise detalhada de cada uma das diversas colunas geradas; em cada coluna, portanto, está descrita sempre a mesma característica como, por exemplo, se o combustível é fóssil ou se é renovável. Após a transcrição completa, foi feita uma nova leitura, para correção da ortografia e eventuais supressões de relatos redundantes. Esta atividade ocorreu entre os meses de agosto e dezembro de 2012 e tomou algo em torno de 120 horas de trabalho.

A parte mais delicada deste trabalho de identificação das estratégias tecnológicas está exatamente no que não está revelado ou relatado: em qual fase do arcabouço de Suarez (2004) se encaixa cada um dos relatos de estratégia tecnológica revelada?

De maneira a se conseguir uma maior qualidade e confiabilidade no método de identificação da fase correta em que se encaixa cada uma das estratégias reveladas, inseriu-se a opinião de dois colegas do Programa de Pós – Graduação em Administração da Faculdade de Economia,

Administração e Contabilidade (FEA) da Universidade de São Paulo (USP) para uma “calibração” do método. Estes dois colegas têm conhecimento do tema Design Dominante e dos conceitos embutidos no *Framework* de Suarez (2004), tendo sido alunos e monitores da disciplina “Gestão da Inovação em Produtos e Processos”, que se relaciona com esta questão.

Foi selecionada, aleatoriamente, a partir da planilha Excel, uma amostra com 91 relatos das estratégias tecnológicas noticiadas, o que equivalia, àquela altura do processo de transcrições (do papel para a planilha eletrônica), a cerca de 30% do total transcrito até então (com o número final de aproximados 1.200 relatos aceitos para análise, corresponderia a 8% do total). Este pesquisador já havia apostado a fase do arcabouço de Suarez (2004) que acreditava ser a mais adequada para identificar a estratégia revelada. Ao se enviar a planilha com esta amostra aleatória de 91 relatos para os dois revisores, suprimiu-se a coluna que identificava a fase; os colegas receberam esta coluna com os campos “em branco”, nos quais deveriam apor a sua opinião a respeito. Após a sua devolução, este pesquisador identificou um total de 33 relatos que não convergiam para a mesma opinião. Isso implicou em duas ações: a primeira, rever os seus conceitos preliminares e identificar possível alocação em fases não condizentes com os relatos; a segunda, reenviar aos colegas a mesma planilha, com as considerações necessárias para a busca de convergência.

A não convergência mais clara foi a alocação, por parte dos dois colegas, de estratégias reveladas na fase IV, a batalha tecnológica decisiva. De fato, de acordo com a contextualização teórica utilizada nesta presente pesquisa, não há evidência que a indústria automobilística mundial esteja, neste momento, travando uma batalha decisiva em torno de uma solução para a motorização de veículos. Sabe-se que muitas alternativas tecnológicas estão “batendo à porta” da fase IV, tentando competir de frente com o ICE, mas este continua a ser o design dominante. Portanto, para efeitos desta pesquisa, não existe qualquer atividade sendo desenvolvida que justifique considerá-la como sendo fase IV, ou seja, não se está em uma batalha decisiva neste momento em torno do atual design dominante.

Somente esta não marcação da Fase IV elimina 18 das 33 não convergências que surgiram com a opinião dos colegas revisores. Outras 10 manifestações distintas dos colegas fizeram com que a opinião deste pesquisador se alterasse. Assim, após novo envio das mesmas 91 estratégias reveladas, mas sem apresentar a opinião que fosse a do pesquisador, chegou-se a

um apontamento apenas que não havia convergido com a deste pesquisador. Com isso, considerou-se que o método de apontamento das fases de Suarez (2004) estava “calibrado”. Daí em diante, prosseguiu-se com as transcrições e os apontamentos na planilha Excel, agora com o método ajustado.

Passo seguinte foi a procura por relatos significativamente semelhantes, ou seja, aqueles que podem ter surgido em um determinado mês como uma previsão e que, alguns meses depois, foram novamente relatados agora como uma confirmação: por exemplo, anúncios de lançamento da pedra fundamental de uma nova planta e, algum tempo depois, o início de produção nessa planta. Esse procedimento eliminou 54 relatos anteriormente transcritos. Isso deixou a amostra com exatos 1.146 relatos de ações estratégicas em tecnologias de motorização na indústria automobilística mundial no período de janeiro de 2011 a dezembro de 2012.

Este estudo, centrado em uma pesquisa descritiva, exploratória, de caráter qualitativo e com fontes secundárias de pesquisa documental e pela pesquisa bibliográfica, parece, portanto, bastante apropriado para a busca das respostas para o problema de pesquisa formulado, pois se deseja obter a realidade com que ocorrem os movimentos estratégicos das montadoras relacionados com tecnologias de motorização. Trata-se de uma análise *ex – ante*, pois há elevada incerteza sobre qual tecnologia de motorização vencerá essa batalha tecnológica entre concorrentes em motorização: se uma forma alternativa ou se continuará havendo dominância da tecnologia de combustão interna. No entanto, como os dados são já conhecidos, isto é, as estratégias tecnológicas estão reveladas, então a análise seria *ex – post*. O Quadro 3 resume as características principais da abordagem metodológica adotada nesta pesquisa.

Quadro 3 – Abordagem Metodológica Utilizada na Pesquisa

Abordagem da Pesquisa	Definição e Tipo
Finalidade	Descritiva
Natureza	Qualitativa
Tipo	Exploratória ("grounded research")
Estratégia de Pesquisa	Estudo de Casos Múltiplos
Técnica de Pesquisa	Bibliográfica e Documental
Fontes de Dados	Múltiplas
Dados	Secundários
Objeto de Pesquisa	Montadoras
Unidade de Análise	Estratégias Tecnológicas Reveladas

4.3 Delineamento da Pesquisa e Caracterização da Amostra

Os dados relativos às estratégias tecnológicas reveladas apontaram para a identificação de uma amostra resultante com 68 montadoras, 97 sistemistas, 13 fabricantes independentes de motores, 5 fabricantes independentes de transmissões, 139 parcerias tecnológicas (sendo 22 entre montadoras, 68 entre não montadoras e 49 entre montadoras e não – montadoras), 28 universidades, 60 órgãos de governo (de 21 países) propulsores de projetos de pesquisa e desenvolvimento e 20 ‘*start – ups*’.

O Apêndice 1 apresenta a relação completa das instituições que fazem parte da amostra desta pesquisa. Do total de 1.146 ações estratégicas reveladas em tecnologias de motorização, pode-se estabelecer uma estratificação muito clara, que auxilia a compreender como e por quem são realizados os movimentos estratégicos relacionados com as tecnologias de motorização. Das 1.146 ações estratégicas identificadas, 602 delas (53% do total) foram classificadas como estando na fase V de Suarez (2004), isto é, na fase de pós-dominância, na qual as empresas desenvolvem projetos tecnológicos para manter o atual design dominante, o motor a combustão interna; outras 544 (47% do total) ações foram identificadas como estando naquela etapa que será chamada Pré – IV [a soma das fases I, II e III de Suarez (2004)], a pré - dominância. Estas fases significam que estão sendo estudadas formas alternativas ao design dominante atual, o ICE.

Para atendimento aos objetivos desta pesquisa, do total obtido na pesquisa (ou seja, na varredura dos dados, típico de “*grounded researches*”) foram selecionados os casos mais freqüentes envolvendo as montadoras, os sistemistas e as parcerias tecnológicas relacionadas com as montadoras. As vocações de cada país em relação às fases de Suarez também motivaram uma análise.

Foram estudadas 25 montadoras, que representam 87% de todo o mercado mundial de automóveis e comerciais leves (AUTOMOTIVE WORLD, 2012). São elas: três americanas (General Motors, Ford e Chrysler); três japonesas (Toyota, Honda e Nissan); três alemãs (Volkswagen, Audi e BMW); três francesas (Renault, Peugeot e Citroën); duas sul – coreanas (Hyundai e Kia); uma italiana (Fiat) e dez chinesas [Changan, First Automotive Works (FAW), Geely, Chery, Dongfeng Automobile, BYD, Brilliance, Great Wall, Shanghai Automobile Industry Corp. (SAIC) e Guangzhou].

5 AS ESTRATÉGIAS TECNOLÓGICAS DAS MONTADORAS

Esta seção tem como objetivo apresentar as constatações mais importantes feitas a respeito de cada uma das montadoras consideradas objetos desta pesquisa durante o período analisado, os anos de 2011 e 2012. Cada montadora é considerada um estudo de caso, no qual se faz a apresentação das ações estratégicas tecnológicas reveladas individualmente (por diversas fontes primárias e compiladas em fontes secundárias consideradas nesta pesquisa) efetivadas pela montadora em termos de tecnologias ligadas, direta ou indiretamente, aos sistemas de motorização e as estratégias reveladas estabelecidas sob a forma de algum tipo de parceria tecnológica (com outra montadora ou um sistemista, principalmente). Ao final do capítulo, apresenta-se uma síntese com os principais resultados encontrados em revelações de ações estratégicas nos anos de 2011 e 2012.

5.1 Estudo de Caso 1: General Motors

A americana General Motors é atualmente a segunda maior montadora da indústria automobilística mundial; estudá-la é obrigatório uma vez que, além de deter uma posição estratégica diferenciada em vários mercados mundiais, esta *incumbent* teve a chance de revolucionar o mercado de automóveis ao deter a tecnologia de carros elétricos no início dos anos 1990. Depois de quase ir à falência por conta da crise financeira mundial de 2008, a montadora se reergueu com ajuda do governo americano, abriu seu capital e retomou lugar de destaque na concorrência pelos consumidores de automóveis.

A montadora claramente revela suas estratégias tecnológicas de manutenção do motor de combustão interna; é amplamente perceptível a maneira como a General Motors se apresenta como uma das maiores investidoras em manter o atual design dominante ICE + combustível fóssil líquido. São numerosos os exemplos de investimentos em melhorias das motorizações a partir de motores menores, sistemas de controle de emissões, *turbocharging* e transmissões com mais velocidades. Em 2011, a montadora anunciou investimentos de US\$540 milhões na ampliação de sua fábrica de Toluca, no México, para produção de dois novos motores de 4

cilindros com capacidade de 1.6l e 1.8l, além de novas instalações de produção de componentes para motores em alumínio e novas linhas de usinagem.

Nos EUA, a General Motors revelou nos dois últimos anos uma ampla gama de ações estratégicas relacionadas ao ICE (GM, 2012). Revelou investimentos para produção de novos motores de 1.6l e 1.8l de 4 cilindros, além de pequenos motores de 1,0l e 1.5l de 4 cilindros, além da linha Ecotec de 1.4l; divulgou ainda que novos modelos estarão disponíveis com sistemas eAssist de economia de combustível nas transmissões automáticas de 6 e de 8 velocidades oferecidas nas marcas Buick e Chevrolet. Em 2013, será oferecida nos EUA a versão a diesel do Cruze, fabricado nos EUA (a marca Chevy não lançava modelos a diesel desde 1980). A montadora revelou ainda possuir uma estratégia – chave para o ano de 2013: a de que pelo menos 40% de seus veículos vendidos possam atingir consumo acima de 30 mpg nas estradas, ressaltando que, em 2009, apenas 16% de seus veículos novos atingiram essa marca.

Em 2012, a montadora iniciou a oferta de pickups bi – combustível movidas a CNG e diesel; a AT&T comprou 101 vans Chevy Express Cargo 2500 movidas a CNG para sua frota de atendimento a clientes. A montadora revelou também que estará lançando em 2013 os modelos Chevrolet Silverado e GMC Sierra 2500 HD na versão bi – combustível, movidas a gasolina e CNG, permitindo uma autonomia de 650 milhas. A partir de 2012, a montadora passou a oferecer motores *flex – fuel* Ecotec 2.4l de 4 cilindros para rodarem com E85 e quaisquer outros “*blends*” de gasolina. A montadora afirma que mais da metade de seus modelos “*line – up*” seriam *flex – fuel* ao final de 2012.

A marca Buick foi a escolhida para o lançamento, em 2011, do primeiro carro de linha típica de produção equipado com motor *flex – fuel* 2.0l *turbocharged* com 4 cilindros em linha e com injeção direta: o Buick Regal Turbo pode operar com qualquer mistura de gasolina ou etanol E85. Os *turbochargers* se utilizam da energia contida no fluxo dos gases de exaustão direcionando-os para um compressor que injeta mais ar na câmara de combustão de acordo com a demanda solicitada pelo motorista; no caso do Ecotec, as câmaras gêmeas do *turbocharger* conseguem prover maior fluxo de entrada de ar na turbina, maximizando a energia cinética e térmica desprendida pela turbina (APB, 2011c). Ou seja, maior eficiência energética com menor consumo de combustível e menos emissões de CO₂ e NO_x.

No Canadá, será instalada nova fábrica para produção de transmissões automáticas de seis velocidades para equipar os modelos Chevrolet Equinox, GMC Terrain e Buick Regal. Na Itália, foi criado um Centro de Engenharia de Powertrains a Diesel para desenvolvimento de sistemas avançados de propulsão. Na Índia, a montadora revelou o motor 1.2l Smart – Tech, com motor de 80,5hp e desempenho de 18,6km/l e o Chevrolet Beat de 1.0l, o menor motor a diesel do mundo e, na Tailândia, a montadora informou que estará instalando nova planta de fabricação de motores a diesel de 2.5l e 2.8l para a nova família Duramax Truck Engine, que atenderá aos padrões Euro VI de emissões.

Além disso, uma *joint venture* estabelecida no Uzbequistão permitirá a implantação de uma planta para produção de motores Ecotec de 1.2l e de 1.5l para uso em modelos de carros pequenos da GM em todo o mundo; com a Universidade de Wisconsin, a GM estabeleceu um acordo para desenvolvimento de pesquisas para estender as faixas de operação de motores a diesel leves para que possam operar também com gasolina, a partir de injeção triplo – pulso em regimes de combustão em baixas temperaturas. Nos EUA, projeto de desenvolvimento de motores bi – combustível gasolina e diesel também foi revelado com a sistemista Argonne.

Já a marca Opel / Vauxhall é utilizada pela montadora GM para testar as suas estratégias tecnológicas na Europa. Sob a marca Opel, os híbridos GM americanos começaram a ser vendidos na Europa no final de 2012; já em 2011 o Ampera PHEV com *extended range* já se encontrava em fase de testes na Alemanha para aluguel em locadoras de automóveis. A montadora anuncia que está investindo em soluções com células combustível e hidrogênio; veículos FCVs (*Fuel Cell Vehicles*) já se encontram em fase de testes e a sua estratégia é poder lançá-los até o final da década. Segundo a vice – presidente da Opel / Vauxhall, Rita Frost (APB, 2011e),

a GM foi uma das três grandes montadoras globais a nunca ter desistido dos veículos a hidrogênio (FCVs). Estamos nos movimentando em busca de uma aplicação na linha de produção e realmente acreditamos que essa é uma tecnologia que deve ser oferecida ao mercado. Quando? Depende da infraestrutura... do ponto de vista da capacidade, eu diria que não antes de 2015. E seria um lançamento para o mercado em alto volume? Eu tenho minhas dúvidas. Provavelmente no início esses carros seriam limitados a locais nos quais eles poderiam trafegar por conta da existência de postos de reabastecimento, o que em alguns poucos anos seria resolvido.

Entretanto, fica clara a prioridade da montadora americana em também fortalecer o mercado de veículos movidos a ICE na Europa. A Opel / Vauxhall afirma que precisa fortalecer a sua

divisão de motores e transmissões na Europa, tendo divulgado o que seria uma “*powertrain offensive*”: três novas famílias de motores a gasolina e a diesel de 1.6l (que diminuem em 13% as emissões de CO₂ e diminuem o consumo também em 13%), que substituirão o atual portfolio.

É na fase V, a pós – dominância, que a General Motors se apresenta de forma muito evidente; são 39 ações estratégicas reveladas para a motorização convencional de automóveis. São 21 ações reveladas nos EUA, seu principal palco de experimentações em inovações incrementais ao ICE. Nas fases de pré – dominância, a GM também se apresenta fortemente, com 22 ações estratégicas reveladas, mas com apenas 2 relatos na fase I, de pesquisa e desenvolvimento de novas alternativas em EVs. É na fase II, de prototipagem, que a General Motors se mostra mais, com 11 ações estratégicas, sendo 7 delas em EVs, 2 em HEVs e 2 em FCEVs. Na fase III, de criação de mercado, os híbridos apresentam mais relatos, sendo 5 em HEVs e 2 em PHEVs; os EVs são dois. Ou seja, a General foca mais em EVs nas fases I e II e em HEVs na fase III.

Além de projetos de lançamento de novos modelos de carros híbridos nos EUA baseados no Volt PHEV, a montadora propôs em 2011 uma versão totalmente elétrica do Chevrolet Spark mini – car. A intenção da montadora com relação ao Volt para 2013 é (a) proporcionar uma maior autonomia com uma simples carga da bateria, chegando a 38 milhas, três a mais que o conseguido em 2012 e (b) sanar os problemas de fogo de origem elétrica quando de uma colisão (para isso, está reforçando a estrutura e o sistema de resfriamento da bateria). Na Coreia do Sul, a GM Korea lançou o primeiro híbrido da marca Alpheon, com motor de 3.0l e transmissão automática de 6 velocidades. Em movimento isolado, a montadora revelou investimentos altos da ordem de US\$325 milhões nos EUA em uma planta para produção de componentes de futuros EVs.

Em relação às parcerias com sistemistas, a GM estabeleceu uma pontual com a LG, para projetos e engenharia de veículos elétricos; no caso de baterias para o Volt PHEV e o Opel Ampera PHEV, a LG é a fornecedora exclusiva. No caso do Chevrolet Cruze, em fase de testes, a LG também é a fornecedora das baterias. Com a ABB, a montadora estabeleceu parceria em P&D para projetos de reutilização das baterias do Chevrolet Volt, pois após a exaustão do uso automotivo, as baterias ainda possuem 70% da vida útil (APB, 2011h). O

Ampera começou a ser testado no mercado em 2011 a partir de cinco países europeus – Reino Unido, Alemanha, Bélgica, Holanda e França – e a montadora espera que os resultados deste teste definam o quanto a montadora acelerará as vendas nesse mercado de PHEVs a partir da Europa (APB, 2011e).

Na China, a partir de um memorando de entendimentos com o China Automotive Technology and Research Center assinado em 2012, a montadora gerencia uma frota de demonstração de veículos do modelo Volt em Pequim por um ano, com o intuito de fortalecer a política de eletrificação automotiva e influenciar a tomada de decisão entre os diversos *stakeholders*. Em relação às parcerias da General Motors na China, as ações estratégicas reveladas são mais raras mas não menos importantes: em 2011, a Shanghai GM revelou que possui planos para lançar até 2015 um total de 12 novos modelos de veículos com motores a combustão interna “*fuel – efficient*” como parte de sua estratégia “*Drive to Green*” de desenvolver tecnologias limpas. Somente nesta frente, a montadora revelou (BMI, 2010) que estará investindo US\$1 bilhão somente em desenvolvimento de motores, com o objetivo de reduzir consumo de combustível fóssil e emissões de CO₂ de sua frota em 15% entre os anos de 2011 e 2015. Setenta e dois por cento das vendas totais da montadora hoje vêm de veículos “*fuel – efficient*”; em 2012, a Shanghai GM revelou que espera adicionar modelos EVs a essa gama de veículos no futuro.

Em termos de EVs e PHEVs, a Shanghai GM anunciou em 2012 planos de lançar “muitos” modelos na China, incluindo o PHEV Chevrolet Volt e o novo EV Chevrolet New Sail (BMI, 2010). Com a chinesa SAIC, a General Motors estabeleceu, em 2011, estratégia de desenvolvimento de novas arquiteturas de veículos elétricos, envolvendo engenharia e projeto; este é mais um acordo de cooperação estratégica que a GM assina com a SAIC, com a qual possui outras 10 *joint ventures* na China (APB, 2011j).

Desta forma, a General Motors se posiciona estrategicamente para manter a sua posição de *incumbent* forte na indústria automobilística mundial, no sentido de preservar a sua condição de líder mundial com a oferta de veículos movidos a combustão interna. Fica claro o conjunto principal de estratégias tecnológicas da empresa: motores menores, *turbocharging*, sistemas de controle de emissões, novos tipos de materiais para tornar os motores mais leves e mais

eficientes do ponto de vista energético, mas ainda com a preservação dos combustíveis fósseis dominantes, ou seja, a gasolina e o diesel.

Algumas ações estratégicas reveladas apontam para soluções bi – combustível, notadamente com o uso do CNG em conjunto com a gasolina ou com o diesel; algumas soluções com o uso das misturas possíveis de etanol e gasolina também surgem, mas em muito menor escala. Até mesmo um projeto de uso do ICE com opção de gasolina e diesel no mesmo motor foi apresentada pela montadora em 2012.

A China se tornou o maior mercado da montadora, com 38% de todas as suas vendas mundiais; os EUA respondem por 28%, a Europa por 18% e o Brasil por 11%. Desta forma, faz sentido a montadora investir no Brasil no design dominante local, ou seja, o ICE *flex – fuel*. Na Europa, palco das regulações de baixas emissões, a montadora se apresenta como projetista de novas formas de motorização, especialmente a elétrica. Nos EUA, a montadora se posiciona francamente com a manutenção do design dominante ICE – combustível fóssil líquido, arriscando-se com experiências com os fósseis gasosos, como o gás natural comprimido (CNG) e o gás natural liquefeito (LNG). Do ponto de vista da eletrificação, a GM lançou um novo carro – conceito, o EN – V (*Electric Networked – Vehicle*),

que representa uma solução possível para consumidores globais que vivem em cidades nas quais as soluções alternativas de transporte são necessárias; por volta de 2030, mais de 60% da população projetada de 8 bilhões de pessoas morará em áreas urbanas,

disse Chris Perry, vice-presidente de marketing e estratégia da GM. O EN – V terá autonomia de 25 milhas fornecida por uma bateria elétrica (APB, 2011j).

A China é o grande mercado para a montadora vender os modelos que usufruem do atual design dominante: ICE a gasolina ou a diesel. E é na China que a montadora revela sua estratégia – chave: investir em modelos menores, turbinados, mais eficientes, mas mantendo o paradigma ICE e fóssil; experiências com formas alternativas de motorização e combustíveis alternativos não aparentam ser a sua prioridade na China. A montadora deixa claro que eletrificação deverá ocorrer, de maneira comercial, em não menos que 20 anos.

Assim, evidencia-se a manutenção do design dominante como a estratégia central da General Motors, configurando-se um conjunto de estratégias focadas na Fase V de Suarez (2004), aquela relativa à pós-dominância do design vigente. Apenas dois movimentos estratégicos foram revelados pela montadora nos anos de 2011 e 2012 em relação a pesquisa e desenvolvimento em torno de novas alternativas de motorização, a Fase I de Suarez: a parceira com a SAIC na China para desenvolvimento compartilhado de arquiteturas de EVs e o lançamento do carro – conceito EN – V nos EUA. Existem vinte ações estratégicas sendo desenvolvidas nas Fases II e III de Suarez, notadamente em torno do Chevrolet Volt PHEV e, em menor escala, em veículos elétricos puros (EV) e a hidrogênio (FCV).

5.2 Estudo de Caso 2: Toyota

A japonesa Toyota é atualmente a terceira produtora de veículos do mundo, com 8,1 milhões produzidos em 2011 (AUTOMOTIVE WORLD, 2011), o que a faz ter um *marketshare* global de 11,4%. Dados da própria Toyota (TOYOTA, 2013) apontam para um total de vendas da ordem de 7,35 milhões de unidades em 2012. A marca histórica de 8,9 milhões de unidades alcançada em 2008 ainda não foi retomada, muito em função do *tsunami* que atingiu o Japão em 2010. Estudar esta montadora japonesa é compulsório, haja vista sua participação no mercado mundial de automóveis e sua grande capacidade de geração de novas técnicas e práticas administrativas em gestão industrial, operações e produção. Por ser considerada a primeira montadora a produzir veículos híbridos em escala, passa pela Toyota uma possível ruptura no design dominante atual, o motor de combustão interna movido a combustível fóssil líquido.

A montadora claramente revela suas estratégias tecnológicas de buscar alternativas elétricas para o atual motor de combustão interna; é perceptível a maneira como a Toyota se apresenta como uma investidora em manter o atual design dominante ICE + combustível fóssil líquido, mas também em pesquisar e desenvolver muitas soluções de eletrificação automotiva.

São muitos os exemplos de investimentos em novas plantas de produção de motores e transmissões na Índia, no Japão e na Tailândia, além de aumento da capacidade das plantas de motores e transmissões automáticas nos EUA, todas elas estratégias de atuação na Fase V.

Atua ainda na produção de motores de 4 cilindros a diesel na Índia, devido à grande demanda por esse combustível, em razão do alto valor da gasolina. Foram evidenciadas 51 ações estratégicas em motorização reveladas nos anos de 2011 e 2012; destas 51, somente na fase V foram identificadas 19 ações estratégicas de preservação do motor de combustão interna, 37% do total. Nas fases de pré – dominância, foram identificadas 32 ações estratégicas em motorização eletrificada, 63% do total. Este perfil de alocação das estratégias tecnológicas aponta para uma montadora muito focada em manter a sua vocação, declarada no site da empresa, de ser a líder em hibridização de veículos.

Na fase V, há 18 ações estratégicas relacionadas com combustíveis convencionais (gasolina e diesel) e apenas 1 experimento com uso de hidrogênio em motor de combustão interna, este sendo realizado na própria Toyota do Japão. A tecnologia FCEV foi revelada pela montadora no final da década de 2000, em continuidade à tecnologia desenvolvida anteriormente em FCV, no meio da década de 1990. A montadora não aparenta ter uma frente tecnológica em motorização focada em hidrogênio; aliás, ela revela que ainda não foi encontrada uma solução adequada para o armazenamento do gás dentro do veículo. Das 18 ações estratégicas reveladas, 13 são relacionadas com gasolina e 5 com diesel; não há qualquer evidência em torno do uso de combustíveis líquidos ou gasosos alternativos aos convencionais. A montadora não testa veículos movidos a etanol, CNG ou LNG.

A sua opção em tecnologias de motorização é focada em sistemas *stop – start*, *turbocharging*, sistemas AWD *full – time*, injeção direta, todos sistemas nos quais, em geral, a grande maioria das montadoras também têm realizado investimentos. Com isso, a montadora revela sua descrença em combustíveis renováveis, sejam líquidos ou gasosos, para aplicação em ICEs. Essas estratégias de preservação do ICE se desenrolam principalmente nos EUA, no Japão e na Índia. A Europa não é foco de atuação da montadora; como sua presença no continente é relativamente fraca (tem 5,2% de sua produção e 10,9% de suas vendas na Europa), provavelmente não faz parte de sua estratégia – chave despende esforços na Europa para preservar um design dominante onde não teria forças para competir.

A única experiência da Toyota em usar combustíveis líquidos renováveis em um ICE ocorre no Brasil, mercado no qual vende veículos *flex – fuel* desde 2007; no Brasil, não foi uma das entrantes precoces (“*early comers*”), tendo reagido tardiamente aos movimentos das 4

grandes no Brasil e das francesas. O mercado brasileiro representa apenas 0,4% para o total das vendas da Toyota no mundo (ANFAVEA, 2011).

É nas fases I, II e III, ou seja, na pré – dominância, que a Toyota se mostra de forma muito evidente; são 32 ações estratégicas reveladas para a motorização eletrificada de automóveis. São 7 na fase I, de pesquisa e desenvolvimento de novas alternativas, quatro delas em parcerias com outras montadoras (Ford e BMW) e sistemistas. Com os sistemistas, desenvolve projetos de P&D em baterias Li-ion, inclusive em estado sólido. Para manter barreiras de entrada altas para concorrentes, desenvolve estas estratégias no Japão. Quando se trata de lançar carros – conceito, ela o faz na Europa, nos salões de Genebra; exemplo é o lançamento, em 2012, do carro – conceito FT – Bh *full hybrid*, de 800kg, 134mpg de consumo e 49 g/km de emissões de CO₂. Com a Ford nos EUA, a Toyota formou uma *joint venture* para desenvolver novos sistemas híbridos para caminhões leves e SUVs; trabalharão juntas ainda para desenvolver novos padrões e tecnologias em sistemas de telemática.

Na fase II, a Toyota revela 10 ações estratégicas, sendo 5 delas desenvolvidas no Japão e todas com desenvolvimento próprio, sem parcerias: desde testes de FCEVs em carros e ônibus no aeroporto de Narita, até desenvolvimento de sistemas de recarga reversa dos veículos EVs e PHEVs entre residência e veículo e vice – versa. As outras ações estratégicas se desenvolvem no Reino Unido (PHEVs com baterias Li-ion da EDF Energy em testes de estrada) e na Alemanha (testes do protótipo TS030 em corridas pela Toyota Racing).

A fase III é a mais fértil da montadora; são 15 relatos de ações estratégicas em motorização que mostram a força da empresa em hibridização de veículos. Até a sua subsidiária Hino Trucks, fabricante de caminhões pesados, entrou no mercado de híbridos a diesel classes 4 e 5 nos EUA em 2011. Com presença ainda fraca na China em híbridos – muito porque o mercado ainda não aceitou o produto – a Toyota decidiu fabricar motores elétricos e baterias na China para os modelos HEV da marca vendidos localmente. Suas ações de criar mercado para seus produtos com tecnologia híbrida ocorrem fortemente nos EUA e na Europa, diferentemente do que ocorre com os seus modelos ICE.

A montadora revela que espera recuperar sua lucratividade perdida por conta da diminuição do mercado japonês pós – tsunami na Europa, ofertando modelos HEVs, especialmente o

Lexus CT 200h, campeão de vendas nos EUA e que chega ao continente europeu com expectativa de maiores vendas. Retornará com o Lexus também para o mercado japonês com valor mais baixo. Nos EUA, a decisão da montadora foi concentrar a produção mundial do Prius na planta do Mississippi, almejando que o Prius venda mais que o atual *bestseller* Camry.

A Toyota, portanto, se revela uma montadora muito arrojada e, entretanto, cautelosa quanto ao futuro da motorização dos veículos. Arrojada porque desenvolve muitas ações estratégicas nas fases de pré – dominância e também na fase de pós – dominância. Na verdade, muito mais esforço é despendido em se buscar novas alternativas ao design dominante ICE + combustível fóssil líquido. A montadora desenvolve tecnologias em relação ao ICE, mas mantendo os combustíveis convencionais, a gasolina e o diesel; não se aventura nos combustíveis alternativos renováveis líquidos (exemplo é o etanol) e nem nos alternativos fósseis gasosos (casos do CNG e do LNG). Ou seja, é cautelosa e mostra evidências fortes de que buscará, no limite, a exaustão dos investimentos já feitos no ICE tradicional. Esta é uma posição ortodoxa para uma montadora veterana (*‘incumbent’*) que desfruta, em nível mundial, de um *marketshare* dos mais robustos.

Prefere investir em P&D para novas arquiteturas de motores e câmaras de combustão menores e opostas, *turbocharging*, sistemas de controle de emissões e sistemas *stop – start*, mas ainda com a preservação dos combustíveis fósseis dominantes, ou seja, a gasolina e o diesel. Nenhuma evidência surgiu dando conta de alguma estratégia envolvendo soluções bi – combustível.

A montadora mostra seu arrojo na busca de alternativas em motorização elétrica; de fato, parece ser uma rompedora (*“front – runner”*) em eletrificação e hibridização automotiva. A Europa e os EUA se mostram como palcos importantes para a colocação (fase III) dos modelos testados anteriormente. O Japão é o palco principal dos testes (fase II) das novas alternativas que a montadora estuda. Nos EUA, a montadora se posiciona fortemente com a manutenção do design dominante ICE + combustível fóssil líquido, mas sem se arriscar com experiências com os fósseis gasosos, como o gás natural comprimido (CNG) e o gás natural liquefeito (LNG), tendências fortes no mercado americano (e que vem sendo desenvolvido por outras montadoras, especialmente as americanas). Afinal, nos EUA se encontram 17% de sua produção atual e 25% de suas vendas.

Assim, evidencia-se a busca de um novo design dominante em motorização pela Toyota, talvez até esta seja a sua estratégia central, focando nas fases de pré – dominância de Suarez (2004). A Toyota se apresenta como forte introdutora de seus produtos alternativos no mercado; ela parece estar “batendo à porta” do design dominante atual. Mas apesar dessa postura arrojada, acena para a concorrência que, se houver ainda a dominância do ICE por longo tempo, ela estará preparada, haja vista os seus investimentos em capacidade produtiva nos EUA, no Japão e na Índia. Com isso, mantém a sua posição de uma das maiores montadoras globais (e sem deixar de inovar).

5.3 Estudo de Caso 3: Ford

A montadora americana Ford lançou em 2012 um total de 25 novos veículos e 31 novos motores globalmente (FORD, 2012). Ocupa uma posição importante na indústria automobilística mundial, não só pelo seu pioneirismo, mas também pelo fato desta veterana ter sido durante muitos anos uma inovadora diferenciada. A empresa se apresenta atualmente como uma propositora de pequenos motores a gasolina, mais econômicos e com maior desempenho, aliados a uma menor produção de poluentes. A empresa declara que está aumentando a sua participação em mercados emergentes e recém – desenvolvidos, como Brasil, China, Rússia e Índia. Para isso, precisará aumentar a produção, seja por recursos próprios seja via *joint ventures*. Recentemente, a montadora se desfez de aquisições de outras montadoras, com as quais não conseguiu atingir níveis de sinergia suficientes para manutenção dos negócios, tendo se desfeito das marcas Aston Martin, Jaguar, Land Rover e Volvo. Além disso, reduziu sua participação na Mazda para 11% do capital.

Tal qual a sua concorrente americana General Motors, a Ford também sinaliza fortemente a sua estratégia – chave de preservar o ICE. Em termos de investimentos, a sinalização é clara: aporte de US\$500 milhões na África do Sul para aumentar a capacidade de produção para exportação, além da expansão da fábrica de Maralmai Nagar na Índia, para aumento da produção de veículos movidos a diesel. Sistemas *stop – start*, *turbocharging*, *downsizing* de motores estão entre as principais tecnologias que a montadora tem divulgado em suas plataformas globais. A Índia foi definida pela montadora como “*hub for low – displacement*”,

ou seja, o país a adotar a própria produção de veículos *fuel – efficient* para consumo local. A Ford está apostando na expansão do diesel na Índia.

Nos EUA, a Ford revelou os pequenos motores de 1.0l da linha EcoBoost de 3 cilindros, tendência que a montadora defende. Com ganhos de 20% na economia de combustível e 15% menos emissões de CO₂, a proposta é que o desempenho não diminua. A montadora possui uma estratégia – chave para o ano de 2020: a de aumentar a participação dos veículos menores em seu mix de produção, uma ruptura histórica para a Ford, acostumada com carros grandes. Apesar de focar solidamente em combustíveis fósseis para mover seus motores ICE, a montadora divulgou uma estratégia diferente em 2011, lançando uma versão do Ford Falcon na Austrália, movido a LNG, uma experiência única, pontual, sem recorrência em qualquer outro mercado. Claramente a montadora testa uma alternativa em mercado pouco relevante, sujeito a pouco impacto em caso de insucesso de mercado.

Foram evidenciadas 41 ações estratégicas em motorização reveladas nos anos de 2011 e 2012; destas 41, foram identificadas 32 ações estratégicas de preservação do motor de combustão interna, 78% do total. O foco principal destes experimentos são os EUA e a Europa, com 12 cada. A Índia surge como outro dos focos da montadora. A Ford tenta se reposicionar no mercado europeu, no qual perdeu espaço nos últimos anos.

Na fase V, portanto, há 32 ações estratégicas relacionadas com combustíveis convencionais (gasolina e diesel) e nenhum outro experimento com combustíveis alternativos. A montadora não aparenta ter uma frente tecnológica em motorização focada em hidrogênio. Das 32 estratégias reveladas, 23 são relacionadas com gasolina e 9 com diesel. A sua opção em tecnologias de motorização é focada em sistemas *stop – start*, *turbocharging*, *downsizing* de motores, 3 cilindros, sistema EcoBoost de economia de combustível e injeção direta, todos sistemas nos quais, em geral, a grande maioria das montadoras também têm realizado investimentos. A Ford não se mostra crente em combustíveis renováveis, sejam líquidos ou gasosos, para aplicação em ICEs. Essas estratégias de preservação do ICE se desenrolam principalmente nos EUA, na Europa (Alemanha e Reino Unido) e na Índia. Este perfil de alocação das estratégias tecnológicas aponta para uma montadora pouco disposta em mudar a sua vocação, mas deixando opções abertas para o futuro; fica configurada a prioridade da montadora americana em também fortalecer o mercado de veículos movidos a ICE na Europa.

A única experiência da Ford em usar combustíveis líquidos renováveis em um ICE ocorre no Brasil, mercado no qual vende veículos *flex – fuel* desde 2003; no Brasil, foi uma das entrantes precoces (“*early comers*”), tendo reagido rapidamente aos movimentos ocorridos no Brasil. O mercado brasileiro representa 3,0% para o total das vendas da Ford no mundo (ANFAVEA, 2011).

A Ford chama seus projetos de eletrificação de veículos de “*Power of Choice*”. Nas fases de pré – dominância, foram identificadas apenas 9 ações estratégicas em motorização eletrificada, 22% do total. Apesar de toda a ênfase que é colocada em termos de eletrificação no site da montadora, não foi o que se pode identificar em revelações de estratégias tecnológicas. Entretanto, há uma estratégia das mais inovadoras que se apresenta na fase I de Suarez: a montadora estuda a conversão de ônibus tradicional a diesel em veículo híbrido hidráulico operando com biocombustível reciclado. Além desta, existe uma parceria com a Toyota para desenvolvimento de sistemas híbridos para SUVs e caminhões. Nesta parceria, ambas as montadoras assumem que irão, a partir do desenvolvimento que cada uma já adquiriu em hibridização, cooperar mutuamente para construir uma solução conjunta de um novo sistema, tentando colocar no mercado de maneira mais rápida e barata do que fariam isoladamente. Ambas as montadoras informaram que trabalharão conjuntamente ainda na busca de padrões e tecnologias de sistemas de telemática (APB, 2011i).

Na fase II, a montadora desenvolve estudos com a Universidade de Michigan para baterias de lítio. Com a Ballard, possui parceria para produzir *fuel cells* para os veículos da Daimler.

Fora estes experimentos, ficam os demais cinco na fase III, ligados aos PHEVs C – Max Energi e dos EVs Focus. Em termos de EVs e PHEVs, a Ford afirma que está incorporando versões mais novas aos modelos tradicionais existentes, ao invés de projetar novos modelos, conseguindo com isso ofertar produtos mais baratos e potencializando a eficiência da produção em maior escala. Há claramente barreiras de entrada para a Ford se fixar no mercado de híbridos; em função disso, a Ford revela que, em 2013, triplicará a oferta de eletrificados.

É evidente o conjunto principal de estratégias tecnológicas da Ford: motores menores, *turbocharging*, sistemas de controle de emissões, novos tipos de materiais para tornar os

motores mais leves e mais eficientes do ponto de vista energético, mas ainda com a preservação dos combustíveis fósseis dominantes, ou seja, a gasolina e o diesel. Não se apresentam estratégias tecnológicas que apontem para soluções bi – combustível. Com isso, a montadora se posiciona estrategicamente para manter a sua posição de *incumbent* forte na indústria automobilística mundial, no sentido de preservar a sua condição de participar como um dos “*players*” mais importantes com a oferta de veículos movidos a combustão interna.

Na China, a montadora possui uma *joint venture* – a Changan Ford Mazda Automobile (CFMA) – que estará instalando nova planta de produção de motores em Chongqing em 2013, em um investimento de US\$500 milhões. O objetivo é duplicar a atual capacidade de produção local para 750.000 motores ao ano, de forma a poder abastecer os veículos da Ford produzidos na China (APB, 2011f). Até 2015, a montadora planeja lançar 15 novos veículos no mercado chinês, além de planejar uma fábrica de produção de transmissões. Segundo Joe Hinrichs, presidente da Ford Asia Pacific and Africa (APA) e CEO da Ford China,

Esta nova planta de produção de transmissões, a nossa primeira na China, vai ajudar no lançamento de 15 novos veículos na China em 2015 [...] Como parte de nosso crescimento agressivo, estamos nos movendo em alta velocidade. Com as sete novas plantas que estamos construindo na região da Ásia – Pacífico e África, incluindo as quatro da China, a capacidade da Ford nesta região (APA) será de 2,3 milhões de unidades até meados da década, [...] o que nos permitirá continuar a trazer mais em termos de alta qualidade, eficiência de combustível, prazer de condução de veículos para a Ásia, o que os clientes querem e valorizam. (APB, 2011f).

Na Europa, a montadora foca no diesel. De acordo com Dr. Andreas Schamel, diretor geral do European Ford Research Center da Ford Motor Company (APB, 2011b):

A Europa tem um papel significativo a desempenhar no desenvolvimento de motores a gasolina, mas fazemos isso muito mais em cooperação com os EUA, porque existe um conjunto misto de projetos muito maior do que temos em programas de motores a diesel. Os programas de motores a diesel menores, de 2.2l e abaixo, são produtos exclusivos da Europa, de maneira que há menos necessidade de interface com os EUA do que em produtos de gasolina. Em algumas tecnologias, há centralização geográfica de desenvolvimento, em outras, há um mix. A Europa sempre liderou os projetos em diesel. Do lado da gasolina, depende do tamanho do motor. O pequeno motor EcoBoost 1.0l foi completamente desenvolvido na Europa, bem como o motor EcoBoost de 1.6l. O motor de 2.0l teve um pouco de mistura no desenvolvimento. A Europa era o líder inicial, mas os EUA se envolveram uma vez que o motor tornou-se mais importante para os negócios americanos da montadora.

Na Índia, a Ford of India planeja focar em veículos a diesel para futuros lançamentos, devido à alta nos preços da gasolina; serão 8 veículos novos até a metade da década. Mas ainda é nos EUA que a montadora tem seu grande mercado para vender os modelos com o atual design

dominante: ICE a gasolina ou a diesel. E é nos EUA que a montadora revela sua estratégia – chave: investir em modelos menores, de 3 cilindros, menos cilindradas, turbinados, mais eficientes, mas mantendo o paradigma ICE e fóssil; experiências com combustíveis alternativos não aparentam ser a sua prioridade. A hibridização se mantém firme, mas demonstra sinais de enfraquecimento; a parceria com a Toyota no desenvolvimento conjunto de hibridização e a oferta de novas versões dos modelos híbridos que já existem demonstram que não está sendo fácil inserir estes produtos no mercado.

Evidencia-se, assim, a aposta principal da montadora na manutenção do design dominante como a sua posição central, configurando-se um conjunto de estratégias focadas na Fase V de Suarez (2004), aquela relativa à pós-dominância do design vigente. Em 2011 e 2012 não foram evidenciados quaisquer novos experimentos em protótipos eletrificados ou hibridizados por parte da Ford. A empresa tem se fixado na fase III, tentando criar mercado mais robusto para os modelos que já desenvolveu.

A Ford assume haver barreiras de entrada significantes para seus EVs na China; apesar de planejar vendê-los a partir de sua JV Changan Ford Mazda, a montadora não estabeleceu data para isso. Enquanto isso, a General Motors e a Daimler já anunciaram planos de produzi-los localmente. O governo chinês anunciou sua meta de ter, em 2015, 1 milhão de EVs rodando na China, mas a Ford declara que isso só poderia ser atingido com infraestrutura adequada e avanços em desenvolvimento em tecnologia de baterias; nesta última, a montadora tem problemas.

5.4 Estudo de Caso 4: Volkswagen – Audi

A alemã Volkswagen é a maior montadora mundial (AUTOMOTIVE WORLD, 2011), tendo produzido em 2011, um total de 8,36 milhões de unidades. Concorre diretamente com a General Motors. Possui 31 unidades de fabricação espalhadas pelo mundo, sendo 12 na Alemanha, 2 na Índia, 1 na China e 1 no Brasil, dentre outras. Não possuía fábrica nos EUA até 2011, quando inaugurou a planta de Chattanooga, no Tennessee, uma estratégia de longo prazo para penetração no mercado americano (VW, 2012). Em seus relatórios corporativos, a montadora alemã é muito tímida em relação aos projetos de eletrificação de veículos; revela

estratégias complexas, relacionadas com novas plataformas de produção, novas plantas em mercados mais difíceis a ela, investimentos em P&D, mas praticamente todas relacionadas com o ICE + combustível líquido fóssil.

Estudar o grupo VW é compulsório, não somente pelo seu tamanho nesta indústria, mas também para verificar como articula as estratégias tecnológicas de motorização em torno de todas as marcas que detém, uma estratégia diametralmente oposta à da Ford, que se desfez de várias marcas que havia adquirido e que hoje se concentra apenas em sua marca de origem.

De maneira muito cuidadosa, a VW revela que sua abordagem é de coexistência do motor ICE com soluções de eletrificação do motor e que, segundo a visão “*carbon – neutral mobility of the future*”, sua coexistência se dará ainda por muitas décadas, mas com uma clara tendência para a eletrificação dos motores. Nessa busca, a utilização de biocombustíveis é revelada pela montadora para os atuais motores ICE, que vêm se tornando cada vez mais eficientes (VW, 2012).

A montadora claramente revela, portanto, que possui estratégias tecnológicas de buscar alternativas elétricas para o atual motor de combustão interna, mas é perceptível a maneira cuidadosa e tímida com que faz isso. A VW considera que o pico tecnológico³⁷ a que chegou em eletrificação é o XL1, apresentado em 2011 no Qatar Motor Show, veículo PHEV equipado com motor 0.8l de 2 cilindros de 35kW em combinação com motor elétrico de 20kW; seu consumo é de apenas 0,9l de diesel por 100 km rodados. No modo elétrico, percorre 35 km sem emissão de poluentes.

A Audi e a VW têm sido as marcas que o grupo tem utilizado para projetos de hibridização elétrica, como demonstra o Touareg SUV Hybrid lançado em 2010 no Japão: um motor ICE de 3.0l e um motor elétrico permitem 6,9l por 100 km rodados e apenas 159g de CO₂ emitidos por quilômetro rodado. Desta forma, a montadora revela que a “*e – mobility*” tem lugar na estratégia corporativa de longo prazo.

Foram evidenciadas 50 ações estratégicas em motorização nos anos de 2011 e 2012; destas 50, a fase V se apresenta com 24 ações estratégicas de preservação do motor de combustão

³⁷ Segundo a montadora (VW, 2012), “*the XL1 represents the peak of what is feasible today.*”

interna, 48% do total. As demais 26 ações estratégicas se fixam nas fases de pré – dominância, na busca de soluções de motorização eletrificada, 52% do total. Este perfil de alocação das estratégias tecnológicas aponta para uma montadora muito focada em manter a sua vocação, mas muito dedicada também para um futuro diferente em eletrificação de veículos. É o posicionamento mais equilibrado entre as montadoras.

Na fase V, há 24 ações estratégicas reveladas em motorização, sendo 20 relacionadas com combustíveis convencionais (gasolina e diesel), sendo 14 com gasolina e 6 com diesel; as demais 4 são 3 com etanol e 1 com metano. Os experimentos na fase V com diesel envolvem as marcas Skoda, VW e Audi; os 14 experimentos com gasolina são conduzidos pelas marcas VW, Skoda, Audi e Bentley. Os experimentos com etanol são todos conduzidos na Suécia com a Scania, em ônibus para transporte público. A marca Audi concentra os experimentos da fase V na Alemanha, enquanto a marca VW é utilizada em experimentos na Alemanha, China, Rússia e México. A montadora não introduz melhorias incrementais em seus ICEs no mercado americano. No Brasil, a VW produz automóveis com a tecnologia *flex – fuel* desde 2003, tendo sido uma entrante precoce (“*early comer*”) na introdução dessa tecnologia localmente. A montadora não levou essa experiência para nenhum outro destino, a não ser para a Suécia em testes de ônibus urbanos.

Em resumo, a fase V está presente de maneira mais forte na Alemanha e na Suécia. Menor participação também se verifica na China, Rússia e República Tcheca e sempre com a marca VW isolada, sem parcerias. A empresa não experimenta ICEs com hidrogênio ou com combustíveis gasosos fósseis.

Suas estratégias de preservação do ICE se desenrolam principalmente na Alemanha com as marcas Audi (gasolina e diesel) e VW (para gasolina) e na Suécia (para diesel). A montadora declara que seu plano estratégico central é manter a redução dos níveis de emissão de CO₂. Segundo a montadora (VW, 2012), os seus novos modelos atuais produzem, em média, 27 g/km de CO₂ a menos do que em 2007, uma redução de 16%. O grupo hoje oferece 281 variações de seus modelos globalmente que emitem menos que 130g de CO₂ por quilômetro rodado. Destes, 151 estão abaixo de 120 g/km de CO₂ emitido e, desses, 26 estão abaixo de 100 g/km de CO₂ emitido.

No México, a montadora revelou estar instalando mais uma fábrica, com capacidade de 330.000 motores ao ano, que abastecerá as unidades de montagem de veículos de Puebla, México e a mais nova planta do grupo, em Chattanooga, EUA. Com isso, o grupo estabelece uma estratégia com alto grau de localização da produção, almejando vender 1 milhão de unidades nos EUA em 2018 (em 2012, vendeu apenas 431.000 unidades).

Nas fases I, II e III, ou seja, na pré – dominância, a Volkswagen se apresenta com muitas frentes; são 26 ações estratégicas reveladas para a motorização eletrificada de automóveis. São apenas 2 na fase I, de pesquisa e desenvolvimento de novas alternativas, ambas desenvolvidas na China e no Japão, ou seja, é na Ásia que a montadora tem apresentado os seus carros – conceito. Na fase II, são 14 relatos, sendo 10 deles na Alemanha e 6 deles envolvendo a VW, 2 a Audi e 2 envolvendo a Seat, que é utilizada para apresentar os protótipos no mercado espanhol. No Japão, a montadora revelou que está se preparando para o lançamento do primeiro EV (baseado no Up! e no Golf) no mercado local em 2014.

A VW não apresenta qualquer parceria com sistemistas. Na fase II, a única parceria revelada é com a BMW e a Daimler, para propor lançamento de sistema universal de recarga de EVs, em projeto que conta ainda com a participação de Ford e General Motors. Em termos de hibridização de caminhões, a Man atua apresentando caminhões híbridos a diesel ainda na fase de protótipos.

A fase II é a mais fértil da montadora; são 14 relatos de ações estratégicas em motorização que mostram a determinação da montadora em encontrar soluções em eletrificação de veículos; no entanto, não lança ao mercado com a mesma velocidade e frequência da Toyota, referência nesta fase III. Segundo a BMI Germany (2012), o que já se notou de fragilidade em seu portfólio é a ausência de um HEV, significando que a VW arrisca perder competitividade com a Toyota nesse segmento.

Na fase III, são 10 ações estratégicas reveladas, sendo 5 delas desenvolvidas na Alemanha com as marcas Audi e VW; nesse momento, surgem os EUA no cenário da montadora. Lá é testado o mercado para o Panamera S híbrido (2o. modelo da marca; primeiro foi o Cayenne S Hybrid) e o novo Jetta Hybrid com motor 1.4l TSI a gasolina e motor elétrico de 20kW em paralelo, que permite consumo 20% menor que seu equivalente a gasolina.

As marcas de combate da montadora alemã são a VW e a Audi. As demais fazem papéis de coadjuvantes, localizadas em seus países de origem e testando algumas opções em ICEs com tecnologias distintas. A Porsche é utilizada em frentes de mercado nos EUA e a Bentley, como marca de luxo, tem mercado reduzido a poucos compradores, principalmente no Oriente Médio.

A montadora investe nas fases de pré – dominância e de pós – dominância de forma muito equilibrada, mas deixa a certeza de que irá exaurir o ICE até o máximo que for possível, tendo como meta principal para atingir essa estratégia, a redução das emissões de CO₂. Apesar da montadora se considerar aquela que se tornará a líder de mercado em E – mobilidade em 2018 (BMI GERMANY, 2012), a Volkswagen se mostra uma montadora mais equilibrada, mais contida, sem o arrojo percebido quando comparada com a Toyota e sem os lançamentos já realizados pela japonesa, inclusive nos EUA. No caso de uma futura batalha tecnológica em torno do motor de combustão interna vir a ocorrer nos anos próximos, isso se dará também – e por que não, principalmente – nos EUA, exatamente onde a VW tem pouca penetração e participação inferior às montadoras americanas e à montadora japonesa Toyota. Nesse sentido, o movimento de estabelecer em 2011 uma fábrica nos EUA se fez compulsório. As marcas alemãs de combate são pouco reconhecidas entre os americanos, apesar de sua reputação mundial.

Na verdade, muito mais esforço financeiro pode ser percebido em se buscar melhorias incrementais que preservem o atual design dominante ICE + combustível fóssil líquido. A montadora desenvolve tecnologias em relação ao ICE, mas mantendo os combustíveis convencionais, a gasolina e o diesel; se aventura pouco nos combustíveis alternativos renováveis líquidos (exemplo é o etanol e o Brasil poderia ser um campo de experimentos mais robusto para a montadora, dada a importância em seu mix de vendas) e não se arrisca nada nos alternativos fósseis gasosos (casos do CNG e do LNG). Ou seja, é cautelosa e mostra evidências fortes de que buscará, no limite, a exaustão dos investimentos já feitos no ICE tradicional. Esta é uma posição ortodoxa para uma veterana que desfruta, em nível mundial, de um *marketshare* dos mais robustos. No entanto, a VW demonstra possuir barreiras de saída fortes para um futuro sem o ICE, principalmente no mercado chinês, no qual possui duas importantes e significativas *joint ventures* com empresas locais.

Em relação aos EUA, adotou como solução instalar um centro de pesquisa e desenvolvimento “*state – of – the – art*” na Califórnia, para simulações em condições severas de clima como, por exemplo, a emissão de gases e desempenho de veículos em temperaturas de até – 35°C. Com a Universidade de Stanford, estabeleceu protocolo de colaboração. Afinal, nos EUA se encontram apenas 6% de suas vendas. Segundo dados do U. S. Department of Energy (DOE, 2012), entre os anos de 1991 e 2011, a Volkswagen introduziu no mercado americano – e exatamente em 2011 – apenas um veículo híbrido, o que confirma a imensa dificuldade da montadora alemã em derrubar as barreiras de entrada impostas, principalmente, pelas *Big 3* de Detroit, pela Toyota e pela Honda nos EUA.

A montadora opera com motores de 3 cilindros (o modelo Up! 1.0l) e de 4 cilindros a gasolina e a diesel, transmissões automáticas de 8 velocidades, sistemas *stop – start* e sistemas de recuperação de energia liberada na frenagem, mas foca fortemente em tecnologias de desativação de cilindros quando não em uso, chamadas de “*cylinder shut – off*”, um grande redutor de consumo de combustível. Com esta e outras estratégias tecnológicas correlatas, a Volkswagen se posiciona como forte preservadora do design dominante atual pela intensa introdução de novos produtos ICE no mercado; se preciso, ela estará “batendo à porta” do campo de disputa contra o design dominante atual, mas não demonstra que será a primeira a se mover (“*first mover*”). Optou recentemente por instalar unidade de reprocessamento de motores na China, em parceria com a FAW, com capacidade de 15.000 motores ao ano.

A sua postura estratégica é criar altas barreiras de entrada para produtos substitutos ao ICE, caso da eletrificação veicular. Mas se mostra presente no terreno da eletrificação / hibridização de veículos: em 2013, a montadora revela que estará lançando as versões híbridas do Passat e do Golf, assim como seu minicarro EV e – Up!.

5.5 Estudo de Caso 5: Hyundai – Kia

As sul – coreanas Hyundai e Kia representam hoje a quinta maior montadora mundial em produção de veículos do mundo, com 6,6 milhões produzidos em 2011 (HYUNDAI, 2012; KIA, 2012), o que as fazem ter um *marketshare* global de 9,1%. A Hyundai foi responsável por 4,06 milhões de veículos, enquanto a Kia por outros 2,54 milhões. Dados da própria

Hyundai (HYUNDAI, 2013) apontam para um total de vendas da ordem de 7 milhões de unidades em 2012. Estudar estas duas montadoras sul – coreanas é compulsório, haja vista sua importante participação no mercado mundial de automóveis e sua grande capacidade de comercialização em mercados estrangeiros. Em 1960, a indústria sul – coreana de automóveis mal existia e, hoje, representa uma ameaça clara aos primeiros *incumbents*, especificamente as americanas e as japonesas. Têm sido as montadoras que mais têm ganho os prêmios de carros do ano e melhores motorizações. Por ter mercado muito dependente das vendas na própria Coreia do Sul, na China e na Índia, passa pela Hyundai e pela Kia uma frente de resistência do design dominante atual, o motor de combustão interna movido a combustível fóssil líquido.

As montadoras sul – coreanas divulgam sua posição em relação aos desafios envolvendo os motores ICE: que o grande passo para ela será melhorar os motores para diminuir as emissões.

A Hyundai – Kia demonstra que são muitos os investimentos em novas plantas de produção de motores e transmissões por vários países do mundo. Na Coreia do Sul, a montadora anunciou em 2011 uma nova fábrica de fundidos para motores de caminhões e comerciais leves (para nova tecnologia de cabeças de cilindro para melhorar a queima); na Índia (mercado que representa 15,2% de suas vendas), a montadora revelou em 2012, após desistir do projeto em 2011, que irá instalar sua primeira planta de produção de motores a diesel no país, após perceber a migração mais intensa dos consumidores da gasolina para o diesel. Já na República Tcheca, país no qual já possui fábrica de automóveis, revelou a instalação de fábrica para produção de caixas de câmbio (para exportação para Alemanha, Reino Unido, Rússia e Israel).

A Kia revela sua intenção de se posicionar globalmente a partir de suas unidades de produção a partir de uma estratégia de localização de suas fábricas nos EUA, na China e na Eslováquia. Somente na planta da Georgia, nos EUA, a montadora investiu para aumentar a produção de 272.000 unidades para 360.000 unidades em 2012. Iniciou a construção de uma terceira planta de montagem de automóveis na China, atingindo uma capacidade instalada total de 730.000 unidades ao mês.

Na Europa, a estratégia da montadora não se fixa em infra – estrutura de produção, mas em divulgar seus produtos: desde uma estratégia de aumentar seus investimentos em diesel na Europa (motor Kappa de 1.3 l na Kia Picanto e no Hyundai i10) até introduzir o motor *turbocharged* a gasolina em todos os modelos da marca (os diesel já são todos *turbocharged*), passando pela introdução de uma família de pequenos motores a gasolina de 3 e 4 cilindros com capacidades de 1.0l e 1.2l e de uma nova família de motores 1.1l de 3 cilindros a diesel com o modelo Rio da Kia, a montadora revela estratégias robustas de produtos tecnologicamente mais avançados com motores a combustão interna. O modelo Rio de 3 cilindros a diesel de 1.1l já ostenta a marca de ser o de menor gerador de emissões (85g/km) de CO₂ em toda a Europa em sua categoria.

Uma pequena permissão que a Hyundai se permite é a que foi revelada em 2011: que o motor Kappa para bi – combustíveis já está disponível na Europa para gasolina e LNG. Além da Europa, apenas no Brasil existe a estratégia *flex – fuel* da montadora. A montadora revela seguidamente seus lançamentos de novas motorizações: o motor Gamma 1.6 GDi para os modelos Avante e Accent, o motor R 2.2 CR Di que equipa os modelos Santa Fé e Tucson e o motor U2-1.7 CR Di que acompanha os modelos i40 e ix35. A montadora declara que é preciso apresentar sua competência em produzir um amplo portfolio de motores “*world – class competitiveness*”, desde os pequenos até os grandes.

A Hyundai ainda se revela inovadora em produtos alternativos, lançando com alguma frequência carros – conceito: foi assim em 2012, com o Hexa Space e o i – oniq, o primeiro projetado no centro de pesquisas de Namyang, na Coreia do Sul e o segundo na Europa, em 2011 com o Curb, lançado nos EUA e o Blue2, projetado em Namyang, em 2010, com o i – flow (projetado em Namyang), em 2009, com o ix – Metro (projetado em Namyang), o ix – onic e o Blue – Will (ambos projetados na Europa), além do Nuvis (EUA), em 2008 com o i – Mode (Europa), em 2007 com o i – Blue (projetado no Japão), o Veloster (Namyang) e o QarmarQ (Europa) e, em 2006, com o Hellion (EUA) e o Genus, projetado na Europa. Ou seja, em 6 anos, um total de 14 carros – conceito. O Blue2 é uma tentativa da montadora em ter em seu portfolio um FCEV, enquanto o i – oniq é um EV com autonomia estendida (“*extended driving distance*”).

A Kia não faz por menos: lançou somente em 2011, 6 carros – conceito, sendo dois deles puros EVs (o Naimo e o Venga, com lançamentos feitos na Europa), outros dois (o Forte LPi e o Optima K5) híbridos, além dos ICEs Kia GT e KV7.

As duas montadoras tiveram evidenciadas 37 ações estratégicas em motorização nos anos de 2011 e 2012; destas 37, somente na fase V foram identificadas 18 ações estratégicas de preservação do motor de combustão interna, 49% do total. Nas fases de pré – dominância, foram identificadas 19 ações estratégicas tecnológicas de motorização eletrificada, 51% do total. Este perfil de alocação das estratégias tecnológicas aponta para uma montadora muito focada em manter o atual design dominante, mas com barreiras de saída bastante baixas para adentrar em uma fase mais avançada, uma batalha tecnológica envolvendo a hibridização / eletrificação de veículos.

Na fase V, há 15 ações estratégicas relacionadas com combustíveis convencionais (gasolina e diesel), um experimento com uso de hidrogênio em motor de combustão interna e um envolvendo o uso de LNG com uso indistinto com gasolina. A tecnologia FCEV foi revelada pela montadora há alguns anos e, aliado ao lançamento do carro – conceito Blue2, revela estar iniciando pesquisas mais aprofundadas nesta opção de motorização, deixando demonstrada a sua vertical tecnológica em *powertrains* com uso do hidrogênio; como no caso da Toyota, aliás, revela também que ainda não foi possível determinar uma solução adequada para o armazenamento do hidrogênio dentro do veículo. Das 15 ações estratégicas reveladas em fósseis, 9 são relacionadas com gasolina e 6 com diesel; não há outras evidências em torno do uso de combustíveis líquidos ou gasosos alternativos aos convencionais.

A sua opção em tecnologias de motorização convencional é focada em transmissões de 10 velocidades, *turbocharging*, sistemas 2WD com transmissões de 6 velocidades, *downsizing* de motores, transmissões continuamente variáveis (CVT) para os modelos híbridos LPi. A montadora desenvolveu ainda a transmissão “*double clutch*” (DCT) para transmissões manuais, revelando que a montadora – a partir da experiência com o Veloster – acredita ainda na transmissão manual. Revelam ainda frentes de pesquisa para aumento da eficiência da combustão interna, com materiais mais leves que promovem baixa fricção, além de sistemas de limpeza dos gases de exaustão.

Na verdade, a Hyundai – Kia desenvolve pesquisas como qualquer outra das grandes montadoras globais, mas revela algumas opções únicas, como sistemas 2WD e transmissões manuais. Mas fica evidente que ambas as montadoras têm na Coreia do Sul (seu maior mercado) e na Europa os locais de suas investidas para as estratégias de pós – dominância. Apesar de não ser a Europa um de seus maiores mercados, é lá que a montadora Hyundai concentrou quase 10% de sua produção; isso indica que a montadora espera aumentar a sua participação no continente.

Nas fases I, II e III, ou seja, na pré – dominância, as montadoras revelaram 19 estratégias tecnológicas sobre motorizações. Dez na fase I; não é prática das montadoras sul – coreanas estabelecer parcerias. Na fase II, não surge a Kia como desenvolvedora de estudos de viabilidade técnica, mas, sobretudo a Hyundai, com quatro experimentos na Coreia do Sul e na Europa, todos eles relacionados com testes com FCEVs. As montadoras sul – coreanas não revelam qualquer estratégia tecnológica em desenvolvimento de baterias.

A fase III não se revela fértil para a Hyundai e a Kia; são apenas 5 relatos de estratégias tecnológicas em motorização que ofuscam a força que as montadoras haviam demonstrado nas fases anteriores, principalmente em termos de lançamentos de carros – conceito. Destaque deve ser dado ao lançamento do Ray, um mini – elétrico puro. A Kia planeja lançar no mercado o Mohave FCEV apenas em 2015, um modelo com capacidade de 115 kW de poder de propulsão (hoje o maior do mundo) e com uma nova forma de armazenamento de energia por meio de um supercapacitor. Este modelo consegue, após uma única recarga, alcançar uma autonomia de até 758 km a uma velocidade de até 160 km/h; os testes deste FCEV da Hyundai foram realizados entre San Diego e Vancouver, num trajeto de 2.655km, em uma campanha chamada “*Hydrogen Road Tour 2009*”.

Suas ações de criar mercado para seus produtos com tecnologia híbrida / elétrica não se desenvolvem nos mercados importantes, dos quais as sul – coreanas dependem fortemente. Apostam no mercado doméstico, aliado à sua forte participação na China e na Índia.

A Hyundai e a Kia se revelam montadoras muito arrojadas em termos de lançamento de carros – conceito e, contrariamente, firmes na manutenção do ICE movido a combustíveis líquidos fósseis. A Kia já vinha desenvolvendo tecnologia FCEV desde 1998 (KIA, 2011). A

empresa declara conhecimento adquirido suficiente para, em existindo a adequada infra – estrutura para reabastecimento, poder estabelecer produção em massa; admite estar definindo plano para produção em média escala e distribuição piloto em 2012 com produção em massa em 2015. A Kia também já conhecia a tecnologia EV desde 1986, quando lançou a van Besta EV e, posteriormente, a SUV Sportage em 1998 no modo EV. A aquisição da Kia pela Hyundai promoveu a incorporação dessas tecnologias ao portfolio da Hyundai, que não as havia desenvolvido até então. A Kia revela ser a mais arrojada em desenvolvimento de novas tecnologias, característica adquirida pela Hyundai a partir da sua aquisição.

As montadoras sul – coreanas sabem que precisam de estratégias inovadoras para competir com os tradicionais rivais (americanos e europeus) em seus mercados de origem, os EUA e a Europa. Revelam pouca disposição em investir em soluções bi – combustível, demonstrando que não acreditam nessa vertical tecnológica.

A Hyundai – Kia mostra seu ímpeto na busca de alternativas via hidrogênio e motorização elétrica; aparenta ser uma rompedora (“*front – runner*”) em “*fuel cell vehicles*” e eletrificação automotiva. A Europa e os EUA se mostram como palcos importantes para a colocação (fase III) dos modelos testados anteriormente, mas elas preferem a Europa. O Japão não surge como palco dos testes (fase II) das novas alternativas que a montadora estuda.

Nos EUA, a montadora se posiciona fortemente com a manutenção do design dominante ICE + combustível fóssil líquido, mas sem se arriscar com experiências com os fósseis gasosos, como o gás natural comprimido (CNG) e o gás natural liquefeito (LNG). Neste caso, de novo prefere a Europa, com o motor bi – combustível gasolina + LNG. Arriscam-se no mercado que lhes são menos representativos, mas mantendo o design dominante local, como afirma Dr. Joachim Hahn, Manager Powertrain Engineering Design / Testing da Hyundai Motor Europe (APB, 2011f, 2012b):

Estamos trabalhando no diesel, pois o diesel é muito específico para a Europa. Não há aceitação nos EUA para diesel em automóveis de passageiros. Mas nós não trabalhamos apenas no diesel; também trabalhamos com gasolina e, no campo da gasolina, especificamente em tecnologias orientadas em CO₂ [...] Uma coisa que nos faz muito orgulhosos deste motor é que ele também está disponível na versão bi-combustível. Bi-combustível significa que o motor é capaz de rodar com gás liquefeito de petróleo (LPG), mas também com gasolina. É oferecido na versão bi-combustível, porque a Europa não é homogênea - o fornecimento de LPG varia amplamente em toda a Europa e nós queremos evitar a incerteza do cliente e a preocupação com o fornecimento de LPG. [...] A empresa acredita que ainda há muito a ser feito para melhorar as emissões do motor de combustão interna (ICE) [...] O grande passo para nós será motor turbo a gasolina. 100% dos

motores a diesel Kia já são *turbocharged*. O grande passo é obter o motor turbo a gasolina e, dependendo do segmento e do próprio motor, vamos considerar também a injeção direta (GDI – *Gasoline Direct Injection*). Não achamos que haja uma única solução, talvez turbo mais injeção direta, mais, mais elevador de válvula continuamente variável (CVVL – *Continuously Variable Valve Lift*). Nós anunciamos isso para o motor turbo GDI de 1.6 litros. Nós já produzimos o turbo GDI de 2.0l e, no futuro, ainda veremos um GDI turbo ainda menor (que os atuais). No entanto, isso não significa que todos os nossos motores turbo serão GDI.

Portanto, fica evidenciada a busca de capacidades e competências de um novo design dominante em motorização pela Hyundai – Kia, basicamente em HEVs e FCEVs. Revela inclusive que talvez esta seja a sua estratégia central, bifocal, mantendo o tradicional design e estudando e se capacitando para adentrar o mercado quando necessário.

5.6 Estudo de Caso 6: Nissan – Renault

As duas montadoras estabeleceram uma aliança operacional em 1999. Todas as suas estratégias, hoje em dia, estão interligadas, além de possuírem o mesmo diretor – presidente. A Nissan vendeu em 2012 um total de 5,35 milhões de automóveis, enquanto a Renault vendeu 2,72 milhões; a aliança Nissan – Renault vendeu, portanto, cerca de 8,1 milhões de automóveis em 2012, uma cifra que a aproxima das três maiores montadoras globais, a General Motors, a Toyota e a Volkswagen. A aliança vendeu 7,27 milhões em 2010 (AUTOMOTIVE WORLD, 2011), o que a torna a quarta maior montadora mundial. Sua produção conjunta representa cerca de 9% da produção global (*ibid.*), enquanto seu *marketshare* global é de 7%.

As duas montadoras possuem estratégias de localização geográfica de suas plantas bastante distintas; a Nissan concentra sua produção na Ásia, com 57,6% e na região do Nafta, com 29,1%; na Europa Ocidental, possui 12,1% de sua produção. A Renault concentra sua produção em sua região de origem, a Europa, com 61%; o Oriente Médio responde por 14,6%, a Ásia por 11,6% e a América do Sul por 11,1%. No conjunto, o Japão é a maior base produtiva do grupo, seguido da China, México, EUA, Reino Unido e França; sua base produtiva é bastante descentralizada geograficamente.

Enquanto a Renault tem na Europa uma concentração muito forte de suas vendas, cerca de 68% e participação no mercado americano muito fraca, de apenas 4% (RENAULT, 2012), a

Nissan possui perfil mais diversificado de vendas, sendo 25% na China, 22% nos EUA, 13% no Japão, 13% na Europa e 20% em outros mercados (NISSAN, 2012).

Por ter mercado muito dependente das vendas na Europa, a Renault investe na plataforma do ICE a diesel, mas sem deixar de investir em tecnologia de eletrificação; a Nissan, de menor dependência de um único mercado mais forte, também investe em ambas as tecnologias. Estudar estas duas montadoras que se uniram para operar conjuntamente é compulsório, haja vista sua importante participação no mercado mundial de automóveis e sua grande capacidade de comercialização em mercados estrangeiros.

A Renault resiste com a manutenção da Europa como seu maior mercado, além de ser seu maior centro de produção; isso implica em baixas margens de lucratividade, pois a França é o terceiro mais custoso país europeu para a indústria automobilística (BMI FRANCE, 2011). Uma grande oportunidade para a montadora seria o lançamento em massa de veículos elétricos, que permitiriam mudar esse cenário, além de posicioná-la como entrante precoce (*“early mover”*) em lançamento de EVs. Entretanto, em 2011, a montadora revelou que estava postergando, por motivos financeiros, o início da produção de baterias Li-ion em sua planta de Flins, na França. Como a eletrificação de veículos é um pilar da montadora para a retomada do crescimento nos próximos anos, este recuo sinaliza que não basta ter a tecnologia, é preciso de recursos e de mercado preparado para adquirir um produto reconhecidamente ainda caro para os consumidores de automóveis. Desta forma, é natural se esperar que a montadora continue com sua estratégia de investir no ICE a diesel para o mercado europeu.

Isso se percebe com a quantidade de motores que a montadora tem revelado ao mercado nos últimos anos, sobretudo 2012: (a) o motor TCe 115, de 1.2l, com altos níveis de desempenho e baixo consumo de combustível, equipará a família Megane de veículos a diesel; (b) o motor Energy dCi 110 de 1.5l equipará agora Twingo e Laguna; (c) o novo motor Energy dCi 130, de 1.6l, que desenvolve 130 hp, equipará toda a linha de veículos médios (é o melhor motor diesel da Renault, consumindo 20% menos do que o motor dCi de 1.9l, que está substituindo, além de emitir 20% menos de gases), incluindo os veículos da Nissan.

Em termos de carros – conceito, a Renault revelou quatro carros em 2011: dois elétricos puros (o Dezir e o Frendzy) e dois ICEs (o Captur e o R – Space, este com motor de 3 cilindros), demonstrando que a montadora aposta nas duas frentes. O Frendzy é um EV com dupla finalidade: ser inicialmente um veículo comercial, perfeitamente adaptável a um confortável veículo de passageiros.

Mas em termos de produtos EVs disponíveis no mercado, a Renault é a que mais se arrisca dentre todas as montadoras pesquisadas. É a única a ter quatro EVs sendo produzidos e oferecidos ao mercado (RENAULT, 2012): o Kangoo Z. E. e o Fluence, lançados em 2011, o Twizy e o ZOE, lançados em 2012. Todos passaram por testes em onze países da Europa antes de serem aprovados como ZEVs. Em 2011, a Renault firmou acordo com o governo da Georgia para contribuir com o estabelecimento de infraestrutura para EVs no país; também em 2011, estabeleceu parceria com a especialista em mobilidade The Mobility House (TMH) para promover EVs da marca nos mercados da Áustria e da Suíça.

Juntamente com a Nissan, a aliança espera ter 1,5 milhão de EVs de sua fabricação rodando no mundo até 2016. As soluções de recarga estão disponíveis pela Renault, desde recargas rápidas até as mais longas, que aumentam a autonomia do veículo. A empresa americana DHL foi a escolhida em 2011 para fazer a logística internacional de troca de baterias para toda a linha de EVs da Renault.

A Nissan aposta em diversificação das tecnologias verdes (“*green technologies*”), isto é, investe em motores *downsized* a diesel como sendo a tendência na Europa, enquanto investe em PHEVs e motores a gasolina ultra – eficientes como sendo a tendência no Japão e nos EUA, onde vêm ganhando popularidade. Em mercados emergentes, motores a etanol formam uma das soluções da montadora. Apresenta um portfolio amplo de opções tecnológicas: as ditas tecnologias “zero emissões” representadas pelos EVs, diesel limpo, as transmissões continuamente variáveis (CVT) XTronic e os híbridos. Aposta muito no Nissan Leaf EV e em ativos complementares, como o “Leaf to Home”, solução de armazenamento de energia nas baterias para uso doméstico quando necessário. Após o tsunami no Japão em 2011, a Nissan passou a montar o Leaf em sua planta da Tailândia.

Faz parte da missão da montadora ter um papel preponderante em todo e qualquer aspecto que diga respeito a desenvolvimento de baterias, carregadores e instalações para *grids* elétricos, reciclagem de baterias e uso de baterias como armazenadores de energia: a isso a montadora chama de “Zero – Emission Leadership”. Segundo Andy Palmer, vice – presidente executivo da Nissan,

O impacto do Nissan LEAF para a marca tem sido incrível. Se voltarmos três ou quatro anos atrás, as pessoas não estavam falando da Nissan como a marca da inovação. Mas agora estamos na frente da discussão sobre carros elétricos. O Nissan LEAF nos colocou no mapa da tecnologia e na ponta da língua das pessoas. [...] O Nissan LEAF é um exemplo absoluto de inovação *stand - out*. Em 2050, 70% da população mundial estará vivendo em uma cidade. Se olharmos para os automóveis em operação para cada 1.000 pessoas em 2009, nos EUA eram 774 carros. Na Índia, é de apenas 31, e na China é de apenas 47. Então haverá um grande aumento no número de veículos nestes mercados emergentes nos próximos 20 anos. A maior parte do aumento vai ser na cidade [...] A Nissan criou assim o carro elétrico. Eu não estou dizendo que todos os carros devam ser elétricos, mas cerca de 10% da população, naturalmente, deve dirigir um carro elétrico. Por que gastar tanto dinheiro em gasolina, quando você pode usar um carro que funciona com eletricidade muito mais barato? Se 10% da população se moverem para o elétrico, uma grande quantidade de poluentes e de dióxido de carbono sai do ar. [...] Mais de 80% dos proprietários de veículos nos Estados Unidos possuem mais de um carro. Curiosamente, nós estamos descobrindo com os nossos clientes proprietários do LEAF que, na maioria dos casos, eles compram o Nissan LEAF acreditando ser o seu segundo carro, mas eles acabam usando-o como o primeiro carro. É apenas para longas viagens ocasionais que eles usam o segundo carro, que eles pensavam ser o primeiro. (NISSAN, 2012).

A Nissan revelou nos anos de 2011 e 2012, seis carros – conceito EV nos salões internacionais de Pequim, Nova York, Tóquio e Genebra. A montadora declara que seguirá a trilha de sucesso do Leaf, considerado o primeiro EV a ser produzido em massa por uma montadora; as vendas do Leaf em todo o mundo representam 25% do total vendido por todas as montadoras de EVs. Exemplos são (a) o modelo SUV crossover Hi – Cross Concept, com um *drivetrain* híbrido, com motor elétrico com baterias Li-ion (similares ao Leaf) e motor a gasolina de 2.0l com injeção direta, que provê um desempenho similar a um motor de 2.5l, revelado em 2012 e (b) o novo EV ESFLOW Concept, revelado no Salão de Genebra de 2011. O Leaf foi considerado em 2011 o “*European Car of the Year*” e, durante o New York Motor Show, foi eleito o “*World Car of the Year*”.

As montadoras demonstram seus investimentos em novas plantas de produção de motores e transmissões por vários países do mundo. Na Tailândia, instalará fábrica de transmissões CVT, enquanto estuda a possibilidade de mudar parte da fabricação de motores V6 para os EUA. Na Índia, será instalada fábrica para produção de motores a diesel, de maneira a

aumentar a sua participação no mercado local, enquanto nos EUA, uma nova fábrica para produção de motores para a Mercedes – Benz e para o Infiniti será construída. Será a primeira vez que um motor da Mercedes – Benz será fabricado fora da Alemanha. Em Portugal, a construção de uma fábrica para produzir baterias Li-ion para seus carros EV na Europa foi revelada. Derivada da NV200, a Vanette foi escolhida em 2011 para rodar na cidade de Nova York como a nova geração de táxis; este veículo já está disponível no Japão e na Europa desde 2009 e na China e Singapura desde 2010.

Além disso, a montadora divulga estratégias tecnológicas de *supercharging* e *downsizing* de motores, mas nada mais consistente relacionado com combustíveis renováveis, a não ser sua experiência com etanol no Brasil (assim como a Renault) e um experimento com hidrogênio para FCEVs. A montadora aposta em tecnologias de recarga e fabricação de baterias, mas essas sempre em parcerias com empresas japonesas (Sumitomo e NEC). Em 2011, a Nissan realizou demonstração do sistema V2Home que permite que a eletricidade de uma bateria Li-ion instalada no Leaf seja transferida para casas ("*vehicle – to – home system*"); a bateria de 24kWh pode suprir por 2 dias uma casa média japonesa.

Com a cidade de Gaziantep, na Turquia, em 2011, as montadoras fizeram um *Memorandum of Understanding* (MoU) para introduzir 50 EVs no serviço público municipal. Com as empresas de eletricidade Circutor, DBT, Efacec, Endesa e Siemens, firmou acordo para desenvolvimento de carregadores CHAdeMo³⁸ mais baratos, menores e mais rápidos e para acelerar a instalação de pontos de recarga Quick Charge em locais públicos de toda a Europa.

As duas montadoras tiveram evidenciadas 52 ações estratégicas em motorização nos anos de 2011 e 2012; destas 52, na fase V foram identificadas 12 ações estratégicas de preservação do motor de combustão interna, 23% do total. Nas fases de pré – dominância, foram identificadas 40 ações estratégicas de motorização eletrificada, 77% do total. Este perfil de alocação das estratégias tecnológicas aponta para uma montadora muito focada em manter minimamente o atual design dominante, mas avançando em opções ao design dominante atual, se preparando

³⁸ CHAdeMO é o nome comercial de um método rápido para carregar baterias de veículos elétricos que possibilita cargas de até 62,5 kW em alta tensão e corrente contínua por meio de um conector elétrico especial. É uma proposta de padrão para a indústria automobilística de uma associação japonesa com o mesmo nome (da qual participam Toyota, Subaru, Nissan e Mitsubishi). CHAdeMO é uma abreviação de "movimento de carga", equivalente a "carregar para movimentar". A expressão é ainda um trocadilho para "Que tal um chá?", referindo-se ao tempo que seria necessário para carregar a bateria de um PHEV.

objetivamente para uma batalha tecnológica envolvendo a hibridização / eletrificação de veículos.

Na fase V, há 11 ações estratégicas relacionadas com combustíveis convencionais (gasolina e diesel), e um experimento com uso de hidrogênio em motor de combustão interna. Não há evidências de que as montadoras Nissan e Renault invistam em experimentos com ICEs movidos a combustíveis fósseis gasosos. Das 11 ações estratégicas reveladas em fósseis, 8 são relacionadas com gasolina e 3 com diesel. As montadoras investem em *supercharging* e *downsizing* de motores e em sistemas de controle de emissões, mas não declara estar investindo em sistemas “*stop – start*”.

Já na chamada pré – dominância, as fases I, II e III, as montadoras revelaram 40 ações estratégicas em motorizações. São vários os lançamentos de carros – conceito, desenvolvidos por ambas as montadoras. Nesse quesito, as estratégias são semelhantes: apresentar os conceitos com que irão trabalhar em uma possível batalha futura. No entanto, a Nissan revela mais carros – conceito do que a Renault, que divulga conceitos ainda com ICE.

É prática das montadoras irmãs estabelecerem parcerias. Na fase II, surgem 22 ações estratégicas, a maioria da Nissan, que se apresenta muito mais nesta fase, inclusive com parcerias de desenvolvimento de baterias e de infraestrutura de recarga. Desses 22 experimentos, 7 são relacionados com híbridos e os outros 15 são EVs, tendo sido apresentados na Europa e no Japão. Nissan e Renault investem em EVs, deixando a hibridização mais distante.

A fase III apresenta 10 relatos de ações estratégicas em eletrificação, sendo todos eles em EVs, reafirmando a opção das montadoras pela opção elétrica de seus carros. Nove delas foram realizadas em países da Europa. A opção de uso de H₂ em motores elétricos não foi evidenciada pelas montadoras. A China não surge evidenciada como mercado a ser formado para a opção de motorização eletrificada.

Há uma definição de papéis muito clara entre as duas montadoras: enquanto a Nissan continuará a desenvolver motores maiores para a aliança, caberá à Renault a manutenção de sua expertise em diesel e a produção dos motores *downsized*, uma das principais estratégias

relacionadas com motorização (APB, 2011e). A francesa almeja com isso produzir motores que produzam menos de 120g de CO₂/km em 2013 e menos de 100g de CO₂/km em 2016. A linha “Energy” de motores pequenos enfatiza esta vertente da aliança, de fabricar motores com menos cilindradas, mas com mesmo desempenho dos seus antecessores de maior cilindrada.

Ambas as montadoras se apresentam como grandes reveladoras de carros – conceito (aliás, são as maiores reveladoras), mas a conversão em modelos competitivos no mercado ainda não tem sido a que provavelmente esperam. Entretanto, demonstram que estão preparadas para participarem de uma futura batalha em torno de novos motores alternativos ao ICE. A aliança Nissan – Renault acredita na opção EV como o futuro da motorização.

5.7 Estudo de Caso 7: Honda

A japonesa Honda é atualmente a nona produtora de veículos do mundo, com 3,5 milhões produzidos em 2011 (AUTOMOTIVE WORLD, 2011), o que a faz ter um *marketshare* global de 5,3%. A montadora não divulga, em seu *Annual Report* 2012, a quantidade de veículos vendidos em 2012, mas declara ter sofrido uma perda de 11,1% em receitas em relação a 2011. Atribui as perdas à economia europeia e à estagnação nos EUA, apesar de ter havido crescimento em mercados emergentes, como China, Índia e Brasil. A Honda argumenta ter sofrido problemas com a sua cadeia logística, o que prejudicou a entrega de veículos mundialmente (HONDA, 2012), por conta do *tsunami* de 2011 e das inundações na Tailândia, onde a montadora mantém operações em níveis significativos.

Estudar esta montadora japonesa é compulsório, haja vista sua participação no mercado mundial de automóveis e sua iniciativa em pesquisar e desenvolver soluções em células de hidrogênio, uma alternativa ao atual ICE. Nesse sentido, passa pela Honda uma possível ruptura no design dominante atual.

A montadora claramente revela suas estratégias tecnológicas de buscar alternativas elétricas para o atual motor de combustão interna; em função da atual situação econômico – financeira da montadora e de seu fraco desempenho comercial dos últimos anos, a estratégia central

parece ser a de preservar o atual design dominante, investindo em produção e novos modelos “*fuel – efficient*” para o mercado americano. Mas as opções de hibridização, elétricos puros e elétricos a hidrogênio estariam focados apenas para o mercado doméstico (BMI JAPAN, 2012).

A Honda declara estar desenvolvendo tecnologias automotivas “*eco – friendly*” que, no entendimento da montadora, significa veículos híbridos e com células combustíveis; pode-se constatar que a montadora é das únicas a revelar com alguma frequência as opções de veículos FCEV. Mas também fica evidente a sua estratégia de continuidade do ICE: em 2011, a Honda lançou seu programa “*Earth Dreams Technology*”, voltado para uma nova geração de motores e transmissões para ICEs (HONDA, 2012). A meta final é atingir índices de economia de combustível “*top – of – class*” em todas as categorias em que fornece produtos; em 2011, a montadora declarou haver atingido 30% menos emissões de CO₂ do que em 2000. São muitos os exemplos de investimentos em novas plantas de produção de motores e transmissões: em 2011, realizou investimento de US\$50 milhões na fábrica de transmissões em Ohio para ampliação da produção e instalação de uma terceira linha de montagem de transmissões. Outros US\$25 milhões foram destinados para renovar as linhas de produção de usinagem em alumínio e de engrenagens para alocação nas transmissões de 6 velocidades nos modelos Odyssey. Já em 2012, a montadora japonesa anunciou planos de investimentos de US\$98 milhões na planta de Anna (Ohio), como parte de uma estratégia mais ampla de concentrar a produção das novas gerações de tecnologias de motorização nos EUA.

No Japão, foi anunciado em 2012 o desenvolvimento da nova transmissão variável contínua CVT para modelos médios da marca, que será colocada no StepWGN e no StepWGN Spada; a montadora afirma que esta transmissão, instalada nesses modelos, permite atingir as melhores marcas de economia de combustível em sua categoria. Em relação aos motores, a montadora anuncia otimização de motores diesel em alumínio, tornando-os mais compactos, com maior pressão de combustão e reduzindo em até 15% as emissões de CO₂. Todos esses investimentos e melhorias em motores e transmissões se relacionam com a pós – dominância, sendo todas elas estratégias de atuação na Fase V.

Para a Honda, foram evidenciadas 25 ações estratégicas em motorização nos anos de 2011 e 2012; destas 25, foram identificadas 10 na fase V, ou seja, estratégias de preservação do

motor de combustão interna, 40% do total. Nas fases de pré – dominância, foram identificadas 15 ações estratégicas de motorização eletrificada, 60% do total. Este perfil de alocação das estratégias tecnológicas aponta para uma montadora focada em manter a sua participação em ICEs, mas também em desenvolver estratégias alternativas de motorização.

Na fase V, a Honda apresenta perfil totalmente distinto que qualquer outra montadora analisada. Das 10 ações estratégicas relacionadas, 5 são com gasolina, 2 com diesel, 2 com CNG e 1 experimento com uso de hidrogênio em motor de combustão interna. Ou seja, trabalha fortemente com ICEs e combustíveis fósseis, mas arrisca o CNG – combustível fóssil gasoso – como alternativa para o mercado americano, equipando o Civic; em 2011, o Civic movido a CNG ganhou o prêmio “*Green Car of the Year*”, como o mais limpo veículo ICE, aquele que produz praticamente zero em emissões. Em 2012, a Honda aumentou a oferta dos modelos Civic movidos a CNG para 200 revendedores em 36 estados americanos. No Reino Unido, onde já rodam veículos Honda FCEV, a empresa inaugurou a 1ª. estação de abastecimento de H₂ aberta ao público, em planta da própria Honda. A Honda se diferencia da Toyota na adoção do CNG como derivação tecnológica do ICE, o que a concorrente não faz.

A montadora não revela claramente as tecnologias que adota em motorizações, como fazem os seus concorrentes (sistemas *stop – start*, *turbocharging*, sistemas *AWD full – time*, injeção direta, todos sistemas nos quais, em geral, a grande maioria das montadoras também têm realizado investimentos). No entanto, revela que está trabalhando com veículos menores e mais eficientes.

Com isso, a montadora revela sua descrença em combustíveis renováveis, sejam líquidos ou gasosos, para aplicação em ICEs, tal como faz a Toyota (este um ponto de convergência nas estratégias de ambas as montadoras). Essas estratégias de preservação do ICE se desenrolam principalmente nos EUA e no Japão, mercados que representam 49% e 23% das vendas (HONDA, 2012), respectivamente. Tal qual a sua concorrente mais direta, a Europa não é foco de sua atuação; como sua presença no continente é relativamente fraca, provavelmente não faz parte de sua estratégia – chave despende esforços na Europa para preservar um design dominante onde não teria forças de competir (apenas 6% de suas vendas ocorrem na Europa). A única experiência da Honda em usar combustíveis líquidos renováveis em um ICE ocorre no Brasil, mercado no qual vende veículos *flex – fuel* desde 2006; no Brasil, não foi

uma das primeiras entrantes (“*early comers*”), tendo reagido tardiamente aos movimentos das 4 grandes no Brasil e das francesas. O mercado brasileiro representa apenas 1,9% para o total das vendas da Honda no mundo (ANFAVEA, 2011).

Nas fases I, II e III, ou seja, na pré – dominância, a Honda tem participação digna de registro, pois propôs veículos híbridos a gasolina, elétricos puros e elétricos com hidrogênio. Foram 15 relatos de experimentos.

Na fase I, de pesquisa e desenvolvimento de novas alternativas, foi apenas razoável, pois em dois anos, a Honda lançou o NSX Concept, um carro – conceito esportivo híbrido no Salão de Detroit.

Na fase II, a montadora foi melhor, com 7 relatos, sendo 6 delas realizadas no Japão e todas sem parceiros. Em 2011, revelou que estava desenvolvendo testes de carros e motos EVs e PHEVs em 3 cidades do Japão; além disso, revelou o uso de 5 veículos no aeroporto de Narita com tecnologia H₂ própria nos modelos FCX Clarity Fuel Cell Electric Car (FCEV). Nos EUA, a montadora japonesa lançou em 2011 um programa de demonstração de seu EV Fit na cidade de Torrance, nos EUA. Todas estas ações estratégicas reveladas tentam mostrar a viabilidade técnica dos produtos para, em seguida, adentrarem a fase III, de formação de mercado.

A fase III traz 7 relatos; um deles é o lançamento dos mais novos veículos com tecnologia híbrida, adicionando um novo modelo esporte híbrido CR-Z com motor a gasolina de 1.5l. A montadora lançou também um novo sistema híbrido *plug – in* de dois motores, que equipará o modelo Accord. Ainda em 2011, a Honda lançou no mercado seu modelo a hidrogênio, o FCX Clarity FCEV.

A Honda se revela uma montadora menos arrojada que a Toyota em termos de eletrificação e hibridização de veículos, com poucos lançamentos, mas que, no entanto, ocorrem frequentemente. Inova ao desenvolver e lançar no mercado opções de FCEVs, híbridos a hidrogênio. Os lançamentos de modelos alternativos em menor número e os investimentos em infraestrutura de montagem de veículos nos EUA são parte de sua macro – estratégia de recuperar mercado e desempenho financeiro. Desenvolve ações estratégicas nas fases de pré –

dominância e também na fase de pós – dominância em quantidade razoável, mas aquém das grandes montadoras globais. Na verdade, muito mais esforço é despendido em manter o design dominante ICE, até com a opção de CNG no mercado americano. É cautelosa e não trabalha com combustíveis renováveis.

Os seus investimentos restritos em P&D podem afastá-la da linha de frente de uma futura batalha tecnológica em torno do ICE e seus oponentes. Limites em P&D podem se tornar altas barreiras de entrada nesse cenário de disputa; a Honda não demonstra “*punch*” para acompanhar esta concorrência, apesar de ter vendido mundialmente mais de 800 mil HEVs e de ter no EV Fit seu cartão de visitas nos EUA. De fato, parece ser uma seguidora (“*follower*”) em eletrificação e hibridização automotiva. O Japão é o palco principal dos testes (fase II) das novas alternativas que a montadora estuda.

5.8 Estudo de Caso 8: PSA Peugeot Citroën

A PSA Peugeot Citroën (PSA) vendeu em 2011 um total de 3,54 milhões de automóveis, redução de 1,5% em relação a 2010; é a oitava montadora mundial em vendas (AUTOMOTIVE WORLD, 2011). A Peugeot responde por 60% desse total, enquanto a Citroën responde por 40%. No Brasil, a Peugeot responde por 58% das vendas do grupo e a Citroën por 42%. Seu *marketshare* global é de 5% (BMI FRANCE, 2012), enquanto a sua participação na Europa é de 13,3% (PSA, 2012), o que a faz a segunda maior, perdendo apenas para a Volkswagen no continente.

A PSA possui estratégia de localização geográfica de suas plantas bem definida e centrada na sua região de origem, com 63,8%. Na Ásia possui 13,1% de sua capacidade instalada, enquanto a América do Sul tem 8,2% e o Oriente Médio, 14,7% (AUTOMOTIVE WORLD, 2011). A montadora não possui instalações nos EUA, mercado no qual não tem participação significativa. Na China, possui sua segunda maior plataforma de produção.

Suas vendas se concentram na Europa, com 66,6%, a China com 13,1%, a América Latina com 10,5%, a Rússia com 2,4% e o resto do mundo com 7,3% (PSA, 2012).

Assim como sua mais direta concorrente, a Renault, a PSA, por ter mercado muito dependente das vendas na Europa, investe na plataforma do ICE a diesel, mas sem deixar de investir em tecnologia de eletrificação e hibridização automotiva. Estudar a terceira maior montadora europeia é obrigatório, haja vista sua importante participação no mercado mundial de automóveis e sua grande capacidade de comercialização em mercados conservadores locais.

A PSA Peugeot Citroën espera atingir 50% de sua receita de vendas a partir de mercados não europeus e, para atingir esta meta, espera que os países do BRIC sejam os vetores deste crescimento (BMI FRANCE, 2012). No Brasil, espera ampliar o mercado com a oferta de novos veículos e novos motores, atingindo 7% de *marketshare* global em 2015; na Rússia, a presença da PSA se dá em parceria com a Mitsubishi, com a qual possui fábrica já em operação e onde espera obter 6,2% de *marketshare* em comerciais leves. Na China, já existe uma *joint venture* com a Dongfeng e, agora, a montadora revelou planos de abrir uma segunda fábrica, em parceria com a Changan Automobile Group, a CAPSA, localizada em Shenzhen, com capacidade de produção de 200.000 veículos e motores. Com as duas JVs chinesas, a montadora espera atingir 8% de *marketshare*. Na Índia, tem planos de produzir localmente para o mercado local e exportação para países próximos da Ásia, usando a marca Peugeot.

Em 2011, a PSA alterou seu mix de produtos, focando mais nos segmentos C e D e mais em veículos premium, diminuindo a oferta de produtos nos segmentos A e B. A montadora não apresenta qualquer estratégia de entrada no mercado americano. Ofereceu em 2012, quatro modelos híbridos, dois com a marca Peugeot e dois com a marca Citroën.

Uma grande oportunidade para a montadora seria o lançamento em massa de veículos elétricos, que permitiriam mudar esse cenário, além de posicioná-la como uma primeira entrante (“*early mover*”) em lançamento de EVs. Entretanto, a montadora precisa participar mais de mercados importantes, de maneira a reverter os resultados financeiros modestos que vem obtendo. Para isso, estabeleceu como estratégia veículos pequenos que, sabidamente, possuem menor margem de lucratividade; além disso, há pressão do governo francês para que a produção permaneça de maneira significativa na França, de forma a manter o emprego de funcionários. Como um dos objetivos da montadora é reduzir custos e obter sinergias com

suas parcerias internacionais, fica uma dúvida em torno do sucesso de suas macro – estratégias.

A montadora tem demonstrado uma vocação para as parcerias, não hesitando em fazê-las quando necessário: firmou *joint venture* 50 / 50 com a BMW, criando a BMW Peugeot Citroën Electrification para desenvolver componentes para veículos híbridos. A intenção é clara: para crescer em mercados desenvolvidos e maduros, somente com barateamento de custos. Segundo as montadoras parceiras, a JV – com investimentos de US\$140 milhões – irá produzir componentes, baterias, eletrônica embarcada e carregadores a partir de 2014 para ambas as montadoras e a partir de 2015 para outras montadoras, contribuindo para a diversificação de seus portfólios (BMI FRANCE, 2012) e definir seu papel em termos de hibridização no contexto europeu (APB, 2011b). As duas montadoras já mantêm parcerias desde 2006, tendo contribuído mutuamente na fabricação de motores de combustão interna, como no caso do motor de 4 cilindros que foi lançado em 2010 para atender aos requisitos EU6.

Segundo Guillaume Faury, vice – presidente executivo para P&D da PSA,

A eletrificação dos carros se desenvolverá muito significativamente. Sejam os veículos elétricos puros, ou híbridos, ou híbridos plug – in - estes veículos precisam de tecnologia de eletrificação. É uma proposta diferente para o consumidor, mas com a mesma tecnologia. Nós precisamos ser competitivos nesta área. Nossa cooperação existente com a BMW em motores a gasolina nos deu a oportunidade de discutir hibridização dos motores e a hibridização de nossos carros. Nós descobrimos uma abordagem comum sobre como devemos ir em nosso acordo em eletrificação, em nossa abordagem de componentes elétricos e estratégias semelhantes para trazer componentes elétricos para dentro de casa. Nós decidimos que uma *joint venture* seria a forma mais adequada de cooperação em componentes elétricos [...] isso nos dará a possibilidade de desenvolver, adquirir e fabricar internamente a maioria dos componentes que nos permitirá desenvolver híbridos e híbridos plug-in (APB, 2011d).

Em 2010, a PSA começou a oferta de versões EV de suas vans Peugeot Partner e Citroën Berlingo; revelou investimentos de 258 milhões de euros para adaptar e modernizar sua planta de Vigo, na Espanha, para produção das vans EV Partner e Berlingo. Esta é uma reação ao movimento feito pela Renault de lançar a van Traffic em modo EV a partir de 2013.

Em termos de carros – conceito, a PSA revelou sob a marca Citroën, no Salão de Pequim de 2012, seu novo carro conceito PHEV, o modelo DS Numéro 9; projetado para desenvolver 166mpg, autonomia de 31 milhas no modo ZEV e 39g/km de emissões de CO₂. Além dele,

apresentou, no salão de Frankfurt (IAA) de 2011, sua tecnologia híbrida diesel – elétrica no modelo Peugeot 508 RXH, seguindo o modelo anterior 3008 HYbrid4 (de 4 modos, sendo automático, ZEV [somente elétrico], sport e 4WD), com emissões de 109g/km de CO₂. Já o conceito PHEV HX1 diesel – elétrico possui autonomia de 18,6 milhas no modo EV puro, percorre 88,2 milhas com um galão e produz 83g de CO₂ por quilômetro.

Revelou em 2011 estratégia de desenvolver e produzir uma nova transmissão automática DCT de 7 velocidades para motores a diesel, enquanto anunciava investimentos para uma nova linha de montagem de motores de 3 cilindros na planta de Trémery, França. Vende a ideia do diesel limpo como solução para os ICEs.

A PSA Peugeot Citroën deixa claro que suas novas tecnologias envolvendo motorizações têm como meta “inovação e CO₂”. Apesar de não pesquisar FCEVs, mostra muito esforço em PHEVs e EVs, além dos automóveis movidos a ICE e que produzem poucas emissões. Em 2009, atingira 99g/km de CO₂ com seus modelos diesel 207, DS3 e C3 HDI; em 2010, introduziu os sistemas “*stop – start*” em seus EVs e, em 2011, na JV com a BMW, lançou o que seria o primeiro HEV diesel – elétrico, o modelo 3008 HY4. Em 2012, lançou seus primeiros motores de 3 cilindros nos modelos 508Hy4, 508 RXh e DS5 Hy3, que produzem abaixo das 99g/km de CO₂. Próximo passo é o lançamento do seu PHEV que produzirá menos que 50g de CO₂ por quilômetro rodado. Seja em ICEs seja em PHEVs, a PSA Peugeot Citroën conseguirá cumprir com as regulamentações europeias, de máximas 130g de CO₂ por quilômetro em 2015 e 95g de CO₂ por quilômetro em 2020 (PSA, 2012).

A PSA teve evidenciadas 13 ações estratégicas em motorização nos anos de 2011 e 2012 a partir das publicações na Automotive Powertrain Briefing; constatou-se que são poucas as estratégias reveladas em órgãos independentes ou imprensa especializada. Muito do que se consegue obter da montadora é pelo seu site e pelos seus relatórios anuais, obrigatórios por se tratar de companhia aberta com ações em bolsas de valores. Destas 13, na fase V foram identificadas apenas 5 ações estratégicas de preservação do motor de combustão interna, apenas cerca de 1/3 do total, mas significativas as duas, pois apresentam o biodiesel como opção de combustível para os ICEs, na visão desta montadora. Nas fases de pré – dominância, foram identificadas 8 ações estratégicas tecnológicas de motorização eletrificada ou hibridizada, dois terços do total. Este perfil de alocação das estratégias tecnológicas aponta

para uma montadora muito focada em manter o atual design dominante, mas avançando em opções ao design dominante atual, se preparando objetivamente para uma batalha tecnológica envolvendo a hibridização / eletrificação de veículos. A fase III é mais prevalente, com 5 experimentos de formação de mercado, todas na França.

Constata-se que a montadora consegue converter seus carros – conceito em lançamentos para o mercado. Os casos acima citados demonstram isso; essa é uma característica importante para uma montadora que quer se posicionar em estratégias tecnológicas alternativas ao ICE.

Em 2012, a General Motors tornou-se acionista da PSA Peugeot Citroën, detendo 7% de seu capital; isso propicia à montadora americana participar das decisões estratégicas mais importantes e sinaliza um movimento de concentração na indústria automobilística.

A aliança da PSA com a GM não deverá afetar as estratégias – mãe que cada montadora possui no curto prazo, mas acena para uma convergência de interesses em torno das motorizações. A General Motors tem uma posição estratégica muito clara de defesa do ICE, mas testando algumas alternativas ao ICE. A PSA possui um movimento mais claro em direção à eletrificação e hibridização de veículos, mas não consegue ter os EUA como mercado importante, sofrendo com barreiras de entrada muito altas para seus produtos. Os PHEVs e EVs podem ser produtos substitutos que, em parceria com a General Motors, consigam romper essas barreiras nos EUA, somando-se como concorrentes aos já existentes, em especial, a Toyota. Desta forma, os interesses de ambas em sentidos opostos podem ter criado a motivação principal para a General Motors participar como acionista das montadoras francesas.

A PSA Peugeot Citroën não se apresentou como grande reveladora de carros – conceito nos anos de 2011 e 2012; lançou apenas um modelo diesel PHEV. Entretanto, tem conseguido introduzir no mercado modelos competitivos, principalmente híbridos elétricos. Entretanto, não demonstram que estão preparadas para participarem de uma futura batalha em torno de novos motores alternativos ao ICE em condições de igualdade com Toyota ou com Nissan Renault, que acreditam na opção EV como o futuro da motorização.

5.9 Estudo de Caso 9: Fiat – Chrysler

As montadoras Fiat (italiana) e Chrysler (americana) se uniram em 2009 em um único grupo de atuação, com o controle acionário exercido pela italiana Fiat a partir de 2012, quando acumulou 58,5% de seu capital (FIAT, 2011). O grupo Fiat – Chrysler vendeu 4,2 milhões de veículos em 2012, um aumento real de 6% em relação a 2011 (FIAT, 2011; CHRYSLER, 2011). A América Latina passou a ser o seu segundo maior mercado mundial, representando 27,6% de todas as vendas na região. O mercado norte – americano ainda é o maior do grupo, com 10,5% de *marketshare* local. Estudar estas duas montadoras é importante, sobretudo pelas características culturais distintas, além de sua posição no mercado mundial de automóveis e sua grande capacidade de comercialização em mercados estrangeiros, principalmente a Fiat no Brasil.

As montadoras focam extensivamente seus esforços em P&D na manutenção do atual design dominante: analisando as duas montadoras, verificando as suas estratégias tecnológicas reveladas e buscando confirmação em seus relatórios anuais, confirma-se a trajetória de manutenção do ICE movido com os combustíveis convencionais (gasolina e diesel), mas com experimentos em CNG e LNG por parte da italiana Fiat em baixas cilindradas e em pickups por parte da Chrysler.

A montadora Chrysler se apresenta mais ao mercado especializado em motorizações, expondo suas estratégias de maneira mais numerosa do que a Fiat; o grupo tem na Chrysler uma permanente divulgadora, ficando a italiana em posição mais contida em relação aos seus experimentos.

A Chrysler anunciou investimentos na ampliação de plantas de produção de transmissões nos EUA, além de investimentos na instalação de novas fábricas para produção de motores Pentastar V6 a diesel de 3.2l, que substituirá o atual de 3.6l. Também investe em maior produção de conversores de torque dianteiros e traseiros e colunas de direção. Postergou o lançamento de transmissões “*dual – clutch*” de 6 velocidades e preferiu lançar – em parceria com a ZF Friedrichshafen – uma parceria para desenvolvimento de transmissões de 9 velocidades para veículos de transmissão dianteira, o que propiciará economia de até 11% de combustível. A produção será feita nas fábricas dos EUA. Fica evidenciada a estratégia de

equipar os mesmos veículos, agora com motores com menor cilindrada, mas com transmissões mais robustas, com o primeiro lançamento no Jeep Liberty nos EUA.

Tem divulgado sua preocupação com a busca de veículos mais eficientes no consumo de combustível, para atender às preferências dos consumidores, para cumprir com futuras regulações e para reforçar seu compromisso com a sustentabilidade. Nesse sentido, a montadora americana concentra seus esforços em cinco áreas principais (FIAT, 2011): uso de energia no veículo, motores, transmissões e conversores de torque, propulsão híbrida e tecnologias com uso de combustíveis alternativos.

O motor Pentastar V6 agora é produzido em blocos mais leves de alumínio e com dispositivos de tempo de abertura de válvula, o que permite economia média de 7% sobre seus antecessores; foi eleito como um dos 10 melhores motores em 2011 pela Ward's Auto, pelo seu refinamento, força, eficiência de combustível e baixas emissões (FIAT, 2011). Foi introduzido inicialmente em 2011 no Jeep Grand Cherokee, com previsão de estar instalado em outros 11 modelos. Já em 2012, a pick-up RAM, a mais robusta da categoria, começou a ser oferecida apenas com o Pentastar V6 diesel. Isso revela explicitamente a estratégia da montadora em apostar neste motor de arquitetura flexível, movido a diesel, com menor cilindrada, mas com maior torque para praticamente todos os seus modelos.

A montadora Chrysler revela que o processo de *downsizing* de motores continuará até, pelo menos, o ano de 2014; o mix de motores está se tornando cada vez menor, almejando os de 4 cilindros, chegando a 24% dos veículos da marca. A partir da tecnologia MultiAir da Fiat, a Chrysler adotou os motores de 1.4l Fire, incorporando um pequeno motor ecoeficiente ao seu portfólio.

Em termos de transmissões, a Chrysler está adaptando a “*dual dry clutch transmission*” (DCCT) da Fiat para uso em automóveis pequenos e médios; esta transmissão permite maior economia de combustível. A montadora também desenvolve produção de motores ICE para combustíveis alternativos. Em 2011, foram divulgados planos para introdução da pick-up RAM 2500 Heavy Duty bicomcombustível (gasolina e CNG), com motor V8 de 5.7 litros modificado para rodar tanto com gasolina quanto com CNG; a autonomia é de 255 milhas com o CNG e mais 367 milhas com a gasolina. Em 2012, a montadora lançou pick-ups para

rodarem com diesel e CNG. Para 2017, a previsão é que uma pick-up movida somente a CNG seja lançada.

Ainda em relação ao ICE, a Chrysler possui uma parceria tecnológica com a ZeaChem (especialista em biocombustíveis) para desenvolvimento de etanol celulósico nos EUA. A partir de recursos financeiros do governo americano – e dentro de um projeto da Environmental Protection Agency (EPA) –, a Chrysler também desenvolve um projeto audacioso: um veículo híbrido não eletrificado, adaptado da Chrysler Town & Country V4 em linha de 2.4l, com 117cc na bomba do motor, 45cc no motor elétrico, motor a gasolina com transmissão automática de 2 velocidades, para aplicação em veículos comerciais leves (EPA, 2013). Segundo Lisa P. Jackson, Administradora da EPA,

Os veículos híbridos hidráulicos representam a vanguarda da tecnologia de eficiência de combustível e são uma das muitas abordagens que estamos adotando para economizar dinheiro para os motoristas, limpar o ar que respiramos e cortar os gases de efeito estufa que colocam em risco a nossa saúde e prosperidade [...] A EPA e a Chrysler estão trabalhando em conjunto para explorar as possibilidades de tornar essa tecnologia acessível e disponível aos motoristas em toda parte. (APB, 2011b).

O lançamento de uma pick-up RAM PHEV também é aguardado; um teste que durou 3 anos, de 2010 a 2012, com 140 caminhões rodando em diversos climas foi finalizado e espera-se por seu lançamento. Equipado com baterias Li-ion e com zero emissões, tem autonomia de 20 milhas no modo elétrico.

As duas montadoras tiveram evidenciadas 25 ações estratégicas em motorização nos anos de 2011 e 2012; destas 25, somente na fase V foram identificadas 18 ações estratégicas de preservação do motor de combustão interna, 72% do total. Nas fases de pré – dominância, foram identificadas 7 ações estratégicas tecnológicas de motorização eletrificada ou híbrida não eletrificada, 28% do total. Este perfil de alocação das estratégias tecnológicas aponta para uma montadora muito focada em manter o atual design dominante, mas com barreiras de entrada ainda significativamente altas para adentrar em uma fase mais avançada envolvendo hibridização / eletrificação de veículos.

Na fase V, há 14 ações estratégicas relacionadas com combustíveis convencionais (6 com gasolina e 8 com diesel) e 4 com CNG, sendo 2 deles em veículos bicombustível, um a

gasolina e outro a diesel. As montadoras não testam qualquer alternativa envolvendo hidrogênio em células combustível.

A sua opção em tecnologias de motorização é focada em transmissões de 8 e 9 velocidades, *downsizing* de motores e controle de emissões. A montadora desenvolveu ainda a transmissão “*double dry clutch*” (DCCT), mais econômica.

Fica evidente que ambas as montadoras têm nos seus mercados de origem, a Fiat na Europa e a Chrysler nos EUA, os locais de suas investidas para as estratégias de pós – dominância. As montadoras têm participação ínfima na China, não desenvolvendo qualquer tipo de parceria com empresas chinesas, sejam montadoras ou sistemistas.

Nas fases I, II e III, ou seja, na pré – dominância, as montadoras revelaram 7 ações estratégicas em motorização. Nenhuma na fase I, com o lançamento dos carros – conceito. Mas na Itália, o centro de pesquisas da Fiat desenvolve projeto de pesquisa para produção de biometano a partir de vários tipos de biomassa. A montadora declara acreditar neste combustível para transporte.

Na fase II, são 6 relatos, 5 delas a partir da Chrysler; a Fiat não aparece como empresa inovadora e atenta às opções não – ICE. A montadora americana desenvolve seus experimentos na Fase II nos EUA, em nenhum outro país. Em 2011, a montadora forneceu 150 PHEVs modelo RAM 1500 pelos EUA como demonstração do projeto em parceria com o U. S. Department of Energy (DOE).

Ainda em 2011, uma frota de demonstração de 14 pick-ups RAM 1500 PHEVs para os departamentos de polícia das cidades de São Francisco e Sacramento foi instituída. Para a empresa de energia Duke Energy, foram disponibilizados para demonstração 10 pickups RAM 1500 PHEV. Em 2012, entraram em funcionamento na frota da prefeitura de Sacramento 3 minivans Town & Country PHEV; o projeto durou 2 anos em parceria com o DOE. Os veículos eram equipados com motores a gasolina de 3,6l, compatíveis com E85; a bateria permite 290hp e 700 milhas de autonomia.

A fase III apresentou apenas um relato da Fiat: de que seu modelo 500 EV faz prejuízo de US\$10.000 por unidade, quase 3 vezes o equivalente ao ICE. Em 2012, a Chrysler estava

planejando lançar o 500 nos EUA na versão EV, com autonomia de 100 milhas, com tecnologia de baterias desenvolvida pela própria Chrysler. Segundo Sergio Marchionne, CEO do grupo Fiat – Chrysler...

A economia da EVs simplesmente não funciona. No modelo 500 que a Chrysler começará a vender nos EUA no ano que vem, vamos perder mais de US\$ 10.000 (por unidade), apesar de o preço no varejo ser três vezes maior [do que uma versão com um motor de combustão interna]. (APB, 2011d).

Nenhuma das montadoras (Fiat e Chrysler) tem revelado carros – conceito; os lançamentos alternativos dizem respeito, quase sempre, a ICEs movidos com combustíveis não convencionais. São firmes na manutenção do ICE movido a combustíveis fósseis líquidos.

A aquisição da Chrysler pela Fiat propiciou a abertura do mercado norte – americano para a montadora italiana. Percebe-se a postura de pouca exposição da Fiat em relação aos seus projetos de motorização. A Chrysler revela ser a mais arrojada em desenvolvimento de novas tecnologias, característica que provavelmente a Fiat venha a incorporar no futuro.

Revelam disposição em investir em soluções bi – combustível, principalmente a partir da Chrysler, demonstrando que acreditam nessa derivação tecnológica. As montadoras, entretanto, sabem que precisam de estratégias inovadoras para competir com os tradicionais rivais nos mercados dos EUA e da Europa. Chama a atenção da quase ausência de ambas as montadoras na China; apenas em 2012, a Fiat se posicionou com o lançamento do Viaggio.

Não acreditam em soluções com células combustível de hidrogênio e, no caso do etanol, a sua experiência de Brasil não foi levada para outros mercados. As montadoras aparentam ser seguidoras (“*followers*”) na adoção da eletrificação automotiva; na verdade, declaram acreditar em hibridização automotiva, ou seja, continuam acreditando nos ICEs.

Os EUA são o palco estratégico para a Chrysler lançar seus produtos. O Japão não surge como palco de testes (fase II) das novas alternativas que as montadoras estudam.

Nos EUA, a montadora Chrysler se posiciona fortemente com a manutenção do design dominante ICE + combustível fóssil líquido, mas arriscando-se com experiências com os fósseis gasosos, como o gás natural comprimido (CNG) e o gás natural liquefeito (LNG) e,

ainda, com o motor bi – combustível diesel + CNG. Não se arriscam em mercados que lhes são menos representativos. Ambas as montadoras também se utilizam muito pouco de parcerias tecnológicas em motorização; isso pode ser devido ao fato do grupo possuir algumas subsidiárias que atuam em sistemas complementares ao motor de combustão interna.

Portanto, fica evidenciada a busca de capacidades e competências de alternativas em combustíveis por parte da Fiat – Chrysler, mas mantendo o ICE como design dominante. Esta parece ser a sua estratégia central: manter o tradicional design e estudando e se capacitando para oferecer ao mercado opções com combustíveis fósseis gasosos e renováveis líquidos.

5.10 Estudo de Caso 10: BMW

A BMW é a líder mundial em veículos de luxo, tendo vendido 1,46 milhões de automóveis em 2010 (BMI GERMANY, 2012), 1,66 milhões em 2011 e 1,33 milhões nos primeiros 9 meses de 2012, um aumento previsto de 8,3% (BMW, 2012); seus principais mercados são os países desenvolvidos e os países emergentes. É a décima montadora mundial (AUTOMOTIVE WORLD, 2011). Atua no mercado com as marcas BMW, Mini e Rolls – Royce. A marca BMW capta 83% de todas as vendas do grupo.

Emprega 104.000 funcionários e possui produção concentrada em diversas fábricas na Alemanha, uma fábrica em pleno funcionamento na África do Sul, uma no Reino Unido para produção dos modelos Mini e outra para os modelos Rolls – Royce. Possui ainda 2 fábricas na China, as plantas de Dadong e Tiexi, nas quais produz cerca de 400.000 veículos ao ano (BMW, 2012). Tem forte penetração nos mercados americano e chinês, onde cresceu 33% de 2011 para 2012. É a terceira maior montadora na Alemanha, com 9,1% de *marketshare* em 2010, logo atrás da Mercedes – Benz; entretanto, como produz mais e exporta mais que a rival Mercedes – Benz, acaba sendo a segunda maior montadora alemã no total de unidades vendidas. Não possui fábricas no Brasil.

A BMW revela uma de suas principais estratégias tecnológicas em relação a motorizações: a de recuperar parte da energia produzida no ICE e perdida em forma de vapores de exaustão. Em 2011, foi divulgada notícia de que a BMW encontrou maneiras de recuperar energia

produzida e não aproveitada pelos motores ICE, ou seja, irá investir em formas de recuperar energia perdida na combustão interna. Segundo o site da BMW,

A BMW reconhece que mesmo o motor de combustão interna mais eficiente só pode converter cerca de um terço da energia proveniente de combustíveis fósseis em energia mecânica cinética necessária para alimentar um veículo a motor. Apesar das recentes melhorias na eficiência do motor, por exemplo, por meio de tecnologias como injeção direta de combustível, comando variável das válvulas, turbocompressores, regeneração de energia de frenagem e *start / stop*, cerca de 60% da energia gerada são ainda perdidos, sendo metade disso em calor do escapamento e a metade restante como o calor absorvido pelo sistema de arrefecimento do motor. Os projetos do turbovaporizador e do gerador termoelétrico são focados na geração de corrente elétrica a partir do calor perdido para melhorar a eficiência geral do motor. A empresa acredita que existe potencial considerável para a economia de combustível, se a energia elétrica necessária para todos os sistemas de um veículo puder ser produzida utilizando o calor perdido, em vez de contar apenas com o alternador do veículo. (BMW, 2012).

A montadora alemã demonstra grande empenho em pesquisar e desenvolver formas alternativas ao ICE; ainda assim, revela estratégias de preservação do motor de combustão interna. Em 2011, a montadora revelou que está reintroduzindo os motores 4 cilindros (desde 1999, a montadora montava somente motores de 6 cilindros), caracterizando-se uma estratégia tecnológica de *downsizing* dos motores. Para o mercado japonês, a BMW apresentou os novos motores a diesel de 6 cilindros com tecnologia Blue Performance.

A BMW se revela inovadora em produtos alternativos, tendo lançado em 2012 o carro – conceito i3 (Megacity Vehicle) que será o primeiro EV da montadora, enquanto o i8 Concept será um PHEV. Ainda em 2012, a montadora revelou mais um produto da sua linha de carros – conceito: o novo BMW i8 Concept Spyder PHEV, com motor elétrico de 96kW e motor a gasolina de 3 cilindros e 223 hp de tração traseira, que consome 3 litros de gasolina em 100km percorridos. O BMW i3 Concept é o primeiro EV a ser produzido em série pela montadora (APB, 2011c). O motor elétrico produz 125kW/170hp, é posicionado sobre o eixo traseiro, acelera de 0 a 37 mph em menos de quatro segundos e de 0 a 62 mph em menos de oito segundos. Já o BMW i8 Concept combina um motor elétrico montado sobre seu eixo dianteiro (adaptado do BMW i3) com um motor de combustão de três cilindros produzindo 164kW/220bhp na parte traseira; acelera de 0 a 62 mph em menos de cinco segundos (APB, 2011h).

A BMW se mostra eficiente em apresentar seus protótipos: em 2011, revelou o "*premium segment*" Plug In Hybrid Sedan Concept (protótipo na plataforma BMW 5), cuja produção

começará somente em 2013. Ainda em 2011, divulgou relatório dos testes de frotas do Mini E (40 carros em testes de 2 semestres com 118 usuários) realizadas no Reino Unido; com motor de 204 hp e bateria de Li-ion de 35 kWh, o modelo alcança velocidade de 95 mph e possui autonomia de 112 milhas. As baterias de Li-ion ocupam o espaço dos bancos traseiros do veículo.

Demonstrou ainda o novo veículo com motorização ActiveHybrid, com motor de 4 cilindros e tecnologia TwinPower Turbo. Em 2012, a montadora revelou estratégia de produzir todos os motores de 3 cilindros a gasolina para a nova geração de PHEVs da série i8 somente na planta de Hams Hall, Birmingham, Reino Unido.

Em 2011, na China, informou que iniciará oferta (em parceria com a Brilliance) do EV Megacity de 4 lugares na modalidade "*car sharing*" (diferentemente das vendas tradicionais ou leasing). Ainda em 2011, na Alemanha, lançou o ActiveHybrid 5, um híbrido gasolina – elétrico baseado na série 5 (motor de 306hp 3.0l Twin Power Turbo e motor elétrico de 54 bhp e transmissão automática de 8 velocidades).

A montadora evidenciou 20 ações estratégicas em motorização nos anos de 2011 e 2012; destas 20, somente cinco delas aparecem na fase V, ficando as demais 15 nas fases de pré – dominância. Este perfil aponta para uma montadora muito focada em estudar um novo ambiente para a motorização, construindo opções a partir de hibridização / eletrificação de veículos. Constrói assim barreiras de saída bastante baixas para adentrar em uma fase mais avançada, uma batalha tecnológica envolvendo uma possível opção ao ICE.

Na fase V, há 4 estratégias relacionadas com combustíveis convencionais (gasolina e diesel) e um experimento com uso de etanol. A montadora não evidencia qualquer projeto envolvendo tecnologia FCEV ou mesmo com combustíveis fósseis gasosos.

Nas fases I, II e III, ou seja, na pré – dominância, a montadora revelou 15 ações estratégicas em motorizações alternativas. Cinco na fase I, seis na fase II e quatro na fase III. Desse total, a BMW foca em 11 experimentos de hibridização e 4 em eletrificação pura de automóveis. Suas ações de criar mercado para seus produtos com tecnologia híbrida / elétrica se desenvolvem nos mercados importantes, ou seja, EUA, Alemanha, Japão e China.

A BMW possui poucas parcerias, mas uma em especial é estratégica para seus planos em relação à eletrificação automotiva: firmou *joint venture* 50 / 50 com a PSA Peugeot Citroën, criando a BMW Peugeot Citroën Electrification para desenvolver componentes para veículos híbridos. O objetivo é crescer com modelos híbridos em mercados desenvolvidos e maduros, com barateamento de custos para ambas as montadoras. A JV produzirá, a partir de 2014, componentes, baterias, eletrônica embarcada e carregadores para ambas as montadoras e, a partir de 2015, para outras montadoras (BMI FRANCE, 2012).

A BMW espera com isso estabelecer uma posição estratégica em termos de hibridização no contexto europeu (APB, 2011b). As duas montadoras já mantêm parcerias desde 2006 para desenvolvimento e fabricação de motores de combustão interna. A BMW demonstra forte propensão para o desenvolvimento de formas alternativas de motorização em hibridização e eletrificação. Está presente nas fases de pré – dominância com mais ênfase do que na pós – dominância. Tem escolhido o Japão para apresentar as suas inovações em automóveis movidos a ICE, principalmente motores tanto a gasolina quanto a diesel. Prefere mercados fora da Alemanha – China, Reino Unido e Japão – para apresentar os seus modelos híbridos e elétricos.

A BMW não acredita em combustíveis alternativos para a combustão interna, sejam os renováveis líquidos sejam os fósseis gasosos; no entanto, divulgou fato relevante afirmando que o uso de E10 nos veículos BMW é seguro e não causa qualquer tipo de problema em qualquer veículo da marca produzido em qualquer ano. Novos projetos de ICE com modos bicomcombustíveis não fazem parte das estratégias da montadora. É ortodoxa na manutenção do ICE a gasolina e a diesel.

Mostra evidências fortes de que buscará estar no “*front*” no caso de uma migração do design dominante em motorização. Esta é uma postura muito arrojada para a 10ª. montadora mundial, com mercados mais reduzidos, mas com clientela compradora de veículos premium, provavelmente dispostos a pagar um prêmio para ter um veículo alternativo. Aposto mais nos híbridos, mas possui poucas barreiras de saída se precisar se dedicar a modelos elétricos puros. Desta forma pode ser considerada uma rompedora (“*front – runner*”) em eletrificação e hibridização automotiva.

Assim, evidencia-se que a BMW está em busca de um novo design dominante em motorização. Possui postura estratégica semelhante à da Toyota, colocando seus produtos em mercados importantes. Inova sem ser uma das maiores montadoras globais.

5.11 Estudo de Caso 11: As Montadoras Chinesas

As dez montadoras chinesas pesquisadas desenvolveram 41 ações estratégicas nos anos de 2011 e 2012. Desse total, 17 foram executadas por montadoras e 24 por parcerias tecnológicas entre alguma montadora chinesa e outra empresa não chinesa. As montadoras chinesas revelaram 30 ações estratégicas na fase V, isto é, envolvendo a manutenção do motor de combustão interna. Dessas 30, apenas 13 são movimentos isolados de alguma montadora; as demais 17 são movimentos executados por parceiros tecnológicos.

São muitos os investimentos em novas plantas de produção de motores e transmissões por todo o país e praticamente por todas as montadoras. A Beijing Automotive Industry Holding (BAIC) anunciou em 2011 a aquisição da WEIGL Transmission Plant, de origem australiana e, no mesmo ano, a Great Wall firmou parceria com a Ricardo para novas tecnologias em motores a gasolina e transmissões de 6 velocidades *dual clutch transmission* (DCT) a serem desenvolvidas conjuntamente e posterior transferência de tecnologia para a chinesa. A Dongfeng comprou 30% das ações da empresa alemã Getrag, fabricante de transmissões; com isso, a Dongfeng ganha acesso à tecnologia de transmissões. A Geely iniciou em 2011 a produção em massa de transmissões automáticas 6AT, a partir da tecnologia da empresa australiana DSI, adquirida por ela em 2009. A Chery firmou parceria com a Ricardo para desenvolvimento de sistemas de transmissões CVT (*controled variable transmission*) a serem implantadas no modelo Chery E5. Exemplos como estes são vários e revelam os movimentos das montadoras chinesas em busca de tecnologia da qual não dispõem ou que precisam melhorar para competir no mercado mundial, de frente com os principais *incumbents* globais da indústria automobilística.

As parcerias tecnológicas são diversas. A Dongfeng Peugeot Citroën Automobile (DPCA) revelou em 2011 projeto de expansão da planta de motores e transmissões da JV em Xiangyang. O aumento da produção de motores será das atuais 640.000 unidades para

1.200.000; o aumento da produção de transmissões será das atuais 374.000 unidades para 540.000 unidades em 2015. A Changan Ford Mazda Automobile (CFMA) revelou que iniciou a construção de uma nova fábrica de motores a gasolina, além de uma nova fábrica de transmissões em Chongqing, com investimentos de US\$350 milhões. A SAIC e a Opel atuarão conjuntamente – e pela primeira vez – para desenvolver uma família de pequenos motores de 3 e 4 cilindros; os motores serão usados no novo modelo mini-van da Opel e nos modelos MG e Roewe da SAIC. Em 2012, Dongfeng e Brilliance firmaram um termo de "*go ahead*" para desenvolverem uma *joint venture* para produção conjunta de 200.000 motores a gasolina e a diesel ao ano. Uma outra *joint venture* – GM, SAIC, Shanghai GM e Pan Asia Technical Automotive Center – vem desenvolvendo uma nova família de motores Ecotec a gasolina (1.0 a 1.5l, de 3 ou 4 cilindros). A JAC Motors contratou a Ricardo para auxiliar a desenvolver soluções para motores a diesel.

Exemplos como estes demonstram a inúmera quantidade de parcerias tecnológicas que vêm se desenvolvendo pelas montadoras chinesas para aumentar a sua participação no mercado global: parcerias com outras montadoras, com sistemistas e com provedores de tecnologia, como a inglesa Ricardo. Mesmo em relação a combustíveis alternativos aos fósseis convencionais, surgem relatos: em 2012, a Weichai Westport (uma *joint venture* entre Westport Innovations, Weichai Power e Hong Kong Petersen Equipment) lançou o primeiro motor movido a CNG para uso comercial no mercado de veículos comerciais, com a tecnologia de injeção direta a alta pressão (HPDI) da empresa Westport; o desempenho do motor permanece o mesmo que o original a diesel, seja na potência seja no torque. Mas este exemplo acima é raro: na China, as montadoras chinesas focam objetivamente no ICE movido a gasolina e diesel e, em particular, apenas em motores e transmissões. Não há revelações de estratégias tecnológicas relacionadas com outros sistemas complementares à motorização, como "*stop – start*", controle de emissões de poluentes, *downsizing* ou *turbocharging* de motores.

Não há relatos conhecidos de experimentos com combustíveis renováveis na fase V, apenas com fósseis líquidos. As montadoras chinesas se apresentam como pouco inovadoras, revelando 11 ações estratégicas nas fases de pré – dominância. A BYD é a única montadora chinesa a se manifestar em relação a projetos de EVs na fase I, sendo um deles em parceria com a Daimler. Na fase II, de viabilização técnica de seus protótipos, somente a BYD e a

SAIC revelam algumas estratégias tecnológicas; a SAIC revela projetos em parceria com a General Motors para uma arquitetura conjunta. Com a Johnson Controls, a SAIC prepara projetos para desenvolvimento de baterias elétricas para seus futuros modelos.

Na fase III, as *joint ventures* BMW Brilliance, a FAW – VW Audi e a Shanghai VW iniciaram vendas de modelos híbridos *plug – in* e elétricos puros. O mais representativo é o lançamento do Tautos, um EV da Shanghai VW para experiência no mercado local. As ações das montadoras chinesas para criar mercado para seus produtos com tecnologia híbrida / elétrica não se desenvolvem em nenhum dos mercados importantes não chineses. Apostam no mercado local. As montadoras chinesas precisam de estratégias inovadoras para competir com os tradicionais rivais globais em seus mercados de origem, além do mercado doméstico. Revelam pouca disposição em investir em soluções bi – combustível, demonstrando que não acreditam nessa derivação tecnológica. Não testam qualquer vertente tecnológica envolvendo hidrogênio; aparentam ser típicas seguidoras (“*followers*”) em eletrificação automotiva.

5.12 Síntese dos Resultados

Pode-se resumir todas as ações estratégicas identificadas na pesquisa e que são desenvolvidas pelas montadoras em um conjunto de 43 estratégias tecnológicas em motorização (relacionadas direta ou indiretamente a ela), a saber:

a) na fase V, basicamente na preservação dos ICEs, puderam ser identificadas 17 estratégias tecnológicas principais:

- 1) aumento da capacidade produtiva de motores e transmissões (ação estratégica percebida em diversas montadoras em diversas plantas do mundo);
- 2) introdução de *downsizing* de motores, com redução de volume e de cilindros (4 e até 3 cilindros);
- 3) introdução de novos materiais para motores e transmissões, tornando-os mais leves;
- 4) introdução de *turbocharging* nos motores;
- 5) introdução de *supercharging* dos motores;
- 6) introdução de sistemas de utilização de apenas 2 dos 4 cilindros do motor em situações de baixas rotações;

- 7) introdução de novos sistemas de controle de emissões, de maneira a atender aos padrões regulatórios europeu e americano;
- 8) introdução de novos sistemas de economia de combustível, incluindo os sistemas *stop – start*;
- 9) introdução de novas tecnologias para sistemas de propulsão;
- 10) introdução de transmissões variáveis contínuas CVT (*continuous variable transmissions*);
- 11) introdução de novas transmissões automáticas com mais velocidades (9 e 10 velocidades), com objetivo de diminuir o consumo de combustível;
- 12) padronização de transmissões DCT (*dual clutch transmissions*) de 6 velocidades ou de 8 velocidades (dependendo da montadora);
- 13) introdução de sistemas de injeção direta e de melhoria da queima do combustível;
- 14) introdução e melhoria dos sistemas de recuperação do calor perdido na combustão e readmissão nas câmaras de combustão;
- 15) introdução e melhoria dos sistemas de recuperação de energia perdida e não aproveitada pelos motores;
- 16) melhorias nos sistemas de regeneração de energia de frenagem;
- 17) introdução de motores bi – combustível.

b) nas fases I, II e III, basicamente nas alternativas elétricas e híbridas aos ICEs, puderam ser identificadas 26 estratégias tecnológicas principais:

- 1) pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias para sistemas de recarga de baterias;
- 2) pesquisa e desenvolvimento próprio de baterias Li – ion para aplicação em EVs, HEVs e PHEVs por parte das montadoras;
- 3) pesquisa e desenvolvimento próprio de carregadores de baterias para os seus próprios modelos de automóveis;
- 4) desenvolvimento de sistemas de padronização de recarga de baterias;
- 5) desenvolvimento de soluções para descarte de baterias após fim da vida útil do automóvel (mas não da bateria);
- 6) desenvolvimento de soluções para reaproveitamento dos metais das baterias após fim da vida útil do automóvel (mas não da bateria);
- 7) lançamento do conceito CED *Continuous Electric Drive*, um projeto de um "*electric vehicle induction charging*" (um carregador contínuo de baterias acoplado aos veículos);
- 8) introdução de carros elétricos com transmissões multi – velocidades;

- 9) introdução de sistemas de hibridização mais leves;
- 10) introdução do sistema *REEV Range Extended Electric Vehicle* (o veículo é uma combinação de bateria Li – ion de fosfato e um motor a gasolina que regenera a energia da bateria quando em movimento; o modo elétrico funciona com quatro motores independentes, um em cada roda);
- 11) introdução de motores elétricos de maior potência com motor a gasolina de 3 cilindros e tração traseira;
- 12) pesquisa e desenvolvimento de motores elétricos que permitam maior autonomia;
- 13) implantação de fábricas – por parte das montadoras – para produzir baterias Li – ion;
- 14) pesquisa e desenvolvimento de tecnologias para pressurização de H₂ até 700 bar em um único estágio;
- 15) introdução de HEV com 3 modos de dirigibilidade ("EV mode" que permite modo elétrico apenas, "Eco mode" que permite sistema híbrido e economia de combustível e "Power mode", que permite mais resposta e performance);
- 16) desenvolvimento e testes de PHEVs com *range extenders*, combinando 3 tecnologias diferentes: motor ICE de 3 cilindros, regeneração de energia dos freios e rodando com gasolina e etanol E85;
- 17) introdução do sistema V2Home que permite que a eletricidade de uma bateria Li – ion instalada em carros elétricos seja transferida para casas ("*vehicle – to – home system*");
- 18) introdução de sistema híbrido para veículos de tração dianteira;
- 19) desenvolvimento de carregadores CHAdeMo mais baratos, menores e mais rápidos;
- 20) instalação de pontos de recarga em cidades da Europa (projetos compartilhados entre montadoras e prefeituras);
- 21) desenvolvimento de sistemas de resfriamento contra fogo em casos de colisão de um EV, HEV ou PHEV (por explosão das baterias);
- 22) introdução de *range extender* movido a gasolina;
- 23) desenvolvimento de processo de extração de terras raras de partes automotivas usadas, como baterias "*nickel – metal hydride*" usadas em HEVs;
- 24) desenvolvimento de ultracapacitores para maior armazenamento de energia elétrica nas baterias;
- 25) desenvolvimento de sistemas híbridos com dois motores elétricos (incluindo pequenos motores elétricos para partida, no chamado *mild hybrid*);

26) desenvolvimento de um primeiro modelo híbrido dedicado (pode funcionar com gasolina e elétrico simultaneamente ou separados independentemente da velocidade; 95% da energia de frenagem é absorvida, não requerendo carregadores *plug-in*).

O conjunto de 17 estratégias tecnológicas da fase V identificadas na pesquisa formam um cenário claro de como as montadoras se posicionam em relação à motorização. Todas elas estão preocupadas com a melhoria do desempenho dos ICEs, economia de combustível, diminuição das emissões, componentes mais leves, recuperação de energia perdida, isto é, todos os quesitos importantes e que permitem dar sobrevida ao ICE ao mesmo tempo em que conseguem atender às regulações específicas dos países (notadamente os EUA e União Europeia).

Há bastante homogeneidade na consecução das estratégias tecnológicas reveladas na fase V; pequenas variações (como por exemplo, algumas montadoras partindo para transmissões de 8 velocidades e outras para transmissões de 10 velocidades, mas ambas as soluções almejando economia de combustível) não foram consideradas sinais de heterogeneidade na fase de pós - dominância.

As três maiores montadoras globais (General Motors, Toyota e Volkswagen – Audi) apresentam três comportamentos distintos em relação à pré – dominância: enquanto a Toyota se posiciona como líder mundial em hibridização de automóveis, a General Motors acompanha esse movimento da sua concorrente japonesa um pouco mais de longe, mas ainda em torno da hibridização eletrificada, aguardando algum momento futuro para acelerar se necessário. No meio dessa disputa, uma posição muito conservadora, a da Volkswagen – Audi, participando fortemente tanto da pré – dominância quanto da pós – dominância, em uma posição de muito equilíbrio.

Nas fases de pré – dominância, no entanto, as estratégias já se tornam mais específicas de cada montadora, há clara heterogeneidade. As montadoras revelam comportamentos que deixam clara a busca de soluções distintas em torno da eletricidade e da hibridização; este ponto será abordado na seção 9.2, Capítulo 9. Os resultados consolidados e sintetizados determinam um comportamento estratégico de cada uma das montadoras pesquisadas. Tal comportamento encontra-se refletido no Quadro 4, apresentado à página 227.

Chama a atenção que a indústria como um todo trabalha para preservar o motor de combustão interna (Quadrante “Grau de Participação Forte na Pós – Dominância Fase V”); praticamente todas as montadoras sinalizam – ou melhor, revelam – suas estratégias tecnológicas robustas na fase V. É um movimento em nível da indústria (*“industry – level”*). Algumas montadoras se comportam com menos ênfase, demonstrando presença na pós – dominância, mas de forma moderada. São mais agressivas na pré – dominância.

Já os movimentos de busca de alternativas ao ICE são conduzidos em nível das montadoras (*“firm – level”*). Algumas montadoras têm comportamento tão arraigado na preservação do ICE, que conseguem estabelecer estratégias tecnológicas nas fases de pré – dominância de maneira fraca, casos da Fiat (Chrysler se posiciona diferentemente) e das chinesas. Com certeza, no futuro, em se estabelecendo uma batalha decisiva em torno do ICE (fase IV de Suarez), estas montadoras serão entrantes tardias (*“late entrants”*).

A Tabela 8 apresenta as estatísticas de participação das montadoras nas fases de pré – dominância e pós – dominância no período da pesquisa, os anos de 2011 e 2012.

Tabela 8 – Participação das Montadoras nas Fases de Pré – Dominância e Pós - Dominância

Montadoras	Número de Ações Estratégicas Reveladas						Percentual de Atuação de Cada Montadora	
	Fases I, II e III		Fase V		Todas as Fases			
	Quantidade	Ranking	Quantidade	Ranking	Totais	Ranking	Fases I, II e III	Fase V
General Motors	22	4	39	1	61	1	36%	64%
Nissan - Renault	40	1	12	7	52	2	77%	23%
Toyota	32	2	19	4	51	3	63%	37%
Volkswagen - Audi	26	3	24	3	50	4	52%	48%
Ford	9	8	32	2	41	5	22%	78%
Hyundai - Kia	19	5	18	5	37	6	51%	49%
Fiat - Chrysler	7	10	18	5	25	7	28%	72%
Honda	14	7	10	8	24	8	58%	42%
BMW	15	6	5	9	20	9	75%	25%
PSA Peugeot Citroën	8	9	5	9	13	10	62%	38%
Chinesas	11	na	30	na	41	na	27%	73%
na - não aplicável								

A ideia deste formato é visualizar onde se estabelecem as motivações estratégicas das montadoras em motorização, além de identificar as semelhanças e diferenças nos movimentos estratégicos das montadoras em relação à dominância. O Gráfico 13 permite visualizar os perfis de atuação de cada montadora nas fases de pré – dominância e de pós – dominância.

A General Motors é a montadora que revela mais ações estratégicas em torno da motorização e a que mais revela ações na pós - dominância; 64% delas são relacionadas à manutenção do ICE e as demais 36% estão em torno das formas alternativas de motorização. É a quarta maior reveladora de estratégias em eletrificação e hibridização eletrificada.

A Nissan – Renault é a maior reveladora de estratégias tecnológicas alternativas ao ICE. Quase 80% do que foi revelado nos anos de 2011 e 2012 pela montadora dizem respeito a formas alternativas de motorização. É a grande representante da vertical tecnológica Eletrificação.

Gráfico 13 – Percentual de Participação das Montadoras nas Fases de Pré – Dominância e Pós –Dominância nos Anos de 2011 e 2012.

A Toyota é a terceira maior reveladora de ações estratégicas em motorização e a segunda que mais revela ações em formas alternativas ao ICE. Sessenta e três por cento do que revelou nos anos de 2011 e 2012 são relacionados com formas alternativas de motorização. É a maior representante da vertical tecnológica Hibridização Eletrificada.

A Volkswagen – Audi é apenas a quarta maior reveladora de tecnologias em motorização, mas a terceira se forem consideradas as fases de pré – dominância ou de pós – dominância separadamente. Possui perfil muito equilibrado entre as duas fases, 52% na pré – dominância e 48% na pós – dominância.

A Ford é a quinta maior reveladora de ações estratégicas em motorização, mas diferentemente das montadoras anteriores, se concentra francamente em ICEs; possui perfil oposto ao da Nissan – Renault, pois 78% das suas ações estratégicas são para manter os ICEs, ficando apenas algumas experimentações em híbridos elétricos, elétricos, células de combustível e mesmo em híbridos hidráulicos. A montadora americana faz um pouco de tudo. Não fica evidenciada uma forma alternativa de motorização dominante. É a grande representante da preservação da vertical tecnológica Combustão Interna.

A Hyundai – Kia é a sexta no *ranking*: apresenta-se de maneira mais equilibrada em termos de investimentos nas verticais tecnológicas existentes. Posiciona-se igualmente em número de ações estratégicas na pré – dominância e na pós – dominância.

A Fiat – Chrysler, sétima do *ranking*, revela que não acredita em formas alternativas de motorização, sendo a montadora que menos revela ações estratégicas nas verticais tecnológicas alternativas. Ainda assim, quando revela algo na pré – dominância, o faz com a marca Chrysler.

A Honda desenvolve ações estratégicas de maneira equilibrada nas fases de pré – dominância e de pós – dominância, mas em quantidade bem aquém das grandes montadoras globais. Parece ser uma seguidora em eletrificação e hibridização automotiva. É a oitava entre as montadoras em número de ações estratégicas reveladas em motorização. Parece acompanhar sua mais direta concorrente, a Toyota.

A BMW é a nona no *ranking*; revela suas ações estratégicas na pré – dominância na mesma quantidade com que faz a Honda, apesar de ser uma montadora bem menor. Possui postura estratégica semelhante à da Toyota, colocando seus produtos em mercados importantes, ou seja, inova sem ser uma das maiores montadoras globais. Está presente nas fases de pré – dominância com mais ênfase do que na pós – dominância, surpreendendo com tal postura agressiva.

A PSA Peugeot Citroën é a décima em revelações de ações estratégicas, muito distante de sua concorrente mais direta, a Renault. Possui um movimento mais claro em direção à

hibridização, opostamente ao que a Renault declara, de focar nos elétricos. Possui comportamento estratégico semelhante ao da Honda, apesar da japonesa focar em FCEVs.

As montadoras chinesas são claramente preservadoras do design dominante ICE + combustível fóssil líquido. Apresentam-se como pouco inovadoras. Aparentam ser típicas seguidoras em eletrificação automotiva.

A Tabela 9 apresenta o número de experimentos revelados nos anos de 2011 e 2012 pelas montadoras globais (analisadas nesta pesquisa) nas fases I, II, III e V da dominância de Suarez (2004).

Tabela 9 – Participação das Montadoras em Cada Forma alternativa de Motorização nas Fases de Pré – Dominância

Montadoras	Participação das Montadoras em Cada Fase e com Qual Alternativa de Motorização																	
	Fase I						Fase II						Fase III					
	EV	HEV	PHEV	FCEV	HPEV	HHV	EV	HEV	PHEV	FCEV	HPEV	HHV	EV	HEV	PHEV	FCEV	HPEV	HHV
BMW		3		2			3		2		1			1		2		1
Chinesas	3		1				3						2		2			
Fiat - Chrysler							1		1		3			1				
Ford			1			1			1		1		2		2		1	
General Motors	2						7		2		2		2		5		2	
Honda							2		2		3		1		4			2
Hyundai - Kia	4		2		1	1	1				5		1		3			1
Nissan - Renault	8						14		4		2		11		1			
PSA Peugeot Citroën			1				1			1			1		4			
Toyota	2		3		2		1		5		2	1	1		10		2	
VW - Audi				2			5		1		3		1		3		3	

O posicionamento estratégico das montadoras em torno das fases de pré – dominância e de pós – dominância possibilitam a construção de três cenários básicos:

- Pós – Dominância Destacada**, na qual se encontram as montadoras que optam por atuarem mais na pós – dominância: Ford com 78% de suas ações estratégicas em motorização, Fiat – Chrysler com 72%, as montadoras chinesas com 65% e a General Motors com 64%;
- Pré – Dominância Destacada**, na qual se encontram as montadoras que se optam por atuarem mais na pré – dominância: Nissan – Renault com 77% de suas ações em motorização, a BMW com 75%, a Toyota com 63%, a PSA Peugeot Citroën com 62% e a Honda com 60%;
- Equilíbrio entre a Pré – Dominância e a Pós – Dominância**, no qual se encontram as montadoras que demonstram posicionamento equilibrado entre a pré – dominância e a pós –

dominância: Hyundai – Kia com 51% na pré e 49% na pós – dominância e a Volkswagen – Audi, com relação 52% / 48%.

Para efeitos de alocação das montadoras nos graus de suas participações nas fases de pré – dominância e pós – dominância, foi adotada uma classificação baseada no esforço tecnológico que é feito. Assim, se uma montadora demonstra grande esforço em ambas as fases (pré e pós), igualmente foi alocada como participação forte (caso da General Motors, a maior reveladora de ações estratégicas em tecnologias de motorização e, em menor escala, perfil semelhante apresentado pela Volkswagen – Audi).

Quando uma montadora revela maior esforço tecnológico na pré – dominância do que na pós – dominância, foi considerada forte na pré e moderada na pós (caso das montadoras Nissan – Renault, PSA Peugeot Citroën, BMW, Toyota e Honda). Caso contrário, ou seja, montadoras que demonstram comprometimento forte com a manutenção do ICE e pouca demonstração de projetos nas fases de pré – dominância, foram classificadas como fraca na pré e forte na pós (caso de Fiat e das chinesas).

Montadoras que demonstraram não possuir qualquer experimento em uma das três fases da pré – dominância, mas com muitos protótipos e lançamentos no mercado, também foram consideradas com participação, no mínimo, moderada (casos de Hyundai, Honda e Chrysler, sem projetos de P&D na fase I). A Fiat e a Kia demonstraram apenas um experimento na fase III em dois anos de análise, sendo consideradas de participação fraca. As demais montadoras que compõem grupos empresariais (Nissan – Renault, Volkswagen – Audi, PSA Peugeot Citroën) atuam nas fases de pré – dominância utilizando as duas marcas indistintamente.

O Quadro 4 consolida esta visão do pesquisador em relação aos esforços que cada montadora tem alocado na fase de preservação do ICE e nas fases de pré – dominância, ou seja, de contestação ao ICE.

Quadro 4 – Participação das Montadoras nas Fases de Pré – Dominância e Pós - Dominância

Grau de Participação	Fases	
	Pré - Dominância Fases I / II / III	Pós - Dominância Fase V
Forte	Nissan - Renault Toyota Volkswagen - Audi General Motors Hyundai BMW Honda	General Motors Ford Volkswagen - Audi Fiat - Chrysler Hyundai - Kia Chinesas
Moderada	Ford Chrysler PSA Peugeot Citroën Chinesas	Nissan - Renault BMW PSA Peugeot Citroën Toyota Honda
Fraca	Kia Fiat	

Algumas montadoras traçam suas estratégias tecnológicas tipicamente para “não ficarem para trás”; são moderadas na busca de alternativas ao ICE. Pesquisam e desenvolvem protótipos, mas são cautelosas na formação do mercado; aguardam sinais mais contundentes. São as típicas seguidoras (“*followers*”) em caso de uma batalha decisiva em torno do ICE. Não estão na frente, mas não estão atrasadas; provavelmente acreditam que, rapidamente, conseguirão se posicionar junto às pioneiras e rompedoras de mercado.

Por fim, as rompedoras (“*front movers*”), que acreditam ser necessários mais desenvolvimentos e formação de mercado mais robusto; se posicionam à frente dos concorrentes, tentando descobrir nichos ou pontos em que as barreiras de entrada sejam menores. Três montadoras claramente dominam o que ocorre nas fases de pré – dominância: General Motors, Toyota e Nissan – Renault, as duas primeiras com a opção declarada em híbridos elétricos e a terceira com opção por elétricos puros.

Ademais, é preciso que se estabeleça a significância de cada esforço estratégico das montadoras. O Quadro 5 apresenta essas qualificações relativas aos experimentos das montadoras estudadas em relação ao ICE e às formas alternativas de motorização. Neste caso,

é proposta uma maneira de estabelecer a significância das participações de cada montadora em cada uma das tecnologias disponíveis: a dominante atual (ICE) e as suas desafiadoras, as formas alternativas de motorização.

Para efeitos de alocação das montadoras e suas participações por tipo de tecnologia, foi adotada uma classificação baseada no esforço tecnológico que cada montadora realiza. O Quadro 5, portanto, resume o que a pesquisa identificou em termos de posicionamento das montadoras em relação aos combustíveis e formas alternativas de motorização.

Quadro 5 – Grau de Participação das Montadoras em Relação aos Combustíveis e às Formas Alternativas de Motorização

Montadoras	Combustíveis e Formas Alternativas de Motorização								
	Convencionais Fósseis Líquidos - Gasolina e Diesel	Alternativos Fósseis Gasosos	Renováveis - Biocombustíveis	EV	HEV	PHEV	FCEV	HPEV	HHV
BMW	**			**	**	**			
Chinesas	***			**	**				
Fiat - Chrysler	***	**	*	*	*	*			*
Ford	***			*	**	*	*		*
General Motors	***	***	**	***	**	*	*		
Honda	**	**		**	***		***		
Hyundai - Kia	***	*		*	**		***		
Nissan - Renault	**			***	**	*			
PSA Peugeot Citroën	**		**	*	**	*			
Toyota	**			*	***	**	*		
VW - Audi	***		*	**	*	***			

*** Participação Forte ** Participação Moderada * Participação Fraca

A General Motors é a quarta maior reveladora de estratégias em eletrificação e hibridização eletrificada. Híbridos e elétricos têm a mesma importância para a montadora, mas há um aspecto decisivo que precisa ser apontado. A montadora parece não querer mais investir em P&D, frente a tantos protótipos elétricos (e alguns FCEVs) e tentando criar mercado com híbridos (HEVs e PHEVs).

A Nissan – Renault acredita firmemente nos EVs; não desenvolve pesquisa em FCEVs e nem em hibridização não eletrificada. É uma franca candidata a romper com o design dominante atual por meio de EVs.

A Toyota, ao contrário da Nissan – Renault, aposta na hibridização eletrificada, o que faz sentido em função da história que vem construindo em torno do HEV Prius. Não tem frente

tecnológica em motorizações com uso do hidrogênio. Suas ações de criar mercado para produtos com tecnologia híbrida ocorrem fortemente nos EUA e na Europa.

A Ford possui algumas experimentações em híbridos elétricos, elétricos, híbridos hidráulicos e células de combustível. Não fica evidenciada uma forma alternativa de motorização dominante. Tem se fixado na criação de mercado mais robusto para os modelos que já desenvolveu. A hibridização se mantém firme, mas demonstra sinais de enfraquecimento. É a montadora que menos deixa transparecer qual é a sua opção mais forte em tecnologias alternativas em motorização (AFVs).

A Volkswagen – Audi é pouco atuante na fase I (P&D), com experimentos em PHEVs, mas é forte na fase II, mas prototipando duas frentes igualmente, em híbridos elétricos e elétricos puros. Já na fase III, tenta criar mercado com híbridos, mas não lança ao mercado com a mesma velocidade e frequência da Toyota. Pode estar prototipando EVs para não ficar muito atrás em relação à Nissan – Renault (principalmente) e General Motors.

A Hyundai – Kia revela fortemente a sua opção pelos FCEVs, com muitos protótipos (a tecnologia FCEV foi revelada pela montadora em 1998); a fase III é dominada pelos híbridos. Apesar da Kia já conhecer a tecnologia EV desde 1986, a montadora não demonstra que optará *per si* por esta alternativa. A Kia lançou somente em 2011, 6 carros – conceito, sendo dois deles puros EVs, outros dois híbridos, além de dois ICEs.

A Honda não tem desenvolvido novas P&Ds em alternativas ao ICE. Na fase II, possui protótipos em híbridos elétricos, elétricos puros e híbridos com células de H₂. Na fase III, os híbridos tentam formar mercado, mas com a companhia do FCEV Clarity, a aposta da montadora (declara estar desenvolvendo tecnologias automotivas “*eco – friendly*”, o que significa veículos híbridos e com células combustível). Parece ser uma seguidora em eletrificação e hibridização automotiva, mas uma rompedora (“*early front runner*”) em FCEVs.

A Fiat – Chrysler claramente revela que não acredita em formas alternativas de motorização. Na fase I, não foi divulgada qualquer P&D nos anos de 2011 e 2012. Na fase II, seu foco é em híbridos elétricos; a Chrysler inclusive vendeu uma empresa coligada especializada em

veículos elétricos. O grupo testa protótipos em hibridização hidráulica via Chrysler. Na fase III, possui um EV tentando formar mercado. A produção de motores ICE para combustíveis alternativos CNG e LNG e bicomcombustível (gasolina e CNG) se dá via Chrysler. Possui parceria tecnológica para desenvolvimento de etanol celulósico nos EUA.

A PSA Peugeot Citroën investe em eletrificação e hibridização. Apesar de não pesquisar FCEVs, mostra muito esforço em PHEVs e EVs nas fases II e III; na fase I, apenas um experimento em HEVs. A PSA possui um movimento mais claro em direção à hibridização, opostamente ao que a Renault declara, de foco nos elétricos. Sua marca registrada são os HEVs.

A BMW surpreende com postura agressiva nas fases de pré – dominância. Na fase I, revela que prefere hibridização eletrificada (HEVs e PHEVs); na fase II, possui, além de protótipos híbridos, três elétricos puros. Na fase III, tenta criar mercado com EVs, HEVs e PHEVs. Ou seja, está mais avançada em híbridos e prototipando elétricos puros. Não evidencia qualquer projeto com tecnologia FCEV ou mesmo com combustíveis fósseis gasosos.

As montadoras chinesas são claramente preservadoras do design dominante ICE + combustível fóssil líquido. A BYD é a única montadora chinesa a se manifestar em relação a projetos de EVs na fase I. Na fase II, somente a BYD e a SAIC revelam algumas ações estratégicas em EVs. Na fase III, as *joint ventures* BMW Brilliance, a FAW – VW Audi e a Shanghai VW iniciaram vendas de modelos híbridos *plug – in* e elétricos puros no mercado local, com destaque maior para os EVs. Revelam pouca disposição para investir em soluções bi – combustível. Aparentam ser típicas seguidoras em eletrificação automotiva.

6 AS ESTRATÉGIAS TECNOLÓGICAS DAS MONTADORAS E AS FASES DE PRÉ – DOMINÂNCIA E PÓS - DOMINÂNCIA

Este capítulo tem como objetivo apresentar as constatações mais importantes feitas a respeito das ações estratégicas relacionadas com tecnologia de motorização e em que estágio de pesquisa / desenvolvimento, viabilidade técnica, criação de mercado ou manutenção do mercado conquistado elas se posicionam; para isso, foi utilizado o arcabouço proposto por Suarez (2004). Neste capítulo, a abordagem é global e geral, ou seja, não interessa aqui especificamente uma montadora ou qualquer outro *stakeholder* da indústria (a não ser quando explicitamente identificado como tal), mas sim uma visão geral para se saber em que fase se está investindo recursos para a manutenção ou não do ICE.

O capítulo é composto por 4 seções que apresentarão as várias ações estratégicas em tecnologia de motorização reveladas pelos diversos *stakeholders* da indústria automobilística global (montadoras, sistemistas, fabricantes de motores, fabricantes de transmissões, parcerias entre empresas etc.) inseridas em cada uma das fases propostas por Suarez³⁹ (excetuando-se a fase IV, pois se considera não estar havendo uma batalha tecnológica decisiva):

- a) a seção 6.1 apresenta as estatísticas relacionadas com as ações estratégicas em tecnologia relacionadas com (1) pesquisa e desenvolvimento de soluções para motorização, a fase I de Suarez, chamada de “Construção de P&D”, (2) as ações estratégicas relacionadas com a busca da viabilidade técnica de soluções para as motorizações, a fase II de Suarez, chamada de “Viabilidade Técnica” e (3) a criação de mercado, a fase III de Suarez, chamada de “Criando o Mercado”;
- b) a seção 6.2 apresenta os argumentos para a não alocação de qualquer ação estratégica em tecnologia de motorização revelada na fase IV de Suarez, a que é chamada de “Batalha Decisiva”, no qual surge um novo design dominante;
- c) na seção 6.3, são apresentadas as estatísticas principais das ações estratégicas em tecnologia de motorização relativas à pós – dominância, a fase V de Suarez, chamada de “Pós – Dominância”;

³⁹ Suarez (2004) denomina as fases de seu arcabouço como: Fase I (*R&D Build Up*), Fase II (*Technical Feasibility*), Fase III (*Creating the Market*), Fase IV (*Decisive Battle*) e Fase V (*Post – Dominance*). A explanação mais detalhada do arcabouço de Suarez (2004) está apresentada no Capítulo 2, seção 2.3.

d) finaliza-se o capítulo com uma síntese dos resultados, na seção 6.4.

Como a amostra – por ter sido empregado o método “*grounded*” de pesquisa – abrigou de forma absolutamente aleatória todos os atores principais (*stakeholders*) da indústria automobilística global, neste capítulo se propõe que as fases de pré – dominância e de pós – dominância sejam vistas como os “objetos” da pesquisa. Ou seja, neste capítulo interessa conhecer a densidade com que ocorrem as ações estratégicas relacionadas com tecnologia de motorização propriamente em cada fase da dominância. Todos os dados aqui apresentados dizem respeito a um período de 24 meses, de janeiro de 2011 a dezembro de 2012.

6.1 Fases I, II e III: As Fases de Pré – Dominância

Das 1.146 evidências observadas de ações estratégicas relacionadas com tecnologia de motorização, foram identificadas 544 como estando naquela etapa que será chamada Pré – IV [a soma das fases I, II e III de Suarez (2004)]. Estas fases sinalizam que estão sendo estudadas formas alternativas ao design dominante atual, o ICE. Dessas 544 ações, 538 se concentram basicamente em modo elétrico e seis relatos se apresentam como experimentos em hibridização não eletrificada (hidráulicos e pneumáticos). O Gráfico 14 apresenta este cenário.

Gráfico 14 – As Ações Estratégicas em Motorização em Hibridização Eletrificada e Elétricos Puros versus Hibridização Não Eletrificada.

Das 538 ações estratégicas em elétricos e híbridos elétricos, tem-se 300 ações estratégicas (56%) relacionadas com desenvolvimento de veículos híbridos eletrificados (HEV, PHEV, H₂ – FCEVs e Metanol – FCEVs) e 238 ações estratégicas (44%) relacionadas com veículos elétricos puros (EVs). O Gráfico 15 detalha este cenário envolvendo os elétricos e os híbridos eletrificados.

Gráfico 15 – Participações dos HEVs, PHEVs e FCEVs versus EVs em Número de Ações Estratégicas em Motorização.

Das 300 ações estratégicas reveladas com foco no modo híbrido, em 62 delas há utilização de H₂ como elemento combustível (veículo H₂ *Fuel Cell Electric*), sendo 19 na Fase I, 28 na Fase II e 15 na Fase III. Desses 62 experimentos, 17 são desenvolvidos nos EUA, 11 no Reino Unido, 8 no Japão, 4 na Alemanha e 4 na Coreia do Sul. Os EUA dominam os experimentos com híbridos a H₂ em todas as fases I, II e III, mas o Japão se apresenta com 6 experimentos na Fase II, além do Reino Unido com 3; a Fase III tem como palco de tentativas de criação de mercado dos FCEVs os EUA, a Alemanha e o Reino Unido. A China simplesmente não marca presença nessa frente de pesquisas com veículos H₂ *Fuel Cell Electric* (H₂ – FCEVs).

Dos 300 experimentos com híbridos eletrificados (HEV, PHEV, H₂ e Metanol FCEV) relatados, a Fase I comporta 46 deles (15%), a Fase II comporta 128 experimentos (43%) e a Fase III comporta outros 126 experimentos (42%); os EUA lideram com 94 experimentos (32%), seguidos do Reino Unido com 39, do Japão com 37, da Alemanha com 36, da China com 11 e da França com 10.

Do total de 300 experimentos com híbridos elétricos, surgem 69 com modo *plug – in* (PHEVs), sendo 8 deles na Fase I, 33 na Fase II e 28 na Fase III; os EUA dominam com 28 experimentos (40% do total), seguidos da Alemanha com 11, do Japão com 10 e do Reino Unido com 10 experimentos cada.

Os HEVs somam 168 relatos, sendo 18 na fase I, 67 na fase II e 83 na fase III; os EUA dominam com 48 ações sendo desenvolvidas lá e são seguidos por Alemanha com 21, Japão com 19 e Reino Unido com 18.

Os EVs somam 238 relatos, sendo 42 na fase I, 128 na fase II e 68 na fase III; os EUA dominam com 77 ações sendo desenvolvidas lá e são seguidos por Alemanha com 28, Japão com 24, Reino Unido com 20 e França com 14.

O Gráfico 16 apresenta as participações de cada forma alternativa de motorização por fase da pré – dominância; o gráfico 17 apresenta o número de ações estratégicas sendo desenvolvidas em cada um dos principais países por cada uma das formas alternativas de motorização.

Gráfico 16 – Participações dos HEVs, PHEVs, FCEVs e EVs em Cada Fase da Pré – Dominância nos Anos de 2011 e 2012.

Existem relatos de outras seis ações estratégicas relacionadas com tecnologias de motorização hibridizada não eletrificada: três se relacionam com experimentos com sistemas pneumáticos de propulsão (basicamente com tanques de ar comprimido) e outros três experimentos com

sistema hidráulico de propulsão, todos ainda nas fases I ou II, isto é, sem terem ainda conseguido entrar no mercado consumidor como um produto substituto.

Gráfico 17 – Participações dos HEVs, PHEVs, FCEVs e EVs nos Países nos Anos de 2011 e 2012.

Do total de 544 experimentos revelados como sendo desenvolvimentos de modos de transformação de energia alternativos aos convencionais de queima de combustíveis via um ICE (ou seja, elétricos, híbridos elétricos, pneumáticos ou hidráulicos) que se situam nas fases de pré – dominância do design vigente, 91 delas (17%) se encontram na Fase I, 259 delas (48%) se encontram na Fase II e 194 delas (35%) se encontram na Fase III de Suarez (2004).

Do total de 91 ações estratégicas definidas na Fase I, os EUA aparecem com 29 experimentos (34%), seguidos de Reino Unido com 12, Alemanha com 10, Japão com 9 e China, com 7; do total de 259 ações estratégicas definidas na Fase II, os EUA surgem novamente na frente, com 85 delas (33%), seguidos do Japão com 32, da Alemanha com 30 e do Reino Unido com 28.

Do total de 194 ações estratégicas sendo desenvolvidas na Fase III, os EUA possuem 60 ações sendo desenvolvidas lá, o que equivale a 31%, seguidos de Alemanha, com 24 experimentos, Japão com 20, Reino Unido, com 19, França e China com 14 experimentos cada.

Do total de 544 experimentos revelados como estando nas Fases I, II e III, os EUA lideram com 174 relatos, o que equivale a 32% do total; a Alemanha com 64 experimentos, o Japão

com 61 e o Reino Unido, com outros 53 experimentos, representam a grande maioria (65%) dos projetos de busca de um design alternativo ao atual dominante, o ICE; a China surge com 32 experimentos no total das Fases I, II e III sendo lá desenvolvidos. A França (com 24), a Coreia do Sul (com 12) e o Canadá (com 10) são os demais locais onde se desenvolvem projetos nas Fases I, II e III. O Gráfico 18 apresenta este cenário.

Gráfico 18 – Participações dos Países na Pré – Dominância nos Anos de 2011 e 2012.

Das 1.146 ações estratégicas reveladas pelos diversos atores da indústria automobilística mundial, 471 delas se relacionam diretamente com as montadoras isoladamente, isto é, quando elas agem por conta própria, em caráter individual (“*stand alone*”), sem parcerias tecnológicas com outros atores; as montadoras, como um todo, atuam mais na Fase V de Suarez (2004), a fase da pós-dominância, a fase em que os atores têm interesse em manter o design dominante vigente ou, pelo menos, atuam no sentido de prolongar a sua existência. Destas 471 ações, 226 (48%) se apresentam nas fases de pré – dominância (fases I, II e III) e outras 245 (52%) na fase V; as montadoras, portanto, se focam mais na pós – dominância, isto é, investindo mais em preservação do ICE.

Na Fase I existem 25 relatos (5%), na Fase II existem 107 relatos (23%) e na Fase III existem 94 relatos (20%) de atuação das montadoras, totalizando 226 estratégias tecnológicas reveladas pelas montadoras no período escolhido da amostra dentre as 471 ações estratégicas reveladas. Na Fase I, revelam-se 6 experimentos com carros elétricos (EVs), 7 experimentos com híbridos elétricos (HEVs), 7 com PHEVs, 3 experimentos com FCEVs, um experimento

com ar comprimido e um experimento com motor hidráulico. Na fase II, os EVs representam 39 experimentos (38%), enquanto os HEVs representam 32 experimentos (30%), os PHEVs 19 experimentos e mais 17 com FCEVs. Na fase III, os EVs são 21 relatos (23%) e os híbridos somam 73 relatos (77%), sendo 52 em HEVs (71%), 13 em PHEVs e mais 8 experimentos em FCEVs.

Os maiores investidores nas fases da pré – dominância são as montadoras, as sistemistas e as parcerias tecnológicas firmadas entre montadoras e sistemistas e mesmo entre montadoras e outras montadoras. As montadoras são as que mais investem em todas as fases, mas em particular, em prototipagem e formação de mercado. O Gráfico 19 demonstra este perfil de atuação destes *stakeholders* da indústria automobilística.

Gráfico 19 – Participações dos Principais Stakeholders da Indústria Automobilística nas Fases de Pré – Dominância nos Anos de 2011 e 2012.

As fases de pré – dominância (Fases I, II e III) são território de experimentos nos EUA, Alemanha, Japão e Reino Unido, principalmente; a Fase III tem predominância dos mesmos quatro países. Quando se considera os continentes na fase III, na Europa as montadoras desenvolvem 39 ações, seguida dos EUA⁴⁰ com 25 experimentos e da Ásia com 23. Considerando-se todos os *stakeholders* da indústria, a fase III se desenvolve mais na Europa, com 78 experimentos, seguindo-se os EUA com 60 e a Ásia com 40.

⁴⁰ A participação dos demais países do continente americano é irrelevante; os EUA praticamente “representam” as Américas.

6.1.1 Fase I: Pesquisa e Desenvolvimento de Motorizações Alternativas

Esta é a fase de pesquisa e desenvolvimento de alternativas a qualquer design dominante na indústria. Em geral, segundo Suarez (2004), é aqui que se estabelecem as características – chave do campo tecnológico, o qual é habitado por grandes empresas com conhecimento da tecnologia relacionada (por exemplo, um sistemista ou uma empresa de eletricidade podendo desenvolver soluções de motorização elétrica), um conjunto de empresas entrantes e instituições realizando pesquisas aplicadas em universidades. A sua interação – se competindo ou se colaborando – se dá em função da força de mercado que possuem esses atores do campo tecnológico em questão.

Suarez (2004) defende que é nesta fase que as trajetórias tecnológicas se desenvolverão e, portanto, o foco é em tecnologia e em talento tecnológico, que será atraído em função da credibilidade e de ativos complementares que uma dada instituição ou empresa possuir. Complementarmente a esta questão da credibilidade, surge a questão da apropriabilidade (SUAREZ, 2004), ou seja, se uma empresa será capaz – após desenvolver uma opção tecnológica, “apostando” em uma vertical tecnológica – de reter esse aprendizado e conhecimento, evitando (a) a cooptação ou aliciamento de seus pesquisadores e (b) a imitação de suas conquistas.

[...] Atrair talento técnico – chave é a chave durante esta primeira fase da batalha, pois ainda há alto risco tecnológico [...] outro fator ambiental – o regime de apropriabilidade –, também desempenha um papel importante nesta fase, uma vez que determina se as empresas com inovações importantes podem prosseguir ou não em suas trajetórias tecnológicas sem serem desafiadas por imitadores. (SUAREZ, 2004, p. 282).

Nesta fase de construção de muita pesquisa e desenvolvimento, a partir da análise dos dados coletados, pode-se destacar que:

a) do total de 544 ações reveladas como sendo desenvolvimentos de modos de transformação de energia alternativos aos convencionais de queima de combustíveis via um ICE (ou seja, elétricos, híbridos elétricos, pneumáticos ou hidráulicos) que se situam nas fases de pré – dominância do design vigente, 91 delas (16%) se encontram na Fase I, das quais os EUA aparecem com 29 experimentos (34%), seguidos do Reino Unido com 12, da Alemanha com 10, Japão com 9 e China, com 7;

- b) das 91 ações relatadas, as montadoras se apresentam em primeiro lugar, com 25 ações, seguidas pelos sistemistas com 21 e pelas parcerias entre empresas, com 18;
- c) dos 300 experimentos com híbridos eletrificados (HEV, PHEV, H₂ e Metanol FCEV) relatados, a Fase I comporta 46 deles (15%), sendo que, desses 300 experimentos, surgem 69 com modo *plug – in* (PHEVs), sendo 8 deles na Fase I; ou seja, ainda há P&D sendo desenvolvida na busca de melhores soluções em híbridos *plug – in*;
- d) na fase I, existem 42 ações estratégicas reveladas com EVs, por parte de toda a indústria; desse total, os EUA abrigam 13 ações e o Japão 6 (os demais países têm participação marginal);
- e) as montadoras surgem com apenas 6 relatos de experimentos em EVs na fase I, seguidos pelas parcerias entre empresas, com 12 relatos e sistemistas com 11.

Em resumo, a fase I parece ser território de pesquisa em EVs (42 ações reveladas em 91) e, preponderantemente, de experimentações nos EUA. É a fase com menor número de ações estratégicas reveladas em tecnologia de motorização nos anos de 2011 e 2012. As montadoras se fazem bastante presentes, mas não em EVs nesta fase I. A pesquisa e desenvolvimento de formas alternativas de motorização são bastante fomentadas por sistemistas e parcerias entre empresas.

6.1.2 Fase II: Viabilidade Técnica das Motorizações Alternativas

Nesta fase se dá a busca pela viabilidade técnica de um projeto de pesquisa e desenvolvimento realizado na fase anterior. Um protótipo é, em geral, a maneira como se tenta demonstrar que os atores de uma indústria detêm conhecimento no processo de dominância do design alternativo (SUAREZ, 2004). Basicamente dois fatores são determinantes para o avanço nesta fase, segundo Suarez (2004): a superioridade tecnológica e a regulação. Enquanto a superioridade tecnológica se dá em nível da empresa (*“firm – level”*), a regulação se conota pelas ações governamentais, pela imposição de regulações para beneficiar determinado projeto, o que se configura um fator do ambiente (*“environmental – level”*). Suarez (2004, p. 282) aponta:

A demonstração de viabilidade técnica (protótipos de trabalho) por um dos atores cria um poderoso conjunto de novas dinâmicas no processo de dominação [...] É nesta fase que um fator em nível da empresa, a superioridade tecnológica, tem seu efeito mais forte no resultado final e que, às vezes, pode levar ao surgimento precoce de uma tecnologia vencedora. Por exemplo, muitas empresas com diferentes trajetórias tecnológicas e projetos povoaram o campo tecnológico para a tecnologia de CD; em 1979, a Philips, depois de demonstrar a viabilidade de seu projeto, se aproximou da Sony com a proposta de formar uma aliança antes de lançar um produto no mercado e, em uma decisão bastante incomum, a Sony aceitou a proposta. A aliança reuniu os dois projetos tecnológicos considerados pelos especialistas como o mais avançado no momento: Philips com a melhor arquitetura para CDs e a Sony com um sistema de correção de erros excelente. As duas empresas lançaram o CD em 1982 e logo em seguida mais de 30 empresas haviam assinado acordos de licenciamento para usar a tecnologia Philips / Sony (Grindley, 1995). A Fase II é, por vezes, também afetada por um fator ambiental – um papel regulador ativo. É tipicamente neste momento, quando as trajetórias tecnológicas líderes provaram a sua viabilidade, mas ainda não atingiram ou apenas chegaram perto do mercado que os reguladores intervêm [...] o último foi o caso das HDTV nos EUA, quando o FCC (órgão regulador) emitiu uma decisão indicando que os padrões de HDTV a serem seguidos deveriam ser compatíveis com o serviço NTSC já existente e confinada às bandas de frequência de VHF e UHF existentes. Esta decisão automaticamente excluiu algumas das tecnologias concorrentes, especialmente as de empresas japonesas.

Nesta fase de busca da viabilização técnica da solução alternativa – em geral, com a divulgação de um protótipo – pode-se destacar:

- a) das 306 ações estratégicas identificadas com híbridos eletrificados e não eletrificados (HEV, PHEV, HHV, HPEV, H₂ e Metanol FCEV) relatados, a Fase II comporta 131 experimentos (43%), sendo 33 com modo *plug – in* (PHEVs) na Fase II, 67 com modo HEV, outros 28 experimentos com H₂ e 3 com hibridização não eletrificada. Ou seja, mais da metade dos experimentos com híbridos nesta fase está relacionada com HEVs;
- b) do total de 544 ações estratégicas reveladas como sendo desenvolvimentos de modos de transformação de energia alternativos aos convencionais de queima de combustíveis via um ICE (ou seja, elétricos, híbridos elétricos, pneumáticos ou hidráulicos) que se situam nas fases de pré – dominância do design vigente, 259 delas (48%) se encontram na Fase II; desse total de 259 ações identificadas na Fase II, os EUA surgem novamente na frente, com 85 delas (33%), seguidos do Japão com 32, da Alemanha com 30 e do Reino Unido com 28; os EVs (elétricos puros) têm na fase II a sua maior presença: dos 238 relatos com EVs, 128 ocorreram na fase II, um percentual de 54%;
- c) as montadoras surgem com 39 relatos de experimentos em EVs na fase II, seguidos pelas parcerias entre empresas, com 38 relatos e sistemistas com 25.

A fase II é dominada pelos EVs, com 128 experimentos, mais do que os experimentos em HEVs, PHEVs e FCEVs juntos; os EUA, a Alemanha, o Japão e o Reino Unido dominam esta fase II. As montadoras aparecem com maior importância, com 107 ações identificadas; em

todas as três fases de pré – dominância, esta é a fase em que as montadoras surgem com a maior presença, praticamente 50% de todas as suas ações estratégicas em tecnologias alternativas em motorização. As sistemistas e as parcerias juntas somam outras 111 ações reveladas.

Dentre as montadoras, o maior palco de experimentos é o Japão com 24 ações identificadas, seguido dos EUA e da Alemanha com 19 cada e do Reino Unido com 8. As montadoras focam mais no Japão para desenvolver a fase II. Já as sistemistas praticam o contrário: de 59 ações relacionadas a elas, 39 são desenvolvidas nos EUA.

6.1.3 Fase III: Criação de Mercado para as Motorizações Alternativas

A fase de criação do mercado é a decisiva para quem quer “bater à porta” do design dominante vigente. É o momento em que, ao se lançar o primeiro produto oriundo de P&D e viabilização do protótipo em testes de campo, a empresa almeja construir seu novo *marketshare*. Segundo Suarez (2004), é a transposição dos fatores tecnológicos para os fatores de mercado, no qual as empresas buscam ser rompedoras (“*front runners*”), almejando ter benefícios por terem sido as pioneiras. Os esforços em publicidade e propaganda são grandes, haja vista que há uma relevante assimetria de informação por parte dos consumidores, que deve ser mitigada para que não haja seleção adversa (RODRIGUES, 2007).

Segundo Suarez (2004, p. 282):

É nesta fase que um fator em nível da empresa, a manobra estratégica, tem o maior impacto sobre o resultado final. Ao garantir uma posição pioneira (*first mover*) de mercado, uma empresa pode obter importantes vantagens relacionadas com reputação e ser capaz de antecipar-se aos entrantes tardios (*late entrants*) que querem acesso aos recursos-chave (Lieberman e Montgomery, 1998). É também nesta fase que os preços de penetração têm o efeito mais forte porque, quando nenhuma empresa conseguiu ainda a vantagem de uma grande base instalada, as decisões dos consumidores tendem a ser fortemente influenciadas pelo preço. Da mesma forma, como o mercado começa a se desenvolver, os consumidores tendem a ter pouca informação quanto ao real potencial e os benefícios de cada tecnologia, abrindo assim o caminho para o marketing das empresas e os esforços de relações públicas para moldar as expectativas desses consumidores. Finalmente, é nesta fase que os demais atores (que participam dessa indústria) necessitam adquirir apoio para suas trajetórias específicas sob a forma de bens ou serviços complementares.

Nesta fase de formação do mercado das opções tecnológicas ao design dominante, pode-se destacar:

- a) das 306 ações com híbridos eletrificados e não eletrificados (HEV, PHEV, HHV, HPEV, H₂ e Metanol FCEV) relatadas, a Fase III comporta 126 (41%), sendo 28 com modo *plug – in* (PHEVs), 83 com modo HEV e ainda outros 15 com H₂; ou seja, 66% das ações reveladas com híbridos nesta fase III estão relacionados com HEVs;
- b) do total de 544 ações reveladas como sendo desenvolvimentos de modos de transformação de energia alternativos aos convencionais de queima de combustíveis via um ICE (ou seja, elétricos, híbridos elétricos, pneumáticos ou hidráulicos) que se situam nas fases de pré – dominância do design vigente, 194 delas (36%) se encontram na Fase III de Suarez (2004);
- c) das 238 ações estratégicas relatadas com EVs por todos os *stakeholders* da indústria em todas as fases, a Fase III comporta 68 experimentos (29%);
- d) a Fase III tem como palco de tentativas de criação de mercado dos FCEVs os EUA, a Alemanha e o Reino Unido. A China simplesmente não marca presença nesta frente de pesquisas com veículos H₂ *Fuel Cell Electric* (H₂ – FCEVs, ou simplesmente FCEVs);
- e) desse total de 194 ações estratégicas sendo desenvolvidas na Fase III, os EUA possuem 60 delas sendo lá desenvolvidas, o que equivale a 31%, seguidos de Alemanha, com 24 experimentos, Japão com 20, Reino Unido, com 19, França e China com 14 cada;
- f) na Fase III existem 94 relatos (20%) de ações isoladas das montadoras; os EUA lideram com 25 experimentos desse total de 94 (26% do total), seguidos do Japão com 16, da Alemanha com 14 e da França com 8 experimentos relatados.

A Fase III tem predominância dos EUA, Alemanha e Japão, sendo território dominado pelos HEVs e, a seguir, dos EVs. As montadoras dominam as ações estratégicas em tecnologias de motorização nesta fase, com 94 relatos, seguidas das sistemistas com 31 e das parcerias com 17. As montadoras claramente se desfazem da estratégia de parceiras tecnológicas à medida em que adentram a fase III; isso sinaliza para uma situação em que, em um cenário hipotético de rompimento das barreiras de entrada do atual design dominante (ou seja, entrar em uma batalha decisiva na fase IV), as montadoras (uma delas ou mais de uma delas) seriam as proprietárias da tecnologia substituta.

6.2 Fase IV: A Batalha pela Dominância Tecnológica

Suarez (2004) considera esta fase como aquela em que se dá uma disputa final, uma batalha decisiva pelo domínio tecnológico em uma indústria. No caso do motor do automóvel, isso ocorreu há cerca de 100 anos⁴¹ e, de lá para cá, na visão deste pesquisador, nunca mais ocorreu qualquer outra batalha em torno da motorização automotiva e contra o design dominante atual, o motor de combustão interna.

Desta forma, considera-se que toda e qualquer estratégia tecnológica que foi realizada, ou que venha sendo realizada em torno do ICE e suas opções tecnológicas, certamente não se situam nesta fase IV. No entanto, pode vir a ocorrer no futuro, a partir da acumulação de tecnologia, conhecimento, capacidades e competências e ativos, por meio de uma empresa veterana (*‘incumbent’*) ou mesmo uma entrante, aquela que conseguir vencer as altas barreiras de entrada impostas pelos concorrentes interessados em manter o *“status quo”*.

Na Fase III, vários competidores começam a acumular uma considerável base instalada de usuários. Na Fase IV, estas bases de clientes cada vez maiores começam a ter um efeito importante sobre as decisões dos consumidores, o que é consistente com as recentes descobertas empíricas que sugerem que os benefícios de uma tecnologia só podem ser observadas após uma certa massa crítica de usuários ter sido atingida (Roller e Waverman, 2001). A força do efeito da base instalada – um fator em nível de firma – por sua vez é determinada pela força dos efeitos de rede no ambiente. Além disso, os ativos complementares e a credibilidade – fatores em nível de firma –, muitas vezes desempenham um papel importante na Fase IV. Como as experiências da IBM em hardwares de PCs e da Microsoft em softwares para PCs mostraram, uma empresa com ativos fortes e com credibilidade pode ter vantagens importantes na reta final para a dominância. Isto é explicado pelas características dos usuários que decidirem entrar no mercado em momentos diferentes. O trabalho de Moore (1999) ilustra que o mercado inicial (Fase III) compreende “entusiastas” e “visionários” da tecnologia que colocam ênfase na novidade tecnológica e desempenho quando decidem qual tecnologia comprar. No entanto, os consumidores do mercado tradicional (*mainstream market customers*) – que compõem a maior parte do mercado na Fase IV – mostram uma abordagem mais conservadora e são menos impressionados com o desempenho tecnológico por si só: eles tendem a preferir produtos produzidos por empresas estabelecidas que consideram confiáveis. (SUAREZ, 2004, p. 283).

O fato de um design dominante representar os elementos – chave de uma nova classe de produtos, a sua emergência, em algum dado momento, não implica que esses produtos não venham a sofrer diferenciação a partir de então (BENNER; TRIPSAS, 2012). A competição entre produtos que emergiram com design dominante se dá, a partir daí, em termos de atributos de desempenho, tais como qualidade e confiabilidade, além da marca

⁴¹ Considera-se que o motor de combustão interna se tornou o design dominante em 1902 (ABERNATHY; UTTERBACK, 1978; MURMANN; FRENKEN, 2006).

(UTTERBACK, 1994). Considera-se que estas melhorias incrementais no design dominante se dêem na fase V, a pós – dominância. Portanto, a fase IV não possui relatos de ações estratégicas em tecnologias de motorização que sejam compatíveis com uma “batalha tecnológica” que esteja se desenvolvendo no momento em torno do ICE.

6.3 Fase V: A Manutenção do Design Dominante Atual

Esta fase é a que concentra a dominância tecnológica de um design; no caso do ICE, há muitos anos ocorre o que Chen (2011) chama de dominância absoluta. Com várias melhorias tecnológicas incrementais ao longo dos seus mais de 100 anos de dominância, o motor de combustão interna vem se mantendo dominante em um cenário de disputa que, aparentemente, será inevitável⁴² no futuro. Nesta fase são criadas as barreiras de entrada para que produtos (ou tecnologias) substitutos (as) sejam impedidos de adentrar na força chamada de rivalidade (PORTER, 1980, 1991). Para um design dominante tão longo, conclui-se que os concorrentes que estão estabelecidos nesta indústria têm obtido sucesso nesse bloqueio na chegada de alternativas tecnológicas.

Ao longo dos anos, percebeu-se a intensa entrada e saída de montadoras nessa indústria, o que parece ser a dinâmica natural (e inevitável) em termos de rivalidade e concorrência. O que absolutamente não se viu foi um desafio frontal de uma alternativa tecnológica ao ICE movido a combustíveis fósseis líquidos. Concessão tem sido dada pelos atores desta indústria aos combustíveis alternativos (fósseis ou renováveis, líquidos ou gasosos), mas que preservam o ICE: casos do etanol e do CNG. Segundo Suarez (2004, p. 283):

Na Fase V, uma tecnologia dominante clara surgiu no mercado. Sua grande base instalada age como uma forte defesa contra adversários em potencial, particularmente em situações de ambientes com fortes efeitos de rede e elevados custos de transferência. A competição nesta fase pós-dominância é muitas vezes uma intensa concorrência "dentro do padrão" (*within – standard*) (Gallagher e Park, 2002) entre as várias empresas que possuem os direitos de produção licenciados baseados na tecnologia dominante. É, portanto, muitas vezes baseada em capacidades de produção e inovação de processos (Utterback e Abernathy, 1975; Utterback e Suarez, 1993). [...] esta fase da competição dentro do padrão pode durar um longo período de tempo, até que uma tecnologia descontinua inicie um novo ciclo de dominância.

⁴² Inevitável, caso os combustíveis alternativos (fósseis gasosos ou renováveis líquidos) não consigam ser uma solução apropriada para a manutenção do ICE. Caso não demonstrem robustez para substituírem a gasolina e o diesel no futuro, abrirão a oportunidade para uma batalha decisiva do ICE contra as formas alternativas de motorização.

Isto é, a tecnologia de queima dos combustíveis fósseis em uma câmara de combustão interna no motor conseguiu emergir no mercado em uma disputa com o carro elétrico no início do século XX e ser a única opção de mercado para os consumidores. Não houve nesse período qualquer tecnologia de motorização que desafiasse o atual design dominante; seguindo a proposição de Suarez (2004), isso se deve a uma base instalada de clientes tão robusta que barreiras de entrada ficam estabelecidas contra potenciais desafiadores.

A chamada intensa competição “dentro dos padrões” (*‘within – standard’*), ou “intramuros” na linguagem da estratégia, permitiu, entretanto que as montadoras entendessem que não poderiam ficar atreladas simplesmente aos combustíveis fósseis líquidos. Para preservar o ICE, é preciso competir “intramuros”, permitindo pequenas variações tecnológicas na queima, mantendo o ICE, mas aceitando outros combustíveis que, de forma alguma, desafiam o design dominante. Exemplos são os combustíveis renováveis líquidos (etanol, isobutanol), os fósseis gasosos (CNG, LNG) e até mesmo os combustíveis renováveis gasosos (hidrogênio).

Desta forma, é esperado que as montadoras não queiram se desfazer de um design que, ao longo dos anos, foi sendo melhorado e aperfeiçoado a ponto de nele terem sido investidos recursos financeiros de tal ordem, que somente com uma “revolução”, as montadoras quererão não levar este design dominante até a sua completa exaustão do ponto de vista tecnológico.

Das 1.146 ações estratégicas relacionadas com tecnologias de motorização que foram identificadas e que compõem a amostra desta pesquisa, 602 delas (53% do total) foram classificadas como estando na fase V de Suarez (2004), isto é, na fase de pós – dominância, na qual as empresas desenvolvem projetos tecnológicos para manter o atual design dominante, o motor a combustão interna. Dessas 602 ações estratégicas na fase V, 104 delas (17% em relação às 602 ações) dizem respeito a combustíveis alternativos a serem utilizados com os motores de combustão interna [ou seja, mantém-se o ICE, mas busca-se outras formas alternativas de queima, via combustíveis alternativos renováveis (como etanol) que totalizam 55 experimentos e via alternativos fósseis (como LNG e CNG), que somam outros 49 experimentos]. O Gráfico 20 demonstra estas participações.

**Gráfico 20 – Participações dos Combustíveis que Abastecem os ICEs:
Fase de Pós – Dominância nos Anos de 2011 e 2012.**

Desses 49 experimentos com combustíveis alternativos fósseis, 47 deles são com gasosos, predominantemente CNG (32 relatos), LNG (12), biometano (2) e propano (1); 2 experimentos são com combustíveis líquidos, os ésteres e Dymethil – Ether (DME), com 1 relato cada. Do total de 55 experimentos identificados e que se relacionam com combustíveis alternativos renováveis, 54 são líquidos, sendo 21 com etanol, 17 com outros tipos de biocombustíveis, 7 com biodiesel, 3 com diesel renovável, 1 com bio – óleo, 1 com bio – DME, 1 com isobutanol, 1 com metanol e 1 com etanol celulósico.

Desses 54 experimentos com combustíveis líquidos alternativos aos fósseis convencionais (gasolina e diesel) utilizando ainda o ICE, 28 deles são desenvolvidos nos EUA (53%), 8 no Reino Unido, 5 no Brasil e 4 na Suécia. O Gráfico 21 apresenta estas estatísticas.

Das 602 ações estratégicas da fase V, há 498 ações estratégicas (83%) que dizem respeito a ações de manutenção do ICE movido a combustíveis fósseis líquidos (gasolina e diesel); os experimentos com etanol como combustível alternativo renovável são desenvolvidos basicamente nos EUA (12 de um total de 21 relatos) e os experimentos com outros biocombustíveis (excluindo-se o etanol) são desenvolvidos basicamente nos EUA (12 de um total de 17 relatos). Ou seja, de um total de 40 relatos com biocombustíveis (acrescentando-se ainda 1 relato com etanol celulósico), 24 deles são desenvolvidos nos EUA. O Gráfico 22 apresenta esses números detalhadamente.

Gráfico 21 – Participações dos Principais Países como Palcos de Experimentações em Combustíveis Alternativos Renováveis: Fase de Pós – Dominância nos Anos de 2011 e 2012.

Das 1.146 ações estratégicas reveladas pelos diversos atores da indústria automobilística global, 471 delas (41%) se relacionam diretamente com as montadoras isoladamente, isto é, quando elas agem por conta própria, em caráter individual (“*stand alone*”), sem parcerias tecnológicas com outros atores; as montadoras, como um todo, atuam mais na Fase V de Suarez (2004), a fase da pós – dominância, a fase em a que os atores têm interesse em manter o design dominante vigente ou, pelo menos, atuam no sentido de prolongar a sua existência.

Na Fase V existem 245 relatos envolvendo montadoras isoladamente, o que equivale a 52% do total da participação da indústria em todas as fases de dominância; os EUA respondem por 69 desses experimentos (28% desse total), seguidos da Índia com 21, do Japão e da Alemanha com 20 cada, da China com 19 e da Suécia com 16 experimentos. A Europa domina a Fase V, com 89 experimentos do total de 245; as Américas⁴³ contam com 80 e a Ásia é palco de 71 experimentos.

⁴³ Das 80 ações estratégicas identificadas como sendo realizadas nas Américas, 69 são realizadas nos EUA; as demais se dão no Brasil, Canadá e México.

Gráfico 22 – Participações dos Principais Países como Palcos de Experimentações em Biocombustíveis: Fase de Pós – Dominância nos Anos de 2011 e 2012.

A fase V comporta o maior número de ações estratégicas reveladas, 602 relatos de um total de 1.146, o que equivale a 53% em apenas uma fase. Isso demonstra que os *stakeholders* da indústria automobilística mundial estão fortemente engajados em manter o atual design dominante em motorização. As montadoras lideram esse movimento, com 40% de responsabilidade em estabelecer ações estratégicas de preservação do ICE, seguidas pelos sistemistas com 19% e das parcerias tecnológicas com 14%.

6.4 Síntese dos Resultados

Esta seção tenta apresentar, de maneira sucinta, o que de principal se identificou a partir das ações estratégicas reveladas nos anos de 2011 e 2012, em relação às fases da dominância de Suarez (2004).

O Quadro 6 mostra as formas alternativas de motorização ao ICE em função das fases da pré – dominância; a fase I é dominada pelos elétricos, ou seja, está se fazendo muita pesquisa e desenvolvimento ainda em torno dos EVs, mais do que se faz para híbridos. O mesmo ocorre na fase II. Já na fase III, os híbridos têm conseguido ser mais presentes, exatamente na fase em que se precisa formar mercado e conquistar clientes. Os PHEVs, em princípio, têm sido preteridos em função das outras formas alternativas de motorização. Chamam a atenção os

FCEVs, híbridos a H₂, que têm ganho espaço dentre as opções hibridizadas. Os híbridos não eletrificados ainda estão no início de uma trilha tecnológica e aparecem com pouca participação.

Quadro 6 – A Participação das Formas Alternativas de Motorização em Cada Fase da Pré – Dominância

Fases da Pré - Dominância	Participação Relativa de cada Forma Alternativa de Motorização				
Fase I	EV: 47%		HEV: 22%	FCEV: 18%	PHEV: 10%
Fase II	EV: 49%		HEV: 25%	FCEV: 12%	PHEV: 12%
Fase III	EV: 35%		HEV: 43%	FCEV: 14%	PHEV: 8%

Já o Quadro 7 demonstra a força de cada forma alternativa de motorização em cada uma das fases de pré – dominância. A Fase I só é mais presente na hibridização não eletrificada, ou seja, são formas alternativas de motorização que necessitam de mais projetos de pesquisa e desenvolvimento e, em particular, para os pneumáticos (HPEVs).

Quadro 7 – A Participação de cada Forma Alternativa de Motorização nas Fases de Pré – Dominância

Total Híbridos e Eletrificados	Fase I: 16%	Fase II: 48%	Fase III: 36%
EV	Fase I: 18%	Fase II: 54%	Fase III: 28%
HEV	Fase I: 11%	Fase II: 39%	Fase III: 50%
PHEV	Fase I: 13%	Fase II: 46%	Fase III: 41%
FCEV	Fase I: 25%	Fase II: 50%	Fase III: 25%
HHV	Fase I: 34%	Fase II: 66%	
HPEV	Fase I: 66%		Fase II: 34%

A Fase III só é a maior em participação com os HEVs, isto é, tem havido maior tentativa das montadoras em criar mercado a partir dos híbridos elétricos (50%). A Fase II concentra mais alternativas de motorização: os EVs, os PHEVs, os FCEVs e os HHVs; ou seja, para essas alternativas, parece que é necessário haver mais prototipagem.

Em resumo, os híbridos elétricos parecem ser a escolha das montadoras como a principal alternativa ao ICE que, na verdade, não seria bem uma alternativa, mas ainda uma

complementação ao ICE, pois antes de mais nada, os HEVs possuem um ICE, além da bateria elétrica. O avanço dos híbridos elétricos podem ser, na verdade, uma barreira de entrada que se está desenvolvendo para proteger o atual design dominante de uma batalha frontal contra a motorização eletrificada pura.

Já em relação à fase V, só participam os combustíveis que atuam junto ao motor de combustão interna: os chamados convencionais, os alternativos fósseis gasosos e os alternativos renováveis líquidos. Nesta fase, a predominância é para a dupla gasolina – diesel, os convencionais fósseis líquidos, ainda dominantes na solução ICE; 83% de todas as ações estratégicas reveladas em torno do ICE atual, dizem respeito à gasolina ou ao diesel. O CNG, o etanol, demais biocombustíveis e o LNG são os demais participantes. O Gráfico 23 demonstra esta situação.

Gráfico 23 – Participação de Cada Combustível nas Soluções envolvendo o ICE

Na Tabela 10, a seguir apresentada, apresenta-se uma síntese dos resultados por fase. A fase mais fértil é a fase V, a pós – dominância, demonstrando que há um movimento maior e muito forte de preservação do ICE, com a introdução de tecnologias incrementais para sua continuidade. Deve ser mencionado que a fase II, de viabilidade técnica dos experimentos relacionados com as formas alternativas de motorização, é a mais fértil entre as fases da pré – dominância.

Tabela 10 – A Participação de Cada Fase da Dominância entre as Montadoras

Indicador	Fases da Dominância					
	Fase I	Fase II	Fase III	Total (I/II/III)	Fase V	Total Geral
Experimentos Revelados	25	<u>107</u>	94	226	<u>245</u>	471
Participação da Fase em Relação à Pré - Dominância	11%	47%	42%	na	na	na
Participação da Fase em Relação ao Total Geral	5%	23%	20%	48%	52%	na

Fonte: Elaborado pelo autor.

Pelo menos no cenário envolvendo as montadoras (atuando “*stand alone*” ou em parcerias com sistemistas) e que são objeto desta pesquisa, a sinalização é de preservação do ICE. Os valores em negrito e sublinhados reforçam as posições mais destacadas. Este é o cenário estratégico envolvendo as montadoras em relação à dominância.

7 AS ESTRATÉGIAS TECNOLÓGICAS DAS MONTADORAS SOB A ÓTICA DOS COMBUSTÍVEIS E DAS FORMAS ALTERNATIVAS DE MOTORIZAÇÃO

Este capítulo pretende apresentar os combustíveis e as formas alternativas de motorização identificados na pesquisa em relação às fases de Suarez, mais especificamente a fase de pós – dominância e as fases de pré – dominância. Posicionando-os nas fases de pré e pós – dominância, é possível se ter um quadro claro de quais têm sido os movimentos estratégicos das montadoras (e demais *stakeholders*) em termos de motorização por meio dos combustíveis e formas alternativas ao ICE.

Das vinte fontes de energia⁴⁴ para mover um motor de automóvel – identificadas na amostragem “*grounded*” utilizada na pesquisa –, quatorze delas se concentram na fase V, a pós – dominância, ou seja, há uma movimentação intensa e profunda para se preservar o motor de combustão interna. Dessas quatorze fontes de energia, duas delas – a gasolina e o diesel – ainda continuam sendo as dominantes; os *stakeholders* da indústria automobilística têm desenvolvido tecnologias incrementais para manter o ICE. As demais doze alternativas combustíveis (à gasolina e ao diesel) têm sido testadas em diferentes países e por diferentes montadoras na fase V. São elas: CNG, LNG, LPG, etanol, etanol celulósico, biodiesel, bio – DME, diesel renovável, isobutanol, ésteres, metanol e biometano. Todas essas alternativas em combustíveis compõem apenas uma vertical tecnológica: a combustão interna.

As seis formas alternativas de combustíveis (água, ar comprimido, bateria elétrica, híbridos elétricos, híbridos elétricos *plug – in* e hidrogênio) se concentram, logicamente, nas fases de pré – dominância; os elétricos puros e os híbridos elétricos adentraram a fase III, de formação de mercado. Água e ar comprimido estão presentes nas fases de pesquisa e desenvolvimento e de prototipagem. Na verdade, constituem três verticais tecnológicas: eletrificação, hibridização eletrificada e hibridização não eletrificada.

Apenas para efeito de esclarecimentos, nesta pesquisa, considera-se como biocombustíveis (ou ainda agrocombustíveis, termo muito utilizado na Europa) aquele combustível que venha de origem biológica não fóssil como, por exemplo, matérias agrícolas como plantas

⁴⁴ O Quadro 10 apresenta as vinte fontes de energia identificadas na pesquisa.

oleaginosas, biomassa florestal, cana – de – açúcar, milho, beterraba e outras matérias orgânicas. É sabido que todo material orgânico gera energia, mas considera-se como sendo biocombustível quando é fabricado em escala comercial a partir de produtos agrícolas. Existem algumas dezenas de tipos de biocombustíveis; nesta pesquisa, só não foram encontradas evidências de utilização em motorização do Bio – ETBE, do Bio – MTBE e do gás de síntese (mais conhecido como gasogênio).

7.1 Os Combustíveis na Pós – Dominância

Na fase V, foram identificadas 602 ações estratégicas envolvendo os ICEs, a motorização dominante. Desse total, 498 relatos (83%) dizem respeito a experimentos com os combustíveis fósseis líquidos convencionais, a gasolina e o diesel. As demais 104 ações estratégicas (17%) se relacionam com combustíveis alternativos, mas ainda usando o ICE. Se forem considerados os experimentos totais com fósseis [os convencionais líquidos (gasolina e diesel) mais os alternativos fósseis gasosos (CNG, LNG e LPG)], são 547 relatos (90%) em motorização; os combustíveis alternativos (não fósseis) somam 55 experimentos (10%). Ou seja, as montadoras estão seguramente desenvolvendo tecnologias incrementais com o uso explícito dos fósseis: de cada 10 ações estratégicas reveladas, apenas 1 diz respeito ao uso de algum combustível que não seja fóssil. O Quadro 8 resume estas constatações.

Quadro 8 – Participação Relativa de cada Grupo de Combustíveis na Amostra

Combustíveis	Participação Relativa de cada Grupo de Combustíveis		Combustíveis
Convencionais (Gasolina e Diesel)	83%	17%	Alternativos
Fósseis (Gasolina, Diesel, CNG, LNG e LPG)	90%	10%	Renováveis
Alternativos Renováveis	53%	47%	Fósseis Não Convencionais
Alternativos Renováveis Líquidos	98%	2%	Alternativos Renováveis Gasosos
Alternativos Líquidos	92%	8%	Alternativos Gasosos

Os líquidos – sejam convencionais ou alternativos, sejam fósseis ou renováveis – representam 554 experimentos dentre 602 revelados na fase V; isso representa 92% do total. Os gasosos, por sua vez, somam 48 relatos, equivalendo a 8% do total da fase V. Da mesma forma, pode-se afirmar que as montadoras fixam nos combustíveis líquidos as suas estratégias tecnológicas em motorização, apesar de nenhum dos combustíveis alternativos renováveis, individualmente, suplantam os experimentos com CNG.

7.1.1 Os Fósseis Convencionais: Gasolina e Diesel

A gasolina e o diesel são produtos que existem em todo o mundo. Mas a pesquisa mostrou que há concentração de revelação de ações estratégicas em determinados países e por determinados *stakeholders* da indústria automobilística. Nas estratégias tecnológicas envolvendo a gasolina, os EUA despontam como o principal palco de experimentos tecnológicos com 97 das 293 ações estratégicas reveladas (32%), seguidos da China com 38, da Alemanha com 22, do Japão com 21, do Reino Unido com 16 e da Índia com 14; a Europa como um todo revelou 74 ações estratégicas (25%) em 2011 e 2012. Já em relação ao diesel, a primeira posição não se altera, com os EUA na primeira posição, com 75 do total de 205 experimentos revelados (37%). A Índia e a China surgem em segundo lugar com 19 experimentos cada. Seguem a Alemanha com 13 e o Reino Unido com 10; a Europa responde por 44 ações do total, o que equivale a 22%. A Itália ocupa posição muito mais distante, com participação muito modesta, sinalizando não ser um palco estratégico para movimentos relacionados com a preservação dos ICEs e seus combustíveis convencionais.

As montadoras dominam as ações estratégicas envolvendo os dois mais tradicionais combustíveis do ICE; as montadoras revelaram 133 das 293 ações estratégicas ligadas a gasolina (45%) e 84 das 205 ações estratégicas ligadas a diesel (41%). Neste caso, as montadoras parecem atuar de maneira equilibrada em relação aos dois combustíveis. Os sistemistas ocupam a segunda posição em ambos os combustíveis, mas com participação mais destacada em gasolina: 71 ações estratégicas entre 293 no total, o que equivale a 24%. No diesel, são 33 ações estratégicas entre 205, um percentual de 16%. As parcerias entre empresas também são muitas: em gasolina, 25 dentre 293 (12%) e, em diesel, 34 entre 205 ações estratégicas (12%). Os fabricantes de motores e transmissões têm pequena participação

nas estratégias em gasolina, mas os fabricantes de motores têm participação destacada em diesel, 23 ações estratégicas em 205 no total, equivalendo a 11% de todas as ações estratégicas em motorização a diesel. O Gráfico 24 detalha as participações dos principais *stakeholders* nos experimentos em torno da gasolina e do diesel.

Gráfico 24 – As Participações dos Principais *Stakeholders* em Torno da Gasolina e do Diesel nos Anos de 2011 e 2012.

As montadoras preferem revelar suas estratégias tecnológicas em gasolina, grosso modo, em seus países de origem. Os EUA surgem em primeiro lugar, com 36 de um total de 133 ações estratégicas das montadoras em gasolina; 24 dessas ações estratégicas são de montadoras americanas, ficando o restante com as japonesas. O Japão surge em segundo lugar como o mais preferido para revelação de ações estratégicas em gasolina, com 15, sendo 14 de montadoras japonesas. A China surge em terceiro com 13, com 8 delas sendo de montadoras chinesas. A Europa como um todo surge com 35 ações estratégicas, sendo 23 de montadoras europeias. As montadoras que mais se arriscam em estratégias cruzadas – isto é, revelando fora de seus países de origem – são as japonesas nos EUA e as americanas na Europa.

O mesmo ocorre em relação ao diesel, ou seja, as montadoras preferem as suas origens para divulgar suas estratégias tecnológicas em motorização. A Europa surge em primeiro lugar, com 29 das 84 ações estratégicas entre as montadoras; a Alemanha com 9 e a Suécia com 7 são as principais. Das 29 ações estratégicas, 22 são de montadoras europeias; 4 são americanas e 2 são sul - coreanas. Os EUA surgem em segundo lugar com 19 ações

estratégicas reveladas pelas montadoras em gasolina; 13 são de montadoras americanas, as demais europeias. A Índia ocupa o terceiro posto, com 11 ações estratégicas, sendo 3 de montadoras locais; as japonesas, sul – coreanas e as americanas “invadem” o território indiano para por em prática as suas estratégias em motorização a diesel.

Os sistemistas revelam suas estratégias preferencialmente nos EUA, seja em gasolina (23 ações em 71), seja em diesel (20 ações em 34). A Alemanha ocupa a segunda posição em gasolina e, logo após, vêm a China, o Reino Unido e o Japão. Em diesel, o segundo posto cabe à China. A Índia e a Coreia do Sul não têm a atenção dos sistemistas em produtos para motores a diesel.

7.1.2 Os Fósseis Alternativos: CNG e LNG

O CNG (*Compressed Natural Gas*), considerado nesta pesquisa como alternativo fóssil gasoso, possui 32 experimentos relatados na fase V, só perdendo para a gasolina e o diesel. O LNG (*Liquid Natural Gas*) possui 12 relatos, enquanto o LPG apenas um. Isso reforça a disposição das montadoras em manter o paradigma ICE + combustíveis fósseis, sejam os convencionais sejam os alternativos.

O CNG é produto americano; é nos EUA que se revela a maioria das ações estratégicas tecnológicas quanto ao seu uso nos ICEs, 22 de um total de 32. É um território disputado pelas montadoras de caminhões (Mack Trucks e Daimler Trucks) e de fabricantes de motores para caminhões (Cummins). Alguns exemplos:

- a) a Cummins revelou, em 2012, o início do desenvolvimento de motores de 15 litros ISX15 G, para caminhões pesados, com ignição a faísca movido a gás natural (LNG, CNG ou biometano), para atender às demandas regulatórias "on – highway", cujo lançamento deve se dar em 2014;
- b) em 2012, a Mack Trucks revelou que começou a oferecer caminhões movidos a CNG;
- c) a Daimler Trucks revelou que atingiu a marca do seu caminhão de no. 1.000 movido a CNG, tornando-se a primeira montadora a atingir tal marca.

Mas é, sobretudo, nas montadoras americanas que se dá a maior parte do desenvolvimento de estratégias de substituição dos atuais combustíveis convencionais pelo CNG, seja com a oferta “solo” do CNG seja em modelos bi – combustível. Três montadoras se destacam no uso do CNG na fase V: a General Motors, a Chrysler e a Honda. Exemplos são:

- d) a General Motors vendeu em 2011 para a AT&T 101 vans Chevy Express cargo 2500 movidas a CNG para sua frota de atendimento aos clientes; também revelou em 2012 planos de oferecer pickups comerciais com uso de CNG e diesel (bi – combustível);
- e) em 2012, a General Motors anunciou ainda planos de desenvolvimento de pickups com bi – combustível (gasolina e CNG) nos modelos 2013 da Chevrolet Silverado e da GMC Sierra 2500 HD; o tanque de 17 galões de CNG e o tanque de 36 galões de gasolina permitem uma autonomia de 650 milhas;
- f) a Chrysler revelou em 2012 que lançará número reduzido de pickups movidas a CNG em 2017; a montadora revelou que lançaria ainda em 2012 pickups bi – combustível (diesel e CNG);
- g) o Honda Civic movido a CNG ganhou em 2012 o prêmio *Green Car of the Year*, como o mais limpo veículo ICE (produz praticamente zero em emissões); além disso, a montadora aumentou a oferta de modelos Civic movidos a CNG para 200 revendedores em 36 estados americanos.

Enquanto o CNG é dominado pelos americanos, o LNG se apresenta com bastante força na Suécia, além dos EUA e Canadá, e vem sendo testado por diversos *stakeholders*. As montadoras têm menor presença; a Shell desponta como a maior reveladora de estratégias envolvendo o LNG. Exemplo é a notícia divulgada pela companhia em 2012 de que a sua produção de gás será aumentada, enquanto a de petróleo continuará nos patamares atuais; isso levará a uma proporção 50:50 de petróleo e de gás na matriz de produção da companhia (APB, 2012c).

Em 2011, a petroleira anglo – holandesa divulgou projeto de distribuição ampla de LNG pela província de Alberta, Canadá (APB, 2011f). Divulgou ainda em 2012 (APB, 2012c) que está operando uma planta no Qatar para desenvolvimento do chamado processo GTL (*Gas To Liquid*), no qual se produz lubrificantes e diesel a partir do gás natural; a Shell é a única

companhia que está trabalhando na plataforma GTL em escala mundial e tentando encontrar aplicações para o produto.

Em 2012, a Shell iniciou testes envolvendo o uso do GTL nos EUA, em Londres (veículos Toyota e ônibus), na Holanda (ônibus), na Alemanha (Volkswagen), três testes na China, dois testes no Japão e um teste de ônibus e caminhões de serviço no aeroporto de Dubai. Estas ações estratégicas reveladas pela Shell demonstram o poder que este combustível poderá ter futuramente em uma possível substituição dos combustíveis convencionais para uso nos ICEs.

Três montadoras – uma de caminhões e duas de automóveis – se destacam no uso do LNG na fase V: a Mack Trucks, a Hyundai e a Volvo. Exemplos são:

- a) a Hyundai revelou em 2011 que o motor Kappa para bi – combustível já está disponível na Europa para gasolina e LNG;
- b) a Volvo revelou em 2012 que acredita firmemente que o gás liquefeito será usado como combustível em todo o mundo (a montadora sueca continua sendo a única na Europa a fabricar motores flex para uso de metano e diesel)⁴⁵;
- c) a Volvo possui uma parceria com a empresa sueca produtora de gases AGA para instalação de estações de abastecimento de LNG na grande Estocolmo;
- d) a Mack Trucks começou a oferecer em 2012 caminhões movidos a LNG.

Nos EUA, a infraestrutura disponível para o LNG é precária: no início de 2012, havia 46 postos de reabastecimento em todo o país, sendo 35 deles no estado da Califórnia (APB, 2012d). Não houve evidências de ações relacionadas com o uso do LPG (*Liquid Petroleum Gas*) por qualquer *stakeholder* da indústria durante o período de análise, os anos de 2011 e 2012 (foi detectada apenas uma ação do governo do estado da Califórnia, estabelecendo fundos de incentivo para que consumidores possam adquirir mais carros, caminhões e ônibus movidos a combustíveis alternativos, como propano).

⁴⁵ O metano – diesel é uma mistura de 75% de LNG no diesel.

7.1.3 Os Alternativos Renováveis

Dentre os combustíveis alternativos renováveis, a opção clara é pelos líquidos. Este resultado atesta a evolução tecnológica em torno de combustíveis renováveis no estado líquido, destacando-se os biocombustíveis em geral e, em especial, o etanol. Todos os 55 relatos envolvendo os biocombustíveis (Bio – DME, biodiesel, bioetanol, bio – óleo⁴⁶, diesel renovável, etanol, etanol celulósico, isobutanol e metanol) revelam a opção pelo estado líquido. Os combustíveis alternativos renováveis – os biocombustíveis – mais presentes nesta pesquisa são o etanol convencional (obtido da cana – de – açúcar) e o biodiesel como produtos de primeira geração e mais o etanol celulósico e o diesel renovável, produtos de segunda geração. Demais produtos de segunda geração não tiveram relatos entre as ações estratégicas das montadoras em relação às motorizações.

O mais representativo é o etanol, com 22 relatos (incluindo 1 relato do etanol celulósico); os EUA são o principal palco de experimentos envolvendo o etanol, com 11, seguidos do Brasil, com 3, Suécia e Reino Unido com 2 cada. Ou seja, o etanol tem espaço na disputa pelo combustível a abastecer os ICEs. Entretanto, as montadoras respondem por apenas 5 dessas 22 ações estratégicas; na verdade, há intensa movimentação nos EUA para adoção do etanol na matriz energética automotiva. Há 8 relatos relacionados com ações de órgãos governamentais, seja via a *Environmental Protection Agency* (EPA), seja o governo do estado da Califórnia ou mesmo a Casa Branca. Nesse sentido, alguns exemplos de ações estratégicas desenvolvidas:

- a) em 2011, o governo americano, por meio da agência EPA, tomou a decisão de adicionar 15% de etanol na gasolina (E15) em carros e comerciais leves novos; logo após, a Casa Branca chancelou essa decisão;
- b) em 2011, o governo da Califórnia revelou que aportará investimentos da ordem de US\$7,5 milhões para identificação de oportunidades de projetos de novos combustíveis alternativos (especificamente, etanol e celulose) e
- c) ainda o governo da Califórnia lançando, em 2011, plano de expansão do uso do E85, com incentivos a postos de combustíveis e revendedores.

⁴⁶ Constatou-se apenas uma evidência em torno do bio – óleo: o Department of Energy (DOE) americano estabeleceu em 2012 fundos de pesquisa da ordem de US\$15 milhões para produção dos chamados protótipos de "bio-oils", que podem ser misturados a derivados de petróleo (os bio – óleos são produzidos a partir de algas, milho, trigo ou mesmo resíduos de madeira).

Ou seja, o etanol ainda precisa do “empurrão” do Estado para obter mais espaço nas estratégias tecnológicas das montadoras; a única experiência revelada envolvendo o etanol celulósico se dá por meio de uma parceira nos EUA entre a Chrysler e a ZeaChem, uma empresa do ramo químico especializada em produção de etanol celulósico. A Chrysler, portanto, é a única montadora a revelar uma ação estratégica envolvendo o etanol celulósico para os motores. A outra parceria entre empresas envolvendo etanol foi a revelação em 2011 da *joint venture* entre Shell e Cosan no Brasil (APB, 2011f; FAÇANHA, 2012).

As montadoras Scania, Volvo, BMW e Buick revelaram ações estratégicas com etanol; a Scania revelando lançamento de ônibus movidos a etanol na Suécia e no Brasil, para transporte público. Ainda na Suécia, a Volvo (agora pertencente à montadora chinesa Geely) revelou em 2011 um novo projeto de P&D para novos combustíveis alternativos f3 (“*fossil free fuels*”)⁴⁷, em parceira com o *Swedish Centre of Excellence for Renewable Fuels*.

Na Alemanha, a montadora BMW divulgou fato relevante afirmando que o uso de E10 nos seus veículos é seguro e não causa qualquer tipo de problema em qualquer veículo da marca produzido em qualquer ano. Nos EUA, a Buick (grupo General Motors) revelou que está oferecendo motor *flex – fuel* Ecotec 2.0l 4 cilindros para E85 e quaisquer outros *blends* de gasolina; revelou ainda que mais da metade dos modelos *line up* da GM seriam *flex – fuel* ao final de 2012.

Além dos relatos envolvendo etanol, há mais 17 relatos envolvendo biocombustíveis de forma genérica; é um território americano. Nos EUA, se desenvolvem 12 dessas ações estratégicas, nenhuma por parte de montadoras. Todas, de alguma forma, têm participação do governo, das universidades e de parcerias entre empresas provedoras de tecnologia de produção de biocombustíveis. Exemplos dessas estratégias são:

- a) divulgada JV entre a Origin Oil e a Energime para desenvolver biorefinarias para suprimento de combustíveis alternativos para fins militares da OTAN e dos EUA;
- b) a americana Origin Oil e a espanhola Algalos Renewables comunicaram que irão desenvolver em conjunto sistemas integrados de cultivo e produção de microalgas para obtenção de biocombustíveis;

⁴⁷ Literalmente, combustíveis livres de fósseis, ou seja, combustíveis não fósseis.

- c) os Departamentos da Agricultura, Energia e Marinha terão US\$510 milhões para produzir biocombustíveis para uso militar e comercial;
- d) o *Department of Energy* (DOE) identificou um grande potencial de avançado biocombustível (diesel microbiano) que pode substituir o diesel tradicional e poderia ser produzido nos EUA, a partir de micróbios e
- e) a *Arizona State University Biodesign Institute* revelou que está desenvolvendo estudos com micróbios fotossintéticos para segregar gorduras de alta energia, convertendo para etanol de maneira mais viável e mais barata.

Em relação ao biodiesel, são 7 relatos nos anos de 2011 e 2012; aqui já há maior participação das montadoras. A PSA Peugeot Citroën revelou que aportará um total de investimentos de US\$1,5 milhão no Programa Brasileiro de Biodiesel. Na Índia, a Mahindra & Mahindra revelou sua estratégia de desenvolver motorizações alternativas a biodiesel, a serem lançados a partir de 2015. Os EUA dão demonstração de forte potencial neste combustível; somente em junho de 2011, o país havia produzido 81 milhões de galões, a maior produção mensal já alcançada.

O isobutanol teve apenas um relato envolvendo a *University of California in Los Angeles* (UCLA): pesquisadores da universidade anunciaram em 2012 que conseguiram estabelecer um método para converter, pela primeira vez, CO₂ em isobutanol utilizando apenas a eletricidade como fonte de energia. O isobutanol não parece ser, ainda neste momento, uma opção para as montadoras em termos de substituição aos combustíveis convencionais. Da mesma forma, o diesel renovável ainda precisará ganhar mais “musculatura” para enfrentar os combustíveis dominantes: na Finlândia, a Neste Oil revelou o desenvolvimento de tecnologia de produção de diesel renovável a partir de óleos de algas, enquanto nos EUA, a *Iowa State University* revelou que descobriu um método genético de aumento da biomassa em algas que, posteriormente, se transformará em óleo diesel.

Quanto ao bio – óleo, o *Department of Energy* (DOE) revelou que foram estabelecidos fundos de pesquisa da ordem de US\$15 milhões para produção dos chamados protótipos de “*bio – oils*”, que podem ser misturados a derivados de petróleo; são produzidos a partir de algas, milho, trigo ou mesmo resíduos de madeira. Ainda nos EUA, uma parceria entre a Origin Oil e o *Idaho National Laboratory* (U. S. *Department of Energy*) revelou planos de

codesenvolvimento de um sistema integrado para conversão direta de algas em um tipo de óleo cru renovável, que pode ser usado por refinarias já existentes. Quanto ao metanol, apenas na China foi revelada, em 2012, uma ação estratégica do governo em dar início à fase de testes com carros abastecidos com metanol em três regiões do país durante três anos.

As experiências com o bio – DME como alternativa aos combustíveis fósseis se resumem a duas, ambas envolvendo caminhões: na Suécia, a montadora de caminhões Volvo Trucks revelou que possui 10 caminhões rodando pelas estradas da Suécia, adaptados para rodar com bio – DME, enquanto nos EUA a montadora de caminhões Mack Trucks revelou que está pesquisando modo de combustão alternativo com gás natural e pequena quantidade de diesel e mais DME.

O bio – DME é combustível alternativo iniciante e de interesse das montadoras de caminhões. Ou seja, os biocombustíveis como um todo somam 55 estratégias identificadas em 2011 e 2012; é um conjunto de combustíveis alternativos renováveis de altíssima possibilidade de substituição dos fósseis convencionais nos motores de combustão interna. Mas apenas dois deles parecem ter condições de serem, de fato, opções contra os combustíveis fósseis para uso nos ICEs, no curto prazo, em escala global: o biodiesel e o etanol.

7.2 Os Combustíveis e as Formas Alternativas na Pré – Dominância

Nas fases I, II e III, foram identificadas 544 ações estratégicas envolvendo os adversários dos ICEs, a motorização dominante, sendo desenvolvidas por todos os *stakeholders* identificados na pesquisa em 2011 e 2012. Nestas fases, encontram-se as opções tecnológicas que esperam competir em uma batalha decisiva contra os ICEs na fase IV. Portanto, nestas fases não participam aqueles combustíveis alternativos, sejam fósseis ou renováveis e por um simples motivo: eles utilizam o motor de combustão interna. Desta forma, mesmo sendo um combustível não convencional (etanol, biodiesel, CNG) a sua alocação foi feita na fase V, a pós – dominância.

Nestas fases de pré – dominância se encontram as opções de motorização “não – ICE”: em resumo, a eletrificação e a hibridização (eletrificada ou não eletrificada).

Desse total de 544 relatos, 538 relatos (99%) dizem respeito a experimentos com eletrificação, seja pura seja híbrida. Os demais seis relatos dizem respeito a alguns experimentos com hibridização não eletrificada: água pressurizada e ar comprimido. Ou seja, os experimentos com hibridização não eletrificada ainda não ganharam “corpo” para enfrentar as demais opções tecnológicas disponíveis.

Dos 544 experimentos com tecnologias alternativas ao ICE, os EVs puros dominam com 238 (44% do total), seguidos dos híbridos com 168 experimentos (31% do total), dos PHEVs com 69 experimentos (13% do total) e dos FCEVs com 63 experimentos (12% do total), sendo 62 com H₂ e apenas um com metanol. O Gráfico 25 resume estas estatísticas.

Gráfico 25 – Participação Relativa de cada Forma Alternativa em Motorização na Amostra Pesquisada.

Pode-se afirmar que as montadoras fixam suas estratégias tecnológicas igualmente entre carros elétricos e carros híbridos (incluindo HEVs e PHEVs); houve relatos de ações estratégicas em igual proporção, com 44% cada um deles. A diferença fica por conta dos híbridos já terem adentrado a fase III com mais força do que os elétricos puros; em particular, os HEVs são dominantes na fase III (possuem 83 experimentos revelados), embora os EVs também tenham presença importante nesta fase (possuem 68 ações estratégicas reveladas). O Quadro 9 resume estas estatísticas entre as fases da pré – dominância e as modalidades de hibridização e de eletrificação.

Quadro 9 – Participação Relativa de cada Fase da Pré –Dominância entre os Modos de Eletrificação e de Híbridização na Amostra Pesquisada

Formas Alternativas de Motorização	Fase I: 16%	Fase II: 48%	Fase III: 36%
EV	Fase I: 18%	Fase II: 54%	Fase III: 28%
HEV	Fase I: 11%	Fase II: 39%	Fase III: 50%
PHEV	Fase I: 13%	Fase II: 46%	Fase III: 41%
FCEV	Fase I: 25%	Fase II: 50%	Fase III: 25%
HHV	Fase I: 34%	Fase II: 66%	
HPEV	Fase I: 66%	Fase II: 34%	

7.2.1 Os Elétricos

Os elétricos puros (EVs) dominam a batalha interna entre os seus colegas “não – ICE” em termos de ações identificadas. São 238 ações estratégicas reveladas, sendo 42 na fase I, 128 na fase II e 68 na fase III; ou seja, os EVs ainda estão provocando muita prototipagem por parte das montadoras e demais *stakeholders* da indústria automobilística. O Gráfico 26 apresenta este perfil.

Os EVs já formaram mercado com alguns modelos das principais montadoras, que revelaram 66 ações estratégicas dentre as 238, um percentual de 28%; os sistemistas também atuam fortemente, com 51 ações estratégicas reveladas, representando 22%. As parcerias entre as empresas são significativas, com 25% do total: como os riscos são grandes e os investimentos tendem a ser muito altos, a estratégia de compartilhamento entre empresas é especialmente percebida nos EVs. Mais significativo ainda é o percentual de parcerias tecnológicas na fase II, a de viabilização técnica dos protótipos: quase 2/3 das parcerias se dão nessa fase.

Importante que se destaque o papel do governo na formação de mercado para os EVs: de 23 evidências de participação do governo nas fases de pré – dominância, 9 delas se deram na fase

III, a de formação de mercado. Um exemplo disso é a informação que o *California Air Resources Board* (CARB) lançou proposta para que as montadoras vendam, no estado da Califórnia, 5,5% de seus veículos em ZEV até 2018.

Gráfico 26 – Os EVs em Cada Fase da Pré – Dominância na Amostra Pesquisada.

Em todas as fases de pré – dominância, os EUA são o palco da maior quantidade de ações estratégicas reveladas: 13 na fase I, 41 na fase II e 23 na fase III, totalizando 77. Outros quatro países têm relativa importância na fase I, mas bem distanciados dos EUA: Alemanha, Japão, Reino Unido e China. Na fase II, os mesmos cinco países são os palcos importantes para as apresentações dos protótipos ou dos desenvolvimentos comprovados de tecnologias complementares como, por exemplo, das baterias. Na fase III, além dos EUA, da Alemanha e da China, surge a França como palco estratégico para a formação de mercado dos EVs.

Os palcos importantes, portanto, para os EVs em todas as fases pré – batalha decisiva são: EUA, Alemanha, Japão, China, Reino Unido e França. No momento em que os EVs conseguirem romper as barreiras de entrada impostas pelo ICE (se conseguirem), será em um desses 6 palcos que deverá se dar a batalha decisiva – fase IV – contra os ICEs. Mas provavelmente serão os EUA o palco mais provável; afinal, é lá que se desenvolve a maior quantidade de ações estratégicas em EVs: 77 entre 238, praticamente 1 em cada 3 experimentos.

7.2.2 Os Híbridos Elétricos

Os híbridos elétricos (HEVs) e os híbridos elétricos *plug – in* (PHEVs), juntos, são tão presentes nas fases de pré – dominância quanto os EVs; mas possuem comportamentos bastante distintos entre as fases. O Quadro 9 (anteriormente apresentado) demonstra essas diferenças. Os híbridos têm tido mais presença na fase III (a fase de formação de mercado) do que os *plug – in*. Os híbridos HEV representam 71% de todas as ações estratégicas identificadas, contra 29% dos PHEVs.

Os HEVs somam 50% de seus experimentos na fase III, ou seja, estão “batendo à porta” da fase IV, esperando por um enfrentamento contra os ICEs; na fase I, estão pouco presentes, com 11% dos relatos, o que pode significar que não precisam, neste momento, de novas pesquisas e desenvolvimentos para avançarem na disputa por maior mercado. A fase II para os HEVs ainda é forte, com 67 ações estratégicas reveladas (39%), quase o dobro do que os PHEVs estão apresentando, 33 ações estratégicas. Em relação aos EVs, os híbridos HEV e PHEV possuem menor quantidade de prototipagem, quase 1/3 menos. Enquanto os EVs estão prototipando mais (fase II), os HEVs já se apresentam com mais força do que os EVs para o mercado (fase III).

Os PHEVs também se apresentam mais fortes na fase II, com quase metade dos relatos; seu “estoque” de P&D é baixo. Parece haver uma maior sinalização de que os híbridos definitivos serão os HEVs e não os *plug – in*.

São 237 ações estratégicas reveladas em HEVs e PHEVs, sendo 26 na fase I, 100 na fase II e 111 na fase III; ou seja, os HEVs e PHEVs parecem estar “disputando palmo a palmo” com os EVs a oportunidade de serem os adversários dos ICEs. Quase 50% dos híbridos já chegaram à fase III, formando o mercado. O Gráfico 27 demonstra esse perfil dos HEVs e PHEVs nas fases de pré – dominância nos anos de 2011 e 2012.

Determinou-se, portanto, que a fase III é a mais prevalente entre os híbridos; a prototipagem não tem a mesma força que a que ocorre nos EVs. As montadoras e os demais *stakeholders* da indústria automobilística parecem estar querendo realizar o investimento que já foi alocado

nas fases anteriores. Quase metade de todas as ações estratégicas reveladas se apresenta na fase III.

Gráfico 27 – Os HEVs e PHEVs em Cada Fase da Pré – Dominância na Amostra Pesquisada.

As principais montadoras detêm 55% de todas as ações estratégicas reveladas, sem diferença percentual significativa entre HEVs e PHEVs; os sistemistas já são mais atuantes nos HEVs do que nos PHEVs. As parcerias tecnológicas entre empresas ocorrem em maior número nos HEVs, mas em todas as fases da pré – dominância, indistintamente. Entretanto, as parcerias tecnológicas nos híbridos são em número bem inferior ao que se constatou nos EVs; aparentemente os desafios operacionais e financeiros para desenvolver os EVs são maiores para que somente as montadoras assumam o ônus desse desenvolvimento. Dado adicional importante é o papel do governo na formação de mercado: de 16 evidências de participação do governo nas fases de pré – dominância, 11 delas se deram na fase III, a de formação de mercado. Exemplo disso é a informação que o governo malaio postergará isenções de impostos e taxas para veículos híbridos abaixo de 2.0l.

Em todas as fases de pré – dominância, os EUA são o palco indiscutível das estratégias tecnológicas em híbridos. São 76 relatos evidenciados, 1/3 de tudo o que se faz no mundo: 6 na fase I, 37 na fase II e 33 na fase III. Apenas a Alemanha acompanha de maneira significativa os EUA em P&D em híbridos. Mas como já apontado, a fase I é a mais fraca dentre as três da pré – dominância para os híbridos, apenas 12% dos relatos.

Na fase II, os EUA possuem 37 relatos; a Alemanha com 14 e o Japão com 13 relatos tentam acompanhar mais de perto os EUA como palco de divulgação dos protótipos e dos desenvolvimentos comprovados de tecnologias complementares como, por exemplo, dos sistemas de recarga de baterias. Na fase III, além dos EUA, da Alemanha e do Japão, surge o Reino Unido como palco de formação de mercado.

Os palcos importantes, portanto, para os HEVs e PHEVs em todas as fases pré – batalha decisiva são: EUA, Alemanha, Japão e Reino Unido. China e França têm desempenho pífio. No momento em que os híbridos conseguirem romper as barreiras de entrada impostas pelo ICE (se conseguirem), será em um desses 4 palcos que provavelmente se dará a batalha decisiva contra os ICEs. Mas provavelmente serão os EUA o palco mais provável; afinal, é lá que se desenvolve a maior quantidade de estratégias em HEVs e PHEVs.

7.2.3 Os Híbridos com Células de Combustível

Os *Fuel Cell Electric Vehicles* (FCEVs) surgem com tanta força quanto os PHEVs: são 62 relatos de ações estratégicas, versus 69 dos PHEVs. São 19 ações estratégicas na fase I, 28 na fase II e 15 na fase III; assim como os EVs, os FCEVs estão sendo muito prototipados pelas montadoras e sistemistas. Praticamente metade das ações estratégicas reveladas se situam na fase da viabilização técnica de um carro – conceito. Mas os números da fase III confirmam algo surpreendente: automóveis híbridos movidos com H₂ já se encontram disponíveis comercialmente pelo mundo. Há apenas um relato de um híbrido com células de combustível de metanol, na fase I, ou seja, em pesquisa e desenvolvimento por um sistemista nos EUA. O Gráfico 28 apresenta esta situação.

Os FCEVs já formaram mercado com alguns modelos das principais montadoras (Mercedes – Benz, Hyundai e Honda); foram reveladas 28 ações estratégicas pelas montadoras dentre as 62, um percentual de 46%. Quase metade dos experimentos com células de H₂ passa por elas. Toyota e Volvo se aproximam. A Toyota está em fase de testes de ônibus no Japão e a Volvo lançou um carro – conceito em 2011. As montadoras parecem ser as que mais acreditam no H₂ como uma opção tecnológica razoável para os motores no futuro.

Gráfico 28 – Os FCEVs em Cada Fase da Pré – Dominância na Amostra Pesquisada.

No Brasil, há uma experiência com ônibus FCEV rodando pela cidade de São Paulo desde 2010; no entanto, em relação a automóveis, não há qualquer estratégia tecnológica revelada por qualquer dos *stakeholders* da indústria automobilística.

Os sistemistas atuam com bastante intensidade, com 13 ações estratégicas reveladas, representando 21%. As parcerias entre as empresas não são significativas, com apenas 3 relatos. É um perfil semelhante ao percebido nos híbridos, com menos parcerias, talvez em virtude do FCEV se assemelhar a um HEV e, portanto, já existir um princípio como o do ICE, o que exigiria correr menos riscos no desenvolvimento.

Os governos desempenham papel importante, mas na fase I, basicamente investindo no desenvolvimento de soluções em FCEVs. Em 2010, por exemplo, a *European Comission* estabeleceu um plano para desenvolvimento de mercado potencial para veículos a H₂ na Escandinávia (EUROPEAN COMISSION, 2010). Uma das dificuldades em relação ao FCEV é a capacidade dos reservatórios armazenarem H₂ na quantidade e com a segurança necessária, o que está fazendo com que universidades americanas e inglesas estejam desenvolvendo projetos de P&D nesse tema.

Em todas as fases de pré – dominância, os EUA surgem como o palco da maior quantidade de ações estratégicas reveladas: 8 na fase I, 5 na fase II e 4 na fase III, a grande maioria

desenvolvida pelas montadoras americanas e pelos sistemistas, mas sem desprezar uma ação governamental forte ligada a desenvolvimento de projetos de P&D, portanto, na fase I. Outros dois países têm importância na fase I: Reino Unido e Japão.

Na fase II, o Japão desponta mais forte do que os EUA, seguidos do Reino Unido e da Coreia do Sul, os palcos importantes para as apresentações dos protótipos ou dos desenvolvimentos comprovados de tecnologias complementares como, por exemplo, de armazenamento de H₂ ou de obtenção do H₂ em processos de um único estágio de alta pressão. Na fase III, os EUA surgem como o palco de formação de mercado, seguidos da Alemanha e do Reino Unido. China e França não aparecem com qualquer estratégia ligada a FCEVs.

Os palcos importantes, portanto, para os FCEVs em todas as fases pré – batalha decisiva são: EUA, Japão, Reino Unido, Alemanha e Coreia do Sul. Se houver um momento em que os FCEVs possam romper as barreiras de entrada impostas pelo ICE, será em um desses 5 palcos que deverá se dar um enfrentamento contra os ICEs. Mas provavelmente serão os EUA o palco mais provável; afinal, é lá que se desenvolve a maior quantidade de estratégias em FCEVs: 17 entre 61, praticamente 2 em cada 7 experimentos.

7.2.4 Os Híbridos Não Eletrificados

Os híbridos não eletrificados (HNEV *Hybrid Non Electric Vehicles*) são de dois tipos: (a) os movidos a ar comprimido, conhecidos como *Compressed Air Vehicles* (CAV) ou como *Hybrid Pneumatic Vehicles* (HPV) e (b) os movidos a água (ou outros tipos de fluídos), conhecidos como *Hybrid Hydraulic Vehicles* (HHV). Ambos possuem poucas ações estratégicas reveladas e, ainda assim, todas concentradas nas fases I e II de Suarez. Não são oferecidos comercialmente e nem estão em condições de formarem mercado específico.

Os HHVs apresentaram 3 relatos durante os anos de 2011 e 2012. Uma das experiências com HHVs se dá na fase I: a Ford divulgou em 2011 que estuda a conversão de ônibus tradicional em veículo híbrido hidráulico operando com biocombustível reciclado. As duas outras experiências se dão na fase II: na primeira delas, a Chrysler – em parceria com a *Environmental Protection Agency* (EPA) dos EUA – revelou em 2011 que desenvolve um

sistema híbrido hidráulico com 117cm³ na bomba do motor, 45cm³ no motor elétrico e transmissão automática de 2 velocidades. Na segunda experiência, o sistemista Altair Product Design informou que está realizando testes com o ônibus LCO-140H (*Low Cost Ownership – 1st 40 foot Hybrid*), um ônibus de 40 pés de comprimento que apresentou um indicador de 6,9mpg de consumo. Todas as experiências com HHVs ocorrem nos EUA.

Os HPVs também apresentaram 3 experiências nos anos de 2011 e 2012, duas na fase I e uma na fase II. Nenhuma delas ocorre nos EUA. Na fase I, (a) o sistemista W2 Energy divulgou que está em pleno desenvolvimento de um motor a ar comprimido comercialmente viável (65hp) no Canadá e (b) a montadora indiana Tata revelou que possui um projeto de motor a ar comprimido sendo refinado na Índia. A única experiência na fase II, na verdade, é uma evolução do projeto da Tata, o desenvolvimento de protótipos movidos com motores a ar comprimido em parceria com a Motor Development International (MDI).

Os HNEVs ainda são uma opção tecnológica distante, com baixa presença das montadoras. O fato de a Índia ser o palco dessa experimentação parece fazer sentido na medida em que o país precisa produzir automóveis com baixo custo para sua população. É de se notar que os EUA não sejam palco de experimentos em HPEVs e que todos os projetos com HHVs ocorram lá.

7.3 As Formas Bi – Combustível Identificadas na Pesquisa

Existem algumas experiências importantes em relação aos motores bi – combustível, também conhecidos como “*flex – fuel*”. Além do etanol, que é o combustível que forma dupla com a gasolina no Brasil, foram identificadas, a partir das ações estratégicas reveladas pelos *stakeholders* da indústria automobilística, experiências em outros países. O mais comum deles foi o uso do CNG ou do LNG com diesel ou com gasolina. A maioria dos experimentos se dá nos EUA. Exemplos são:

a) em 2012, a Chrysler revelou o início das vendas das pickups bi – combustível gasolina e CNG, nos modelos RAM 2500 Heavy Duty, com motor V8 de 5,7 litros modificado para rodar tanto com gasolina quanto com CNG; a autonomia é de 255 milhas com o CNG e mais 367 milhas com a gasolina;

- b) divulgado pela montadora japonesa Mazda que se chegou à viabilidade técnica do Motor SkyActiv para gasolina e diesel com taxa de compressão comum de 14:1 (alto para motor *spark – ignited* e baixo para diesel);
- c) a montadora “*start – up*” russa Yo – Auto lançou em 2012 um veículo que roda com gasolina e CNG;
- d) a General Motors e o sistemista Argonne revelaram projeto conjunto para explorar as possibilidades de um motor bi – combustível gasolina e diesel;
- e) a Universidade de Wisconsin em Madison revelou projeto de um motor híbrido gasolina e diesel, com tecnologia “*reactivity – controlled compression ignition*”, que mantém o motor quente e diminui geração de NOx; outra opção possível com essa tecnologia seria etanol e biodiesel, mas o problema seria a falta de bombas com esta flexibilidade.

7.4 Síntese dos Resultados

Esta seção tenta apresentar, de maneira sucinta e por meios visuais, o que de principal se identificou a partir das ações estratégicas reveladas nos anos de 2011 e 2012, em relação (a) aos combustíveis convencionais e alternativos utilizados no atual design dominante – o motor de combustão interna – e (b) às formas alternativas de motorização – em especial, a hibridização elétrica, a eletrificação e a hibridização não eletrificada.

O Quadro 10 mostra os combustíveis e as demais formas alternativas de motorização posicionados em cada fase da dominância em função de sua participação no número de experimentos revelados pelas montadoras e demais *stakeholders*. Como os combustíveis fósseis líquidos (gasolina e diesel) dominam o cenário de aplicação junto ao motor de combustão interna, recebem a notação ***, o que significa que estes combustíveis dominam a infraestrutura relacionada ao ICE. Os conceitos de participação forte, moderada e fraca ficaram claros ao longo da explanação de cada um dos combustíveis e formas alternativas de motorização nas seções anteriores deste capítulo. Mas vale destacar os EVs e os FCEVs como fortes na fase II e os HEVs na fase III.

Quadro 10 – Os Combustíveis e as Formas Alternativas de Motorização por Fase da Dominância

Combustíveis ou Formas Alternativas de Motorização	Fases da Dominância				
	Fase I	Fase II	Fase III	Fase IV	Fase V
Gasolina					***
Diesel					***
CNG					**
LNG					**
LPG					*
Etanol					**
Etanol Celulósico					*
Biodiesel					**
Bio - DME					*
Diesel Renovável					*
Isobutanol					*
Ésteres					*
Metanol					*
Biometano					*
Elétricos Puros	**	***	**		
Híbridos Elétricos	*	**	***		
Híbridos Elétricos Plug - in	*	**	**		
Fuel Cell Electric Vehicle	**	***	**		
Híbridos Pneumáticos	*	*			
Híbridos Hidráulicos	*	*			
*** Participação Forte ** Participação Moderada * Participação Fraca					

A fase I é mais fluída, não ficando caracterizada nenhuma forte participação de qualquer dos alternativos com ***. Pela análise do Quadro 10, percebe-se que os HEVs estão mais evoluídos para um possível enfrentamento com os ICEVs. Em relação à matriz de portfolio, apresentada na seção 2.1 do Capítulo 2, a proposta de enquadramento dos combustíveis convencionais e os alternativos para uso nos ICEs é a apresentada na Ilustração 15.

Ilustração 15 – Matriz de Portfolio com Posicionamento dos Combustíveis Convencionais e Alternativos para Uso nos Motores de Combustão Interna

As vacas leiteiras são a gasolina e o diesel, podendo-se considerar as misturas de fósseis (gasolina + CNG e diesel + CNG) ou de fósseis com renováveis (gasolina e etanol) também como vacas leiteiras. No Brasil, o etanol adentrou o quadrante superior esquerdo há cerca de 10 anos. Os fósseis gasosos (CNG, LNG e LPG) tentam adentrar e se tornar vacas leiteiras independentemente das suas misturas com os fósseis líquidos; isso ocorre nos EUA e no Canadá, com a oferta de pickups movidas apenas com os gasosos. Os demais renováveis tentam se posicionar no mercado e trilhar um caminho no sentido anti – horário, a partir do quadrante inferior direito.

O uso futuro do hidrogênio em automóveis depende de dois fatores (SETIS, 2012): do avanço das tecnologias de produção e da redução dos custos das tecnologias de armazenamento. O armazenamento do hidrogênio a bordo dos veículos e sua infraestrutura de distribuição são os maiores desafios. No caso do H_2 para uso nos ICEs, esta alternativa parece já ter sido descontinuada pelas montadoras.

Ilustração 16 – Matriz de Portfolio com Posicionamento dos Tipos de Motorização

O mesmo conceito do portfolio pode ser utilizado para os automóveis movidos a ICE e pelas formas alternativas. A combustão interna é a dominante e, portanto, é a única vaca leiteira da indústria automobilística; os híbridos elétricos tentam avançar, deixando o quadrante que significa dispêndio de caixa e investimentos sem retorno garantido e conquistar o quadrante fazedor de caixa, o das vacas leiteiras. Sofrem resistência de quem o ocupa, o ICE. Os demais (PHEVs, EVs e FCEVs) ainda são consumidores de caixa, não tendo ainda conseguido ser competitivos, apesar da alta atratividade.

Os híbridos não eletrificados ainda estão nascendo. Os alternativos FCVs (ICEs movidos a H₂) parecem estar em desuso, atingindo uma fase considerada terminal. A pesquisa não identificou ações estratégicas em seu entorno. A Ilustração 16 demonstra esse enquadramento.

8 OS PAÍSES FRENTE ÀS ESTRATÉGIAS TECNOLÓGICAS DAS MONTADORAS

Há um fenômeno muito claro na economia mundial em função da globalização: as grandes empresas multinacionais buscam se diversificar regionalmente, construindo modelos de integração transnacional (DICKEN, 2010), estabelecendo operações em diversos países como forma de mitigar as barreiras comerciais que lhes são impostas e, obviamente, as oscilações cambiais. Isso provoca uma série de outros movimentos importantes, dentre eles

- a) a proximidade com governos locais, ansiosos por receber estes investimentos em seus países;
- b) a formação de um complexo conjunto de relações entre as subsidiárias das multinacionais e os seus fornecedores locais e
- c) as estratégias para desenvolvimento de produtos e processos coerentes com a realidade local e suas características.

Este capítulo pretende apresentar o que vem sendo feito em termos de experimentos em motorização nos 10 países considerados mais representativos na presente pesquisa no período 2011 – 2012. Países com significativa participação nas vendas mundiais de automóveis ficaram de fora desta pesquisa, pelo simples fato de que neles não têm ocorrido grandes experimentos relacionados com as tecnologias conhecidas em motorização. São os casos de Rússia (7º. maior mercado mundial, com 3,5% das vendas de automóveis) e da Itália (10º. maior mercado mundial, com 2,9% das vendas de automóveis), além do Canadá, México e Espanha, respectivamente com 2,6%, 1,5% e 1,4% das vendas mundiais (AUTOMOTIVE WORLD, 2011). O Brasil, apesar de não ser palco importante para as montadoras divulgarem e executarem suas estratégias tecnológicas em motorização alternativa está presente como estudo de caso por ser hoje o quinto maior mercado mundial em vendas de automóveis e por ser o palco do único experimento global de adoção consolidada do etanol como alternativa aos combustíveis fósseis líquidos.

Nos 10 países mais representativos nesta pesquisa se desenvolveram, nos anos de 2011 e 2012, um total de 917 ações estratégicas relacionadas com motorização sendo desenvolvidas

por todos os *stakeholders* da indústria automobilística. São 479 ações reveladas na fase de pós – dominância e outras 438 nas fases de pré – dominância. Na fase I, evidenciou-se 73 ações, na fase II foram 206 e na fase III foram 159 ações. Na pré – dominância, estes 10 países juntos estão servindo de palcos para maior prototipagem de formas alternativas de motorização. O Gráfico 29 mostra este cenário.

Gráfico 29 – Distribuição das Ações Estratégicas Desenvolvidas pelos Stakeholders da Indústria Automobilística nos Anos de 2011 e 2012 por cada Fase da Dominância nos 10 Países Seleccionados.

Considerando-se apenas as montadoras presentes no estudo, nos anos de 2011 e 2012, foi desenvolvido por elas, nesses mesmos 10 países mais representativos, um total de 368 ações estratégicas relacionadas com motorização. São 191 ações reveladas na fase de pós – dominância e outras 177 nas fases de pré – dominância. Na fase I, evidenciou-se 19 ações, na fase II foram 79 e na fase III foram outras 79 ações. As montadoras, nesses 10 países, dedicam esforço semelhante tanto na pré – dominância quanto na pós – dominância. O Gráfico 30 mostra este cenário. Ressalte-se que o aumento significativo de ações desenvolvidas entre as montadoras e o conjunto de *stakeholders* se deve, principalmente, pela atuação dos sistemistas e das parcerias tecnológicas presentes na indústria. A fase I é bastante incrementada pela atuação das universidades e dos governos e a fase II pelos sistemistas.

Gráfico 30 – Distribuição das Ações Estratégicas Desenvolvidas pelas Montadoras nos Anos de 2011 e 2012 por cada Fase da Dominância nos 10 Países Seleccionados.

8.1 EUA

Os EUA são a maior fonte de revelação das ações estratégicas em tecnologias em motorização pelas montadoras. Trinta e cinco por cento de tudo o que foi levantado nesta pesquisa é revelado pelas empresas que compõem a indústria automobilística mundial nos EUA. Tomando-se a China como a referência mundial (base 100), percebe-se que os EUA, segundo maior mercado mundial, possuem 99,1% do tamanho do mercado chinês (AUTOMOTIVE WORLD, 2011). Em 2011, foram vendidos 13,1 milhões de automóveis e veículos leves nos EUA, o que equivale a 17,7% de todas as vendas no mundo.

Sendo o primeiro país em número de ações estratégicas reveladas no período de análise desta pesquisa, é evidente que uma análise do país se justifica. Foram 404 relatos relacionados com motorização, dos quais 174 nas fases de pré – dominância e outros 230 na fase V, a pós – dominância, o que demonstra ainda a força do design dominante ICE + combustível fóssil líquido no contexto norte – americano. O Gráfico 31 apresenta esta distribuição entre as ações reveladas na pré – dominância e na pós – dominância.

Gráfico 31 – Distribuição das Ações Estratégicas Desenvolvidas pelos Stakeholders nos EUA nos Anos de 2011 e 2012 por Fases da Dominância.

Em ações estratégicas reveladas relacionadas com a manutenção do design dominante atual, seus 230 relatos ganham folgadoamente dos 60 relatos deste tipo da China e da soma de experimentos de Japão, Alemanha, Reino Unido, Índia e França juntos. Ou seja, os EUA são o país onde mais se experimenta tecnologia de preservação do ICE. Nas fases de busca de designs alternativos ao ICE, os EUA também ficam na liderança. A fase V nos EUA é dominada por montadoras e sistemistas, é o seu território.

Os EUA, portanto, formam um palco de experimentos muito robusto para projetos estratégicos envolvendo a manutenção do ICE; dos 230 relatos da fase V, 69 são ações estratégicas reveladas por montadoras em ações isoladas, isto é, sem parceiros. Dos 69 relatos, 48 são ações estratégicas de montadoras americanas; somente as *Big 3* de Detroit (General Motors, Ford e Chrysler) revelaram 40 ações. A General Motors apresentou 19 ações estratégicas, a Ford 11 e a Chrysler 10. As demais 21 ações estratégicas tecnológicas são desenvolvidas pelas montadoras alemãs e japonesas. Estes números atestam a grandeza do mercado e que as montadoras americanas estão à frente dos esforços de preservar o atual design dominante em motorização.

As montadoras americanas têm revelado uma série de ações estratégicas envolvendo a fase V: ampliação de plantas de produção de motores e transmissões, investimentos em sistemas de controle de emissões, *downsizing* de motores, sistemas de economia de combustível, incluindo os sistemas *stop – start*, sistemas de recirculação de gases de exaustão (EGR),

novas transmissões com mais velocidades, introdução de novas tecnologias de materiais como metalurgia do pó em blocos de motores, *turbocharging*.

Em termos de combustíveis na fase V, as montadoras se concentram nos convencionais líquidos (gasolina e diesel) com 55 experimentos, com outros relevantes 11 experimentos com CNG. As montadoras sinalizam a manutenção do ICE por meio de expressivas ações estratégicas utilizando ainda os fósseis líquidos. O Gráfico 32 demonstra essas estatísticas.

Gráfico 32 – Principais Combustíveis nos EUA na Fase de Pós - Dominância nos Anos de 2011 e 2012.

Há ainda 21 ações estratégicas reveladas desenvolvidas por parcerias tecnológicas e em nenhuma delas há a presença das montadoras nos EUA; ou seja, as montadoras criaram barreiras de entrada poderosas, a ponto de não precisarem de parceiros tecnológicos ou porque não estão interessadas em dividir os lucros advindos de receitas geradas pelas tecnologias por elas desenvolvidas ao longo de décadas. Entretanto, exatamente por ser um território de altas rendas, os sistemistas também se fazem muito presentes: 47 experimentos, sendo 23 em gasolina, 20 em diesel, 2 em etanol, 1 em biodiesel e 1 em CNG. Ou seja, o foco dos sistemistas se mantém igual ao das montadoras, os combustíveis convencionais fósseis líquidos. Todos os experimentos das sistemistas com combustíveis alternativos – fósseis ou renováveis – são desenvolvidos nos EUA pela empresa Joule Unlimited Technologies. O Gráfico 33 apresenta a distribuição das ações estratégicas entre os principais *stakeholders* nos EUA.

Gráfico 33 – Participação dos Principais *Stakeholders* nos EUA na Fase de Pós - Dominância nos Anos de 2011 e 2012.

No entanto, o que se percebe em relação principalmente ao etanol nos EUA, é que há grande incentivo do governo americano pelo consumo do combustível, por meio de duas instituições principais: (a) a Environmental Protection Agency (EPA), no sentido de legislar em favor da adição de etanol à gasolina, elevando do E10 para o E15 em carros e comerciais leves novos e (b) o Estado da Califórnia, legislando para a adoção (e aumento do consumo) do E85 no estado e com investimentos para identificação de novos combustíveis alternativos (etanol e celulose). Aliás, o governo é o terceiro maior incentivador de ações estratégicas em tecnologia de motorização na fase V de Suarez: são ao todo 38 relatos importantes a respeito.

Em relação ao governo americano, portanto, é preciso registrar que os seus maiores focos na fase V em termos de combustíveis se concentra nos fósseis líquidos (gasolina com 11 relatos e diesel com 9 relatos) e nos renováveis líquidos (etanol com 8 relatos e biocombustíveis com 6 relatos). Curiosamente o CNG não se revela como uma “aposta” dos órgãos de governo americano, mas principalmente das montadoras. Os incentivos em etanol e outros tipos de biocombustíveis revelam uma posição muito clara do governo em propiciar a manutenção do atual design dominante ICE, mas com a possibilidade de migração para o uso de renováveis líquidos; a opção de combustíveis gasosos surgiu como sendo fraca. Enquanto o etanol é uma frente conduzida pela Environmental Protection Agency (EPA), o US Department of Energy (DOE) não reconhece o etanol como opção, preferindo incentivar gasolina, diesel, bio – óleo e outros biocombustíveis.

Na fase V, menção especial aos fabricantes de motores, em especial à Cummins, que domina o conjunto de relatos relacionados ao ICE; a empresa foca no diesel, seu carro – chefe, mas tem investido em motores movidos a CNG, defendendo francamente a posição de que o combustível fóssil gasoso possa ser um substituto à altura do diesel em caminhões pesados, em motores de 15l, que atendam às regulações “*on – highway*”.

Em relação às fases de pré – dominância de Suarez (fases I, II e III), os EUA chegam a desenvolver quase que a metade do que o mundo todo realiza; são 174 relatos, contra 64 da Alemanha, o país que mais se aproxima. Com isso, os EUA tornam-se, com toda a certeza, o “*player*” mais importante também nas pesquisas de alternativas ao design dominante ICE + combustível fóssil líquido. São 29 relatos de ações estratégicas na fase I, na qual as montadoras e as sistemistas estão presentes, mas na qual surgem com força as universidades e laboratórios de pesquisa americanos, que buscam alternativas em baterias e células – combustível.

Destaque deve ser feito para a parceria entre Ford e Toyota que desenvolverá sistemas híbridos para veículos comerciais leves e caminhões. É uma fase com grande influência governamental, principalmente da Casa Branca e do governo da Califórnia em programas de incentivos financeiros para pesquisa em alternativas tecnológicas em eletricidade (PHEVs e FCEVs). O Gráfico 34 apresenta os *stakeholders* e suas ações nos EUA na pré – dominância.

Na fase II, a quantidade de ações estratégicas reveladas dispara. São 85 relatos identificados, o que equivale a 35% do que todo o mundo desenvolve. Nesta fase se apresentam os protótipos, as experiências de laboratório colocadas em contato com o mercado, ainda sem criar este mercado. Fase dominada pelos sistemistas, com 31 relatos, contra 19 das montadoras e 16 das parcerias entre empresas. A Chrysler é a que mais revela experimentos nesta fase; as demais montadoras têm participação individual muito tímida. As parcerias ocorrem entre sistemistas e entre sistemistas e montadoras.

Gráfico 34 – Participação dos Principais *Stakeholders* nos EUA nas Fases de Pré - Dominância nos Anos de 2011 e 2012.

A fase III – que apresenta 60 relatos nos EUA – apresenta novamente as montadoras na ponta, com 25 relatos, com praticamente todas as montadoras americanas, alemãs e japonesas presentes. As francesas não se apresentam na tentativa de criar mercado nos EUA para veículos alternativos elétricos. As montadoras francesas tampouco aparecem nas fases I e II nos EUA. O Gráfico 35 demonstra a força de cada fase da pré – dominância nos EUA.

Na prática, é nos EUA que ocorre a maior parte de tudo o que a indústria automobilística mundial desenvolve em termos de motorização. Não há praticamente nenhum movimento tecnológico em torno das motorizações que não esteja ocorrendo nos EUA. Quarenta por cento das ações estratégicas voltadas para a continuidade da atual dominância do ICE se desenvolvem nos EUA. Isso remete para uma constatação: a de que, se houver uma possibilidade de se preservar o ICE, isso se dará pelo esforço do que se faz nos EUA e a partir das empresas que lá desenvolvem as suas estratégias tecnológicas. Pouco provável que outros países reúnam condições para, isoladamente, preservar o ICE. Somente o tamanho do mercado não definirá que em determinado país é que se dará uma nova fase IV, a da batalha tecnológica por um novo design dominante. Parece imprescindível que haja também a participação de outros atores, como sistemistas, universidades e governo como indutores desse cenário.

Gráfico 35 – Distribuição das Ações Estratégicas pelas Fases da Pré - Dominância nos EUA nos Anos de 2011 e 2012.

As empresas americanas desenvolvem ações tecnológicas em todas as fases do produto, seja na pré – dominância seja na pós – dominância. Do total de 471 ações estratégicas identificadas por todas as montadoras no mundo, 89 são desenvolvidas pelas *Big 3* de Detroit; das 118 ações estratégicas desenvolvidas nos EUA por todas as montadoras, 57 são de responsabilidade das *Big 3* de Detroit. As principais montadoras americanas dominam o que ocorre em termos de tecnologias convencionais ou alternativas de motorização.

8.2 Alemanha

A Alemanha é o quarto maior mercado mundial em vendas de automóveis e comerciais leves (AUTOMOTIVE WORLD, 2011). Fica atrás de China, EUA e Japão, este por pequena margem. Seu mercado interno equivale a 1/4 do mercado americano e a 1/5 do mercado chinês. Em termos de densidade veicular, é o terceiro maior mercado, com 557 automóveis por 1.000 habitantes, segundo o Germany Autos Report Q2 2012 (BMI GERMANY, 2012). As vendas de veículos novos em 2011 atingiram 3,5 milhões, um aumento de 8% em relação a 2010 (BMI GERMANY, 2012). Mas em termos de produção, a Alemanha teve desempenho considerado excelente, com 5,9 milhões de veículos; isso representa 41% da produção voltada às exportações. Nos países do Leste Europeu que fazem parte da União Europeia, a presença

das montadoras alemãs é muito grande, dominando o mercado com 60% das vendas e com 65% da produção.

Previsões de crescimento apontam para um mercado interno de 4 milhões de veículos em 2016, o que fará com que as montadoras alemãs continuem exportando e realizem investimentos em outros países, de forma a acompanhar a sua taxa de crescimento. O problema reside no destino de suas exportações: principalmente países do Leste Europeu, França e Reino Unido, para os quais a previsão é de contração no mercado em torno de 2% nesse mesmo período. Isso sinalizaria para uma necessidade das montadoras alemãs se instalarem pesadamente nos EUA e China, além de oferecerem tecnologias aplicáveis a combustíveis alternativos, segundo a Business Monitor International Germany (2012).

O grupo Volkswagen (incluindo Audi) possui *marketshare* de 33,9%, enquanto suas mais diretas concorrentes possuem 9,6% (Mercedes – Benz) e 9,1% (BMW). A Opel (do grupo General Motors) possui 8,0% e a Ford possui 6,4%. As francesas PSA Peugeot Citroën e a Renault possuem juntas 9,2%. O mercado doméstico é, portanto, dominado pelas montadoras alemãs, com significativa liderança para a Volkswagen.

Foram identificados 101 relatos de ações estratégicas envolvendo motorização na Alemanha, dos quais 64 nas fases de pré – dominância e outros 37 na fase V, a pós – dominância, o que a faz o segundo país em número de ações estratégicas reveladas no período de análise desta pesquisa; é um perfil exatamente oposto ao encontrado para a China, onde a pós – dominância é mais presente. O Gráfico 36 demonstra a vocação da Alemanha para ser palco de experimentos nas fases de pré e de pós – dominância.

Este perfil define a Alemanha como um país que possui empresas preocupadas com pesquisa e desenvolvimento de tecnologias alternativas ao ICE, não necessariamente com a adoção de combustíveis alternativos aos combustíveis fósseis hoje utilizados. De fato, na Alemanha não se faz praticamente P&D com combustíveis alternativos, sejam fósseis ou renováveis, sejam líquidos ou gasosos. No país, as opções são ficar no atual design dominante (ICE + gasolina ou diesel) ou buscar a eletrificação / hibridização de motores.

Gráfico 36 – Distribuição das Ações Estratégicas Desenvolvidas pelos Stakeholders na Alemanha nos Anos de 2011 e 2012 por Fases da Dominância.

Em número de ações estratégicas reveladas relacionadas com a manutenção do design dominante atual, seus 37 relatos perdem largamente para os EUA e ainda para a China e Reino Unido. Na Alemanha são reveladas ações estratégicas em número semelhante ao que se percebe na Índia; isso significa que não necessariamente as montadoras estão utilizando a Alemanha para disseminar seus incrementos tecnológicos ao ICE, mesmo porque seu mercado não é o maior e sua taxa de crescimento não será a que a indústria automobilística mundial desejaria. Nas fases de busca de designs alternativos ao ICE (fases I, II e III), a Alemanha, entretanto, fica em 2º. lugar, mas bem próxima de Japão e Reino Unido e muito distante dos EUA, este sim o país *“hors concours”* entre os que testam alternativas do ICE em seus territórios. Isso faz com que a Alemanha seja entendida como um palco de experimentos poderoso em termos de projetos estratégicos envolvendo as alternativas tecnológicas à motorização dominante.

Portanto, em relação às fases I, II e III de Suarez (a pré – dominância), a Alemanha é um *“player”* muito importante. São 10 relatos na fase I, basicamente relacionados com lançamentos de carros – conceito EVs e PHEVs e pesquisas envolvendo elementos componentes de baterias elétricas. Nesta fase I, estão presentes 6 ações estratégicas reveladas por sistemistas (Bosch, Basf, Siemens, LiFePO₄+C Licensing) e 4 por montadoras (Toyota, BMW Peugeot, Volvo e BMW). Note-se a ausência da Volkswagen nesta importantíssima fase na Alemanha. As montadoras Toyota e Volvo se utilizam do palco alemão para

apresentar seus carros – conceito: a Volvo com seu PHEV V60 diesel – elétrico e a Toyota com seu protótipo HEV Concept II gasolina – elétrico nas 24 Horas de Nurburgring. Das 10 ações estratégicas identificadas nesta fase na Alemanha, 6 são relacionadas com elétricos puros e 4 com híbridos, sendo que em 8 delas as empresas se apresentam sozinhas e em 2 apenas com parcerias (uma entre sistemistas e outra entre montadoras).

Na fase II, com 30 relatos, é de se notar a grande presença de montadoras: um total de 18 relatos, todos sem parcerias. Parcerias tecnológicas representam 6 relatos e os sistemistas aparecem com apenas 4 relatos. As montadoras presentes na Alemanha para apresentar seus protótipos ou novas plataformas de produção de automóveis são: BMW, Porsche, Solaris, Volkswagen, Volvo, Man, Audi, Mercedes – Benz, Opel e Toyota. Praticamente todas alemãs, mas uma entrante importante, a Toyota. As alternativas elétricas ficam bem divididas: 14 experimentos com elétricos puros e 15 com híbridos. A parceria mais importante e mais freqüente é entre a Daimler e a Bosch, uma *joint venture* 50 / 50 para produção de motores elétricos para todos os tipos de veículos da Daimler a serem vendidos na Europa.

Na fase III da Suarez, a de criação de mercado de produtos alternativos ao ICE, surgem 24 relatos de ações estratégicas; a grande maioria (13) advém das montadoras: Daimler, Audi, BMW, Opel / Vauxhall, Volkswagen, Mercedes – Benz, Hyundai – Kia e Citroën. A montadora coreana e a francesa escolheram a Alemanha para demonstrar seus experimentos, pois se utilizam de tecnologias embarcadas em seus veículos (os HEVs Hyundai Sonata e o Kia Optima utilizarão tecnologia da Infineon e o Citroën EV C-Zero utilizará carregador ultra – rápido da e8Energy, empresa alemã). As montadoras americanas e japonesas não fazem suas revelações na Alemanha. Nesta fase III, foram identificados 15 experimentos híbridos e 8 elétricos puros, além de um com hidrogênio.

A Alemanha só perde como palco de criação de mercado para os EUA, sendo, portanto o segundo local preferido pelas montadoras e sistemistas para iniciar o seu mercado. O Gráfico 37 apresenta a situação identificada na Alemanha na pré – dominância.

Quanto aos experimentos da fase V, são 37 as ações estratégicas reveladas, sendo apenas duas delas experimentos utilizando o ICE e combustíveis alternativos (etanol pela BMW e metano pela Audi). Ou seja, na fase V na Alemanha, a dominância se traduz em torno dos

combustíveis convencionais, os fósseis líquidos (22 com gasolina e 13 com diesel). As montadoras dominam com 20 relatos (9 em gasolina e 9 em diesel, mais 1 em etanol e 1 em metano) e os sistemistas vêm logo atrás com 14 relatos (12 em gasolina e 2 em diesel). Os sistemistas acenam com maior campo de possibilidades – de sua parte – em incrementos relacionados com gasolina. Já as montadoras enxergam o mesmo horizonte entre gasolina e diesel, ou seja, o ICE vem tendo a atenção das montadoras, independentemente de seu combustível líquido fóssil convencional. As parceiras não se manifestam significativamente na Alemanha na pré – dominância.

Gráfico 37 – Distribuição das Ações Estratégicas Desenvolvidas pelos Stakeholders da Indústria Automobilística nos Anos de 2011 e 2012 nas Fases de Pré – Dominância.

Das 20 ações estratégicas reveladas na fase V pelas montadoras, 17 são de montadoras alemãs (BMW, Mercedes – Benz, Audi, Volkswagen e Daimler); apenas a Ford surge como entrante nessa fase, com as demais 3 estratégias, todas relacionadas com o aumento de sua produção local, em busca de maior participação no mercado alemão e europeu. Os sistemistas são dez, basicamente alemães (ZF, Bosch, Mahle, Borg Warner, ElringKlinger, Continental, Eberspaecher) e americanos (Federal – Mogul, Eaton e Johnson Controls).

A Alemanha é seguramente palco de desenvolvimento de estratégias de manutenção do motor de combustão interna movido por combustível fóssil líquido, a maioria delas provocadas pelas próprias montadoras locais; também é palco de estratégias tecnológicas alternativas (fases de pré – dominância), a maioria por parte de empresas alemãs.

Parece que o papel principal que a Alemanha virá a desempenhar diz respeito à manutenção estendida do ICE movido a gasolina e a diesel; experimentos com os fósseis gasosos (CNG e LNG) inexistem na Alemanha, fenômeno que ocorre também com o Japão. A Alemanha, assim como o Japão, por meio de suas montadoras, está seguramente revelando ao mundo a sua intenção de, caso se avance tecnologicamente para a fase IV de Suarez (a batalha decisiva por um novo design dominante ou a manutenção do atual), ser o palco desse enfrentamento.

Há evidências objetivas muito fortes de que formas alternativas de motorização venham a batalhar com o design dominante atual na Alemanha. Há desenvolvimento de híbridos e elétricos na Alemanha, como pode ser percebido pelo Gráfico 38. Os FCEVs são pouco testados na Alemanha mas, mesmo assim, o são por montadoras domésticas.

Gráfico 38 – Participação das Formas Alternativas de Motorização na Alemanha nos Anos de 2011 e 2012.

O país não é o palco no qual se desenvolvem apenas as estratégias de manutenção do motor de combustão interna movido por combustível fóssil líquido. As montadoras alemãs se fazem muito presentes nas fases II, III e V (53 relatos de um total de 101) e de maneira muito expressiva; na fase I, é pífia a participação das montadoras alemãs, assim como ocorre com as japonesas no Japão. As montadoras alemãs, assim como as japonesas, estão em indo em busca de tecnologia para desenvolvimento próprio de baterias Li-ion. A Volkswagen revelou 12 experimentos, sendo apenas 4 na fase V; a Audi revelou 8 experimentos ao todo, sendo 4 na

fase V. A Mercedes – Benz revelou 10 experimentos, sendo 5 na fase V e a BMW revelou 7 experimentos, sendo apenas 2 na fase V.

Sendo esse o cenário identificado, fica difícil compreender porque as montadoras americanas não estão presentes com mais força no mercado alemão, buscando mais parcerias tecnológicas com as mesmas. Parece que as barreiras de entrada construídas pelas montadoras alemãs na Alemanha – apesar de sua fraca presença nos EUA – seja a resposta a esta questão. A Alemanha (e suas montadoras) estarão – se é que já não estão – no centro de qualquer decisão estratégica que as demais montadoras globais venham a tomar em torno de outros meios de automobilidade em nível global.

8.3 Reino Unido

O Reino Unido é o nono maior mercado mundial em vendas de automóveis e comerciais leves (AUTOMOTIVE WORLD, 2011). Seu mercado equivale a 15,1% do mercado chinês. As vendas em 2010 atingiram 2,25 milhões de veículos; em 2011, houve queda de 1%, resultando em 2,23 milhões de veículos vendidos. O Reino Unido é o terceiro maior mercado na Europa, com 13,7% de todas as vendas, atrás da Alemanha e da França.

A produção doméstica é dominada por montadoras estrangeiras instaladas no país; suas maiores montadoras pertencem a outros grupos estrangeiros de montadoras. As montadoras Mini e Rolls – Royce fazem parte da alemã BMW; a Aston Martin e a Jaguar passaram pelo controle da americana Ford, que se desfez das mesmas há alguns anos. A Jaguar e a Land Rover pertencem hoje ao grupo Tata Motors.

Foram identificados 99 relatos de ações estratégicas envolvendo motorização no Reino Unido, o que o torna o terceiro local mais procurado para palco de experimentos pelos *stakeholders* da indústria automobilística no período de análise desta pesquisa. São 59 relatos de estratégias tecnológicas nas fases de pré – dominância e outros 40 na fase V, a pós – dominância. O Gráfico 39 apresenta este perfil em relação à dominância.

Gráfico 39 – Distribuição das Ações Estratégicas Desenvolvidas pelos *Stakeholders* no Reino Unido nos Anos de 2011 e 2012 por Fases da Dominância.

O Reino Unido possui um perfil muito próximo ao da Alemanha e ao do Japão, por serem países nos quais a pré – dominância é mais presente. Os EUA e a China possuem perfil oposto, com a pós – dominância liderando. Esta característica observada não deixa dúvida quanto ao fato de o Reino Unido, mesmo não sendo um dos maiores mercados para automóveis de passageiros e comerciais leves, ser um destino privilegiado para experimentos em motorização. Possui forte vocação para pesquisa e desenvolvimento de tecnologias alternativas ao ICE em eletrificação e hibridização; entretanto, não é palco de experimentos em combustíveis alternativos aos fósseis (CNG, LNG) que hoje são muito presentes nos EUA, apesar de haver um incentivo governamental para que prefeituras troquem suas frotas de ônibus movidos a diesel por ônibus movidos a gás natural.

Tampouco se faz P&D com combustíveis alternativos renováveis, nem pelas montadoras britânicas e nem pelas estrangeiras instaladas no país. Não houve um relato sequer de experimentos envolvendo o ICE com combustíveis alternativos por parte das montadoras. As opções testadas no Reino Unido são ficar no atual design dominante (ICE + gasolina ou diesel) ou buscar a hibridização ou a eletrificação de motores.

Em número de ações estratégicas reveladas relacionadas com a manutenção do design dominante atual, seus 40 relatos perdem largamente para os EUA, mas fica menos distante do

que ocorre na Alemanha, isto é, esses dois países são aqueles nos quais mais os *stakeholders* da indústria automobilística revelam as suas estratégias tecnológicas de preservação do ICE. Montadoras e sistemistas têm participação muito equilibrada. O grande número de ações estratégicas reveladas na fase V pode significar que o país está buscando ser uma alternativa aos experimentos ligados à continuidade do ICE.

Nas fases I, II e III, de busca de designs alternativos ao ICE, o Reino Unido tem perfil forte, equiparando-se ao Japão e superando largamente China e França. Revela estratégias de formação de mercado (fase III) como o Japão e a Alemanha. Na fase II, o comportamento se dá da mesma forma; fica muito à frente da França e da Coreia do Sul em lançamentos de protótipos. A fase I não é território das montadoras, mas sim dos sistemistas e algumas poucas parcerias entre sistemistas e institutos de pesquisa britânicos; há projetos relacionados com produção de H₂ e carros – conceito do projetista Gordon Murray, além de P&D para produção de baterias para EVs e HEVs, assim como de projetos de viabilidade de reuso e reciclagem de baterias Li – ion. Constata-se que os sistemistas têm atuado mais fortemente no Reino Unido nas fases de pré – dominância.

O perfil do Reino Unido é muito similar ao apresentado por Alemanha e Japão em termos de experimentos que envolvem a substituição dos motores de combustão interna. Mas enquanto Alemanha e Japão equilibram as frentes de eletrificação e hibridização, o Reino Unido pende mais para projetos de EVs.

O governo britânico acena para os seus consumidores para um futuro possível de eletrificação: apresentou em 2011 a sua visão de governo quanto à infraestrutura de suporte para uma “revolução rumo aos carros elétricos”⁴⁸, cujo sentido é o de encorajar os usuários a carregar em casa, de noite e fora dos horários de pico os seus PHEVs (APB, 2011g). Prefeituras britânicas, como a da cidade de Manchester, estão lançando redes de pontos de recarga chamadas *Pod Centres*. Entretanto, sinais diretos mais contundentes de auxílio na formação de mercado não foram revelados como, por exemplo, o governo comprando EVs ou HEVs para seu uso próprio, como faz destacadamente o governo francês.

⁴⁸ No original: “*electric vehicles revolution*”.

O Reino Unido é um caso muito específico: sem montadoras locais fortes, ainda assim, é um palco robusto de experimentações de estratégias tecnológicas de preservação e de alternativas ao motor de combustão interna, o que faz do Reino Unido um “*player*” muito importante. O país é palco de constantes testes de rodagem de protótipos das montadoras BMW, Mitsubishi, Nissan, Toyota e Jaguar Land Rover.

O Reino Unido pertence a um clube com 6 membros importantes nos quais mais se tenta formar mercado de automóveis com designs alternativos ao ICE. Juntamente com EUA, Japão, Alemanha, China e França é, seguramente, palco de desenvolvimento de estratégias tecnológicas de hibridização e eletrificação automotiva. O país “pende” mais para a pré – dominância do que para a pós – dominância, caso também da França, o que não quer dizer que no Reino Unido não se desenvolva melhorias incrementais ao ICE, principalmente em sistemas avançados de combustão “*split – cycle*”, transmissões variáveis, *turbocharging* e *downsizing* de motores. O posicionamento adquirido pelo Reino Unido a partir das estratégias tecnológicas que são reveladas pelos *stakeholders* da indústria, o deixam em uma posição confortável de ser um local de rompimento do atual design dominante como também um palco para robustecimento do ICE. Para qualquer dos caminhos, há ativos para acompanhar os movimentos de quem sair na frente, um típico seguidor (“*follower*”).

Caso a indústria automobilística avance tecnologicamente para a fase IV de Suarez (a batalha decisiva por um novo design dominante ou a manutenção do atual), o Reino Unido pode ser um dos palcos desse enfrentamento. São muito fortes as evidências de que formas alternativas de motorização venham a batalhar com o design dominante atual.

8.4 China

Dos mercados asiáticos, vale a pena destacar o desempenho da China: as vendas de veículos leves aumentaram em 33,3% de 2009 (12.944.000 unidades de veículos leves) para 2010 (17.255.000 unidades), segundo o BMI Report China (2012). O desempenho do continente – aumento de 24% entre 2009 e 2010 – se deve, muito particularmente, ao desempenho extraordinário da China. As vendas na China garantiram uma situação confortável para diversas montadoras durante a crise dos anos de 2008 e 2009; além disso, para várias

montadoras globais, o mercado chinês se transformou em seu maior mercado e, para outras, o seu maior mercado não doméstico. Estima-se um coeficiente de 22 veículos para cada 1000 habitantes na China (ANFAVEA, 2012).

A China e o Japão são os grandes responsáveis pelo domínio asiático do mercado de veículos leves, com 45,3% de todas as unidades que se vendem no mundo (AUTOMOTIVE WORLD, 2011). A China responde por 20,9% das vendas totais de veículos no mundo. Em 2006, passou o Japão em vendas e se tornou o segundo maior mercado mundial; em 2010, ultrapassou os EUA e hoje é o maior mercado de automóveis. As montadoras chinesas SAIC, FAW, Beijing, Changan e Dongfeng respondem pela maior parte da produção; além disso, todas possuem *joint ventures* com as grandes montadoras globais. Em 2009, entraram em uso os padrões de economia de combustível, que obrigarão que as montadoras locais atinjam, até 2015, 18% mais de economia em comparação aos modelos de então. Isso seguramente promoverá os automóveis pequenos, que já usufruem de baixos impostos; veículos com motores abaixo de 1.6l pagam 1% de impostos, enquanto os veículos com motores maiores chegam a pagar 40% (BMI CHINA, 2009).

A China é o quarto país em número de ações estratégicas reveladas no período de análise desta pesquisa. Foram 92 relatos relacionados com motorização, dos quais 32 nas fases de pré – dominância e outros 60 na fase V, a pós – dominância. Em ações estratégicas relacionadas com a manutenção do design dominante atual, seus 60 relatos só perdem para os EUA, país onde mais se experimenta tecnologia de preservação do ICE. Nas fases de busca de designs alternativos ao ICE, a China fica em 5º. lugar, nada desprezível se comparado com França, com 24 experimentos e a Coreia do Sul, com apenas 12 experimentos. O Gráfico 40 permite visualizar a postura da China em relação às fases de pré e de pós – dominância.

Isso torna a China um palco de experimentos poderoso em termos de projetos estratégicos envolvendo a manutenção do ICE; dos 60 experimentos da fase V, 19 são ações estratégicas reveladas por montadoras em ações isoladas, isto é, sem parceiros. Das 19, 12 são ações estratégicas de montadoras chinesas: Beijing Automotive Industry Holding (BAIC), Dongfeng Motor Company, Changan Ford Mazda, Guangxi Yuchai, Great Wall, Geely, JAC Motors, Beiqi Foton.

Gráfico 40 – Distribuição das Ações Estratégicas Desenvolvidas pelos Stakeholders na China nos Anos de 2011 e 2012 por Fases da Dominância.

As demais 7 ações estratégicas são desenvolvidas por apenas 3 montadoras estrangeiras: Ford, Volkswagen e Jaguar. A China é um palco interessante para o desenvolvimento de estratégias tecnológicas que se fixam na fase V de Suarez, isto é, na pós – dominância do ICE; afinal, o mercado é grande e as montadoras chinesas estão ocupando esse espaço. A Ford revelou, ao final de 2011, uma ampla ofensiva em motorização, introduzindo 20 novos motores e transmissões e 15 novos modelos na China até 2015; motores serão 20% mais eficientes e 20% menos poluentes. Além disso, anunciou seu plano de implantar a 1a. fábrica de transmissões em Chongqing.

Há ainda 18 ações estratégicas reveladas desenvolvidas por parcerias tecnológicas e todas elas envolvem parcerias mistas, ou seja, de empresas chinesas (montadoras ou sistemistas) com empresas estrangeiras: Dongfeng Peugeot Citroën Automobile (DPCA), Changan Ford Mazda Automobile (CFMA), Tianjin – First Automotive Works (FAW) – Toyota, Shanghai Automobile Industry Corp. (SAIC) e Shanghai GM, SAIC e Opel, Great Wall e Ricardo, Hangzhou Iveco Transmissions, Cummins e Liu Gong, Toyota e Guangzhou, Dongfeng Automobile e Brilliance China, Magneti Marelli e Changchun Fudi, Chery e Ricardo.

Há ainda 7 ações estratégicas reveladas relacionadas com lançamentos de motores a diesel, sendo que 5 delas são de fabricantes chineses, especialmente de caminhões. Os sistemistas surgem com 9 ações estratégicas reveladas sendo executadas na China: Faurecia, Dana,

Honeywell, Johnson Controls, Eberspaecher e Borg Warner, a maioria delas com projetos de instalação de plantas para produção local, para abastecimento do mercado local. A Honeywell, por exemplo, desenvolve turbos para os modelos a gasolina de 2.0l da Chery e de 2.0l da JAC Motors; os veículos *turbocharged* se tornaram muito populares na China e já representam 13% de todas as vendas de veículos leves novos. A expectativa é que, em 2015, cheguem a 25% de penetração no mercado. A Honeywell já possui, desde 2002, seu centro de engenharia e tecnologia de turbos em Shanghai.

Em relação às fases I, II e III de Suarez (a pré – dominância), a China é um “*player*” relativamente importante, apesar de não parecer ser sua vocação, nem sua estratégia ser o palco de testes de opções de eletricidade que poderão vir a substituir o ICE. São 7 relatos de ações estratégicas na fase I, basicamente relacionados com lançamentos de carros – conceito EVs e PHEVs que são apresentados no mercado chinês, por montadoras europeias (BMW, Citroën, Audi, Daimler). Informações de que Volkswagen e PSA Peugeot Citroën fossem desenvolver e produzir EVs na China com parceiros locais (Changan e FAW, respectivamente) não se confirmaram. Não há qualquer relato de estratégias tecnológicas relacionadas com FCEVs na China.

Na fase II, a presença de sistemistas é notável, mas sempre em torno de alguma parceria local para desenvolvimento de alternativas em eletricidade. A sistemista Johnson Controls se destaca em parcerias com a SAIC, em busca de desenvolvimento local de baterias elétricas para HEVs e EVs. É nesse cenário que a GM, em conjunto com a SAIC, divulgou as condições técnicas de realização de projetos conjuntos de novas arquiteturas de EVs. A chinesa BAIC anunciou planos para produção de 150.000 HEVs e EVs em 2015. Entretanto, é importante mencionar que o governo chinês informou em 2011 seu desapontamento com as vendas de EVs nas cidades – teste da China, mesmo após subsídios colocados pelo governo.

Na fase III da Suarez, a de criação de mercado de produtos alternativos ao ICE, surgem 14 relatos de ações estratégicas. A grande maioria advém de parcerias tecnológicas entre empresas: uma entre montadoras (SAIC e GM), uma entre sistemistas (Zhenjiang e K2 Energy) e quatro entre montadoras e sistemistas (Daimler e BYD, Johnson Controls e SAIC, General Electric e General Motors). Em termos de mercado para lançamento de opções ao motor de combustão interna (fase III), a China é apenas o 6º. país no ranking.

Em suma, as empresas chinesas estão envolvidas em praticamente todas as fases do produto, seja na pré – dominância seja na pós – dominância; não se percebe movimentos isolados de montadoras ou sistemistas estrangeiros na China em busca de soluções para motorização nas fases de pré - dominância. Entretanto, na fase V, os sistemistas europeus e americanos entram com mais força: o tamanho do mercado não permite se fazerem ausentes.

As montadoras chinesas se fazem presentes em todas as fases, o que pode significar que buscam tecnologia para, no futuro, desenvolvê-la individualmente. A SAIC está francamente em busca de desenvolvimento próprio de baterias Li – ion, a partir de *joint venture* com a Johnson Controls. A BYD é uma fabricante chinesa de baterias presente em todas as fases de pré – dominância. Na fase V, a indústria automobilística chinesa como um todo (montadoras, sistemistas, fabricantes de motores, transmissões e baterias) atua fortemente com vários experimentos (isolados ou em parcerias) para construção de capacidades e competências em motorização; exemplos disso são (a) a montadora Geely, que divulgou que está apta a produzir suas próprias transmissões automáticas para motores a gasolina, (b) a fabricante de motores Magna, que está construindo mais uma planta para produção de motores a gasolina e (c) a também fabricante de motores China Yuchai, que iniciou produção de motores movidos a gás natural, para aplicação em ônibus de grande porte e caminhões médios e pesados.

A China é seguramente palco de desenvolvimento de estratégias de manutenção do motor de combustão interna movido por combustível fóssil líquido. Não há evidências objetivas de que formas alternativas de motorização venham a batalhar com o design dominante atual na China; nem mesmo há relatos suficientes que mostrem que CNG e LNG venham a ser uma opção de combustíveis fósseis gasosos à gasolina e ao diesel.

O mercado chinês é tão robusto que chega a ser maior que a soma dos mercados de Brasil, Índia, França, Rússia, Reino Unido e Itália juntos (AUTOMOTIVE WORLD, 2011). Isso significa que qualquer decisão estratégica das montadoras globais em prover outros meios de automobildade em nível mundial, implica, necessariamente, em avaliar os impactos no mercado chinês.

De qualquer forma, em termos de China, tudo é possível, principalmente quando se sabe que, do ponto de vista do governo, o país deverá se tornar o fabricante líder global em NEVs (*New*

Energy Vehicles), ou seja, EVs, HEVs, PHEVs e FCEVs em 2020; isso implicaria em se produzir 5 milhões de NEVs e instalar 10.000 pontos de recarga em todo o país. Ao final de 2010, 54 montadoras chinesas registraram 190 modelos diferentes de NEVs no cadastro governamental; desses NEVs registrados, nada foi revelado pela imprensa especializada. A impressão é que as montadoras possam estar “represando” um conjunto de carros – conceito ou protótipos para um momento mais adequado.

8.5 Japão

O Japão é considerado, segundo o Japan Autos Report Q2 2012 (BMI JAPAN, 2012) o país que domina as tecnologias de veículos híbridos (HEVs) e elétricos (EVs), o que possibilitaria que uma de suas montadoras fosse a rompedora (“*first mover*”) no momento em que os padrões de emissões se tornarem muito mais rigorosos globalmente. As montadoras japonesas têm tido papel substantivo no desenvolvimento de novas tecnologias de motorização.

O país possui grandes e importantes montadoras, que possuem posição de destaque na indústria automobilística global. No cenário interno, segundo a BMI Japan (2012), a Toyota mantém *marketshare* de 27,5%, seguida de Nissan com 14,0%, Suzuki com 13,1%, Daihatsu com 13,0% e Honda com 12,0%; essas 5 montadoras respondem por cerca de 80% de todas as vendas internas de veículos produzidos no país.

O Japão é o quinto país em número de ações estratégicas reveladas no período de análise desta pesquisa. Foram 89 relatos relacionados com motorização, dos quais 61 nas fases de pré – dominância e outros 28 na fase V, a pós – dominância. O Gráfico 41 apresenta este perfil do Japão como palco de experimentos em motorização.

Em ações estratégicas reveladas relacionadas com a manutenção do design dominante atual, seus 28 relatos o posicionam apenas na 6ª. posição, o que acena para uma motivação de testar estratégias tecnológicas alternativas ao design dominante. Dos 28 experimentos da fase V, 20 (71%) são ações estratégicas reveladas por montadoras em ações isoladas, isto é, sem parceiros. Das 20, 18 são ações estratégicas de montadoras japonesas: Isuzu, Daihatsu,

Honda, Mazda, Mitsubishi, Nissan e Toyota. Apenas a BMW surge neste cenário como montadora não japonesa a introduzir dois novos produtos no mercado japonês. A Mazda com 6 experimentos e a Nissan com 4 experimentos são as que mais revelam ações estratégicas de manutenção do ICE no Japão.

Gráfico 41 – Distribuição das Ações Estratégicas Desenvolvidas pelos Stakeholders no Japão nos Anos de 2011 e 2012 por Fases da Dominância.

Nesse sentido, o Japão não parece ser um palco interessante para as montadoras não japonesas para o desenvolvimento de estratégias tecnológicas que se fixam na fase V de Suarez, isto é, na pós – dominância do ICE; afinal, o mercado, apesar de ainda grande (4,6% de todo o mundo, o terceiro só perdendo para EUA e China) está praticamente dominado pelas montadoras locais que ocupam esse espaço de mantenedoras de estratégias tecnológicas de manutenção do ICE em território japonês. Além disso, o governo japonês desempenha, vez ou outra, papel de proteção às montadoras locais; exemplo disso foi a divulgação, ao final de 2011, da extensão do prazo de oferta de não taxaço de impostos para as vendas de veículos “*fuel – efficient*”, de forma a tentar neutralizar a queda nas vendas domésticas.

O Japão se apresenta com bastante força nas fases de busca de designs alternativos ao ICE (as fases I, II e III de Suarez), nas quais fica em 3º. lugar, atrás dos EUA e da Alemanha. Isso torna o Japão um “*player*” importante no cenário internacional das tecnologias de motorização e um palco de experimentos poderoso em termos de projetos estratégicos

envolvendo a alternância tecnológica ao ICE. O Gráfico 42 detalha a pré – dominância no Japão.

Gráfico 42 – Distribuição das Ações Estratégicas Desenvolvidas pelos Stakeholders no Japão nos Anos de 2011 e 2012 por Fases da Pré - Dominância.

São 9 relatos de ações estratégicas na fase I, praticamente todas relacionadas com lançamentos de carros – conceito EVs que são apresentados no mercado japonês ou projetos de infraestrutura de recarga de baterias. A grande maioria das ações estratégicas nesta fase I é desenvolvida por parcerias entre empresas (entre sistemistas e entre montadoras e sistemistas). As montadoras japonesas presentes nesta fase são a Toyota, a Nissan e a Mitsubishi; a Toyota surge ainda com uma parceria com a BMW para desenvolvimento de tecnologias de baterias Li-ion.

A fase II é aquela em o Japão mais se apresenta dentre as fases de pré – dominância, com 32 relatos de ações estratégicas. A presença das montadoras locais é muito grande – com 24 dos 32 relatos – e sem qualquer parceria local para desenvolvimento de alternativas em eletricidade. Nissan com 6 experimentos, Honda com 6 experimentos e Toyota com 5 experimentos dominam esta fase de viabilização técnica de uma nova proposta tecnológica em motorização. Mitsubishi com 2 ações estratégicas e a Mazda, Volkswagen e Daimler Trucks com 1 cada completam a lista. Os projetos com híbridos somam 13 relatos e os elétricos puros somam 13 relatos. Há 6 relatos envolvendo experimentos com FCEVs, movidos a hidrogênio, sendo 4 da Honda, 2 da Toyota e 1 da Nissan. O Japão é o país que mais investe na pré – dominância do FCEV, a ponto de dez empresas petroleiras e

companhias de gás terem se unido para implantar estações de abastecimento até 2015 em todo o Japão (como preparação da produção em massa de veículos movidos a hidrogênio).

Na fase III da Suarez, a de criação de mercado de produtos alternativos ao ICE, surgem 20 relatos de ações estratégicas; a grande maioria advém das montadoras (17): Honda com 5 experimentos, Toyota com 3 e Mitsubishi com 3 dominam esta fase. Volkswagen com o lançamento no mercado do HEV Touareg SUV V6 de 3.0l e a BMW com o Active Hybrid de 4 cilindros são as únicas não japonesas a se aventurar nesta fase no Japão.

Pouco mais de dois terços (42) de todas as ações estratégicas reveladas nas fases de pré – dominância (61) são desenvolvidas por montadoras, sendo que 37 delas por montadoras domésticas e apenas 4 por europeias (Volkswagen e BMW). Não há registros de montadoras americanas desenvolvendo qualquer tipo de experimento no Japão em busca de soluções para motorização nas fases I, II ou III. A montadora Honda é a mais presente, seguida de Toyota, Nissan e Mitsubishi. A etapa de pré – dominância não é território para os sistemistas e nem para montadoras não japonesas.

As montadoras japonesas se fazem presentes em todas as fases (62 relatos de um total de 89 no Japão) e de maneira muito expressiva. As montadoras japonesas estão em indo em busca de tecnologia para desenvolvimento próprio de baterias Li-ion. A Honda revelou 14 experimentos, sendo apenas 3 na fase V; a Toyota revelou 14 experimentos ao todo, sendo apenas 3 na fase V. A Mitsubishi revelou 12 experimentos, sendo apenas 3 na fase V.

O Japão, por meio de suas montadoras, estão seguramente revelando ao mundo a sua intenção de, caso se avance tecnologicamente para a fase IV de Suarez (a batalha decisiva por um novo design dominante ou a manutenção do atual), ser o palco desse enfrentamento. O Japão não é o palco no qual se desenvolvem apenas as estratégias de manutenção do motor de combustão interna movido por combustível fóssil líquido. Há evidências objetivas muito fortes de que formas alternativas de motorização venham a batalhar com o design dominante atual no Japão; alternativas como CNG e LNG não são objeto de testes em veículos movidos a combustão interna no Japão.

Sendo esse um cenário provável, fica claro porque as montadoras americanas e europeias não estão presentes com mais força no mercado japonês ou buscando mais parcerias tecnológicas

com as mesmas. Parece que as barreiras de entrada construídas pelas montadoras japonesas no Japão e sua presença nos EUA sejam a resposta a esta questão. O Japão e suas montadoras estarão – se é que já não estão – no centro de qualquer decisão estratégica que as demais montadoras globais venham a tomar em torno de outros meios de automobildade em nível global.

8.6 Índia

A Índia é o típico exemplo de país no qual o motor de combustão interna movido a diesel não tem concorrentes e não há indícios de que qualquer manifestação alternativa em termos de motorização venha a ter o país como palco de experimentos. A preponderância do ICE é imensa e as regulações governamentais são tão fortes em torno dos ICEVs a diesel que os concorrentes possuem altas barreiras de entrada.

A Índia é o sexto maior mercado mundial em vendas de automóveis e comerciais leves (AUTOMOTIVE WORLD, 2011), com 3,4% das vendas mundiais. Fica atrás de China, EUA, Japão, Alemanha e Brasil. Seu mercado interno equivale a 18% do mercado chinês, mesmo com populações próximas, o que demonstra a baixa densidade veicular na Índia; estima-se que haja 22 veículos para cada 1000 habitantes (ANFAVEA, 2012). A Índia representa 7,6% das vendas de toda a Ásia.

As vendas de veículos novos em 2011 atingiu 2,6 milhões, uma queda em relação a 2010, mas em 2010 houve um crescimento sem precedentes em relação a 2009, aumento de 32% (BMI INDIA, 2012). Para o imenso contingente de indianos, o problema é o alto custo de aquisição e manutenção de um veículo, o que faz o país ser um campeão de vendas de motocicletas. O tamanho do mercado doméstico indiano é semelhante ao mercado britânico.

O país produziu em 2012 um total de 4,6 milhões de veículos de passageiros e comerciais leves, dos quais 563 mil (12% da produção) foram exportados: isso demonstra que a produção local é para consumo prioritário no próprio país. Entretanto, a BMI projeta uma produção de 6,2 milhões de veículos em 2016, com 719 mil (os mesmos 12% da produção) sendo exportados; assim, a previsão é de grande crescimento do mercado doméstico (BMI INDIA,

2012), objetivo de um plano governamental chamado “Automotive Mission Plan 2006 – 2016”.

O grupo Maruti Suzuki possui *marketshare* de 50% no segmento de veículos de passageiros, enquanto sua mais direta concorrente, a Mahindra & Mahindra possui 25%. A Tata Motors possui 52% de *marketshare* em veículos comerciais leves. O mercado doméstico é, portanto, dominado pelas montadoras indianas, com 77%.

O crescimento no mercado de caminhões leves fez com que Daimler e Scania revelassem investimentos em plantas de produção na Índia. Apesar do custo de produção na Índia ser um dos maiores entre os países da Ásia, algumas das maiores montadoras globais estão presentes, de olho no grande mercado local (BMI INDIA, 2012), provavelmente o maior ponto forte do país. As taxas de importação de veículos são altas, o que parece ser uma das barreiras de entrada para veículos híbridos.

As demais montadoras – Hyundai, General Motors, Ford e Toyota – possuem estratégias de crescimento no mercado local com a colocação de veículos predominantemente movidos a diesel. A Hyundai planeja introduzir no mercado indiano um veículo movido a LNG, enquanto a Ford quer aumentar as suas vendas locais por meio do SUV Ecosport. A General Motors iniciará a produção do Beat de 1.0l a diesel, o menor do mundo. A Toyota investe em novas fábricas de motores e transmissões; a montadora Toyota Kirloskar Motor (TKM) – subsidiária da Toyota na Índia – propôs à matriz da empresa no Japão instalar uma planta de produção de motores a diesel na Índia, devido à grande demanda por estes veículos no país.

O mercado é tão propício a modelos pequenos, de baixas cilindradas e baratos, que a Tata Motors possui dois projetos que chamam a atenção: uma nova versão de 800 cilindradas do modelo Nano, a ser lançada em 2013, para competir com os modelos Eon da Hyundai e Alto da Maruti Suzuki e um projeto de motor a ar comprimido sendo refinado na Índia.

Foram identificados 39 relatos de ações estratégicas envolvendo motorização, dos quais apenas 5 nas fases de pré – dominância e outros 34 na fase V, a pós – dominância, o que faz a Índia ser o sexto país em número de ações estratégicas reveladas em tecnologias de motorização no período de análise desta pesquisa; possui mais experimentos em manutenção

do ICE do que o Japão. O Gráfico 43 demonstra como a Índia tem forte motivação para a preservação dos ICEs.

Gráfico 43 – Distribuição das Ações Estratégicas Desenvolvidas pelos Stakeholders na Índia nos Anos de 2011 e 2012 por Fases da Dominância.

Esse é um perfil semelhante ao encontrado para a China, onde a pós – dominância também é mais presente. A Índia é local de atuação forte das montadoras. Os sistemistas pouco revelam seus projetos no país; exceções são a Bosch, que revelou investimentos de expansão de sua produção local de eletrônica embarcada e a Continental, que aumentará a produção de injetores e bombas de combustível. Em número de estratégias reveladas relacionadas com a manutenção do design dominante atual, seus 34 relatos perdem largamente para os EUA e ainda para a China e Reino Unido, mas se equiparam aos da Alemanha.

Na Índia, não se faz praticamente P&D com combustíveis alternativos; uma única exceção vem da Mahindra & Mahindra, que possui um experimento com biodiesel, revelado em 2012 e previsto para fornecer veículos nesta alternativa em 2015. Não há relatos de experimentos com ICEs movidos a fósseis gasosos (CNG, LNG) ou outros renováveis líquidos, como o etanol.

Nas fases de busca de designs alternativos ao ICE (fases I, II e III), a Índia, entretanto, fica em 9º. lugar entre todos os países pesquisados, mas apesar disso, chama a atenção pelo fato que as montadoras veteranas (*‘incumbents’*) locais são as que experimentam alternativas

interessantes ao ICE. Na fase I de Suarez (2004), a Mahindra & Mahindra revela dois projetos: o desenvolvimento de modelos híbridos e elétricos e com células de hidrogênio, a serem lançados a partir de 2015. Na fase II, a Tata revelou protótipo movido a ar comprimido. Mas os experimentos param por aí. Não há qualquer montadora global não – indiana a testar verticais tecnológicas distintas do atual design dominante na Índia. Assim, em relação às fases I, II e III de Suarez (a pré – dominância), a Índia não é um “*player*” importante. Poucas parcerias tecnológicas têm na Índia seu palco de desenvolvimento de projetos. A fase III de Suarez praticamente não existe.

A Índia é seguramente palco para desenvolvimento de estratégias de manutenção do motor de combustão interna movido por combustível fóssil líquido para as montadoras locais. Não há evidências objetivas de que formas alternativas de motorização venham a batalhar com o design dominante atual na Índia, pela simples inobservância de outras montadoras nas fases de pré – dominância.

A Índia está seguramente revelando ao mundo a sua intenção de preservar o atual design dominante. As montadoras indianas têm pouca penetração nos mercados externos; possuem mercado interno que suporta a produção local e enfrentam barreiras de entrada muito altas nos maiores mercados, especialmente EUA e Europa. É pouco provável que a Índia seja centro de qualquer decisão estratégica que as demais montadoras globais venham a tomar em torno de outros meios de automobilidade.

8.7 França

A França é o oitavo maior mercado mundial em vendas de automóveis e comerciais leves (AUTOMOTIVE WORLD, 2011). Seu mercado equivale a 15,7% do mercado chinês. As vendas em 2010 atingiram 2,6 milhões de veículos; em 2011, houve queda de 7%, resultando em 2,4 milhões de veículos vendidos. A França é o segundo maior mercado na Europa, com 17,1% de todas as vendas.

A BMI projeta uma produção de 2,44 milhões de veículos em 2016, com vendas de 2,95 milhões; a previsão é de pequeno crescimento do mercado doméstico, algo do tipo 1% ou 2%

(BMI FRANCE, 2012); os custos de produção na França são altos, o que faz com que a compra de veículos importados seja uma solução por vezes mais barata para os consumidores. A França é grande exportadora de veículos. A produção doméstica é dominada por três grandes montadoras, todas francesas: Citroën com 17,0%, Peugeot com 11,3% e Renault com 16,5%. O grupo Peugeot Citroën domina a produção doméstica de automóveis de passageiros, com 71% de *marketshare*. A Renault domina a produção doméstica de comerciais leves, com 66%.

As três montadoras francesas também dominam as vendas de veículos de passageiros novos. A Renault possui 22,1% de *marketshare* e sua coligada Dacia outros 4,6%, ficando o grupo Renault com 26,7%; a Peugeot possui 17,8% e a Citroën 14,6%, ficando o grupo PSA Peugeot Citroën com *marketshare* acumulado de 32,4%. Com isso, as francesas detêm 59,1% de *marketshare*. Volkswagen, Ford, Opel, Fiat, Toyota, Nissan e Audi completam o mercado, com participações que variam entre 6,5% e 2,3%. Em veículos comerciais leves, as três francesas detêm 66% do mercado de novos.

Foram identificados 38 relatos de ações estratégicas envolvendo motorização na França, dos quais 24 nas fases de pré – dominância e outros 14 na fase V, a pós – dominância, o que a faz o sétimo país em número de ações estratégicas reveladas em tecnologias de motorização no período 2011 – 2012. É um perfil exatamente oposto ao encontrado para a China, onde a pós – dominância é mais presente, mas é um perfil mais próximo do Japão. No Gráfico 44, pode-se perceber que a vocação da França é pelas atividades inerentes às fases da pré – dominância.

Fica uma constatação: a de que a França possui vocação para pesquisa e desenvolvimento de tecnologias alternativas ao ICE. Não se evidenciou qualquer experimento relacionado aos ICEs com o uso de combustíveis alternativos aos fósseis que hoje são utilizados. Na França, não se faz praticamente P&D com combustíveis alternativos, nem pelas montadoras francesas nem pelas estrangeiras presentes no país. As opções são ficar no atual design dominante (ICE + gasolina ou diesel) ou buscar a hibridização ou a eletrificação de motores.

Em número de ações estratégicas reveladas relacionadas com a manutenção do design dominante atual, seus 14 relatos perdem largamente para os países mais representativos, isto é, os países nos quais os *stakeholders* da indústria automobilística revelam as suas estratégias

tecnológicas de preservação do ICE. Montadoras e sistemistas franceses e não – franceses têm participação equilibrada. O pequeno número de ações estratégicas reveladas na fase V pode significar que o país está buscando ser uma alternativa aos experimentos ligados ao “não – ICE”. Entretanto, o governo francês, um dos sócios das três montadoras francesas, impõe condições de produção local que podem afetar a competitividade da indústria e possibilitar a entrada de concorrentes estrangeiros. Os altos custos trabalhistas de produção podem retirar investimentos importantes para a preservação da plataforma ICE + fóssil líquido, em especial, para o diesel.

Gráfico 44 – Distribuição das Ações Estratégicas Desenvolvidas pelos Stakeholders na França nos Anos de 2011 e 2012 por Fases da Dominância.

Nas fases I, II e III, de busca de designs alternativos ao ICE, a França melhora seu desempenho, se posicionando à frente de Coreia do Sul, Suécia e Índia. Revela ações estratégicas de formação de mercado (fase III) como o Reino Unido. Na fase II, se comporta como China e Coreia do Sul, mas fica muito atrás dos grandes lançadores de protótipos, EUA, Japão, Alemanha e Reino Unido. As montadoras francesas revelaram carros – conceito (fase I) na França nos anos de 2011 e 2012, demonstrando estratégia bastante arrojada. Importante destacar que os sistemistas franceses têm atuado nas fases de pré – dominância, nos campos de semicondutores, produção de baterias Li – ion, segurança de recarga e de padronização de especificações técnicas para equipamentos públicos de recarga.

A França talvez seja o país que mais acena com um futuro com eletrificação garantida para os usuários. O governo afirma que o país disporá de ampla infraestrutura de recarga (BMI FRANCE, 2012): um milhão de pontos de recarga em 2015 e 4 milhões em 2020. Isso significa ter 2 pontos de recarga para cada veículo novo vendido no país. Com isso, o governo divulga que ajudará a formar mercado para os EVs fabricados na França, pois adquirirá frota para as companhias públicas de serviços. Isso diminuiria as barreiras de entrada para os automóveis híbridos e eletrificados, baixando as desconfianças dos consumidores: até 2020, o governo francês espera que o país tenha uma frota de 2 milhões de HEVs e EVs. Isso desencadearia uma outra reação das montadoras, que produziriam mais HEVs e EVs, aumentando seu *marketshare* progressivamente. Assim, em 2030, segundo projeções da BMI (BMI FRANCE, 2012), a França teria 27% de sua frota rodante nos modos HEV e EV. Entretanto, nenhuma estratégia tecnológica ligada a FCEVs foi revelada na França ou por qualquer de suas montadoras.

As montadoras veteranas (*'incumbents'*) locais são as que experimentam alternativas tecnológicas ao ICE. Apesar de um número relativamente pequeno se comparado aos outros países mais bem posicionados em número de ações estratégicas reveladas em motorização, a França é um *"player"* muito importante. O país é palco de constantes revelações de carros – conceito e de lançamentos de protótipos, quase sempre nos salões internacionais de Paris.

A França pertence a um grupo de 6 países onde mais se tenta formar mercado de automóveis com design alternativo ao ICE. Juntamente com EUA, Japão, Alemanha, Reino Unido e China, a França é, seguramente, palco de desenvolvimento de estratégias tecnológicas de hibridização e eletrificação automotiva. O país “pende” mais para a pré – dominância do que para a pós – dominância, o que não quer dizer que na França não se desenvolva melhorias incrementais ao ICE. O papel que cabe à França parece ser o de rompedora do atual design dominante, uma típica *"first mover"*.

A França, assim como o Japão e a Alemanha, por meio de suas montadoras domésticas, está seguramente revelando ao mundo a sua intenção de, caso se avance tecnologicamente para a fase IV de Suarez (a batalha decisiva por um novo design dominante ou a manutenção do atual), ser o palco desse enfrentamento. As evidências de que formas alternativas de motorização venham a batalhar com o design dominante atual na França são fortes.

8.8 Suécia

A Suécia é o nono maior mercado europeu em vendas de automóveis e comerciais leves, mas não se encontra nem entre os 20 maiores do mundo (AUTOMOTIVE WORLD, 2011). Seu mercado equivale a apenas 2% do mercado chinês. As vendas em 2010 atingiram 328 mil veículos; em 2011, houve aumento de 10%, resultando em 361 mil veículos vendidos. A Suécia, apesar de ter mercado pequeno, tem se mostrado palco com alguma importância para experimentos em motorização, o que justificou sua inclusão nesta pesquisa. A produção doméstica é dominada por montadoras estrangeiras instaladas no país, além da Volvo e das montadoras de caminhões Scania e Volvo Trucks. A montadora Volvo hoje é controlada pela chinesa Geely.

Foram identificados 24 relatos de ações estratégicas na Suécia, o que a torna o oitavo país em quantidade de ações estratégicas reveladas em tecnologias de motorização nos anos de 2011 e 2012, atrás da França, mas à frente da Coreia do Sul. São apenas 6 relatos de ações estratégicas nas fases de pré – dominância e outros 18 na fase V, a pós – dominância. É um perfil que lembra o da Índia, de pouca presença em estratégias tecnológicas alternativas ao ICE. Em ambos estes países, a pós – dominância é mais presente. O Gráfico 45 ilustra este cenário em relação às fases da dominância na Suécia.

Esta característica observada não deixa dúvidas quanto ao fato de a Suécia, mesmo não sendo um dos maiores mercados para automóveis de passageiros e comerciais leves, ser um local utilizado para experimentos em motorização, mas somente pelas suas montadoras locais. Possui moderada vocação para pesquisa e desenvolvimento de combustíveis alternativos renováveis, tanto gasosos quanto líquidos; entretanto, não é palco expressivo para experimentos em formas alternativas de motorização. Praticamente todas as ações estratégicas reveladas são desenvolvidas por montadoras. Não foi evidenciado qualquer incentivo governamental ou regulação de mercado para busca de alternativas ao motor de combustão interna. O que se percebe é a busca de combustíveis alternativos aos fósseis convencionais. As opções testadas na Suécia são ficar no atual design dominante (ICE + gasolina ou diesel) ou buscar, com poucos experimentos dependentes da Volvo e da Scania (caminhões) a hibridização ou a eletrificação de motores.

Gráfico 45 – Distribuição das Ações Estratégicas Desenvolvidas pelos Stakeholders na Suécia nos Anos de 2011 e 2012 por Fases da Dominância.

Em número de ações estratégicas relacionadas com a manutenção do design dominante atual, seus 18 relatos perdem para a Índia, mas fica à frente da França. Sistemistas não têm qualquer participação. As ações estratégicas reveladas na fase V acenam com uma perspectiva de que o país esteja buscando ser uma alternativa geográfica aos experimentos ligados à continuidade do ICE. A Volvo, principal montadora do país, revelou em 2011 os elementos – chave de sua estratégia tecnológica futura: uma arquitetura veicular "*scalable*" e uma nova faixa de motores a gasolina somente com 4 cilindros, isto é, busca de *downsizing* de motores. A montadora revelou em 2012 que acredita firmemente que o gás liquefeito será usado como combustível em todo o mundo (a montadora sueca continua sendo a única na Europa a fabricar motores flex para uso de metano e diesel); o metano – diesel é uma mistura de 75% de LNG/LBG no diesel convencional. Volvo e Aga (outra empresa sueca) desenvolvem projeto de instalação de estações de abastecimento de LNG na grande Estocolmo.

Em 2011, introduziu a tecnologia "*stop – start*" para todos os modelos de veículos com transmissão automática da marca; preocupação com controle de emissões é uma estratégia presente. Busca para melhoria de eficiência no consumo de combustíveis passa pela busca de novos materiais para diminuir o peso dos automóveis.

Nas fases I, II e III, de busca de designs alternativos ao ICE, a Suécia tem perfil fraco, com poucos experimentos, mas em mais de uma frente, especificamente, HEVs, PHEVs e FCEVs. Não se testa EVs na Suécia. Na fase I, estão os experimentos com produção de baterias e os FCEVs; na fase II, possui protótipo de veículo que roda com gasolina e etanol E85. Na fase III, a formação de mercado se dá em lançamentos de ônibus e caminhões híbridos, mas nada foi revelado em relação a automóveis.

A Suécia é um caso muito específico, mas que chama a atenção: poucos experimentos, mas com diversidade de opções tecnológicas. O país é palco de experimentos de suas próprias montadoras; nenhuma montadora não sueca realiza experimentos lá. Não é um palco robusto de experimentações nem de estratégias tecnológicas de preservação nem de alternativas ao motor de combustão interna, o que faz da Suécia um “*player*” pouco decisivo no futuro. Testes de rodagem de modelos alternativos são feitos pela Volvo na Alemanha e no Reino Unido.

8.9 Coreia do Sul

A Coreia do Sul é o décimo primeiro maior mercado mundial em vendas de automóveis e comerciais leves (AUTOMOTIVE WORLD, 2011). É o quarto mercado na Ásia, ficando atrás de China, Japão e Índia. As vendas de veículos novos em 2011 no mercado doméstico atingiu 1,47 milhão, um aumento de 2% em relação a 2010 (BMI KOREA, 2012), sendo que a previsão é de um mercado interno de 1,6 milhão de veículos em 2016. O mercado local tem sido mais receptivo a marcas estrangeiras e as importações de veículos têm aumentado. Há uma longa tradição na Coreia do Sul de preservar o mercado interno, com medidas protecionistas para as montadoras locais. Sempre se disse que era mais fácil vender veículos sul – coreanos nos EUA do que vender veículos americanos na Coreia do Sul.⁴⁹

Em termos de produção, a Coreia do Sul tem números bem melhores: produziu em 2011, um total de 4,65 milhões de veículos, com previsão de produção de 4,76 milhões em 2016. Isso equivale a uma produção que consegue ser absorvida pelo mercado interno na ordem de 32%;

⁴⁹ “*South Korean market is heavily patriotic in buying small to medium passenger cars.*” (BMI KOREA, 2012).

os restantes 68% são para exportação. Ou seja, a Coreia do Sul é grande exportadora de veículos de passageiros e comerciais leves. As importações são basicamente de veículos de luxo, com BMW e Mercedes – Benz representando 40% delas.

Cinco montadoras dominam o mercado sul – coreano: Hyundai com 46,7%, Kia com 33,5%, General Motors Korea (GM Daewoo) com 9,5%, Renault Samsung com 7,6% e Ssangyong Motor com 2,6%. O grupo Hyundai – Kia é o maior grupo local, concentrando 80,2% do *marketshare*.

Em 2012, o vice – presidente de P&D da Hyundai – Kia revelou que a Hyundai não desenvolveria um veículo totalmente elétrico, apesar das duas montadoras já terem desenvolvido carros – conceito híbridos e eletrificados; em contrapartida, os modelos americanos possuem modelos EV já disponíveis ou a ponto de entrarem no mercado no mesmo momento em que o governo sul – coreano anunciou diminuições de impostos para as compras de EVs.

Foram identificados apenas 19 relatos de ações estratégicas envolvendo motorização na Coreia do Sul, dos quais 12 nas fases de pré – dominância e outros 7 na fase V, a pós – dominância. Na Coreia do Sul, não se faz P&D com combustíveis alternativos, sejam fósseis ou renováveis, sejam líquidos ou gasosos. As opções são ficar no atual design dominante ou investir na hibridização ou na eletrificação de motores. O Gráfico 46 expõe este perfil da Coreia do Sul como palco de experimentações.

Em número de estratégias reveladas relacionadas com a manutenção do design dominante atual, o país fica apenas em 9º. lugar, com todos os relatos concentrados em gasolina e diesel. O foco principal é inovação em motorização para ICEVs, além da expansão de plantas para produção de baterias para motores convencionais. Não há qualquer movimento estratégico realizado por qualquer montadora não – coreana, nem mesmo movimentos importantes de sistemistas no mercado local.

Nas fases de pré – dominância, a Coreia do Sul também tem desempenho aquém do que se poderia esperar. Há alguns lançamentos de carros – conceito pelas montadoras locais, mas

eles se dão em outros países. A Samsung e a LG, multinacionais de origem sul – coreana, têm demonstrado energia para entrar no mercado de baterias Li – ion para EVs.

Gráfico 46 – Distribuição das Ações Estratégicas Desenvolvidas pelos Stakeholders na Coreia do Sul nos Anos de 2011 e 2012 por Fases da Dominância.

O país não parece se apresentar como um palco de experimentos interessante pelas montadoras e grandes sistemistas mundiais, seja em relação a melhorias incrementais na motorização dominante seja em hibridização e eletrificação automotiva. Mesmo quando se tratou de realizar testes em frota de FCEVs, a Hyundai o fez na Escandinávia em 2011. Portanto, seja em relação às fases I, II e III de Suarez (a pré – dominância) ou a fase V (pós – dominância), a Coreia do Sul não é um “*player*” importante; não deverá ocorrer em seu território qualquer tipo de batalha tecnológica em torno do ICE. A Coreia do Sul poderia, entretanto, ser considerada um palco de desenvolvimento de estratégias de baterias para veículos HEVs e EVs a partir única e exclusivamente de suas multinacionais da indústria eletro – eletrônica. A Coreia do Sul é o segundo país em experimentos envolvendo células de combustível H₂, todas desenvolvidas pela Hyundai – Kia.

A decisão de se estudar o país se deu em função de suas montadoras, mais do que das forças e oportunidades que o país oferece para ser um potencial campo de experimentos em torno das verticais tecnológicas de motorização, forças essas que não possui e oportunidades que tampouco se mostram robustas.

8.10 Brasil

O Brasil é o quinto maior mercado mundial em vendas de automóveis e comerciais leves, com *marketshare* de 4,6% (AUTOMOTIVE WORLD, 2011). Fica atrás de China, EUA, Japão e Alemanha, este por pequena margem. Seu mercado interno equivale a 1/4 do mercado americano e a 1/5 do mercado chinês. As vendas de veículos de passageiros e comerciais leves alcançou a marca de 3,35 milhões em 2010 e de 3,40 milhões em 2011, um aumento de apenas 1,3%, muito pouco para quem atingiu 13% em 2009 e 9% em 2010. Na América Latina, o Brasil é líder absoluto, com 64,9% das vendas.

Previsões de crescimento apontam para um mercado interno de 5 milhões de veículos em 2016 (BMI BRAZIL, 2012), com 71% das vendas em automóveis de passageiros e 29% em comerciais leves. Hoje a relação é de 75% / 25%; em quatro anos, os comerciais leves ocuparão uma fatia maior do mercado. O Brasil continuará a ser importante exportador: a Argentina foi o destino de 56% das exportações em 2011, seguida da África do Sul com 22% e do México com 10% (ANFAVEA, 2012).

A frota brasileira de automóveis, estimada em 2012 em 39,2 milhões passará a ser de 48,8 milhões em 2016, um aumento de 24%, conforme projeção da Business Monitor International (BMI BRAZIL, 2012). Em 2011, vendeu-se 81% dos veículos de passageiros e comerciais leves com tecnologia *flex – fuel*.

A produção doméstica é dominada por montadoras estrangeiras instaladas no país há muitos anos; as quatro principais (Volkswagen, Fiat, General Motors e Ford) detiveram 79% do mercado em 2011 (ANFAVEA, 2012). No Brasil, a Volkswagen é a líder em vendas, com 26%, seguida da Fiat com 24%, da General Motors com 20% e da Ford com 9%. As francesas Renault e Peugeot Citroën vêm a seguir, com 12%; logo a seguir, as japonesas Honda e Toyota com 5%. A Anfavea (2012) estima que havia no Brasil, em 2010, um coeficiente de 6,1 habitantes por veículo, o que equivale a 164 veículos por cada 1.000 habitantes.

Foram identificados 12 relatos de ações estratégicas envolvendo motorização no Brasil, sendo 11 na pós – dominância e apenas 1 na pré – dominância. Ou seja, o Brasil não é palco de experimentos em tecnologias alternativas de motorização, apesar de ser o maior usuário de

combustíveis alternativos aos convencionais fósseis líquidos. É um perfil que lembra o da Índia, de pouca presença em estratégias tecnológicas alternativas ao ICE. Em ambos estes países, a pós – dominância é muito mais presente. O Gráfico 47 apresenta o perfil demonstrado pelo Brasil.

Gráfico 47 – Distribuição das Ações Estratégicas Desenvolvidas pelos Stakeholders no Brasil nos Anos de 2011 e 2012 por Fases da Dominância.

Esta característica observada não deixa dúvida quanto ao fato de que o Brasil, na visão dos *stakeholders* da indústria automobilística mundial, mesmo sendo um dos maiores mercados para automóveis de passageiros e comerciais leves, não é considerado um palco para pesquisa e desenvolvimento (fase I de Suarez), de prototipagem (fase II de Suarez) ou de formação de mercado (fase III de Suarez) para formas alternativas de motorização ao ICE.

Entretanto, possui elevada e notória vocação para pesquisa e desenvolvimento de combustíveis alternativos renováveis, tanto gasosos quanto líquidos. Todas as ações estratégicas reveladas são desenvolvidas por montadoras ou sistemistas. Não foi evidenciado qualquer incentivo governamental ou regulação de mercado para busca de alternativas ao motor de combustão interna. O que se percebe é a busca de combustíveis alternativos aos fósseis convencionais, em especial, o etanol e o biodiesel.

Merece menção a estratégia revelada pela PSA Peugeot Citroën de testar o combustível B30 (diesel mineral e 30% de biodiesel) nos modelos Peugeot 408, Citroën C4 Pallas e a van

Peugeot Boxer) para atender ao padrão Euro 5, assim como a divulgação de que aportará um total de investimentos de US\$1,5 milhão no Programa Brasileiro de Biodiesel.

Revelação de estratégias tecnológicas ligadas ao ICE comuns nos EUA, Europa ou Japão, são raras no Brasil: *turbocharging*, sistemas “*stop – start*”, motores de 3 cilindros, sistemas de controle de emissões, nenhuma dessas melhorias incrementais ao desempenho dos ICEs é divulgada como estando sendo implantadas no Brasil. O que leva à suposição de que o Brasil seja destino de tecnologias já em abandono nos países em desenvolvimento. Nesse sentido, as barreiras de entrada para novos “*players*” no mercado brasileiro se tornam baixas.

Da mesma forma, entrada de veículos compactos para atender à baixa densidade entre veículos e habitantes também se torna fácil, haja vista a grande “invasão” dos carros chineses nos últimos anos (BMI BRAZIL, 2012). A Chery planeja inclusive implantar fábrica no Brasil para produção de seus modelos no modo *flex – fuel* (BMI BRAZIL, 2012). Da mesma forma, a Nissan revelou intenção de investir US\$ 1,5 bilhão em uma fábrica em Resende; a Renault revelou investimentos de US\$563 milhões para ampliar sua fábrica de Curitiba. Ambas as montadoras investem financeiramente para ampliar seu *marketshare* local, mas vendendo apenas automóveis com motores de combustão interna. Não possuem qualquer plano de tentar formar mercado com modelos EVs ou HEVs semelhantes aos que testam na Europa.

Sem dúvida, essas características locais – aliadas à pouca capacidade de dispêndio da população em automóveis mais elaborados – formam barreiras de entrada muito altas para os híbridos ou elétricos. O Brasil, que já experimentou a adoção dos combustíveis gasosos, tem perfil insignificante para os experimentos das fases I, II e III; as únicas experiências locais em relação a alternativas ao ICE, são a dos ônibus movidos a hidrogênio na cidade de São Paulo e a dos ônibus híbridos em Curitiba. Em termos de automóveis, nenhuma revelação importante.

O Brasil merece ser um estudo de caso; apesar de poucos experimentos, possui o mais avançado programa de biocombustíveis de que se tem notícia. O país não é um palco robusto de experimentações nem de estratégias tecnológicas de preservação nem de alternativas ao motor de combustão interna, o que faz do Brasil um “*player*” pouco decisivo para as

possibilidades futuras de uma batalha tecnológica envolvendo a substituição do ICE. O Brasil poderia ser sim a única alternativa caso o etanol e o modo *flex – fuel* fossem adotados globalmente, pois já teria desenvolvido localmente todas as etapas de capacitação tecnológica necessárias.

8.11 Síntese dos Resultados

Os resultados consolidados e sintetizados dos países estudados encontram-se no Quadro 11, a seguir apresentado. Importante que se destaque que, em sendo o motor de combustão interna o design dominante mundial – mesmo que utilizando combustíveis alternativos –, haja um aglomerado de países disponibilizando condições para que ele possa se desenvolver mercadologicamente. Todo o mundo desfruta dos automóveis e, portanto, todos os países são potenciais palcos de experimentações. No entanto, um país ter uma frota de automóveis numerosa não significa ter condições de experimentações, seja do design dominante, seja dos designs alternativos que tentam se fixar no mercado; da mesma forma, um país com frota de automóveis pequena (muitas vezes, incompatível com o tamanho da população, casos de Índia, China e Brasil) não está impedido de se tornar palco de experimentações em motorização.

O objetivo do Quadro 11 é resumir o que foi depreendido das análises realizadas dos países nos quais são reveladas as ações estratégicas pelos diversos *stakeholders* da indústria automobilística mundial nos anos de 2011 e 2012. Disso resultou esta análise, na qual se pretende estabelecer quais países atuam nas fases de pré – dominância e de pós – dominância, e em que medida se dá essa participação: a ideia é que se conheça quais são os palcos de experimentação significativos para motorizações de automóveis.

Identificou-se, portanto, nove cenários possíveis:

- a) Países que são fortes palcos de experimentações nas duas fases (pré – dominância e pós – dominância): EUA, Alemanha, Reino Unido e Japão;
- b) Países que são palcos fortes de experimentações na fase de pós – dominância, mas com moderada força na pré – dominância: China;

- c) Países que são palcos fortes de experimentações na fase de pós – dominância, mas são palcos fracos para a pré – dominância: Índia;
- d) Países que são palcos fortes de experimentações na fase de pré – dominância, mas são palcos moderados na pós – dominância: não identificado nenhum país da amostra;
- e) Países que são palcos fortes de experimentações na fase de pré – dominância, mas são palcos fracos para a pós – dominância: não identificado nenhum país da amostra;
- f) Países que são palcos moderados de experimentações nas duas fases (pré – dominância e pós – dominância): França;
- g) Países que são palcos moderados de experimentações na fase de pós – dominância e são palcos fracos para a pré – dominância: Suécia;
- h) Países que são palcos moderados de experimentações na fase de pré – dominância e são palcos fracos para a pós – dominância: não identificado nenhum país da amostra;
- i) Países que são palcos fracos de experimentações nas duas fases (pré – dominância e pós – dominância): Brasil e Coreia do Sul.

Quadro 11 – Participação dos Países como Palcos de Experimentos nas Fases de Dominância

Palco de Experimentos	Fases	
	Pré - Dominância	Pós - Dominância
	Fases I / II / III	Fase V
Forte	EUA	EUA
	Alemanha	Alemanha
	Reino Unido	Reino Unido
	Japão	Japão
		Índia
		China
Moderado	China	França
	França	Suécia
Fraco	Suécia	
	Coreia do Sul	Coreia do Sul
	Brasil	Brasil
	Índia	

O Quadro 12 demonstra estes mesmos resultados, mas com uma configuração distinta, em outro formato, aglutinando os países por suas significâncias em atração de experimentações em motorização. A matriz foi construída a partir da análise dos resultados relacionados com as ações estratégicas reveladas pelas montadoras e demais *stakeholders* da indústria automobilística global. Esta interpretação de como se comportam os países em torno das motorizações conhecidas é um dos principais produtos desta tese.

Quadro 12 – Participação dos Países como Palcos de Experimentos nas Fases de Pré e Pós – Dominância

		Pós - Dominância		
		Forte	Moderada	Fraca
Pré - Dominância	Forte	EUA, Alemanha, Reino Unido e Japão		
	Moderada	China	França	
	Fraca	Índia	Suécia	Brasil e Coreia do Sul

Parece razoável pensar que os países com forte presença em experimentações, seja na fase de pré – dominância seja na fase de pós – dominância, saiam na frente como possíveis locais onde poderá se dar uma batalha decisiva envolvendo o motor de combustão interna. Em princípio, os que detêm “ativos” fortes de experimentações se posicionarão melhor: neste senso, EUA, Alemanha, Reino Unido e Japão parecem ser os futuros palcos de um possível confronto decisivo entre o ICE e alguma forma alternativa que o suceda. Um segundo time – formado por China e França – poderia ser considerado. Os demais não parecem reunir as qualificações necessárias para isso.

O Quadro 13 apresenta um resumo das competências e qualificações de cada país analisado em torno das tecnologias conhecidas em motorização. Do ponto de vista da estratégia e da teoria institucional, estes movimentos dos países se dão em um nível ambiental. Percebe-se

que alguns países têm posturas tão arraigadas com o design dominante que dificultarão uma possível ruptura no modelo dominante; caso específico seria o da Índia.

Poder-se-ia ainda considerar que alguns países podem induzir os movimentos de busca de alternativas ao ICE, o que resultaria em uma constatação da mudança provocada em nível ambiental; caso exemplar seria a França. Da mesma forma que algumas montadoras traçam suas estratégias tecnológicas tipicamente para “não ficarem para trás”, pode-se inferir que os países poderiam atuar da mesma forma. O Brasil e seu Pró – Álcool são um exemplo claro.

Quadro 13 – Grau de Participação dos Países como Palcos de Experimentos em Função dos Combustíveis e Formas Alternativas de Motorização

País	Combustíveis e Formas Alternativas de Motorização								
	Convencionais Fósseis Líquidos - Gasolina e Diesel	Alternativos Fósseis Gasosos	Renováveis - Biocombustíveis	EV	HEV	PHEV	FCEV	HPEV	HHV
Alemanha	***			**	**	**	*		
Brasil	*		***						
China	***		*	**					
Coreia do Sul	*						*		
EUA	***	***	***	***	***	***	***		*
França	**			*					
Índia	***		*					*	
Japão	***			**	**	**	*		
Reino Unido	***			**	*	*	*		
Suécia	**	**	***						

*** Participação Forte ** Participação Moderada * Participação Fraca

Há que se observar ainda o caso dos “*players*” para os quais qualquer solução resultante seria razoável: permanecer o ICE ou advir uma forma alternativa de motorização não traria muitas perdas, desde que ser “*early mover*” signifique ganhar vantagem competitiva duradoura. Neste caso, são quatro os países que estão aptos a “jogar o jogo”, qualquer que ele seja: EUA, Alemanha, Reino Unido e Japão. Estes quatro países são os únicos a apresentar condições imediatas de participar de uma batalha decisiva entre os concorrentes em motorização em seus territórios. O Quadro 13 mostra os combustíveis e as demais formas alternativas de motorização por país em que suas respectivas estratégias tecnológicas são reveladas. Perceba-se a grande densidade alcançada pelos EUA em praticamente todas as opções de motorização. Japão e Alemanha tentam acompanhar mais de perto, enquanto o Reino Unido um pouco mais de longe.

9 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os resultados encontrados nesta pesquisa serão apresentados em seis seções. Na primeira seção, de número 9.1, pretende-se mostrar os principais achados e contribuições desta pesquisa. Na seção 9.2, a ideia é discutir se há homogeneidade ou heterogeneidade nas estratégias tecnológicas reveladas pelas montadoras em torno da motorização e se isso é um movimento em nível de empresa ou em nível da indústria. Segue-se a seção 9.3 com a apresentação das verticais tecnológicas identificadas na indústria automobilística mundial, qual é a dominante e quais são as alternativas que desafiam o motor de combustão interna. A seção 9.4 pretende apresentar contribuições ao arcabouço (*framework*) de Suarez (2004), que foi a base teórica utilizada nesta pesquisa. A seção 9.5 apresenta algumas recomendações relacionadas com combustíveis e motorização, destinadas diretamente aos que propõem políticas públicas no Brasil. A seção 9.6 apresenta as limitações da pesquisa e as recomendações para futuras pesquisas. Este capítulo 9 pretende discutir de fato os resultados; não é intenção resumir o que foi encontrado.

9.1 Principais Achados e Principais Contribuições da Pesquisa

Esta seção pretende apresentar os principais achados da pesquisa, assim como as principais contribuições atingidas. Assim, pretende-se que este conjunto de evidências represente, de maneira substantiva, aquilo que foi descoberto em torno das estratégias tecnológicas reveladas pelas montadoras globais de automóveis e demais *stakeholders* da indústria. Não se aplicam a caminhões, ônibus, tratores ou outros equipamentos ou tipos de veículos automotores. O comportamento tecnológico observado das montadoras é, nada mais nada menos do que a resultante de suas estratégias tecnológicas emergentes; esse conceito ampliado de estratégia tecnológica, contextualizado na forma de um comportamento tecnológico revelado é uma contribuição importante da pesquisa. As montadoras claramente se posicionam de maneiras particulares; o Quadro 5 apresentado no Capítulo 5 descreve o posicionamento estratégico de cada uma das montadoras estudadas no período 2011 – 2012.

A tecnologia envolvendo o ICE continua dominante em todo o mundo e ainda continua sendo a tecnologia central de todas as montadoras globais. A quantidade de experimentos e ações estratégicas em torno do ICE superam largamente qualquer outra vertical tecnológica não baseada na combustão interna. A rivalidade proposta por Porter (1990, 1991) como uma força que pressiona os competidores em determinada indústria continua inabalável; os concorrentes (as montadoras), em sua grande maioria, continuam investindo fortemente na vertical tecnológica Combustão Interna e, sobretudo, em ICEs movidos a combustíveis fósseis líquidos. Os fósseis gasosos e os renováveis líquidos – substitutos claros dos fósseis líquidos – não substituem em nada a tecnologia dominante do ICE; ao contrário, na verdade só a reforçam no sentido em que o ICE precisa apenas de alguns ajustes ou melhorias incrementais para aceitar estes substitutos. As montadoras trabalham para a manutenção do ICE, o que as faria aceitar tais produtos substitutos, uma vez que os mesmos não impõem, de fato, qualquer ameaça aos ICEs. Entretanto, não se pode dizer o mesmo para as tecnologias substitutas dos ICEs, os eletrificados e os híbridos elétricos. Estas tecnologias também desafiam o ICE, mas em cenários diferentes. Enquanto os híbridos elétricos ainda utilizam os ICEs (seja com fósseis seja com renováveis), os elétricos seriam os únicos substitutos plenos, esta sim uma ruptura ao design dominante atual.

Logicamente que, quem está na concorrência, competindo pelo mesmo mercado, não quer produtos ou tecnologias substitutas que desafiem sua dominância e que advenham de novos entrantes. Ou seja, as montadoras não desejariam mexer no que está estabelecido, aquilo que está fortemente institucionalizado pela sociedade; se, no entanto, for preciso substituir, que essas tecnologias substitutas sejam de seu domínio tecnológico. Nesse sentido, não há evidências que uma não – montadora venha a romper as barreiras de entrada dessa rivalidade já estabelecida entre os fornecedores de automóveis movidos a combustão interna (ICEVs). Não se evidencia qualquer movimento significativo na indústria automobilística – no período de 2011 e 2012 – que permita supor que um dia uma pequena empresa (uma *start – up* ou uma empresa de “garagem”) consiga entrar nessa concorrência com uma tecnologia substituta que as montadoras já não tenham desenvolvido antes ou que não tenham condições de desenvolvê-la rapidamente se necessário. Um fenômeno similar ao que ocorreu na indústria da tecnologia da informação parece pouco provável que venha a ocorrer na indústria automobilística. Não se evidenciou qualquer grande movimento por parte de empresas

detentoras de tecnologias de eletrificação no sentido de produzirem elas mesmas a solução completa, no caso, os automóveis.

Os maiores e mais numerosos movimentos alternativos (ao ICE) se dão em torno dos HEVs e isso provavelmente se dá em razão da primeira tecnologia (a combustão interna) já ser de amplo domínio das montadoras; existem mais ações estratégicas relacionadas com motorização com os híbridos elétricos na fase III, de criação de mercado, do que com as outras alternativas. Apesar das outras opções tecnológicas (EVs, PHEVs, FCEVs) estarem mais atrás, no entanto, as montadoras possuem produtos testando o mercado e tentando criar uma base instalada de usuários para poder desafiar o design dominante. A Ilustração 17 apresenta o posicionamento das tecnologias de motorização em relação às fases de dominância propostas por Suarez (2004), a partir da janela de pesquisa compreendendo os anos de 2011 e 2012.

Ilustração 17 – Posicionamento das Formas de Motorização em Relação às Fases de Dominância

Os elétricos não são a principal aposta das montadoras; apenas a Nissan – Renault desenvolve mais ações estratégicas em torno dos EVs do que as demais. Todas as montadoras pesquisadas desenvolvem projetos em EVs, mas a Nissan – Renault sinaliza muito mais fortemente, com maior número de protótipos e de lançamentos no mercado; General Motors, BMW e Volkswagen – Audi parecem querer acompanhar, por meio de mais prototipagem de EVs. Todas as demais manifestam seu posicionamento preferido em torno dos híbridos, seja na fase II (de prototipagem) seja na fase III (de criação de mercado). A Toyota é a grande representante dos HEVs como a solução futura: possui muitos projetos em desenvolvimento, em prototipagem e no mercado.

Todas as montadoras desenvolvem opções em torno dos híbridos elétricos *plug – in* (PHEVs), menos a Honda e a Hyundai – Kia que sinalizam claramente não ter interesse significativo nessa tecnologia; curiosamente, ambas trabalham fortemente nos híbridos com células de combustível (FCEVs), mas com a Hyundai seguindo os movimentos da Honda. Ao mesmo tempo, a Honda tenta seguir a Toyota em HEVs. A Ford apresenta uma posição ‘no meio do caminho’, não deixando clara a sua opção tecnológica alternativa ao ICE. Faz um pouco de tudo, mas sem nenhuma densidade maior em torno de alguma tecnologia que não seja o ICE, que defende fortemente. Enquanto a Fiat não se apresenta como uma grande pesquisadora em formas alternativas de motorização, a Chrysler faz esse papel em nome do grupo, por meio de prototipagem de híbridos elétricos (HEVs e PHEVs); da mesma forma age a Hyundai em relação à Kia (quem se apresenta como inovadora no mercado é a Hyundai). O grupo Fiat – Chrysler se arrisca na hibridização não eletrificada, com um protótipo híbrido hidráulico em desenvolvimento nos EUA. O foco da PSA Peugeot Citroën é tentar formar mercado com híbridos elétricos, ao contrário de sua concorrente doméstica, a Renault, que aposta mais nos EVs.

A opção da maioria das montadoras em trabalhar mais com os HEVs na fase III (a fase da criação de mercado) pode ser uma sinalização de que, depois de quase duas décadas de investimentos em formas alternativas de motorização, é hora de tomar uma decisão em torno de uma única tecnologia que possa servir de teste para o desafio contra os ICEs. No entanto, demonstrar que se possui conhecimento mínimo adquirido em todas as verticais tecnológicas alternativas também é um sinal positivo para o mercado, que reconhece isso valorizando as ações das montadoras (BENNER, 2010). Há uma constatação que pode ser considerada uma

contribuição ao campo teórico: a maioria das montadoras, por serem de capital aberto, são obrigadas a não ficarem paradas, dando demonstrações de que ou sairão na frente (empreendedoras, as *'first movers'*) ou que conseguirão acompanhar rapidamente e de perto (seguidoras, as *'followers'*) os empreendedores. Esta proposição de Tripsas (2009) parece estar corroborada na indústria automobilística, na qual os valores partilhados (*"shared beliefs"*) estão expostos claramente.

No início dos anos 2000, a indústria parecia ter um consenso de que os HEVs seriam um interregno, uma solução intermediária para os FCVs, a ponto de se estimar que em 10 ou 20 anos, os FCVs substituiriam os ICEVs (VAN DEN HOED, 2004). Enquanto os japoneses se mostravam otimistas em relação aos FCVs, contrariamente eram os americanos e os europeus, mais propensos aos HEVs. O fato é que hoje, decorridos 20 anos do início desse período mais intenso de fermentação, os FCVs (baseados no ICE) praticamente não surgem mais como opção tecnológica para as montadoras. Os HEVs parecem estar mais à frente da corrida entre as opções tecnológicas ao ICE. Não se pode afirmar, com os dados obtidos nesta pesquisa para os anos de 2011 e 2012, que os HEVs sejam apenas uma opção intermediária.

Some-se a este cenário a questão dos combustíveis alternativos (fósseis gasosos e renováveis líquidos) que, de alguma forma, garantem a sobrevivência do ICE. Utilizar os ICEs rodando com combustíveis não convencionais, inclusive em formato bi – combustível, forma uma alta barreira de entrada para as formas alternativas de motorização. São diversas as pesquisas (BCG, 2010; ACCENTURE, 2011a, 2011b; PIKE, 2011a, 2011b; J. D. POWER, 2011; GARTNER, 2011; DELOITTE, 2012; KPMG, 2012; MCKINSEY, 2012) que provam que os consumidores adquiririam, se pudessem, automóveis híbridos ou elétricos, mas sem precisarem pagar nada extra por isso; a grande maioria dos pesquisados (de diferentes idades, países, condição socioeconômica) leva em conta o preço. Essa condição é proporcionada pelos combustíveis alternativos e os *flex – fuel*. A Ilustração 18 demonstra esse posicionamento dos combustíveis em relação às fases de dominância.

As montadoras estão muito cientes dos movimentos estratégicos que fazem em torno do ICE: muitas e pequenas melhorias incrementais, com novos materiais e ligas metálicas para os blocos de motores, sistemas de economia de combustível, sistemas de controle de emissões, motores menores (de menor consumo e que geram menos emissões). As montadoras (*firm –*

level) e a indústria automobilística (*industry – level*) estão entregando ao mercado seus produtos *paripassu*⁵⁰ o aumento do rigor das regulações governamentais dos países em que estão instaladas. Os movimentos estratégicos para preservação do ICE são muito intensos, muito maiores que os desenvolvidos em torno das tecnologias “não – ICE”. Essa institucionalização do ICE é tão forte que os atores têm dificuldade em alterá-la (NELSON; WINTER, 1982; DIMAGGIO; POWELL, 1983).

Ilustração 18 – Posicionamento dos Combustíveis Utilizados nos Motores de Combustão Interna em Relação ao Arcabouço de Suarez

Se for feita uma análise de acordo com as 5 forças de Porter (1990,1991) para a indústria automobilística como um todo, pode-se ter uma constatação ainda melhor: a rivalidade está estabelecida, é conhecida e não se percebe grandes preocupações quanto a novos entrantes (montadoras chinesas principalmente), até porque estas últimas entram ofertando a mesma tecnologia, os ICEVs (o que configura uma baixa barreira de entrada). Os produtos substitutos têm sua tecnologia dominada pelos próprios concorrentes que estabelecem a rivalidade e que

⁵⁰ As metas europeias de redução dos níveis de emissões de CO₂ (de pelo menos 80% da frota de veículos novos) para 2014 a um patamar de 130g/km já foram atingidas em 2010 (JATO DYNAMICS, 2011).

representam a indústria automobilística. Portanto, barreiras de entrada robustas diminuem a ameaça de novos entrantes com novas tecnologias nesse cenário competitivo. Quanto ao poder de barganha dos fornecedores, não há qualquer pressão; o item central dos automóveis, os ICEs, são produzidos pelas próprias montadoras. Apenas os sistemistas poderiam ser uma fonte de preocupação, mas nesse caso, as montadoras desenvolvem vários projetos em parceria, garantindo compartilhamento de tecnologias; somente nesta pesquisa, constatou-se um total de 49 parcerias tecnológicas entre montadoras e sistemistas. Entre sistemistas, foram 68 parcerias, mas nenhuma para desenvolver motores a combustão interna. Portanto, nada parece preocupar as montadoras a montante da sua cadeia produtiva.

A jusante, surgem os consumidores e seu poder de barganha pressionando a indústria; no entanto, a indústria não tem ofertado produtos alternativos aos ICEVs nas condições financeiras necessárias que façam o cenário dominante se modificar, com a formação de uma base instalada de novos usuários compradores de automóveis que não sejam movidos a combustão interna. A situação só poderia ser modificada a partir da ‘mão pesada’ dos governos (uma 6ª força ao modelo de Porter), regulando a entrada de novas tecnologias (SUAREZ; UTTERBACK, 1995; SUAREZ, 2004) em detrimento dos atuais ICEs. Seria uma tentativa de provocar a inovação por meio do conceito ‘a demanda puxa’ (*‘demand pull’*) (ABERNATHY; UTTERBACK, 1978), no qual a sociedade e os consumidores exigiriam melhores produtos do que aqueles existentes. A opção pelo modo ‘empurrar tecnologia’ (*‘technology push’*) só seria posta em prática pela indústria automobilística se houvesse ameaças potenciais de substituição da tecnologia dominante por novos entrantes ou se a nova tecnologia pudesse ser adquirida pelos consumidores pelo preço que as montadoras quisessem (o que é pouco provável que aconteça, pois não há monopólio).

Uma análise com base em Ansoff (1965) e sua matriz produto – mercado ajuda nesse entendimento. A Ilustração 19 apresenta uma interpretação de onde se situariam as atuais tecnologias de motorização existentes. As montadoras têm todo o interesse em exaurir a atual tecnologia dominante, o ICE, tentando vendê-la ao máximo. Em nível de montadora individual, cada uma quer conquistar o maior *marketshare* possível (quadrante superior esquerdo), vendendo mais produtos daquela tecnologia para o mesmo público. Isto é, para uma família que já tem um ICEV, a ideia seria vender um outro ICEV como um segundo carro. Para quem não possui um automóvel, a ideia seria vender um primeiro ICEV

(quadrante inferior esquerdo) ao invés de um ‘não – ICEV’. O sentido é exaurir uma vertical tecnológica (representada pelos dois quadrantes do lado esquerdo da matriz), conceito para o qual a matriz de Ansoff serve perfeitamente bem.

Ilustração 19 – Posicionamento das Formas de Motorização em Relação à Matriz de Ansoff

No caso de países como China e Índia, em que a densidade veicular é baixa, as montadoras tenderiam a “empurrar” o que já têm consolidado, uma tecnologia dominante institucionalizada em todo o mundo (quadrante inferior esquerdo): isto é, um produto existente (ICEV) para um mercado novo (todos os consumidores mundiais que não possuem um automóvel). A estratégia das montadoras seria desenvolver um novo mercado para seus produtos convencionais. A seta vertical descendente demonstra esse movimento.

Tendo vendido a sua tecnologia existente sob a forma de produtos ao mercado e não havendo mais como aumentar seu *marketshare* ou vender para mercados novos (os dois quadrantes da esquerda), restaria às montadoras buscar outra solução: oferecer novos produtos (no caso em questão, seriam os automóveis elétricos e híbridos elétricos) aos seus clientes (os de sua base

instalada) e os da concorrência, roubando-os. Isso é o que Suarez (2004) chamou de efeitos de rede e de custos de substituição, um fator em nível ambiental (*'environmental – level'*). No entanto, não é fácil roubar clientes de outras marcas, mas pode ser arriscado perder os seus já fidelizados. É nesse quadrante superior direito (produto novo para um mercado existente) que estão 'represadas' as formas alternativas de motorização, tentando se venderem para os mesmos consumidores que ainda têm a oferta dos ICEVs à sua disposição. As formas alternativas de motorização estão tentando adentrar o quadrante mais rentável, mas o ICE tende a não permitir, preservando seu território. Na Ilustração 19, a seta horizontal para a esquerda demonstra esse movimento.

Pensar no quadrante inferior direito significa diversificar. Significa vender algo novo para um mercado novo, mercado este que não compra nada da montadora, seja por opção do consumidor por outra marca seja por motivos econômicos; um exemplo seria vender os HEVs e EVs na China para os milhões de consumidores que nunca tiveram um automóvel. Como seria isso? É uma estratégia arriscada e, por isso, as empresas geralmente hesitam em adentrá-la (ANSOFF, 1965; COSTA, 2007).

Quatro países (EUA, Alemanha, Reino Unido e Japão) são os palcos mais fortes de experimentações tanto nas fases de pré – dominância quanto na fase de pós – dominância; os EUA são “um capítulo à parte”, pois desempenham papel preponderante no cenário da motorização. 40,4% de tudo o que foi revelado em 2011 e 2012 nas fases I, II e III e 47,2% de tudo o que foi revelado na fase V pelas montadoras ocorre nos EUA.

A seguir, vêm os países com perfil '10%': Alemanha, Reino Unido e Japão possuem, em média, percentuais semelhantes de participação como palcos de experimentações em motorização. Esses três países são muito fortes nas etapas de prototipagem e formação de mercado; isso provavelmente é devido aos seus ativos complementares propícios para desenvolvimento dos produtos e por possuírem mercados maduros e com poder aquisitivo para testarem a introdução de novas tecnologias.

A China se destaca relativamente bem na fase III, na qual as montadoras estrangeiras testam no mercado chinês a introdução de alternativas ao ICE. Mas é junto com a Índia que a China forma outro cenário. São muito robustos na fase V, ou seja, o número de experimentos em ICEs nesses dois países suplanta em muito o número de experimentos nas fases de pré –

dominância, em especial, na Índia. Não se testa nem se tenta formar mercado na Índia com soluções ‘não – ICE’. A Tabela 11 detalha esses dados. Os números em negrito e itálico destacam os melhores referenciais.

Portanto, há uma primeira contribuição desta tese de doutorado, que é a própria abordagem metodológica utilizada: a “*grounded research*”. Não foram encontrados outros trabalhos utilizando esta abordagem, o que possibilita que novos estudos possam percorrer este caminho metodológico; uma abordagem com 4 pontos de vista, 4 olhares sobre as estratégias tecnológicas em motorização, procurando-se compreender o que ocorre sob o olhar de quem mexe diretamente com isso, as montadoras, mas também buscar o entendimento do fenômeno pelos ângulos dos combustíveis, dos países que abrigam a realização dessas estratégias e das fases de construção de uma dominância tecnológica.

Essas quatro visões, se lidas de forma integrada, devem proporcionar uma compreensão do fenômeno muito mais profunda. Não se encontrou qualquer evidência de trabalho de pesquisa semelhante que tenha se valido desta amostragem atípica “montadoras – países – combustíveis – fases da dominância”, amostragem esta advinda do método diferenciado de coleta de dados.

A segunda contribuição que se apresenta é em relação ao tamanho da amostra, sua diversidade e sua amplitude: mais de 1.200 artigos específicos sobre motorização e um conjunto de 25 montadoras estudadas que representam mais de 87% do total do *marketshare* mundial. Dez países estudados porque é neles que se desenvolvem as estratégias tecnológicas das montadoras, neles se divulgam os carros – conceito, neles se desenvolvem testes dos protótipos e onde são lançados ao mercado aqueles que serão os carros do futuro. Enfim, uma amostra ampla, diversa, heterogênea, aleatória (pois resulta da ‘*grounded research*’), com participação de vários dos *stakeholders* importantes da indústria automobilística.

Tabela 11 – Participação dos Países em Cada Fase da Dominância

País	Indicador	Fases da Dominância					
		Fase I	Fase II	Fase III	Total (I/II/III)	Fase V	Total Geral
EUA	Experimentos Revelados	28	85	60	173	231	404
	Participação da Fase em Relação à Pré - Dominância e em Relação ao Total Geral	16%	49%	35%	43%	57%	na
	Participação da Fase no País em Relação ao Total daquela Fase	41%	42%	38%	40%	47%	44%
Alemanha	Experimentos Revelados	10	30	24	64	37	101
	Participação da Fase em Relação à Pré - Dominância e em Relação ao Total Geral	16%	47%	38%	63%	37%	na
	Participação da Fase no País em Relação ao Total daquela Fase	15%	15%	15%	15%	8%	11%
Reino Unido	Experimentos Revelados	9	27	17	53	46	99
	Participação da Fase em Relação à Pré - Dominância e em Relação ao Total Geral	17%	51%	32%	54%	46%	na
	Participação da Fase no País em Relação ao Total daquela Fase	13%	13%	11%	12%	9%	11%
China	Experimentos Revelados	7	11	14	32	60	92
	Participação da Fase em Relação à Pré - Dominância e em Relação ao Total Geral	22%	34%	44%	35%	65%	na
	Participação da Fase no País em Relação ao Total daquela Fase	10%	5%	9%	7%	12%	10%
Japão	Experimentos Revelados	8	30	20	58	31	89
	Participação da Fase em Relação à Pré - Dominância e em Relação ao Total Geral	14%	52%	34%	65%	35%	na
	Participação da Fase no País em Relação ao Total daquela Fase	12%	15%	13%	14%	6%	10%
Índia	Experimentos Revelados	3	1	1	5	34	39
	Participação da Fase em Relação à Pré - Dominância e em Relação ao Total Geral	60,0%	20,0%	20,0%	12,8%	87,2%	na
	Participação da Fase no País em Relação ao Total daquela Fase	4,4%	0,5%	0,6%	1,2%	7,0%	4,3%
França	Experimentos Revelados	1	9	14	24	14	38
	Participação da Fase em Relação à Pré - Dominância e em Relação ao Total Geral	4%	38%	58%	63%	37%	na
	Participação da Fase no País em Relação ao Total daquela Fase	1%	4%	9%	6%	3%	4%
Suécia	Experimentos Revelados	2	2	2	6	18	24
	Participação da Fase em Relação à Pré - Dominância e em Relação ao Total Geral	33%	33%	33%	25%	75%	na
	Participação da Fase no País em Relação ao Total daquela Fase	3%	1%	1%	1%	4%	3%
Coreia do Sul	Experimentos Revelados	0	8	4	12	7	19
	Participação da Fase em Relação à Pré - Dominância e em Relação ao Total Geral	0%	67%	33%	63%	37%	na
	Participação da Fase no País em Relação ao Total daquela Fase	0%	4%	3%	3%	1%	2%
Brasil	Experimentos Revelados	0	0	1	1	11	12
	Participação da Fase em Relação à Pré - Dominância e em Relação ao Total Geral	0%	0%	100%	8%	92%	na
	Participação da Fase no País em Relação ao Total daquela Fase	0%	0%	1%	0%	2%	1%
Total	Experimentos Revelados	68	203	157	428	489	917
	Participação da Fase em Relação à Pré - Dominância e em Relação ao Total Geral	16%	47%	37%	na	na	na
	Participação da Fase em Relação ao Total Geral	7%	22%	17%	47%	53%	na

A terceira contribuição vem da compreensão de como e onde ocorrem os movimentos estratégicos das montadoras globais a partir de necessidades de inovações tecnológicas de motorização. A brecha existente na investigação desse problema de pesquisa parece ter sido, em parte, sanada, tendo-se construído uma pesquisa com resultados que proporcionam uma análise completa e que envolveu, concomitantemente, os movimentos estratégicos da grande maioria das montadoras em torno de todas as opções tecnológicas de motorização existentes, nas várias fases da dominância tecnológica e em todos os palcos de experimentações mundiais. Assim, a identificação de todas as verticais tecnológicas que se desenvolvem atualmente em torno da motorização dos automóveis é uma contribuição alcançada.

Uma quarta contribuição diz respeito aos atores (*'stakeholders'*) deste cenário de experimentações em torno da motorização: o pesquisador se propôs a identificar quais e quantas empresas estão participando, neste período recente da pesquisa (2011 e 2012), desta grande movimentação em torno da motorização automotiva e com qual grau de importância e de investimentos. Estes resultados podem ser verificados nos Capítulos 5 e 6, além do Apêndice 1, que apresenta todas as *stakeholders* da indústria automobilística mundial presentes na pesquisa.

A partir da identificação de quais são as estratégias tecnológicas em motorização que ocorrem em nível global, pode-se inferir que há indícios de que as grandes montadoras globais (as veteranas ou *'incumbents'*) continuarão a desenvolver motorizações de maneira incremental, acompanhando a dinâmica normal de mercado. Neste cenário hipotético, elas continuariam o desenvolvimento de motores a combustão interna [movidos a gasolina e diesel ou a gás natural comprimido (CNG), líquido (LNG) ou mesmo bi – combustíveis] ou ainda os híbridos (HEVs). Inovações radicais, por serem mais arriscadas, seriam postergadas, necessitando de políticas governamentais explícitas para encorajar as grandes montadoras globais a desenvolverem tais tecnologias, especialmente veículos híbridos elétricos movidos a hidrogênio (FCEVs, *Fuel Cell Electric Vehicles*) e veículos elétricos puros (EVs). Isso sem falar nos híbridos não eletrificados, movidos a ar comprimido e a água. Esta é uma quinta contribuição da pesquisa.

9.2 Homogeneidade e Heterogeneidade das Estratégias Tecnológicas Reveladas pelas Montadoras em Motorização

Existem muitos contextos institucionais, e todos muito distintos, nos vários países em que os ICEVs estão presentes, o que, em princípio, dificultaria comportamentos miméticos por parte das montadoras. Apesar de todas estarem testando praticamente todas as formas alternativas de motorização, fica claro com os resultados desta pesquisa que há preferência entre elas por diferentes alternativas em cada fase da dominância. A ideia de que as empresas se comportam isomorficamente (HANNAN; FREEMAN, 1977; ALDRICH, 1979; NELSON; WINTER, 1982; DIMAGGIO; POWELL, 1983) e que agem de forma mimética parece contar com evidências fortes entre as montadoras. As montadoras optam por diferentes tecnologias alternativas nas diversas fases da dominância, mas testam, quase sempre suas opções em palcos domésticos, revelando uma homogeneidade de atuação e, portanto, uma homogeneidade em suas estratégias tecnológicas.

Uma indústria que age e reage coletivamente seria improvável; as montadoras japonesas se acompanham, as Big 3 se acompanham, as francesas idem. Isso representaria um mimetismo seletivo⁵¹. Afinal, as regulações diferem de país para país, as normativas idem. As japonesas Honda, Nissan e Mitsubishi acompanhariam a líder Toyota; com isso, haveria uma heterogeneidade entre as regiões. O que se faz na China é diferente do que se faz na Europa etc. No entanto, não parece ser apenas isso o que ocorre na prática; as questões locais existem, mas não suplantam as mundiais. As fronteiras da concorrência se alargaram.

De fato, há convergência de 8 (das 15 maiores montadoras estudadas, excetuando-se as chinesas) montadoras em torno dos HEVs na fase III, a de criação de mercado. À exceção da Nissan – Renault que foca fortemente em EVs na fase III e da General Motors (mas sem a mesma ênfase), da Fiat e Kia, que não possuem projetos alternativos (deixam essa responsabilidade para a outra marca do grupo), pode-se dizer que há predominância significativa das maiores montadoras globais pelos HEVs neste atual momento revelado pela pesquisa, os anos de 2011 e 2012. Essa ‘quase – homogeneidade’ em torno de uma única forma alternativa de motorização, entretanto, poderia ser questionada quanto aos palcos de experimentações: a não ser pela Toyota, que prefere os EUA (além do Japão na fase III), as

⁵¹ Conceito utilizado por Van Den Hoed (2004a).

demais montadoras, indistintamente, utilizam seus mercados domésticos para promover a inserção das formas alternativas de motorização, o que caracterizaria um certo grau de heterogeneidade.

Há avanços similares entre as montadoras, movimentos estratégicos muito homogêneos; mas em nível da indústria, não se poderia afirmar que a homogeneidade está presente, pois a indústria não planeja deliberadamente isso. No entanto, à luz das estratégias emergentes (MINTZBERG, 1978; MINTZBERG; WATERS, 1985), se forem “somadas” todas as ações estratégicas que as montadoras realizam, perceber-se-á que a indústria avança homogeneamente na fase de pós – dominância e heterogeneamente nas fases de pré – dominância. Há homogeneidade, pois “todas estão de olho em todas” (DIMAGGIO; POWELL, 1983), copiando as iniciativas das concorrentes, mas também há heterogeneidade, pois cada uma gostaria de ser a rompedora (*‘first mover’*) nas novas tecnologias.

Qualquer avanço nas tecnologias alternativas é incerto e impreciso; todas as alternativas ao paradigma dominante (ICEVs movidos a gasolina ou diesel) requererão tantas inovações radicais (*‘breakthroughs’*) nas tecnologias complementares que dificilmente poderá ser abraçado por completo se não for por toda a indústria. Neste sentido, haveria homogeneidade da indústria. No entanto, em razão das inserções individuais muito distintas das montadoras pelas fases mais avançadas da pré – dominância, há que se considerar que há heterogeneidade entre as montadoras.

A heterogeneidade entre as montadoras pode existir, seria anormal se não existisse: a partir de uma situação em que algumas delas não tenham acesso equilibrado (simétrico) a novas tecnologias, utilizarão seus recursos e tomarão decisões próprias em relação a essas novas tecnologias (NELSON; WINTER, 1982; DOSI, 1982; BARNEY, 2001). Sobretudo quando houver interpretações distintas do ambiente institucional, isso causará heterogeneidade. Nesta pesquisa, constata-se que há heterogeneidade e isso se restringe exclusivamente à quantidade de ações estratégicas realizadas pelas montadoras⁵²; nesse sentido, a heterogeneidade percebida entre as montadoras – que pode ter sido originada pela história de cada uma ou pelo aporte financeiro inicial que cada uma construiu (BARNEY, 2001) – faz muito sentido.

⁵² Isso pode ser mais bem analisado no Quadro 5, Capítulo 5.

O que se concluiu desta pesquisa é que (a) há entre as montadoras interpretações distintas do ambiente institucional e (b) todas estão testando “um pouco de tudo”. Interpretações distintas e “apostas” do que poderia ser um design alternativo ao dominante ICE podem ser consideradas fontes de heterogeneidade nos movimentos estratégicos das montadoras. Mas pela preservação do design dominante atual, as montadoras desenvolvem estratégias tecnológicas muito homogêneas, muito parecidas, quase que cópias umas das outras.

Isso se justifica, pois grandes empresas teriam menor vontade de arriscar mudanças radicais (CHANDY; TELLIS, 2000; TRIPSAS, 2009), o que poderia ser uma resposta ao seu comportamento conservador em termos de tentar criar mercado para as formas alternativas de motorização. Tripsas (2009) argumenta que, quando uma empresa revela que está buscando uma nova tecnologia, a organização pode estar violando os seus valores e características – chave (*‘core features’*) e que estão associados à sua identidade enquanto organização.

Assim, pode-se dizer que, na pós – dominância, a homogeneidade se manifesta na indústria como um todo, isto é, a homogeneidade entre as montadoras seria um movimento resultante de estratégias tecnológicas copiadas entre elas. Mimetizar significaria possuir estratégias defensivas muito mais do que ofensivas; os motivos para esse comportamento são aqueles relatados na teoria institucional [reduzir incertezas, reduzir riscos de ficar para trás e ganhar legitimação perante os *stakeholders* (reguladores, acionistas, consumidores)] (HANNAN; FREEMAN, 1977; NELSON; WINTER, 1982; BENNER, 2010). Além disso, as montadoras precisam demonstrar competência em tecnologias alternativas para seus acionistas, mas também para seus demais *stakeholders* (TRIPSAS, 2009; BENNER, 2010).

Mimetizar comportamentos estratégicos sugere que investimentos em tecnologias alternativas não deveriam ser compreendidos automaticamente como um ato de genuína crença ou altas expectativas nessas tecnologias alternativas, mas sim como uma demonstração de que as montadoras estariam preparadas (todas elas) para oferecerem as tecnologias alternativas quando, e se, for necessário. Fato relevante é que o mimetismo poderia se dar regionalmente: China, Ásia, Europa, Brasil. No entanto, como as montadoras escolhem, preferencialmente seus mercados domésticos para fazerem as tentativas de criação de mercado, fica patente que as matrizes não inserem as suas subsidiárias na realização dessas estratégias. Mesmo a fase de

prototipagem, a fase II, privilegia os países de origem das montadoras. Mimetizar significaria diminuir riscos, reduzindo decisões incorretas em face da incerteza presente.

Não há evidências de que as subsidiárias das montadoras exerçam papel relevante nas fases II e III. A pesquisa não se propôs a conhecer a origem dos projetos de P&D que resultam em carros – conceito; entretanto, ficou evidenciado que, na fase I, as montadoras apresentam comportamento distinto daquele demonstrado nas fases II e III. Preferem revelar seus carros – conceito em mercados compradores de produtos inovadores: Paris, Genebra, Detroit, Pequim, locais dos salões internacionais mais importantes. Nesse sentido, todas atuam da mesma forma, revelando os resultados de suas P&Ds nos mesmos locais e ao mesmo tempo. Há um comportamento mimético em todas as montadoras nas fases II e III: o segundo mercado (depois do mercado doméstico) a ser procurado sempre são os EUA. Isso tudo sinaliza para um movimento em nível da indústria (*'industry – level'*), nível de análise ausente no arcabouço de Suarez.

Os resultados da pesquisa também demonstram que, para alguns grupos de montadoras, adota-se estratégia de que uma delas se apresente como aquela que foca no desenvolvimento de estratégias alternativas em motorização: a Hyundai preserva a Kia para a motorização convencional. Os grupos Volkswagen – Audi, Nissan – Renault e PSA Peugeot Citroën não fazem distinção das marcas para se apresentarem como proponentes de motorizações eletrificadas ou hibridizadas; a General Motors utiliza a Opel para testar as formas alternativas na Europa. A Fiat desloca a Chrysler para as estratégias alternativas em motorização. A Itália simplesmente não é palco de experimentações por parte das montadoras, nem mesmo da Fiat.

Mas se há de fato o mimetismo, quem está sendo mimetizado? Exemplos de quem saiu na frente, os rompedores (*'front runners'*), ou os primeiros entrantes (*'first movers'*) (VAN DEN HOED, 2004): a General Motors em 1990 apresentando os seus EVs, a Daimler Benz demonstrando o seu FCV em 1996, a Toyota apresentando o seu HEV Prius em 1997, a VW em 2003 no Brasil com o *flex – fuel*. Todos esses movimentos reforçam a credibilidade das montadoras e aumentam a sua reputação perante seus *stakeholders*, pois apresentam propostas alternativas aos regimes tecnológicos dominantes. Ora, se uma Toyota embarca em um desafio com HEVs, isso repercute em toda a indústria, fazendo com que as demais montadoras a sigam, criando um movimento em nível da indústria (PORTER, 1991). O

contrário não necessariamente seria verdadeiro, isto é, se depois de um tempo, ainda uma montadora resistir a entrar, as outras retornariam e desistiriam das trilhas que escolheram? Exemplo é o caso do *flex – fuel* no Brasil: depois das principais montadoras terem aderido em 2003 e 2004, a sul – coreana Hyundai só aderiu em 2011. Nenhuma das montadoras que haviam entrado retornou de sua escolha estratégica, até porque o mercado reconheceu e institucionalizou a solução alternativa proposta. Houve homogeneidade da indústria.

Há ainda um comportamento relativamente homogêneo em relação às parcerias tecnológicas desenvolvidas entre montadoras e entre montadoras e sistemistas, seja nas fases de pré – dominância seja na fase de pós – dominância. Muitas montadoras enxergam nas parcerias uma estratégia tecnológica, mas nem todas a praticam. Parcerias que soariam estranhas (Ford e Toyota, BMW e PSA Peugeot Citroën, Toyota e EDF Energy, Volvo e Siemens, General Motors e LG, Nissan e GE, Toyota e BMW, BMW e Samsung, Suzuki e Fiat, Ford e PSA Peugeot Citroën), na verdade se revelam estratégicas para impedir a entrada de tecnologias substitutas que não sejam de domínio das montadoras.

Todas as montadoras possuem algum tipo de parceria, seja com outra montadora seja com uma sistemista, em maior ou menor intensidade, tanto na pré – dominância quanto na pós – dominância. Praticamente todas as montadoras estabeleceram *joint ventures* para poderem se estabelecer na China, o maior mercado mundial. Há uma convergência nos tipos de parcerias, todas voltadas para melhorias incrementais na fase V ou em torno de tecnologias de baterias nas fases I, II e III. É isso o que as montadoras estão construindo, ou seja, acesso a conhecimento tecnológico e competências que são difíceis de produzir a partir do zero. A presente pesquisa enseja, no entanto dúvidas quanto aos aspectos de homogeneidade e heterogeneidade no tempo; em períodos mais curtos, pode parecer que a heterogeneidade é mais razoável, enquanto em períodos mais longos de análise (e com acréscimo de mais dados e informações), a homogeneidade pode soar melhor.

Em resumo, após a argumentação apresentada acima nesta seção, a homogeneidade das estratégias tecnológicas das montadoras na pós – dominância e a heterogeneidade das estratégias tecnológicas das montadoras na pré – dominância podem ser confirmadas com base na teoria institucional, na teoria baseada em recursos e no campo da estratégia; no entanto, é importante ressaltar que a pesquisa não pretendeu responder sobre homogeneidade

ou heterogeneidade entre as montadoras como um todo. Há uma distinção muito grande entre esses dois comportamentos estratégicos. Para a Teoria Institucional (HANNAN; FREEMAN, 1977; NELSON; WINTER, 1982; DIMAGGIO; POWELL, 1983), as pressões localizadas (regulações) e pressões culturais determinariam as preferências: o diesel na Europa, o CNG nos EUA, o *flex* no Brasil, ICEVs na China, EVs na França (tradição dos fabricantes de baterias?), HEV no Japão (indústria eletroeletrônica?). Isso significaria um fenômeno passageiro, enquanto essa etapa de fermentação está ocorrendo; após essa fase, tudo voltaria ao normal, produzindo nova onda de isomorfismo. A heterogeneidade diminuiria, dando lugar a movimentos ‘quase’ homogêneos.

O atual momento – que a pesquisa tentou capturar na janela dos anos de 2011 e 2012 – parece acenar para um ‘fechamento do fole’, isto é, de convergência das opções tecnológicas, de diminuição de possibilidades, de afunilamento, de peneiramento, de concentração nas poucas tecnologias alternativas que, de fato, poderão enfrentar o atual paradigma de motorização. Nesse sentido, é relevante agora analisar (na seção 9.3 que se segue) o cenário de todas as verticais tecnológicas disponíveis para a indústria automobilística e seus representantes maiores, as montadoras.

A heterogeneidade observada entre as montadoras faz sentido, na medida em que, para se diminuir a incerteza a respeito do potencial tecnológico das alternativas em motorização, das necessidades dos consumidores e do potencial de mercado, as montadoras testariam todas as alternativas possíveis; ao receberem sinais de resposta dos seus consumidores e do mercado, conseguem tomar melhores decisões sobre qual vertical tecnológica aprofundar.

9.3 A Dominância Tecnológica em Motorização: as Verticais Tecnológicas Dominantes e as Verticais Tecnológicas Alternativas

Há claramente uma dominância dos veículos movidos a combustão interna, os ICEVs. Seja (1) com o uso dos tradicionais combustíveis fósseis gasolina e diesel, (2) seja pelo uso dos combustíveis fósseis gasosos alternativos CNG, LNG e, em menor escala, LPG ou (3) com o uso dos renováveis, em especial o etanol ou ainda, (4) em escala menor e concentrada em algumas regiões, o *flex – fuel*, misturando renováveis líquidos com combustíveis fósseis

líquidos ou gasosos, o motor de combustão interna domina globalmente, mantendo-se como o sistema central do automóvel e o design dominante mais representativo para a indústria automobilística.

A Combustão Interna é a vertical tecnológica em motorização mais robusta existente atualmente, fato obtido da análise dos anos de 2011 e 2012. É nela que as montadoras têm desenvolvido uma quantidade muito grande de melhorias incrementais para aumentar a eficiência do motor de combustão interna.

A Ilustração 20 é um dos principais produtos da tese; ela demonstra todas as verticais tecnológicas existentes e as suas diversas variações em função dos combustíveis ou fontes alternativas de energia. A vertical tecnológica “Combustão Interna” é a mais importante e a que mais se aprofundou em tecnologia de motorização. As suas derivações “combustão interna – fósseis líquidos – gasolina” e “combustão interna – fósseis líquidos – diesel” são as mais importantes, dominam a motorização e possuem barreiras de entrada muito altas contra as demais verticais tecnológicas e mesmo para as derivações verticais tecnológicas “amigas”⁵³, caso das derivações “combustão interna – fósseis gasosos”, “combustão interna – renováveis líquidos e gasosos” e “combustão interna – *flex – fuel* (fósseis e renováveis)”.

No caso destas duas últimas, a maior expressividade se dá com o etanol (no Brasil e nos EUA) e com as misturas gasolina + etanol (no Brasil) e gasolina + CNG (nos EUA). Algumas derivações da vertical tecnológica “Combustão Interna” chegam a ser mais importantes e mais robustas que outras verticais tecnológicas em motorização alternativa, em especial, a eletrificação e a hibridização não eletrificada.

Na Ilustração 20, o leitor deve ficar atento à legenda: quanto mais espessas as linhas, mais robustas são aquelas verticais tecnológicas e, quanto mais aprofundadas no sentido vertical, mais essa vertical tecnológica avançou no seu desenvolvimento tecnológico. A presente pesquisa constatou que, antes de se pensar nas demais alternativas “não – ICE”, a indústria automobilística vai aprofundar ainda mais a vertical tecnológica vigente, que determina o ICE como o design dominante. Todas as estratégias tecnológicas reveladas pelos *stakeholders* da indústria automobilística nos anos de 2011 e 2012 demonstram a ênfase em preservá-lo.

⁵³ As derivações “amigas” estão apresentadas à esquerda da Ilustração 20. O leitor deve “ler” a Ilustração a partir de seu elemento central, a vertical tecnológica “Combustão Interna”.

Ilustração 20 – As Verticais Tecnológicas em Motorização

Os produtos substitutos estão sendo bloqueados fortemente por barreiras de entrada muito altas; em relação aos consumidores, o poder de barganha junto às montadoras se manifesta com a oferta numerosa de modelos (muitas vezes, sem muita incorporação de tecnologia⁵⁴), fazendo os consumidores não considerarem fortemente as alternativas tecnológicas, barrando a sua entrada na concorrência e, com isso, fortalecendo os ICEVs. Os combustíveis alternativos para uso nos ICEVs são verdadeiras oportunidades para manutenção dos ICEs. O modelo das Cinco Forças de Porter (1990, 1991) se ajusta muito bem ao entendimento dos movimentos atuais em torno do motor de combustão interna.

Como os consumidores levarão em conta para um possível *‘trade – off’* entre ICEVs e não – ICEVs os custos do produto, caberá em grande parte, à indústria que se posiciona a montante – os fornecedores de autopeças e outras tecnologias automotivas atuais (baterias) ou futuras (hidrogênio) – encontrarem formas de baixarem custos de produção para, consequentemente, serem incorporados itens nas formas alternativas de motorização, disponibilizando-os a seguir aos consumidores. Não há evidências fortes que possam indicar que haverá um rompimento das forças atuais, permitindo que surja um novo entrante, uma montadora ou um provedor de tecnologia que não seja uma das atuais montadoras veteranas (*‘incumbents’*). A estratégia “a demanda puxa” (*‘demand pull’*) parece muito frágil para se contrapor à estratégia (“empurrar tecnologia” (*‘technology push’*)) das montadoras (ABERNATHY; UTTERBACK, 1978), que têm ofertado aos consumidores as melhorias incrementais nos ICEVs em pequenas doses, acompanhando a evolução das pressões regulatórias presentes nos diversos contextos em que atuam.

Os alternativos eletrificados ou hibridizados precisarão robustecer suas tecnologias e barateá-las caso queiram enfrentar o atual design dominante. Os resultados da pesquisa apontam para uma quantidade importante de ações estratégicas em torno dos HEVs, PHEVs, EVs e FCEVs, mas ainda em menor número do que se observou em relação ao ICE; individualmente, ficam muito distantes do conjunto de estratégias desenvolvidas pelas montadoras para manter o ICE na fase V. Mesmo somadas, as fases de pré – dominância ainda apresentam menos ações estratégicas do que as reveladas na fase V, a pós – dominância. Os Capítulos 5 e 6 detalham as estratégias tecnológicas em cada fase da dominância. A vertical tecnológica “Hibridização Eletrificada” surge com mais força do que a vertical tecnológica “Eletrificação” e com muito

⁵⁴ Incorporação de tecnologia é função do contexto socioeconômico em que será oferecido o bem que abriga a tecnologia.

mais força ainda sobre a vertical “Hibridização Não Eletrificada”. Os híbridos elétricos (HEVs) surgem como a maior “ameaça”⁵⁵ aos atuais ICEVs.

A indústria automobilística desenvolve atividades de P&D, prototipagem e criação de mercado em todas as verticais tecnológicas conhecidas hoje em motorização, inclusive aprofundando desenvolvimentos tecnológicos nos ICEs. Entretanto, as montadoras se posicionam de maneiras muito distintas nas fases de pré – dominância; sinalizam desenvolvimentos em praticamente todas as verticais tecnológicas, mas claramente revelam suas crenças futuras em algumas variações em torno delas. A exceção está na vertical tecnológica “Hibridização Não Eletrificada”, ainda incipiente e com estratégias reveladas apenas por Ford e Tata. A heterogeneidade está claramente presente.

Cabe ressaltar, no entanto, que, em se tratando dos combustíveis relacionados com motores de combustão interna, pode-se estabelecer outra lógica no uso do arcabouço de Suarez (2004): como visto anteriormente no Capítulo 2 (Revisão da Literatura), o contexto institucional em que se insere a indústria automobilística define um ambiente no qual o motor de combustão interna é o design dominante da indústria e no qual a gasolina (mais o diesel, o LPG e o CNG) – isto é, os derivados de petróleo – representam o design dominante da infraestrutura de combustíveis. Desta forma, faz sentido se analisar os demais combustíveis como concorrentes dos atuais dominantes. O Quadro 14 apresenta todos os combustíveis que podem ser utilizados com os ICEs e as respectivas fases da dominância em que se encontram.

Do ponto de vista dos motores de combustão interna (ICEs), não importa qual combustível será usado para mover um ICEV: isso não influenciará seu posicionamento em relação às fases propostas no arcabouço de Suarez. O ICE será sempre posicionado na fase V. Entretanto, do ponto de vista dos combustíveis, há diferenças marcantes: os combustíveis fósseis gasosos (CNG e LNG, principalmente, além do LPG) e os combustíveis renováveis líquidos (etanol e biodiesel, principalmente) estariam na fase III de Suarez, isto é, formando

⁵⁵ “Ameaça” entre aspas, pois o pesquisador considera que os HEVs possam ser, na verdade, uma opção estratégica para se manter o design dominante ICE; não há evidências para se considerar que os HEVs sejam uma opção intermediária para que os EVs dominem no futuro. Escolhida uma outra vertical tecnológica pela indústria automobilística e sendo institucionalizada essa tecnologia (mesmo que em contextos socioeconômicos específicos), a possibilidade de se discutir os EVs (e de provocar mais uma batalha tecnológica) fica mais distante.

mercado no mundo, mas principalmente a partir dos EUA e do Brasil⁵⁶. São combustíveis que estão sendo testados para ser uma alternativa aos combustíveis fósseis convencionais líquidos (gasolina e diesel). São 5 derivações das verticais tecnológicas principais relacionadas com a fase III em termos de combustíveis para o ICE.

Na fase II de Suarez, a de prototipagem ou de testes efetivos de desempenho, situa-se 1 derivação da vertical tecnológica “Combustão Interna”: o biometano, renovável, alternativo, gasoso. É uma opção futura em caso de falha no uso dos que se situam na fase III. Na fase I de Suarez, a de pesquisa e desenvolvimento, existem 6 derivações, todas alternativas, sendo todas elas em estado líquido (isobutanol, etanol celulósico, bio – DME, metanol, diesel sintético e ésteres), sendo 5 renováveis e 1 de origem fóssil.

Quadro 14 – Lista de Derivações da Vertical Tecnológica Combustão Interna e seu Posicionamento em Relação às Fases de Dominância (Arcabouço de Suarez)

Origem do Combustível	Estado Físico	Convencional ou Alternativo	Quantidade de Derivações das Verticais Tecnológicas	Fase da Dominância (Suarez) sob a Ótica do ICE	Combustíveis	Fase da Dominância (Suarez) sob a Ótica dos Combustíveis
Fóssil	Líquido	Convencional	2	V	Gasolina e Diesel	V
Fóssil	Líquido	Alternativo	1	V	Ésteres	I
Fóssil	Gasoso	Alternativo	3	V	CNG, LNG e LPG	III
Renovável	Líquido	Alternativo	2	V	Etanol e Biodiesel	III
Renovável	Líquido	Alternativo	5	V	Isobutanol, Etanol Celulósico, Bio - DME, Metanol e Diesel Sintético	I
Renovável	Gasoso	Alternativo	1	V	Biometano	II
Total: 14						
Fase		Quem domina cada fase?			Total de Verticais Tecnológicas em cada Fase	
V		Líquidos, convencionais e fósseis			2	
III		Líquidos / gasosos, alternativos e renováveis / fósseis			5	
II		Líquidos / gasosos, alternativos e renováveis			1	
I		Líquidos, alternativos e renováveis			6	

⁵⁶ No Brasil, pode-se considerar o etanol completamente institucionalizado; entretanto, o mesmo não se pode afirmar do etanol nos EUA e muito menos em relação ao CNG. A infraestrutura para atendimento aos consumidores nos EUA ainda é restrita (o etanol de milho é produzido e consumido majoritariamente no Cinturão do Milho, região do Meio-Oeste americano, local onde se poderia aceitar que esteja institucionalizado).

Em suma, somando-se com as derivações dominantes (gasolina e diesel) da vertical tecnológica dominante – Combustão Interna –, pode-se dizer que o motor de combustão interna criou muitas barreiras de entrada contra concorrentes atuais e futuros; são 14 derivações da vertical tecnológica “Combustão Interna” em vigência e sendo utilizadas (ou pesquisadas) em todo o mundo. Os fósseis dominam as fases III e V, enquanto os renováveis dominam as fases I e II. Os líquidos dominam a fase V e se fazem bastante presentes nas fases I e II; os gasosos são fortes opções para a fase III.

O conjunto de 1.146 dados e informações coletado pelo pesquisador compõe um conteúdo muito diverso de muitas e diferentes ações estratégicas desenvolvidas pelas montadoras (e demais *stakeholders*) em motorização nos anos de 2011 e 2012. A observação desse conjunto de ações, seguindo a linha de pensamento de Mintzberg (1991) e Pavitt (1990), estabeleceu para o pesquisador a ideia de que uma estratégia tecnológica representa o comportamento tecnológico observado de uma empresa e que é necessário para atender às necessidades dos consumidores. Além disso, cada notícia ou relato importante (relacionado a motorização) compôs, para o pesquisador, uma sequência de decisões tomadas no tempo e que se constituem em estratégias reveladas ou percebidas, dando corpo a uma estratégia maior (MINTZBERG, 1978; MINTZBERG; WATERS, 1985). Estabelecida por uma empresa, torna-se conhecida publicamente, o que possibilita que seja investigada (MINTZBERG; WATERS, 1985). O pesquisador empreendeu uma “leitura” de todas as ações estratégicas coletadas e, como um padrão observado em uma sequência de ações (MINTZBERG, 1978, 1991), conseguiu distinguir as estratégias tecnológicas em motorização.

No Capítulo 5, estão apresentadas todas as 43 estratégias tecnológicas emergentes que foram identificadas nos anos de 2011 e 2012 e que se relacionam com motorização; das 43 estratégias, 17 são de preservação do ICE, enquanto as demais 26 se relacionam com as formas alternativas de motorização. Essas 43 estratégias poderiam ser agrupadas mais ainda, em torno dos posicionamentos principais empreendidos pelas montadoras globais em torno da motorização automotiva.

Portanto, as estratégias tecnológicas desenvolvidas pelas montadoras poderiam ser resumidas a quatro (seriam as macro – estratégias tecnológicas em motorização):

- a) preservar o motor de combustão interna;
- b) desenvolver a solução alternativa de motorização eletrificada;
- c) desenvolver a solução alternativa de motorização híbrida elétrica e
- d) desenvolver a solução alternativa de motorização híbrida não elétrica.

Isso se confunde exatamente com as quatro verticais tecnológicas identificadas na pesquisa. Mas nem todas as quatro macro – estratégias tecnológicas reveladas em motorização nos anos de 2011 e 2012 puderam ser identificadas em todas as montadoras e nem com a mesma intensidade. No entanto, é possível se afirmar que as estratégias tecnológicas relacionadas à fase V são, em geral, desenvolvidas por todas as montadoras. Na pré – dominância, o conjunto de ações estratégicas é mais diverso e mostra que as montadoras estão saindo de seu negócio principal (“*core business*”), por exemplo, quando começam a desenvolver sozinhas baterias para seus veículos elétricos ou híbridos elétricos. Isso acenaria para um possível aumento da verticalização da indústria automobilística, possivelmente para aumentar as barreiras de entrada das empresas detentoras de *know – how* em eletricidade e para que os (prováveis) produtos substitutos do ICE sejam de seu domínio tecnológico. Em grande medida, hoje as montadoras de automóveis também fabricam os seus próprios motores, já tendo, portanto, se verticalizado no passado; a nova experiência não seria de todo nova para a indústria automobilística.

9.4 Uma Proposta de Incremento ao Modelo de Suarez de Dominância Tecnológica

Durante o levantamento dos dados relativos às estratégias tecnológicas reveladas pelas montadoras e demais *stakeholders* da indústria automobilística nos anos de 2011 e 2012, o arcabouço de Suarez foi utilizado para alocar as informações em cada uma das fases, ou seja, assim que foi identificada uma revelação importante, imediatamente se considerou a fase mais adequada para sua alocação. Esse processo de alocação das estratégias desenvolvidas pelas montadoras nas fases permitiu a análise dos fatores⁵⁷ propostos por Suarez (2004), os quais são divididos em dois tipos: nível de empresa (*‘firm – level’*) e nível ambiental (*‘environmental – level’*). Os fatores – chave de sucesso em cada estágio do processo de dominância de Suarez (2004) se apresenta no Quadro 15.

⁵⁷ Tais fatores já foram apresentados e explanados na seção 2.3 do Capítulo 2.

Os oito fatores propostos por Suarez (quatro em cada nível de análise) parecem adequados e abrigam todas as principais questões que moldam uma empresa e seu ambiente. Os dois níveis propostos por Suarez (2004) trazem uma grande contribuição no sentido de que considera o nível ambiental (*'environmental – level'*) o campo apropriado para estudos relacionados com institucionalização de tecnologias e o nível de empresa (*'firm – level'*) o campo apropriado para estudos relacionados com a heterogeneidade presente entre as empresas e que estão reveladas em suas estratégias tecnológicas.

Quadro 15 – Fatores – Chave de Sucesso em Cada Fase do Processo de Dominância

Tipo de Fator	Fator de Dominância	Fases da Dominância				
		Fase I	Fase II	Fase III	Fase IV	Fase V
Firm - Level	Superioridade Tecnológica		***			
	Credibilidade e Ativos Complementares	***			***	
	Base Instalada				***	***
	Manobra Estratégica			***		
	Regulação		***			
Environmental - Level	Efeitos de Rede e Custos de Substituição				***	***
	Regime de Apropriabilidade	***				
	Características do Campo Tecnológico	***				

Fonte: SUAREZ (2004). Adaptado pelo autor.

No entanto, ao se fazer uso do arcabouço para identificação da fase de cada ação estratégica, percebeu-se que há um *'gap'* no uso dos fatores, isto é, os fatores deveriam estar mais relacionados com as empresas e com o seu ambiente em mais fases e não apenas em uma ou duas das fases. Por exemplo: se um ativo complementar é criado por uma montadora, supõe-se que deva usá-lo o máximo possível; se uma montadora consegue se apropriar de rendas derivadas de inovação, que isso seja estendido ao máximo. Neste sentido, um conjunto de recomendações ao arcabouço são propostas, de maneira a ampliar o entendimento a respeito de como os fatores – chave atuam para o sucesso na busca pela dominância.

Além disso, é preciso que dentro da fase V, haja outro arcabouço (que poderia se chamar *"inside framework"* ou arcabouço interno) para que se possa analisar tudo o que se passa para que o design dominante se preserve. Outras batalhas decisivas ocorrem dentro da fase V; os produtos substitutos [na visão de Porter (1990, 1991)] não advêm apenas da fase III de Suarez, mas das próprias inovações tecnológicas para preservação do ICE (e que nem sempre precisam ser testadas e nem criar mercado novamente). Apesar disso, o arcabouço de Suarez possui qualidades relevantes, tais como a sua extrema simplicidade, a sua divisão temporal

que pode ser aplicada a qualquer indústria e a mais importante, a capacidade de generalização que permite. O grande benefício trazido pelo arcabouço foi a possibilidade de inclusão dos movimentos estratégicos das montadoras identificados nas fases de dominância nos anos de 2011 e 2012, permitindo identificar exatamente o momento por que passa a indústria automobilística.

As inclusões propostas ao arcabouço de Suarez (2004) estão identificadas no Quadro 16 com o símbolo **ooo**.

A primeira contribuição vem do fator **superioridade tecnológica**; se ele é o efeito mais forte no resultado final de um protótipo (fase II), podendo levar à emergência de uma tecnologia vencedora (SUAREZ, 2004), também o será para que uma montadora mantenha uma tecnologia dominante ainda no mercado, sem sofrer ameaças de tecnologias entrantes. Na fase V, a capacidade de uma montadora poder melhorar incrementalmente a tecnologia para mantê-la viva é uma demonstração de superioridade tecnológica que, evidentemente, dentro da indústria, poderá ser mimetizado e homogeneizar os incrementos de todas as montadoras.

O segundo fator a merecer comentários é **credibilidade e ativos complementares**, notadamente reputação construída ao longo de uma história e capacidades de manufatura. Este fator capta a habilidade de uma empresa se beneficiar de uma inovação tecnológica (SUAREZ, 2004); este fator é alocado por Suarez nas fases I e IV, ou seja, quando nasce uma ideia inovadora ou quando essa ideia se torna tangível e enfrenta decisivamente a tecnologia dominante. Ocorre que reputação é construída após a dominância ter surgido e, por conseguinte, é o que mantém um design como dominante ao longo do tempo, enfrentando os novos entrantes. Como um ativo intangível que cria valor, uma montadora se apropria das rendas advindas dessa reputação criada pela inovação tecnológica e pode reinvestir em novos projetos de P&D; isso é percebido pelo seu consumidor fiel que auxilia formando o novo mercado em torno de um novo produto: isso levaria a alocar este fator também na fase III.

O terceiro fator proposto por Suarez (2004) que merece considerações é a **base instalada**, isto é, o tamanho da base instalada da empresa que pode afetar os resultados da batalha pela dominância tecnológica. Para que uma tecnologia alternativa consiga quebrar as barreiras de entrada impostas pela tecnologia dominante e disputar a batalha decisiva, precisará ter

construído uma base instalada mínima, mas robusta o suficiente para enfrentar a dominante. Ora, isso se faz na fase III, de criação de mercado. Katz e Shapiro (1985) defendem que a formação de uma base instalada considerável *per si* provocará novas demandas dos consumidores; quanto maior a base instalada maior terá sido a taxa de adoção da nova tecnologia (ROSENBERG, 1976). Apesar de não haver trabalhos que demonstrem o que seja um tamanho “considerável” ou qual seria o ‘tamanho’ dessa base instalada que promova a entrada da tecnologia desafiante na fase IV, constata-se que este fator é indispensável para adentrar em uma batalha decisiva. Portanto, mais do que estar alocado na fase IV, este fator pertenceria à fase III.

Esta base instalada é influenciada pelos efeitos de rede (conexões diretas entre os consumidores) presentes no ambiente em que atua a empresa (SUAREZ, 2004). Some-se a isso os custos de substituição que, em sendo atrativos, aumentam as chances de se formar nova base instalada de consumidores, assim como de retê-los. Quanto maiores os custos de substituição, menores as chances de absorver consumidores de outras tecnologias; portanto, a fase III, de criação de mercado, precisa formar base instalada a partir de efeitos de rede e custos de substituição. Como a proposta foi inserir o fator base instalada também na fase III, a mesma proposta se faz para o fator **efeitos de rede e custos de substituição**.

O quinto fator de interesse para alargamento de entendimento em um processo de dominância é a **regulação**. Ficou evidenciado a partir dos resultados desta pesquisa que as montadoras têm conseguido atender às exigências impostas pelas regulações automotivas, notadamente aquelas relacionadas com economia de combustível e com diminuição no nível de emissões. Suarez (2004) fala da importância da regulação para emergência de um novo padrão tecnológico e cita o exemplo da tecnologia sem fio, cujo padrão definido para a Europa não era aquele com mais vantagens técnicas; isso posiciona este fator na fase III. Entretanto, se este fator é relacionado com o papel interventor dos governos em termos de mandatos para uso de uma tecnologia em particular, também deve ser alocado na fase V. Quando um governo decide prolongar a existência de uma tecnologia em detrimento de outra mais eficaz que a desafia, por meio de regulações, estará atuando na fase V, a da pós – dominância, de manutenção do design dominante. O exemplo da Índia em que o governo subsidia o diesel para manter a indústria local e o ICE como dominante serve para justificar esta proposta.

Por fim, uma proposta em relação ao fator **características do campo tecnológico**. Suarez (2004) considera este um fator relacionado com a estrutura e a dinâmica do mercado e do campo tecnológico e que, dentro de um campo tecnológico, trajetórias tecnológicas alternativas (ou verticais tecnológicas, como proposto neste trabalho) competem entre si pela dominância. Para vencer essa disputa, uma empresa precisa firmar acordos com outros atores desse campo tecnológico e, em função de sua habilidade, poderá construir cenários de competição ou de cooperação. Suarez (2004) aloca este fator apenas na fase I, supondo que estes acordos só ocorram nos momentos de P&D, nos quais os pesquisadores se engajam neste campo tecnológico.

Quadro 16 – Recomendações ao Arcabouço de Suarez

Tipo de Fator	Fator de Dominância	Fases da Dominância				
		Fase I	Fase II	Fase III	Fase IV	Fase V
Firm - Level	Superioridade Tecnológica		***			ooo
	Credibilidade e Ativos Complementares			ooo	***	
	Base Instalada			ooo	***	***
	Manobra Estratégica			***		
	Regulação		***	ooo		ooo
Environmental - Level	Efeitos de Rede e Custos de Substituição			ooo	***	***
	Regime de Apropriabilidade	***				
	Características do Campo Tecnológico	***	ooo			
*** Posicionamento de Suarez (2004)						
ooo Posicionamento do Pesquisador [Contribuição ao Framework de Suarez (2004)]						

Fonte: SUAREZ (2004). Elaborado pelo autor.

Os resultados da pesquisa mostraram que a fase II é a que mais revelou estratégias de parcerias tecnológicas entre as montadoras (cooperação) e entre montadoras e não – montadoras, a fase em que a viabilização técnica (ou não) de uma nova tecnologia é compulsória. É um fator que trabalha em “paralelo” com o fator superioridade tecnológica; portanto, propõe-se que seja alocada ainda na fase II. O Quadro 16 sintetiza o conjunto de contribuições ao arcabouço de Suarez (2004).

Os resultados da pesquisa demonstram que as estratégias das montadoras veteranas (*‘incumbents’*) para continuarem a liderar a concorrência parecem estar relacionadas mais ao domínio dos fatores credibilidade e ativos complementares e base instalada de consumidores do que a quaisquer outros. Estes fatores são determinantes nas fases IV e V em nível da empresa.

9.5 Recomendações Relacionadas com as Políticas Públicas

A existência de inúmeros contextos socioeconômicos regionais e locais ficou demonstrada nesta pesquisa. A Índia é um exemplo de um contexto socioeconômico muito particular: sua cultura automotiva é a dos triciclos motorizados (*'tuk tuk'*), a economia gira em torno do diesel e existem apenas 22 automóveis para cada 1.000 habitantes, uma das menores densidades veiculares entre os países mais representativos da indústria automobilística. Há também a tradição do diesel na Europa, do etanol na Suécia, do *flex* no Brasil, dos elétricos na França, dos ICEVs na China, dos híbridos elétricos no Japão. Há a cultura americana dos carros grandes e, agora, o aumento do uso do CNG nos EUA, um combustível que está tentando se institucionalizar por meio do lançamento de pickups movidas por ele ou por modos bi – combustível (CNG + gasolina ou diesel).

Assim como a Índia, a China possui poucos automóveis por habitante; há a necessidade de aumentar essa densidade veicular, até para dar vazão à grande produção das montadoras chinesas, que não pode ser absorvida apenas pelas exportações para outros países. Até mesmo a presença dos híbridos elétricos e os elétricos puros, concentradamente na Califórnia, é um exemplo de institucionalização localizada, promovendo outro contexto socioeconômico.

Todos esses diferentes contextos locais e regionais estão profundamente institucionalizados; ter de atender a todos eles com uma única nova alternativa de motorização parece impossível. Parece pouco provável que o mesmo movimento que tornou o ICE uma instituição global possa tornar qualquer das formas alternativas de motorização um novo paradigma global. Cada contexto socioeconômico desses é uma grande barreira de entrada. Cada um deles promove um movimento em sentido contrário a um “suposto” conjunto de tecnologias alternativas que possam estar sendo propostas globalmente.

Em um cenário no qual (a) haja o esgotamento do petróleo (ou o petróleo com preços não mais competitivos), (b) com o ICE se mantendo como design dominante (por pressões competitivas na Índia e na China, que o manterão dominante) ou (c) com os HEVs se tornando opções robustas junto aos consumidores (mesmo que não dominando globalmente, mas localizadamente se impondo), surgem os combustíveis renováveis como uma opção tecnológica respeitável. Neste caso, como existem alguns contextos nos quais o etanol é o

dominante (ou uma opção relevante), ele pode vir a ser considerado uma solução para preservação da maioria dos contextos socioeconômicos existentes atualmente. Países como Brasil, EUA, Suécia e França já testam o etanol como alternativa.

Desta forma, resta ao poder público e aos legisladores e reguladores (“*policy makers*”) um grande esforço de priorização das questões ambientais para os consumidores, se quiserem fazer com que as formas alternativas de motorização tenham outra participação no *marketshare* mundial. Segundo Nixon e Saphores (2011), só se aumentará a participação das formas alternativas de motorização quando a população entender as suas vantagens e os impactos da poluição para a saúde pública dos atuais veículos ICEVs. Os consumidores não estariam dispostos a desistir dos padrões atuais dos veículos convencionais; apesar da suposta preocupação com as questões ambientais, a pesquisa realizada pelos autores (*ibid.*) também aponta que isso pode ser uma “resposta socialmente responsável”, que francamente não importa na real decisão de compra.

As inovações tecnológicas determinam a competitividade internacional e o desempenho no comércio internacional no longo prazo (FREEMAN; SOETE, 2008). Cabe, pois, aos formuladores de políticas públicas compreender que, na difusão das inovações em nível global, as empresas ditas transnacionais – caso das montadoras – têm papel fundamental, haja vista a sua capacidade de desenvolver tecnologia, sozinhas ou parceirizadas, em qualquer parte do mundo. Governos com políticas industriais acabarão por ter de fazer um papel indutor para o desenvolvimento de todas essas novas e – algumas delas, ainda incipientes – tecnologias de motorização, posto que algumas não se encontram ainda institucionalizadas (e talvez nunca venham a ser). O Brasil já produziu esse movimento de indução, desde o lançamento do primeiro automóvel movido a etanol, em meados dos anos 1970. Patrocinado pelo governo federal, surge em 1975 um marco institucional para a tecnologia *flex – fuel*: o lançamento do ProÁlcool, com incentivos fiscais, focado na produção de automóveis movidos exclusivamente a etanol. Durante os anos 2000, ressurgiu com força o programa, novamente com incentivos fiscais e com o governo utilizando toda a sua frota movida a etanol. Isso incentivou os consumidores a adquirirem automóveis *flex – fuel*. O Brasil produz automóveis com tecnologia de motorização utilizando o etanol, portanto, desde 1975 e estima-se que, nesses 38 anos de sua existência, mais de 675 milhões de toneladas de CO₂ tenham deixado de ser lançadas ao meio ambiente (KUTAS, 2012).

A utilização do etanol – seja como combustível individual seja como mistura à gasolina em variadas proporções – tem sido testada em diversos países e, segundo Faaij *et al* (2008), o etanol é reconhecido como viável tecnicamente para atuar com as tecnologias existentes dos motores de combustão interna. Como o etanol possui condições imediatas de substituir parcialmente os combustíveis fósseis, tem se tornado o mais popular biocombustível em uso para transporte (FAAIJ *et al*, 2008). Em seu relatório “Brazil Autos Report Q1 2012”, a Business Monitor International (BMI, 2012, p. 6) apresenta a sua interpretação da matriz SWOT (*Strenghts, Weaknesses, Opportunities and Threats*) para a indústria automobilística brasileira e afirma que há uma oportunidade: “o surgimento do etanol como uma fonte prospectiva de energia global”⁵⁸.

O contexto socioeconômico revelado pelo Brasil nesta pesquisa em relação à institucionalização do etanol e do *flex – fuel* com a manutenção da tecnologia dominante de combustão interna é ímpar. Não existe qualquer outro país ou região do planeta que tenha um contexto tão delimitado e de âmbito nacional (não apenas localizado em certas cidades ou estados, como o etanol no meio – oeste americano). O Brasil é o maior produtor mundial de cana de açúcar e açúcar, além de ser o segundo na produção de álcool, tendo produzido na safra 2008/2009, o equivalente a 500 milhões de toneladas de cana de açúcar (SHIKIDA *et al*, 2011). A Índia é atualmente o segundo maior plantador de cana de açúcar do mundo (foi o primeiro até 1971) e a China o terceiro (ZUURBIER; VOOREN, 2008; EBP, 2010); em 2007, produziram 322,9 e 105,7 milhões de toneladas, respectivamente.

Apesar da atratividade que a opção de uso de um combustível renovável despertou na sociedade brasileira – pois contribui de fato para a diminuição dos gases de efeito estufa –, isso não determinou, por si só, a adoção ou não da nova tecnologia (CARNEIRO; ARAÚJO, 2009). Isso se deveu ao fato de que a introdução do biocombustível na estrutura (já estabelecida) do sistema produtivo repercutiu positivamente na sociedade e em seus comportamentos e padrões arraigados de preferência e de consumo. O Brasil é o único país capaz de aumentar a sua produção a partir da expansão geográfica da área plantada, apesar das restrições relacionadas com a logística de transportes. Nos EUA, entretanto, a produção de etanol ensejará a substituição de áreas agricultáveis de outras culturas, como trigo e soja, pelo milho. Isso afetará o papel do milho como alimento principal de rebanhos bovinos,

⁵⁸ No original: “*emergence of ethanol as prospective global energy source*”.

ovinos e aves; hoje, cerca de 60% da produção de milho nos EUA têm destinação para alimentação animal (WESTCOTT, 2007). Além do mais, de acordo com um relatório da FAO (FAO, 2008 *apud* AMATUCCI; SPERS, 2009), o Brasil se encontra em uma posição excepcional em relação ao etanol produzido a partir da cana de açúcar, pois os custos de produção são mais baixos do que em outros países.

A grande oportunidade para o etanol brasileiro seria abastecer, de forma significativa, os mercados internacionais mais relevantes; a substituição da gasolina por biocombustíveis já vem acontecendo em diversos países (EBP, 2010) e a capacidade de oferta deverá determinar se uma opção de combustível poderá suprir esses mercados de forma eficiente. Importante que seja destacado que os cenários possíveis para se estudar o consumo de etanol como elemento combustível deve considerar, compulsoriamente, os EUA, o Japão, a União Europeia (e, em particular, Alemanha, França, Itália e Reino Unido) e o Brasil. O etanol está em busca de uma posição como '*commodity*' mundial. O Brasil precisa reforçar seu papel no mercado mundial de etanol (ALMEIDA, BOMTEMPO, 2007), que dependerá de três fatores estratégicos: sua produção de etanol, a demanda doméstica e, talvez o mais importante de todos, o desenvolvimento de um mercado internacional de etanol, no qual ele, necessariamente, precisaria se converter em uma '*commodity*'. Isso só poderá acontecer se o motor de combustão interna se mantiver como o design dominante em motorização.

9.6 Limitações da Pesquisa e Recomendações para Futuras Pesquisas

A pesquisa possui algumas limitações. A primeira é em relação ao período estudado: por ter sido relativamente curto, apenas 2 anos, não se conseguiu analisar se a indústria (e as montadoras individualmente) tem períodos de alternância entre maior homogeneidade ou maior heterogeneidade. No caso *flex – fuel* no Brasil, “olhando” para os anos de 2003 a 2012, percebe-se a grande homogeneidade na adoção da tecnologia por parte das montadoras (apesar de cada uma ter respondido mais lentamente do que as outras); as montadoras que estão há mais tempo estabelecidas no Brasil (as veteranas) foram mais homogêneas e tiveram comportamento mimético competitivo (DIMAGGIO; POWELL, 1983) logo no ano de 2003. Entretanto, olhando-se apenas os anos de 2003 e 2004, a conclusão seria de inquestionável

heterogeneidade entre as montadoras. No longo prazo, no entanto, é possível se verificar melhor essa característica do institucionalismo.

Uma segunda limitação diz respeito à relação entre as finanças empresariais e os movimentos em torno da tecnologia que as montadoras desenvolvem. Como não se avaliou nesta pesquisa a condição financeira das montadoras, não se pode inferir que as que possuem maiores retornos sobre ativos (ROA) ou que dediquem maiores percentuais para seus projetos de P&D sejam mais propensas a serem potenciais empreendedoras (*'first movers'*) em tecnologias alternativas. Isso reforça o fato de que, sendo as condições financeiras um ponto fraco (mesmo que circunstancial), uma montadora trabalharia em melhorias incrementais do design dominante, e não em formas alternativas de motorização. Esta é uma frente interessante de pesquisas futuras. Pesquisas nesse campo e com este trio de construtos (processo de design dominante, formação de padrões tecnológicos e sobrevivência das firmas) são necessárias em outros contextos e com outros métodos de pesquisa de forma a consolidar este arcabouço teórico. No Brasil, tal campo de estudos precisa, em particular, se robustecer, sobretudo por conta do mercado brasileiro, que é dominado pela tecnologia *flex – fuel* de motorização.

Como recomendações para futuras pesquisas, seria preciso aprofundar a análise das possibilidades do uso de biocombustíveis como fontes de energia para os motores de combustão interna; há muitos tipos de biocombustíveis modernos e que nem sequer ainda chegaram a fases mais avançadas da pré – dominância. Estes biocombustíveis ou mesmo combustíveis sintéticos podem ser uma alternativa robusta para a preservação do ICE como tecnologia dominante de motorização. Da mesma forma, pesquisar as tecnologias que envolvem o H₂, as células combustíveis e a hibridização não eletrificada, todas disruptivas. Precisarão passar por ciclos de maior redução de custos de produção e de operação, maior desempenho operacional, menores barreiras de entrada em termos de infraestrutura, reconhecimento pela sociedade e institucionalização; desta forma, competirá com outras formas de motorização e de transporte de energia para os motores. Esta parece ser uma frente de pesquisa promissora.

10 CONCLUSÕES

Este capítulo tem o objetivo de apresentar as principais conclusões, as mais substantivas possíveis em relação ao tema que se estudou sob o seguinte enunciado do problema de pesquisa: **“Qual o posicionamento estratégico das montadoras globais em torno da motorização atual dominante e das tecnologias alternativas de motorização?”** O objetivo principal desta pesquisa, portanto é contribuir para o entendimento de como, porque e sob quais circunstâncias e condições os combustíveis alternativos e as tecnologias alternativas de motorização poderão ser adotados pelas montadoras globais.

Na busca desse objetivo, foram estudadas e compreendidas as estratégias tecnológicas emergentes das principais montadoras globais de automóveis em 2011 e 2012 para avaliar a possibilidade de entrada de novas tecnologias de motorização no mercado ou de preservação da tecnologia dominante. A indústria automobilística vive um período de clara incerteza a respeito de como deve proceder no desenvolvimento de uma nova vertical tecnológica frente a tantas opções de motorização; artigos recentes não respondem sobre como as montadoras se posicionam no momento da decisão quando há muitas alternativas tecnológicas. Há uma tentativa de resposta a essa questão: indicar as verticais tecnológicas nas quais as montadoras mais estão investindo recursos.

Além do problema central, a pesquisa responde a outras seis sub – perguntas de pesquisa e que foram inicialmente formuladas:

- 1) Quais são as verticais tecnológicas que efetivamente têm sido testadas pelas montadoras e que implicam em mudança do atual design dominante?
- 2) Como as montadoras têm se posicionado em termos de estratégias tecnológicas em motorização?
- 3) A indústria automobilística avança uniformemente ou cada montadora constrói seu caminho competitivo? Como podem ser explicadas as semelhanças e as diferenças? Há homogeneidade ou heterogeneidade nos movimentos estratégicos revelados pela indústria automobilística?
- 4) Está havendo alguma batalha tecnológica real em torno do motor de combustão interna?

- 5) O advento da tecnologia *flex – fuel*, dominante no mercado brasileiro, fez com que as montadoras globais promovessem a sua institucionalização em algum outro local além do Brasil? Existe algum outro caso revelado de uma estratégia tecnológica de motorização que tenha se tornado estratégica para a casa-matriz de uma montadora de automóveis?
- 6) Existem problemas com a teoria relacionada com estratégias competitivas, a ponto de não conseguir responder às trajetórias tecnológicas percorridas pela indústria automotiva mundial?

A pesquisa revela que não há qualquer batalha tecnológica ocorrendo em qualquer ponto do planeta envolvendo o motor de combustão interna e seus adversários tecnológicos, os sistemas eletrificados e hibridizados. Também não há evidências de que os movimentos estratégicos que vêm sendo desenvolvidos pelas grandes montadoras globais em termos de eletrificação e hibridização de motores estejam alterando a lógica do atual design dominante. Não há sinais decisivos que sugiram que os países que são os palcos para novas experimentações em designs alternativos estejam conseguindo romper a fase de formação de mercado e avançando para uma fase mais turbulenta, a da batalha decisiva na qual surge uma nova tecnologia rompedora. O máximo que está acontecendo são frentes alternativas em mercados específicos (em geral, grandes mercados ou os mais consolidados) tentando confrontar com o motor de combustão interna, mas sem qualquer conexão entre estas frentes; a impressão é que as formas alternativas estão, quando muito, apenas “batendo à porta” do monopólio do ICE em todo o mundo.

Um dos mais longevos designs da história continua “dando as cartas” em todo o mundo: o **motor de combustão interna**, ícone da indústria automobilística, ainda é o design dominante em motorização de automóveis e não parece dar sinais de que vá deixar este posto tão cedo. Já se vão mais de 15 anos desde o lançamento do primeiro veículo híbrido reconhecidamente produzido em massa por uma montadora, o Prius da Toyota, lançado em 1997 (TOYOTA, 2013) e não se configurou qualquer batalha tecnológica frontal com os veículos movidos por motores de combustão interna. O Prius, lançado nos EUA em 2001, absorveu apenas 2,5% do *marketshare* americano em 2010 (SCUDERI, 2010); esse baixo percentual pode estar sinalizando para o fato de que os consumidores ainda desejam carros maiores e mais confortáveis (os elétricos e híbridos, por terem baterias muito pesadas, suprimem itens considerados já institucionalizados nos ICEVs, como maior conforto e mais espaço interno).

Anualmente, são produzidos 165 milhões de motores de combustão interna em todo o mundo para automóveis, geração de energia e outras aplicações comerciais, sendo 62 milhões (38%) somente para automóveis (SCUDERI, 2012). O HEV Prius da Toyota atingiu a marca de 1 milhão de unidades produzidas em 2008 e de 2 milhões em 2010 (TOYOTA, 2012). Os motores de combustão interna continuam dominando o mercado, com mais de 98% de toda a produção mundial.

As estratégias tecnológicas principais desenvolvidas pelas montadoras poderiam ser resumidas a quatro: (a) preservar o motor de combustão interna, (b) desenvolver a solução alternativa de motorização eletrificada, (c) desenvolver a solução alternativa de motorização híbrida elétrica e (d) desenvolver a solução alternativa de motorização híbrida não elétrica. Uma das conclusões da pesquisa é que as montadoras têm atuado – heterogeneamente – em torno de quatro grandes verticais tecnológicas, a saber: Combustão Interna, Eletrificação, Hibridização Eletrificada e Hibridização Não Eletrificada. A Combustão Interna é a tecnologia dominante em motorização e é desafiada neste momento por três opções tecnológicas em motorização. O nível de aprofundamento em que se encontra cada uma dessas verticais tecnológicas foi apresentado na seção 9.3, por meio da Ilustração 20.

Neste contexto – muitas tecnologias alternativas e concorrentes entre si, tempos e custos de desenvolvimento muito altos, além das mais diversas pressões e diferentes contextos socioeconômicos – as montadoras enfrentam uma incerteza: em qual vertical tecnológica investir mais efetivamente? Ademais, investir em muitas alternativas excludentes entre si custará muito caro e, em relação às verticais tecnológicas descartadas, tais custos serão “*sunk costs*”, ou seja, irre recuperáveis. As verticais tecnológicas desenvolvidas pelas montadoras são dependentes dos caminhos (*‘path dependent’*) trilhados por elas; mudar muitas partes (ou seja, migrar para formas alternativas de motorização) de um produto complexo como o automóvel é muito arriscado. Por outro lado, uma montadora se posicionando em seu ambiente de competição com diversas alternativas tecnológicas provoca aumento na dificuldade de seus concorrentes em acompanharem-na; assim como possuir poucas opções aumenta a probabilidade de enfrentamento dos concorrentes. Desta forma, as montadoras com maior diversidade tecnológica em motorização estariam à frente das demais competidoras.

O cenário atual aponta para uma preservação do atual paradigma em motorização: a combustão interna. As vinte e quatro montadoras globais estudadas estão investindo mais em projetos de melhorias incrementais utilizando ainda o modelo de combustão interna do que com formas alternativas de motorização, à exceção de Toyota, Nissan – Renault, PSA Peugeot Citroën e BMW que revelaram mais ações relacionadas com estratégias tecnológicas nas fases de pré – dominância do que na pós – dominância. Isso, de certa forma (mas não totalmente), ratifica o que Dyerson e Pilkington (2005) afirmavam, já em 2005: que as principais montadoras (as mais veteranas, as “*incumbent carmakers*”) estavam investindo recursos no design dominante predominante, o motor de combustão interna, mas de forma muito localizada. Esta pesquisa corrobora opinião de Magnusson e Berggren (2011) a respeito de uma era de fermentação acontecendo neste início de década entre os veículos elétricos híbridos e os avanços dos motores de combustão interna. Há uma conclusão importante advinda da presente pesquisa: as montadoras desenvolveram um repertório muito extenso e profundo de ações estratégicas em motorização e, sobretudo, construíram uma habilidade em operacionalizá-las, por meio de tempo de entrada, precificação e parcerias tecnológicas, como apontado por Suarez (2004).

Propõe-se ainda que as derivações da vertical tecnológica em combustão interna sem a presença de gasolina e diesel (casos do etanol e do biodiesel), mais do que confrontadoras, sejam vistas, na verdade, como alternativas que protegem o design dominante. A pesquisa e o desenvolvimento de outros combustíveis (isobutanol, etanol celulósico, diesel renovável, bio – DME) seriam proteções produzidas pela indústria automobilística (e/ou outros *stakeholders*) para preservar seu mais valioso design, o ICE. As possibilidades de se manter o ICE mesmo sem os tradicionais fósseis líquidos permitem a ele uma sobrevida que dificulta um *trade – off* para outra alternativa de motorização por parte do consumidor.

A infraestrutura disponível para uma possível substituição da gasolina e do diesel pelo etanol, pelo CNG ou pelo bi – combustível seria, em essência e em grande parte, preservada; pequenas adaptações, instalação de bombas específicas para diferentes misturas e tanques apropriados para armazenamento dos gasosos seriam exequíveis, sem comprometer nem o *modus operandi* da indústria nem o *modus vivendi* do consumidor e da sociedade, acostumados com essa prática há muitas décadas. Qualquer substituição deste modelo atual implicaria em uma série de desinvestimentos envolvendo toda a cadeia produtiva da indústria

automobilística, da indústria de petróleo e gás, além das indústrias satélites a elas como, por exemplo, a indústria de lubrificantes e a de componentes automotivos. A pesquisa concluiu que o CNG é ‘produto americano’, é lá que se desenvolve a maioria dos experimentos.

Também não existe qualquer “economia do hidrogênio” se estabelecendo, o que foi garantido que ocorreria por pesquisadores europeus na década passada; ao contrário, a vertical tecnológica relacionada com os FCVs e com os FCEVs se restringe a poucos experimentos das montadoras japonesas e sul – coreanas nos EUA, além da General Motors e, em muito menor escala, na Alemanha, Reino Unido e Japão. Da mesma forma, uma batalha semi – decisiva entre os FCVs e os HEVs não se estabeleceu como previsto na década passada; sequer se pode admitir que tenha havido um confronto entre estas duas tecnologias alternativas aos ICEVs.

Esta pesquisa permitiu verificar como as montadoras atuam: sozinhas, em parcerias entre montadoras e em parcerias com sistematistas e provedores de tecnologia. As participações das montadoras em formatos de parcerias independe das fases de dominância; na fase de pós – dominância, foram identificadas 40 (de um total de 71) parcerias com a presença das montadoras, metade delas parcerias entre montadoras. Perfil e números semelhantes ocorrem nas fases de pré – dominância. Ou seja, as montadoras não vêm restrições a formar parcerias; entretanto, nem todas as praticam. Essa é uma postura heterogênea entre as montadoras.

As parcerias tecnológicas, no entanto, demonstraram ser uma estratégia importante e, aparentemente, imprescindível, para a indústria automobilística; de um total de 157 parcerias, 70 delas se dão na pós – dominância, individualmente a mais prevalente. Ou seja, as empresas se unem mais em parcerias na fase V (e, sobretudo, as montadoras entre si), para defender a atual tecnologia dominante. A fase II, a de prototipagem, é a segunda mais freqüente, ou seja, nessa fase de muitos investimentos, as empresas encontram nas parcerias uma saída interessante. Mais conclusiva ainda é a utilização das parcerias tecnológicas nas fases de pré – dominância, concentradamente nos veículos elétricos (EVs): das 87 ações identificadas, 60 se relacionam aos EVs. O motivo parecem ser os altos custos de desenvolvimento para as montadoras que, portanto, por meio de parcerias, buscam sua diminuição.

Ao se pensar nos vários parceiros tecnológicos das montadoras, tem-se uma grande relação de projetos em desenvolvimento de novas tecnologias, envolvendo Continental, ZF, Bosch, Hitachi, Panasonic Energy, Johnson Controls, Sanyo, Yazaki, Sumitomo, Delphi, Siemens VDO, Magna, o que referenda conclusão a que chegaram Chanaron e Teske (2007). Detalhamentos sobre os comportamentos individuais das montadoras podem ser verificados no Capítulo 5. Os resultados apontam ainda para atuações de praticamente todas as montadoras em todas as fases da dominância; salvo Hyundai – Kia e Fiat – Chrysler que não tiveram estratégias tecnológicas reveladas na fase I (P&D) no período pesquisado, todas as outras montadoras possuem estratégias alocadas em todas as fases, mostrando certo grau de homogeneidade em uma visão macro.

Entretanto, pode-se afirmar que há diferenças importantes a serem apontadas: na fase V, da pós – dominância, na qual se insere o ICE, as estratégias desenvolvidas pelas montadoras são muito próximas, quase homogêneas. É como se as montadoras juntas, em nível de indústria (*“industry – level”*), se movimentassem de forma homogênea. A sociedade percebe esse movimento único e reconhece, reforçando ainda mais a institucionalização dos ICEVs. Na outra ponta, nas fases de pré – dominância, a história é outra. A Hyundai – Kia revela postura de adotar FCEVs, mas não EVs ou HEVs; sua estratégia de posicionamento é *“stand – alone”*. Não promove parcerias tecnológicas e segue de perto as ações da japonesa Honda em FCEVs. A Tata investe em HPEVs, a Fiat com pouca expressão mundial em EVs, a Volkswagen – Audi com presença significativa em EVs e HEVs/PHEVs, mas sem FCEVs. Coincidentemente, as três maiores montadoras não acreditam em FCEVs, enquanto os fósseis gasosos são apostas da Chrysler e General Motors.

Os aspectos ligados a questões culturais não parecem responder aos comportamentos distintos das montadoras do mesmo país, tanto que a Toyota não aposta em alternativos fósseis gasosos e nem nos alternativos renováveis, mas fortemente em HEVs, diferentemente da Nissan, que aposta quase tudo em EVs.

Isso leva a uma das conclusões mais substantivas do trabalho, a qual contribui decisivamente para o campo da teoria institucional e da teoria baseada em recursos. Há homogeneidade no comportamento tecnológico das montadoras na fase de pós – dominância (isto é, de preservação do ICE), mas há uma forte heterogeneidade nas fases de pré – dominância. No

caso em questão, entretanto, essa visão em “*firm – level*” pode ser insuficiente para a análise da indústria como um todo. Se for feita uma somatória das estratégias tecnológicas em motorização desenvolvidas nas fases de pré – dominância, nada tem deixado de ser pesquisado, desenvolvido ou inserido no mercado: a indústria como um todo (em “*industry – level*”), tem atuado em todas as verticais tecnológicas em motorização. Nesse sentido, poder-se-ia considerar que há um movimento uniforme do tipo ‘efeito manada’ (“*bandwagon effect*”) da indústria tanto em torno da preservação do ICE quanto em torno de sua substituição. Porter (2009) chama isso de posicionamento baseado em necessidades: a indústria se posiciona para atender à maioria das necessidades dos consumidores, mas se posiciona para atender também a grupos de consumidores com necessidades diferenciadas.

O isomorfismo mimético, proposto pelos economistas evolucionários (NELSON; WINTER, 1982; DIMAGGIO; POWELL, 1983), se configura claramente nesta indústria enquanto preservadora do seu maior paradigma tecnológico, o motor de combustão interna. Há um isomorfismo competitivo (HANNAN; FREEMAN, 1977), mas as montadoras se mimetizam na fase de pós-dominância, praticamente padronizando as suas respostas frente às ameaças e incertezas do ambiente institucional.

Entretanto, em nível de empresa individual (“*firm – level*”), o que se percebe são movimentos individuais, por vezes, muito distintos por parte das montadoras, realizados nas mais diferentes localidades. Nem todas aderiram ao FCEV, por exemplo, nem todas se arriscam na eletricidade como as maiores representantes do tema (as japonesas), enfim, não se comprovou o ‘efeito manada’ esperado. Há montadoras enveredando por verticais tecnológicas próprias (Tata com os HPEVs, Toyota muito à frente em HEVs, Nissan – Renault à frente com EVs), se ‘desgarrando’ da manada... Isso poderia ser um indicativo de que nem sempre em indústrias de longos ciclos de mudança (como a automobilística), a homogeneidade das estratégias tecnológicas ocorra; ao contrário, há muita heterogeneidade. Longos períodos de maturação e de preparação para uma batalha tecnológica possibilitaria mais opções e, portanto, mais heterogeneidade.

Uma das ideias centrais da teoria institucional, propostas por DiMaggio e Powell (1983) é de que empresas de uma mesma indústria, submetidas a forças institucionais similares, provavelmente desenvolveriam posturas de imitação umas das outras. Em condições

acentuadas de alta incerteza (tais como entrada em novos mercados, caso das formas alternativas de motorização), as empresas tenderiam para um isomorfismo mimético (BENNER; TRIPSAS, 2012). Os resultados desta pesquisa não condizem exatamente com as premissas acima e esta parece ser uma evidência que contribui para a teoria: a indústria automobilística se move de maneira homogênea em relação às estratégias tecnológicas de preservação do ICE, ou seja, na fase de pós – dominância. Isso se alinha com a teoria vigente.

Esta constatação da pesquisa também se alinha com o que Benner (2010) propõe: as empresas veteranas (*'incumbents'*) seriam encorajadas a focar em estratégias de manutenção e extensão de 'velhas' tecnologias, em detrimento de 'novas' tecnologias, em função de pressões que sofrem dos mercados financeiros e da consequente influência em suas ações negociadas em bolsas de valores; isso seria explicado pelo fato das *incumbents* não quererem se desfazer de seus ativos de conhecimento e das capacidades adquiridos ao longo de muito tempo, o que favoreceria o foco em estratégias tecnológicas ligadas a inovações incrementais mais do que inovações radicais. A pesquisa, em boa medida, confirma pressuposto de Chen (2011) de que empresas líderes em tecnologia que patrocinam projetos alternativos competem mais ferozmente na fase de pós-dominância. Os resultados da pesquisa confirmam que as montadoras desenvolvem grande número de ações estratégicas na fase V.

Entretanto, quando as montadoras se arriscam nas estratégias tecnológicas em motorização alternativa (ao ICE), mesmo submetidas às mesmas forças institucionais similares e em situações de incerteza ainda maior, elas o fazem de maneira heterogênea, não se imitando. Esses movimentos só comprovam os preceitos da RBV, de que as empresas têm seus recursos e suas capacidades distintos umas das outras, muitos dos quais difíceis de imitar. Da mesma forma, essa heterogeneidade se dá a partir de uma situação em que algumas montadoras não possuem o mesmo acesso a novas tecnologias que as demais. Há assimetria de recursos, o que as farão utilizar esses recursos de maneiras distintas e tomando decisões próprias em relação a essas novas tecnologias: isso comprova os pontos de vista de Nelson e Winter (1982) e Dosi (1982). As rotinas que cada empresa possui, em um ambiente competitivo, desempenham papel fundamental, resultando na seleção das mais eficazes e em vantagens competitivas de longo prazo.

Christensen *et al* (2007) definem a consequência da boa execução de estratégia como sendo a conquista de talentos assimétricos. Ficou evidenciado na pesquisa que as montadoras possuem competências distintas na busca de tecnologias alternativas de motorização, ou seja, possuem talentos assimétricos. Os talentos assimétricos são o resultado das motivações assimétricas, isto é, aquilo que é produzido por uma montadora, mas que outra não deseja (ou não consegue) produzir. Um exemplo seria a vocação da Honda em produzir o Honda FCX Clarity, seu modelo híbrido elétrico movido a hidrogênio lançado nos EUA em 2011. Poucas montadoras acompanharam a Honda nesse projeto: isso define que ela possui uma motivação assimétrica. Ao conseguir desenvolver a tecnologia do FCEV, a Honda construiu um talento assimétrico, pois poucas das montadoras possuem *know – how* para essa forma alternativa de motorização. Uma grande montadora estaria motivada a construir novos talentos assimétricos apenas quando estivesse interessada nas oportunidades de um mercado exigente: isso é característica típica das veteranas. Isso cria reputação diferenciada e aumenta as barreiras de entrada para novos concorrentes, proporcionando redução da seleção adversa no momento da compra pelo consumidor (RODRIGUES, 2007).

O petróleo possui reservas conhecidas para pelo menos mais 44 anos de consumo (ROTHKOPF, 2007). Os ICEVs não foram ainda retirados do mercado provavelmente porque os consumidores não conseguiram ver as vantagens da mudança e pelo fato dos fornecedores das novas tecnologias em motorização serem os mesmos que fornecem o ICE hoje... os *players* são os mesmos! Não há evidências de que a indústria automobilística permitirá novos entrantes nesta seara de disputa. Por que o ICE não é “retirado de campo” já que existem opções tecnológicas? Uma resposta simples seria: porque as montadoras não querem! E também porque não há regulações suficientemente robustas definindo esse mandato, não há preço conveniente para essa oferta maciça e não há tecnologia suficientemente desenvolvida.

Em suma, todas as opções tecnológicas alternativas ao ICE e de preservação do ICE estão sendo testadas por alguma montadora, em algum local do planeta. A vertical tecnológica alternativa ao ICE que mais tem se aproximado de um desafio mais contundente é a hibridização eletrificada. Entretanto, os próprios desenvolvimentos de combustíveis fósseis gasosos e renováveis líquidos como substitutos da gasolina e do diesel demonstraram, no período 2011 – 2012, que são mais robustos do que os híbridos elétricos. Os combustíveis alternativos aos convencionais (gasolina e diesel) protegem os ICEVs e aumentam as

barreiras de entrada das formas alternativas de motorização. Além disso, os híbridos elétricos são, em essência, ICEVs com um segundo modo de direção; assim, os híbridos elétricos poderiam ser entendidos também como protetores dos ICEVs, já que impediriam a entrada dos elétricos puros.

Frente a isso, parece pouco provável que uma nova entrante venha a surgir competindo com as montadoras em seus domínios, o que corrobora opinião de Abernathy e Utterback (1990); algo semelhante ao surgimento de uma Apple ou de uma Microsoft na indústria de informática confrontando IBM, Unysis ou Burroughs parece descartado. É o que Tripsas (2009) argumenta: imaginar uma fabricante de pneus querendo se tornar uma montadora de automóveis trará, no mínimo, uma visão cética do mercado; mas, se uma fabricante tradicional de automóveis movidos a combustão interna quiser desenvolver tecnologia de motorização eletrificada, o mercado provavelmente entenderá. Esta é uma comprovação da pesquisa; há algumas poucas empresas ‘estranhas’ adentrando na indústria automobilística, em geral *start – ups*, promovendo ações nas fases de pré – dominância.

Uma das conclusões importantes se dá em relação aos países que as montadoras escolhem para serem seus palcos de experimentações. Segundo Porter (1990), as nações obtêm sucesso em determinadas indústrias porque seu ambiente doméstico é desafiador, dinâmico e ‘olha para a frente’ (“*forward – looking*”). A presente pesquisa tentou mostrar, de maneira simples, o que funciona e por que em termos de tecnologias de motorização. Alguns países surgiram na pesquisa claramente “abrigoando” mais e com mais frequência as ações tecnológicas desenvolvidas por diversas montadoras e demais ‘*stakeholders*’ da indústria. À pergunta “Por que algumas empresas sediadas em alguns países inovam mais do que outras? Por que algumas nações fornecem um ambiente que permite às empresas melhorar e inovar mais rapidamente do que os rivais estrangeiros?”⁵⁹, colocada por Porter (1990, p. 77), a resposta parece residir nos fatores chave de sucesso propostos por Suarez (2004).

É nesse momento que o arcabouço de Suarez (2004) se mostrou adequado à análise que se pretendeu fazer em torno das estratégias tecnológicas em motorização reveladas pelas montadoras em 2011 e 2012. Os países que proporcionam melhores condições de P&D, melhores condições comerciais, mercados mais maduros e consolidados, efeitos de rede mais

⁵⁹ “*Why do some companies based in some nations innovate more than others? Why do some nations provide an environment that enables companies to improve and innovate faster than foreign rivals?*”

perceptíveis, além das características do campo tecnológico e de regulações mais “apertadas” terão mais chances de abrigar essas montadoras para que elas (em nível de empresa) desenvolvam suas experimentações. As montadoras globais adotam estratégias globais, mas o palco das experimentações dessas estratégias tecnológicas se concentram em alguns poucos países e, em particular, em um grupo de apenas cinco países (EUA, China, Alemanha, Japão e Reino Unido).

Além disso, muitas das montadoras testam as suas estratégias tecnológicas em motorização em países estrangeiros (Toyota nos EUA, General Motors na Alemanha, Hyundai na Europa, Volkswagen na China), abandonando os seus mercados domésticos, em busca de estratégias mais abrangentes. Apesar de não ter estudado especificamente a indústria automobilística na pesquisa que realizou, os argumentos de Porter (1990), de alguma maneira, podem ser corroborados pelos resultados obtidos nesta pesquisa. De fato, alguns países proporcionam um ambiente mais propício do que outros; em primeiro lugar, porque precisam manter em uso uma infraestrutura existente e, se possível, exauri-la ao nível máximo possível. Em segundo lugar, para que suas montadoras mantenham suas posições competitivas no cenário internacional e, finalmente, para não serem surpreendidos por tecnologias substitutas que não venham de suas montadoras domésticas.

A questão que envolve a infraestrutura mundial de combustíveis (e o que isso significa em termos de barreiras de entrada a novas tecnologias de motorização) está bem exposta na pesquisa e pode ser representada por uma opinião. Em 2008, Kazuaki Umezu, primeiro executivo do *Honda's New Model Center* em 2008, declarou que “basicamente, nós podemos entrar em produção (do FCEV) agora; estamos esperando pela infraestrutura para poder começar” (HOFFMANN, 2012, p. 117). Verdadeiramente, a Honda revelou estratégias nos anos de 2011 e 2012 em número suficiente para atestar esta declaração. De fato, a infraestrutura necessária continua sendo uma preocupação maior nos EUA, Europa e Japão, mas isso parecia não amedrontar o CEO da montadora japonesa em 2009, Takeo Fukui, que dizia que

“... há cerca de cem anos atrás, surgiu o Ford modelo T, incrementando o desenvolvimento da indústria automobilística; se você perguntar ‘onde estavam as estações de abastecimento de então?’, elas não existiam. Na indústria automobilística, os automóveis vêm primeiro, e a infraestrutura depois.” (HOFFMANN, 2012, p. 117).

Entretanto, essa não parece ser a realidade atual, até porque a sociedade fez uma opção por este modelo de infraestrutura; na época (início do século XX), não havia qualquer infraestrutura para ser desmontada, o que não é o caso atual. As falas dos executivos da Honda sinalizam ao mercado que, quando necessário e se o mercado quiser, as soluções tecnológicas estarão disponíveis.

Desta forma, sendo a Honda uma das pioneiras contemporâneas em motorização a hidrogênio, assim como a Hyundai – Kia e a Mercedes – Benz, resta a elas, neste momento, uma única opção: o mercado norte – americano, no qual se desenvolve a grande maioria dos experimentos com H₂ e FCEVs realizados no mundo. Nenhum outro mercado, dentre os que são palcos de experimentos do tipo (incluindo-se Alemanha, Coreia do Sul, Japão e Reino Unido), teria condições de criar mercado robusto o suficiente para adentrar a fase IV de Suarez, tornando-se um novo design dominante. As trajetórias tecnológicas (DOSI, 1982) percorridas pelas montadoras em busca de nova motorização ou da manutenção da motorização atual conseguiram ser estudadas e compreendidas pelas famílias de construtos escolhidas para esta pesquisa (estratégias, manutenção da rivalidade existente, poder dos *incumbents*, barreiras de entrada e tecnologias substitutas; teoria institucional e institucionalismo; design dominante, dominância tecnológica, ciclos e descontinuidades tecnológicas; mercados e legitimidade, homogeneidade e heterogeneidade na indústria).

A não ser pelas poucas recomendações em relação ao arcabouço de Suarez (2004), a escolha do trio de construtos ‘estratégias tecnológicas emergentes’, ‘instituições’ e ‘design dominante’ parece ter sido muito adequada para o que se propôs o pesquisador. A escolha do modelo de Porter para a análise da indústria automobilística foi suficiente; as 5 forças se “encaixaram como uma luva”. Todos os substitutos estudados (os alternativos fósseis gasosos, a hibridização e a eletrificação), sejam combustíveis alternativos sejam novas verticais tecnológicas, de fato, enfrentam barreiras de entrada muito altas para conseguirem competir contra o ICE movido a fósseis líquidos. Como o poder de barganha dos consumidores (auxiliado pela regulação na fase II de Suarez ou por preços mais baixos dos EVs, por exemplo) não existe para os alternativos, não há como escalar as barreiras altas de entrada na competição pelo mercado global de automóveis, o que impede uma estratégia do tipo “a demanda puxa” (“*demand pull*”). Não foram identificados problemas com a teoria relacionada com estratégias competitivas, a ponto de não conseguir responder aos

movimentos estratégicos tecnológicos revelados pelos *stakeholders* da indústria automobilística mundial. Esta pesquisa na verdade seguiu um conjunto semelhante de construtos teóricos utilizados por pesquisadores da indústria automobilística.

A pesquisa não evidenciou qualquer movimento que indicasse estratégias tecnológicas emergindo nas subsidiárias e que tenham sido globalmente aplicadas. O que se revela frequentemente são as ações estratégicas em motorização sendo desenvolvidas nos mercados mais importantes em que as montadoras possuem operações produtivas ou nos quais tenham grande mercado. Na verdade, as subsidiárias atuam como vetores na implantação das estratégias definidas pelas matrizes.

Exemplo é a China, mercado no qual várias montadoras possuem *joint ventures* com empresas locais. Por meio de suas subsidiárias, as montadoras estabelecem estratégias em todas as fases da dominância. Entretanto, a pesquisa não conseguiu identificar movimentos de ‘alargamento’ dessas experiências para um contexto global. Os resultados da pesquisa não atestam positivamente o que London e Hart (2004) afirmam no sentido de que, com a saturação dos mercados, as multinacionais se voltam para os emergentes; nesses locais, pelos seus fatores geográficos e institucionais, haveria possibilidade de desenvolvimento de novas tecnologias a partir das subsidiárias, podendo gerar estratégias emergentes e, a seguir, opções globais reais para as multinacionais. As montadoras têm concentrado seus esforços em tecnologia de motorização em poucos países, dos quais apenas a China poderia ser considerado um emergente. O *flex – fuel* brasileiro, depois de exatos 10 anos, continua restrito ao Brasil.

O que se percebeu é que estão surgindo estratégias emergentes em montadoras periféricas (Tata, as chinesas, a Volvo agora sob controle da chinesa Geely), em empresas “*start – ups*” em formas alternativas de motorização, em fornecedores ‘fora da indústria’ (“*outside the industry*”) (MDL, Altair etc.). No caso dos grupos de montadoras (VW – Audi, Hyundai – Kia, Nissan – Renault, Peugeot – Citroën, Geely – Volvo, Tata – Land Rover), o que se percebe é que uma delas se apresenta mais ao mercado como inovadora disruptiva (formas alternativas de motorização ou em utilização de combustíveis alternativos renováveis) enquanto a outra, em geral, a que detém maior *marketshare*, melhor desempenho financeiro ou cuja marca seja a mais valorizada e reconhecida se posiciona conservadoramente, produzindo melhorias incrementais no ICE. Ou seja, a ideia é utilizar mais fortemente uma

das empresas como nova entrante em alguma tecnologia alternativa. Portanto, uma estratégia emergente que surge em uma subsidiária (com mais autonomia em P&D) em resposta às condições ambientais e regulações locais (NASCIMENTO *et al*, 2010) e que cria opções globais (LONDON; HART, 2004), mesmo que tenha sido originada sem uma clara intenção (MINTZBERG; WATERS, 1985) não foi constatada.

A pesquisa concluiu ainda que há uma derivação muito forte da vertical tecnológica “Combustão Interna”: a dos bi – combustíveis, em particular o *flex – fuel* brasileiro, baseado na dupla gasolina – etanol e o *flex – fuel* americano, baseado nas duplas mais presentes e que têm contado com apoio governamental, a gasolina – CNG e o diesel – CNG. Nos EUA, o etanol não se tornou dominante como no Brasil. A mudança tecnológica para o *flex – fuel* foi aceita socialmente e hoje, no Brasil, é a solução dominante, estando institucionalizada. Tornou-se um marco na vida da indústria (SUAREZ; UTTERBACK, 1995) brasileira, fazendo com que o Brasil se tornasse o único palco de experimentação em torno do *flex – fuel* e a única tecnologia compartilhada por todas as montadoras aqui instaladas. Não há relatos de algo semelhante em outro país que tenha sido revelado em 2011 ou 2012. Os EUA são o palco dominante das experimentações relacionadas com os biocombustíveis.

Nesse sentido, o Brasil, o *flex – fuel* e o etanol formam um contexto socioeconômico relevante para a indústria automobilística mundial. Tanto o etanol como o *flex – fuel* são histórias de sucesso no Brasil e poderiam exercer um papel mais preponderante no cenário tecnológico futuro que se apresenta, haja vista o exemplo do diesel na Europa e na Índia e sua vocação para outras possibilidades. O etanol e a tecnologia *flex – fuel* podem ser elementos que possibilitem o aprofundamento e o aumento da expectativa de vida da vertical tecnológica chamada Combustão Interna. Não há evidências de que as montadoras globais tenham tentado promover a sua institucionalização em qualquer outro país durante o período analisado; ficou também claro o baixo interesse da imprensa especializada e a pouca preocupação dos pesquisadores estrangeiros com a institucionalização do *flex – fuel* no Brasil e seu interesse neste tema de pesquisa. Assim, esta pesquisa contribui com a inclusão relevante da tecnologia *flex – fuel* no âmbito das pesquisas desenvolvidas tendo como objeto “veículos com combustíveis alternativos ao ICE” e com a constatação de que ela não é, ainda, uma estratégia tecnológica relevante para as montadoras globais.

REFERÊNCIAS

- AAKER, D. A.; KUMAR, V.; DAY, G. S. **Pesquisa de Marketing**. São Paulo: Atlas, 2001.
- ABERNATHY, William J. *The Productivity Dilemma: Roadblock to Innovation in the Automotive Industry*. Baltimore: Johns Hopkins University, 1978.
- ABERNATHY, W. J.; UTTERBACK, J. H. *Patterns of Innovation in Technology*. **Technology Review**, no. 80, p. 41 – 47, June – July, 1978.
- ABERNATHY, William J.; CLARK, Kim B.; KANTROW, Alan M. *Industrial Renaissance*. New York: Basic Books, 1983.
- ABERNATHY, W. J.; CLARK, K. B. *Innovation: Mapping the Winds of Creative Destruction*. **Research Policy**, v. 14, n. 1, p. 3-22, 1985.
- ACCENTURE. *Report ‘Changing the Game – Plug-in Electric Vehicle Pilots’*. Disponível na Powertrain Monthly Digest. Issue no. 190. March 2011. 2011a.
- _____. *Report ‘Plug-in Electric Vehicles: Changing Perceptions, Hedging Bets’*. Disponível na Powertrain Monthly Digest. Issue no. 193. June 2011. 2011b.
- AFUAH, A. N.; UTTERBACK, J. M. *Responding to Structural Industry Changes: A Technological Evolution Perspective*. **Industrial and Corporate Change**, v. 6, n. 1, Oxford University Press, 1997.
- ALDRICH, Howard. *Organizations and Environments*. 1st. ed. Englewood Cliffs, N. J., USA: Prentice – Hall, 1979.
- ALVES FILHO, A. G. **Estratégia Tecnológica, Desempenho e Mudança: Estudo de Casos em Empresas da Indústria de Calçados**. São Paulo, 1991. Tese de Doutorado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
- ALTSHULER, A.; ANDERSON, M.; JONES, D.; ROOS, D.; WOMACK, J. **The Future of the Automobile – The Report of MIT’s International Automobile Program**. 1st edition. MIT Press, USA, 1984.
- AMATUCCI, M.; SPERS, E. E. *The Brazilian Biofuel: Your Wallet or Your Life*. **Anais do XXXIII Enanpad**. São Paulo, 19–23 September 2009.
- ANDERSON, Philip; TUSHMAN, Michael L. *Technological Discontinuities and Dominant Designs: A Cyclical Model of Technological Change*. **Administrative Science Quarterly**, Vol. 35, no. 4, p. 604 – 633, Dec, 1990.

_____. *Managing Through Cycles of Technological Change*. **Research Technology Management**, Vol. 34, no. 3, May/Jun, 1991.

ANDREWS, K. R. The Concept of Corporate Strategy. In: Henry Mintzberg and James Brian Quinn, Editors. **The Strategy Process – Concepts, Contexts, Cases**. 2nd ed. Englewood Cliffs, New Jersey, USA: Prentice – Hall, 1991.

ANFAVEA – Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores. **Tabelas de Produção de Automóveis**. Disponível em www.anfavea.com.br. Acesso em 10 Nov 2011. 2011.

_____. **Anuário da Indústria Automobilística Brasileira**. 2012.

ANSOFF, H. I. *Corporate Strategy: An Analytic Approach do Business Policy for Growth and Expansion*. [s. n.], 1965.

_____. **A Nova Estratégia Empresarial**. São Paulo: Atlas, 1990.

ARAIZA, Claudia L. **First – Mover Advantage: An Integrative Framework in Economics, Strategic Management and Marketing with Empirical Models in the Banking Industry**. California, EUA, 2009. Tese de Doutorado. Claremont Graduate University.

AUTOMOTIVE POWERTRAIN BRIEFING (APB). *Monthly Analysis of the Vehicle Engine and Transmission Business*. Automotive World. Issue no. 1, November 2011, 2011k.

_____. *Monthly Analysis of the Vehicle Engine and Transmission Business*. Automotive World. Issue no. 2, December 2011, 2011l.

_____. *Monthly Analysis of the Vehicle Engine and Transmission Business*. Automotive World. Issue no. 3, January 2012, 2012a.

_____. *Monthly Analysis of the Vehicle Engine and Transmission Business*. Automotive World. Issue no. 4, February 2012, 2012b.

_____. *Monthly Analysis of the Vehicle Engine and Transmission Business*. Automotive World. Issue no. 5, March 2012, 2012c.

_____. *Monthly Analysis of the Vehicle Engine and Transmission Business*. Automotive World. Issue no. 6, April 2012, 2012d.

_____. *Monthly Analysis of the Vehicle Engine and Transmission Business*. Automotive World. Issue no. 7, May 2012, 2012e.

_____. *Monthly Analysis of the Vehicle Engine and Transmission Business*. Automotive World. Issue no. 8, June 2012, 2012f.

_____. *Monthly Analysis of the Vehicle Engine and Transmission Business*. Automotive World. Issue no. 9, July 2012, 2012g.

_____. *Monthly Analysis of the Vehicle Engine and Transmission Business*. Automotive World. Issue no. 10, August 2012, 2012h.

_____. *Monthly Analysis of the Vehicle Engine and Transmission Business*. Automotive World. Issue no. 11, September 2012, 2012i.

_____. *Monthly Analysis of the Vehicle Engine and Transmission Business*. Automotive World. Issue no. 12, October 2012, 2012j.

_____. *Monthly Analysis of the Vehicle Engine and Transmission Business*. Automotive World. Issue no. 13, November 2012, 2012k.

_____. *Monthly Analysis of the Vehicle Engine and Transmission Business*. Automotive World. Issue no. 14, December 2012, 2012l.

AUTOMOTIVE WORLD. *The World's Car Manufacturers (14th edition) – An Operating & Financial Review*. London: Automotive World. September 2011.

_____. *Global Vehicle Assembly Plant Database – 2013 Edition*. 2013.

BAHIA, L. D.; DOMINGUES, E. P. **Estrutura de Inovações na Indústria Automobilística Brasileira**. Texto para Discussão n. 1472. IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada). Brasília, 2010.

BAKKER, S.; LENTE, H. van; MEEUS, M. *The Emergence of a Dominant Design in the Prototyping Phase: An Analysis of Hydrogen Car Prototypes*. Paper, **Summer Conference 2010 “Opening Up Innovation: Strategy, Organization and Technology”**. London, UK, June 16-18, 2010.

BARNARD, Chester I. **As Funções do Executivo**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 1971.

BARNEY, J. B. *Firm Resources and Sustained Competitive Advantage*. **Strategic Management Journal**, vol. 5, p. 171 – 180. 1991.

_____. *Resource-Based Theories of Competitive Advantage: A Ten-Year Retrospective on the resource-Based View*. **Journal of Management**, v. 27, p. 643 – 650, 2001.

BCG. *Boston Consulting Group Report 'Powering Autos to 2020: The Era of the Electric Car?'*. Disponível na Powertrain Monthly Digest. Issue no. 194. July 2011.

BELL, Geoffrey G.; BROMILEY, Philip; BRYSON, John. *Spinning a Complex Web: Links Between Strategic Decision Making Context, Content, Process and Outcome*. In: PAPADAKIS, Vassilis; BARWISE, Patrick (ed.). *Strategic Decisions*. 1a. ed. Norwell, MA, USA: Kluwer Academic Publishers, 1998.

BENNER, Mary J. *Securities Analysts and Incumbent Response to Radical Technological Change: Evidence from Digital Photography and Internet Telephony*. *Organization Science*, vol. 21, no. 1, p. 42 – 62, 2010.

BENNER, M. J.; TRIPSAS, M. *The Influence of Prior Industry Affiliation on Framing in Nascent Industries: The Evolution of Digital Cameras*. *Strategic Management Journal*, v. 33, p. 277-302, 2012.

BERETTA, Joseph. *Automotive Electricity*. 1st. ed. London, England: ISTE, 2010.

BERGGREN, C.; MAGNUSSON, T.; SUSHANDOYO, D. *Hybrids, Diesel or Both? The Forgotten Technological Competition for Sustainable Solutions in the Global Automotive Industry*. *International Journal Automotive Technology and Management*, v. 9, n. 2, p.148–173, 2009.

BERKHOUT, G.; HARTMANN, D.; TROTT, P. *Connecting Technological Capabilities with Market Needs Using a Cyclic Innovation Model*. *R&D Management*, v. 40, n. 5, p. 474-490, 2010.

BERNARDI, Bruno Boti. O Conceito de Dependência da Trajetória (*path dependence*): Definições e Controvérsias Teóricas. *Perspectivas – Revista de Ciências Sociais*. Universidade Estadual Paulista, v. 41, p. 137-167, jan./jun. 2012.

BESANKO, David; DRANOVE, David; SHANLEY, Mark; SCHAEFER, Scott. *A Economia da Estratégia*. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BEST, J. W. *Como investigar em educación*. 2. ed. Madri: Morata, 1972.

BIODME. Disponível em www.biodme.eu. Acesso em 02/03/2013.

BIOEN. Projeto “*Organisational Design of BIOEN Programme: Intellectual Property, Incentive Mechanisms and Impact Evaluation*”. Instituto de Economia da UNICAMP e Departamento de Administração (EAD) da FEA/USP, Dez 2009.

BIOFUELS RESEARCH ADVISORY COUNCIL (BRAC). *Biofuels in the European Union – A Vision for 2030 and Beyond*. Final Draft. 2006.

BIOFUELSTP. *European Biofuels Technology Platform*. Disponível em www.biofuelstp.eu. Acesso em 17/01/2013.

BLACK, Edwin. *Internal Combustion: How Corporations and Governments Addicted the World to Oil and Derailed the Alternatives*. New York: St. Martin's Press, 2007.

BMW. *BMW Group Annual Report to 30 September 2012*. 2012.

BÖRJESSON, P. *Good or Bad Bioethanol from a Greenhouse Gas Perspective – What Determines This?* *Applied Energy*, n. 86, p. 589-594, 2009.

BOSCH. *Powertrain Trends and Future Potential*. Panel “New Directions in Engine and Fuels”. DEER Conference, Dearborn, August 4, 2009.

BOWER, Joseph L. *Process Research on Strategic Decisions: A Personal Perspective*. In: PAPADAKIS, Vassilis; BARWISE, Patrick (ed.). *Strategic Decisions*. 1st. ed. Norwell, MA, USA: Kluwer Academic Publishers, 1998.

BRAC. *Biofuels in the European Union - A Vision for 2030 and Beyond*. Final draft report of the Biofuels Research Advisory Council. 2006.

BURNS, T.; STALKER, G. M. *The Management of Innovation*. London: Tavistock Publications, 1961.

BUSINESS MONITOR INTERNATIONAL (BMI). *Brazil Autos Report Q2 2011 - Including 5-year Industry Forecasts by BMI*. Business Monitor International. January 2011, 2011a.

_____. *Brazil Autos Report Q4 2011 - Including 5-year Industry Forecasts by BMI*. Business Monitor International. July 2011, 2011b.

_____. *Brazil Autos Report Q2 2012 - Including 5-year Industry Forecasts by BMI*. Business Monitor International. January 2012, 2012.

_____. *China Autos Report Q4 2010 - Including 5-year Industry Forecasts by BMI*. Business Monitor International. July 2010, 2010.

_____. *China Autos Report Q2 2012 - Including 5-year Industry Forecasts by BMI*. Business Monitor International. February 2012, 2012.

_____. *France Autos Report Q2 2012 - Including 5-year Industry Forecasts by BMI*. Business Monitor International. February 2012, 2012.

_____. *Germany Autos Report Q2 2012 - Including 5-year Industry Forecasts by BMI*. Business Monitor International. February 2012, 2012.

_____. *India Autos Report Q2 2012 - Including 5-year Industry Forecasts by BMI*. Business Monitor International. February 2012, 2012.

_____. *Japan Autos Report Q2 2012 - Including 5-year Industry Forecasts by BMI*. Business Monitor International. February 2012, 2012.

_____. *South Korea Autos Report Q2 2012 - Including 5-year Industry Forecasts by BMI*. Business Monitor International. February 2012, 2012.

_____. *Sweden Autos Report Q2 2012 - Including 5-year Industry Forecasts by BMI*. Business Monitor International. February 2012, 2012.

_____. *United Kingdom Autos Report Q2 2012 - Including 5-year Industry Forecasts by BMI*. Business Monitor International. February 2012, 2012.

CARNEIRO, R.; ARAÚJO, C. E. F.. Tecnologia, Instituições e Bioetanol: Considerações a partir do Caso Brasileiro. Dossiê Sistemas Territoriais de Inovação e Políticas de C&T na América Latina. **Revista de Administração Fead - Minas**, v. 6, n. 1/2, p. 95-125, 2009.

CARVALHO, E. G. Inovação Tecnológica na Indústria Automobilística: Características e Evolução Recente. **Economia e Sociedade**, v. 17, n. 3(34), p. 429-461, Dez 2008.

CASCONE, R. *Biofuels: What is beyond Ethanol and Biodiesel?* **Hidrocarbon Processing**, p. 95-109, sep. 2007.

CHANARON, Jean-Jacques; TESKE, Julius. *Hybrid Vehicles: A Temporary Step*. **Int. J. Automotive Technology and Management**, Vol. 7, No. 4, 2007.

CHANDLER, Alfred D. Jr. *Strategy and Structure: Chapters in the History of the Industrial Enterprise*. Cambridge, MA, USA: The MIT Press, 1962.

CHANDY, R. K.; TELLIS, G. J. *The Incumbent's Curse? Incumbency, Size, and Radical Product Innovation*. **Journal of Marketing**, v. 64, p. 1-17, July 2000.

CHARMAZ, K. *Constructing Grounded Theory*. 2nd. ed. London: Sage Publications, 2010.

CHEM SYSTEMS. *Dymethyl Ether Technology and Markets*. Report 07/08 – S3, December 2008.

CHEN, Ming – Jer. *Competitor Analysis and Interfirm Rivalry: Toward a Theoretical Integration*. **The Academy of Management Review**, vol. 21, no. 1, Jan 1996, 1996.

CHEN, T. **Dominant Designs, New Firm Survival and Competitive Dynamics in Nascent Market Categories**. 2011. Tese de Doutorado. Drexel University.

CHRISTENSEN, Clayton M. *The Innovation's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail*. 1st ed. Boston, USA: Harvard Business School Press, 1997.

CHRISTENSEN, Clayton. M.; ROSENBLOOM, Richard. S. *Explaining the Attacker's Advantage: Technological Paradigms, Organizational Dynamics, and the Value Network*. **Research Policy**, vol. 24, no. 2, p. 233 – 257, 1995.

CHRISTENSEN, C.; SUÁREZ, F. F.; UTTERBACK, J. M. *Strategies for Survival in Fast-Changing Industries*. **Management Science**, v. 44, n. 12, p. 207-220, 1998.

CHRISTENSEN, Clayton M.; ANTHONY, Scott D.; ROTH, Erik A. **O Futuro da Inovação**. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

CHRYSLER. *Chrysler 2011 Annual Report*. 2011.

CIMOLI, Mario; FERRAZ, João Carlos; PRIMI, Annalisa. *Science, Technology and Innovation Policies in Global Open Economies: Reflections from Latin America and the Caribbean*. **Journal of Globalization, Competitiveness & Governability**. Vol. 3, no. 1.02, p. 32 – 60, 2009.

CLARK, K. B. *The Interaction of Design Hierarchies and Market Concepts in Technological Evolution*. **Research Policy**, n. 14, p. 235-251, 1985.

CLARK, Kim B.; FUJIMOTO, Takahiro. **Product Development Performance: Strategy, Organization, and Management in the World Auto Industry**. 1st ed. Boston, USA: Harvard Business School Press, 1991.

CONSONI, F. L.; QUADROS, R. Desenvolvimento de Produtos na Indústria Automobilística Brasileira: Perspectivas e Obstáculos para a capacitação Local. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 6, n. 1, p. 39-61, 2002.

_____. As Estratégias de Produto das Subsidiárias das Montadoras no Brasil: Adaptação ou Desenvolvimento Local? Artigo. **XI Encontro Internacional do GERPISA**. Paris, 2003.

_____. *From Adaptation to Complete Vehicle Design: A Case Study of Product Development Capabilities in a Car Maker in Brazil*. **International Journal of Technological Management**, n. 36, p. 91-107, 2006.

COSTA, Eliezer Arantes da. **Gestão Estratégica: da empresa que temos para a empresa que queremos**. 1. ed. São Paulo: Saraiva, 2007.

CUSUMANO, Michael A. *The Japanese Automobile Industry: Technology and Management at Nissan and Toyota*. 1st ed. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1985.

CUSUMANO, M. A.; MYLONADIS, Y.; ROSENBLOOM, R. S. *Strategic Maneuvering and Mass-Market Dynamics: The Triumph of VHS over Beta*. **Business History Review**, p. 51-94, Spring 1982.

CYERT, Richard M.; MARCH, James G. *A Behavioral Theory of the Firm*. 1st ed. Englewood Cliffs, NJ: Prentice - Hall, 1963.

_____. *A Behavioral Theory of the Firm*. 2nd ed. Englewood Cliffs, NJ: Prentice - Hall, 1992.

D'AVENI, Richard A. *Competitive Pressure Systems Mapping and Managing Multimarket Contact*. **MIT Sloan Management Review**, vol. 44, no. 1, Fall, 2002.

DE NEGRI, João Alberto; SALERNO, Mário Sérgio; CASTRO, Antonio Barros de. **Inovações, Padrões Tecnológicos e Desempenho das Firms Industriais Brasileiras**. In: DE NEGRI, J. A.; SALERNO, M. S. (org.), **Inovações, Padrões Tecnológicos e Desempenho das Firms Industriais Brasileiras**. 1. ed. Brasília: IPEA, 2005.

DEATON, Jamie Page. *How Hydraulic Hybrids Work*. HowStuffWorks. Disponível em <http://auto.howstuffworks.com>. Acesso em 01/03/2013.

DELOITTE. Delloitte Touche Tohmatsu. *A New Era / Accelerating Toward 2020 – An Automotive Industry Transformed*. Report. 2009.

DELOITTE. *Report 'Annual Survey of Gen-Y (19-31-year old) Consumers'*. Disponível na *Automotive Powertrain Briefing*. Issue no. 3. January 2012.

DI SÉRIO, Luiz C.; VASCONCELLOS, Marcos A. **Estratégia e Competitividade Industrial: Inovação e Criação de Valor**. 1. ed. São Paulo: Saraiva, 2009.

DICKEN, P. **Mudança Global – Mapeando as Novas Fronteiras da Economia Mundial**. 5. ed. São Paulo: Artmed, 2010.

DIMAGGIO, P. J.; POWELL, W. W. *The Iron Cage Revisited: Institutional Isomorphism and Collective Rationality in Organizational Fields*. **American Sociological Review**, v. 48, n. 4, p. 147-160, 1983.

DOC – U. S. Department of Commerce. *The Road Ahead for the U. S. Auto Industry*. Washington, 2005.

_____. *The Road Ahead for the U. S. Auto Industry*. Washington, 2006.

DODGSON, Mark. *Introduction: Technology in a Strategic Perspective*. In: DODGSON, Mark (ed.) *Technology Strategy and the Firm: Management and Public Policy*. 1st. ed. Essex, UK: Longman, 1989.

DOE – U. S. Department of Energy. *Biofuels & Greenhouse Gas Emissions: Myths and Facts*. Disponível em <http://energy.gov>. Acesso em 13 de março de 2012. 2012a.

_____. Energy Efficiency & Renewable Energy. *Alternative Fuels and Advanced Vehicles Data Center*. Disponível em <http://www.afdc.energy.gov/afdc>. Acesso em 28 de março de 2012. 2012b.

DOSI, G. *Technological Paradigms and Technological Trajectories*. **Research Policy**, v. 11, n. 3, p. 147-162, 1982.

DOSI, G.; GRAZZI, M. *On the Nature of Technologies: Knowledge, Procedures, Artifacts and Production Inputs*. **Cambridge Journal of Economics**, vol. 34, no. 1, p. 173 – 184. 2010.

DRUCKER, Peter F. *Concept of the Corporation*. 1st ed. USA: John Day, 1946.

DYERSON, Romano; PILKINGTON, Alan. *Gales of Creative Destruction and the Opportunistic Incumbent: The Case of Electric Vehicles in California*. **Technology Analysis & Strategic Management**, Vol. 17, No. 4, 391–408, December 2005.

EBP – European Best Project. *Bioethanol for Sustainable Transport – Results and Recommendations from the European BEST Project*. 2010.

EHSANI, Mehrdad; GAO, Yimin; EMADI, Ali. *Modern Electric, Hybrid Electric, and Fuel Cell Vehicles (Fundamentals, Theory, and Design)*. 2nd. ed. Boca Raton, USA: CRC Press, 2010.

EIA – U. S. Energy information Administration. *Ethanol Timeline*, 2008. Disponível em <http://www.eia.gov/kids>. Acesso em 01 abril 2012.

EISENHARDT, K. M. *Making Fast Strategic Decisions in High – Velocity Environments*. **Academy of Management Journal**, v. 32, p. 543 – 576, 1989.

EISENMANN, T.; PARKER, G.; ALSYTNE, M. W. V. *Strategies for Two-Sided Markets*. **Harvard Business Review**, v. 84, n. 10, p. 92 – 101, 2006.

ENVOCARE. *Liquefied Petroleum Gas (LPG), Liquefied Natural Gas (LNG) and Compressed Natural Gas (CNG)*. 2012. Disponível em www.envocare.co.uk. Acesso em 02/03/2013.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). *Hydraulic Hybrid Research*. Disponível em www.epa.gov. Acesso em 02/03/2013.

EUROPEAN COMMISSION (EC). *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council and the European Economic and Social Committee*. Bruxelas, 2010.

FAAIJ, A.; SZWARC, A.; WALTER, A. *Demand for Bioethanol for Transport*. In: ZUURBIER, P.; VOOREN, J. van de (eds.). *Sugarcane Ethanol – Contributions to Climate Change Mitigation and the Environment*. The Netherlands: Wageningen Academic Publishers, 2008.

FAÇANHA, Sandra Lilian de Oliveira. **Aquisições, Fusões e Alianças Estratégicas na Configuração da Cadeia Sucroenergética Brasileira**. São Paulo, 2012. Tese (Doutorado em Administração) – Programa de Pós-Graduação em Administração. Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade. Universidade de São Paulo.

FAO. *Biofuels: Prospects, Risks and Opportunities*. **Food and Agriculture Organization**. The State of Food and Agriculture, 2008.

FIAT. *Fiat 2011 Annual Report*. 2011.

FOLHA, Folha de S. Paulo. **Caderno Veículos 2 da Folha de S. Paulo**, edição de 12 de fevereiro de 2012, p. 15 – 17, 2012.

FORD. *Ford 2011 Annual Report*. 2011.

_____. **Ford Motor Company**. 2011 Annual Report PROFITABLE GROWTH FOR ALL. Disponível em http://corporate.ford.com/doc/2011_annual_report.pdf. Acesso em 5 de abril de 2012.

FORD, D. *Develop your Strategy*. **Engineering Management Review**, vol. 17, no. 3, p. 16 – 26, 1989.

FREEMAN, Chris; SOETE, Luc. **A Economia da Inovação Industrial**. 4. ed., Campinas: Unicamp, 2008.

FUJIMOTO, Takihiro; TAKEISHI, Akira. *Automobiles: Strategy – Based Lean Production System*. University of Tokyo, Tokyo. Discussion Paper, 2001.

GALLAGHER, Scott; PARK, Seung Ho. *Innovation and Competition in Standard – Based Industries: A Historical Analysis of the U. S. Home Video Game Market*. **IEEE Transactions on Engineering Management**, vol. 49, no. 1, February, 2002.

GARTNER. *Report ‘Strategic Market Considerations for Electric Vehicle and e-Mobility Adoption in Germany’*. Disponível na Powertrain Monthly Digest. Issue no. 195. August 2011.

GEELS, F. W. *The Dynamics of Transitions in Socio-technical Systems: A Multi-level Analysis of the Transition Pathway from Horse-drawn Carriages to Automobiles (1860-1930)*. **Technology Analysis & Strategic Management**, v. 17, n. 4, p. 445-476, 2005.

GM. *General Motors Company 2011 Annual Report*. 2011.

GHEMAWAT, P. *Commitment: The Dynamic of Strategy*. 1st. ed. New York: Free Press, 1991.

GOETTEMÖLLER, J.; GOETTEMÖLLER, A. *Sustainable Ethanol: Biofuels, Biorefineries, Cellulosic Biomass, Flex-fuel Vehicles, and Sustainable Farming for Energy Independence*. 1st. ed., Maryville, MO, USA: Prairie Oak Publishing, 2007.

GOLDEMBERG, J. Foreword. In: ZUURBIER, P.; VOOREN, J. van de (eds.). *Sugarcane Ethanol – Contributions to Climate Change Mitigation and the Environment*. The Netherlands: Wageningen Academic Publishers, 2008.

GREENWOOD, Royston; HINNIGS, C. R. *Understanding Radical Organizational Change: Bringing together the Old and the New Institutionalism*. **The Academy of Management Review**, vol. 21, no. 4 (Oct. 1996), p. 1022 – 1054, 1996.

GRINDLEY, P. *Standards Strategy and Policy*. Oxford, UK: Oxford University Press, 1995.

HALL, Kenneth. *Zero Pollution Motors plans 2011 U. S. Launch for 106mpg Air – Powered Cars*. Artigo de 26/5/2009. Disponível em [www.motor authority.com](http://www.motorauthority.com). Acesso em 05/03/2013.

HAMEL, G.; PRAHALAD, C. K. *Strategic Intent*. **Harvard Business Review**, v. 67, no. 3, p. 63 – 76, 1989.

HANNAN, M.; FREEMAN, J. *The Population Ecology of Organizations*. **American Journal of Sociology**, vol. 82, issue 5 (march 1977), p. 929 – 964, 1977.

_____. *Density Dependence in the Growth of Organizational Populations*. In: CARROLL, G (ed.). *Ecological Models of Organizations*. Ballinger Books, Cambridge, MA, 1988.

HAPPIAN – SMITH, Julian. *An Introduction to Modern Vehicle Design*. 1st. ed., Oxford, England: Butterworth – Heinemann, 2001.

HEKKERT, Marco; VAN DEN HOED, Robert . *Competing Technologies and the Struggle towards a New Dominant Design: The Emergence of the Hybrid Vehicle at the Expense of the Fuel Cell Vehicle?* **GMI**, vol. 47, p. 29 – 43, Autumn 2004.

HEKKERT, M. P.; SUURS, R. A. A.; NEGRO, S. O.; KUHLMANN, S.; SMITS, R. E. H. M. *Functions of Innovation Systems: A New Approach for Analysing Technological Change*. **Technological Forecasting & Social Change**, v. 74, p. 413-432, 2007.

HENDERSON, B. D. *The Product Portfolio: Growth Share Matrix of the Boston Consulting Group*. In: MINTZBERG, H.; QUINN, J. B. (Eds.). *The Strategy Process: Concepts, Contexts, Cases*. 2nd. ed., p. 678 – 680, 1979.

HENDERSON, R, M.; CLARK, K. B. *Architectural Innovation: the Reconfiguration of Existing Product Technologies and the Failure of Established Firms*. **Administrative Science Quarterly**, vol. 35, no. 1, p. 9 – 30, 1990.

HOFFMANN, Peter. *Tomorrow's Energy – Hydrogen, Fuel Cells, and the Prospects for a Cleaner Planet*. 1st edition. Cambridge, Massachusetts, USA: The MIT Press, 2012.

HONDA. *Honda 2012 Annual Report*. 2012.

HSU, Mu – Yen; CHEN, Ming – Jer. *Competitor Analysis and Inter – Firm Rivalry (By Integrating market communality and resource similarity)*. Paper. 2006.

HYUNDAI. *Hyundai 4Q2012 Annual Report*. 2012.

INOVAÇÃO TECNOLÓGICA. Ônibus Brasileiro Movido a Hidrogênio começa a rodar em São Paulo. **Inovação Tecnológica**. Artigo de 03/05/2009. Disponível em www.inovacaotecnologica.com.br. Acesso em 08/04/2013.

INTERNATIONAL DME ASSOCIATION (IDA). *DME/LPG Blends*. Fact Sheet No. 1. 2010.

IEA. International Energy Agency. *Electricity Generation by Fuel*. Paris: OECD, 2006.

IGLECIAS, Luis Antônio Marangoni. **Um Modelo para Formulação de Estratégia Tecnológica: O Caso de uma Montadora na Indústria Automobilística**. São Carlos, 2001. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia de Produção. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia. Universidade Federal de São Carlos.

J. D. POWER. *Report '2011 US Green Automotive Study'*. Disponível na *Powertrain Monthly Digest*. Issue no. 192. May 2011.

JAPAN TRANSPORT. *Conference on the Development and Promotion of Environmentally Friendly Heavy Duty Vehicles such as DME Trucks*. Washington DC, March 17, 2006. Disponível em www.japantransport.com. Acesso em 01/03/2013.

JATO DYNAMICS. *Jato Consult CO₂ Report Extract*. 2011.

JENSEN, Michael C. *Agency Costs of Free Cash Flow, Corporate Finance, and Takeovers*. **The American Economic Review**. Nashville, v. 76, n. 2, p. 323-329, May 1986.

JENSEN, M.; MECKLING, W. *Theory of the Firm: Managerial Behavior, Agency Costs and Ownership Structure*. **Journal of Financial Economics**, v. 3, n. 4, p. 305-360, 1976.

JONES, Daniel T. *Corporate Strategy and Technology in the World Automobile Industry*. In: DODGSON, Mark (ed.) **Technology Strategy and the Firm: Management and Public Policy**. 1st. ed. Essex, UK: Longman, 1989.

KAHNEMAN, D.; LOVALLO, D. *Timid Choices and Bold Forecasts: A Cognitive Perspective on Risk Taking*. **Management Science**, vol. 31, no. 1, p. 17 – 31, 1993.

KAHNEMAN, D.; TVERSKY, A. *A Prospect Theory: An Analysis of Decisions under Risk*. **Econometrica**, vol. 47, no. 2, p. 263 – 291, 1979.

KANNEBLEY, S. Jr.; SELAN, B. *Atividade Inovativa nas Empresas Paulistas: Um Estudo a partir da PAEP – 2001*. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 6, n. 1, p. 123 – 152, 2007.

KATZ, M.; SHAPIRO, C. *Network Externalities, Competition, and Compatibility*. **The American Economic Review**, no. 75, p. 424 – 440, 1985.

KIA. *Kia 4Q2012 Annual Report*. 2012.

KLEPPER, S.; SIMONS, K. L. *Technological Extinctions of Industrial Firms: An Inquiry into their Nature and Causes*. Carnegie Mellon University and Royal Holloway, University of London, 1997.

KÖCHE, José Carlos. **Fundamentos de Metodologia Científica: Teoria da Ciência e Prática da Pesquisa**. 19. ed. Petrópolis: Editora Vozes, 2002.

KÖHLER, J.; WHITMARSH, L.; NYKVIST, B.; SCHILPEROORD, M.; BERGMAN, N.; HAXELTINE. *A Transitions Model for Sustainable Mobility*. **Ecological Economics**, v. 68, p. 2985-2995, 2009.

KPMG. *Report '13th Annual Global Automotive Survey'*. Disponível na Automotive Powertrain Briefing. Issue no. 3. January 2012.

KUTAS, G. A Importância de tornar o Etanol uma *Commodity*. Seção Opinião. **União da Indústria de Cana-de-Açúcar (ÚNICA)**. 2012. Disponível em www.unica.com.br. Acesso em 01 de fevereiro de 2012.

LAWRENCE, J. W.; LORSCH, P. R. **Organization and Environment**. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1967.

LEONARD – BARTON, Dorothy. *Core Capabilities and Core Rigidities: A Paradox in Managing New Product Development*. **Strategic Management Journal**, vol. 13, Summer 1992, p. 111 – 125, 1992.

LIEBERMAN, M. B.; MONTGOMERY, D. B. *First – Mover Advantages*. Research Paper no. 969, October 1987.

_____. *First – Mover (Dis)advantages: Retrospective and Link with the Resource – Based View*. **Strategic Management Journal**, v. 19, p. 1111-1125, 1998.

LONDON, J.; HART, S. S. *Reinventing Strategies for Emerging Markets: Beyond The Transnational Model*. **Journal of International Business Studies**, v. 35, p. 350–370, 2004.

LUCON, O.; COELHO, S. T.; GOLDEMBERG, J. *Bio-ethanol: Lessons from the Brazilian Experience*. In: BHOJVAID, P. P. (ed.), **Biofuels: Towards a Greener and Secure Energy Future**. 3rd. ed., New Delhi, India: The Energy and Resources Institute, 2008.

LUZ, L. F. L. Jr.; KAMINSKI, M.; KOZAK, R. H.; NDIAYE, P. M. Bioetanol, Biodiesel e Biocombustíveis: Perspectivas para o Futuro. **Regional, Urbano e Ambiental**, IPEA, v. 03, dez 2009.

MAGNUSSON, T.; BERGGREN, C. *Entering an Era of Ferment – Radical vs Incremental Strategies in Automotive Power Train Development*. **Technology Analysis & Strategic Management**, v. 23, n. 3, p. 313-330. March 2011.

MALERBA, Franco. *Sectorial Systems of Innovation and Production*. **Research Policy**, v. 31, p. 247–264, 2002.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Técnicas de Pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

MARITAN, Catherine A.; SCHENDEL, Dan E. *Strategy and Decision Processes: What is the Linkage?* In: PAPADAKIS, Vassilis; BARWISE, Patrick (ed.). **Strategic Decisions**. 1st. ed. Norwell, MA, USA: Kluwer Academic Publishers, 1998.

MARLETTO, G. *Structure, Agency and Change in the Car Regime: A Review of the Literature*. **Munich Personal RePEc Archive**, Paper n. 32134, postado em 10 Julho 2011, 2011.

MARSILI, O. *The Anatomy and Evolution of Industries*. Cheltenham: Edward Elgar, 2001.

McKINSEY. **Report ‘Recharging China’s Electric-Vehicle Aspirations’**. Disponível na Automotive Powertrain Briefing. Issue no. 9. July 2012.

MILES, Matthew B.; HUBERMAN, Michael A. **Qualitative Data Analysis**. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, 2nd. ed., 1994.

MINTZBERG, H. *Patterns in Strategy Formation*. **Management Science**, v. 24, n. 9, p. 934–948, May, 1978.

MINTZBERG, H. *Five P’s for Strategy*. In: Mintzberg, H.; Quinn, J. B. **The Strategy Process: Concepts, Contexts and Cases**. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1991.

_____. **The Rise and Fall of Strategic Planning**. 1st. ed. New York: The Free Press, 1994.

MINTZBERG, Henry; WATERS, James A. *Of Strategies, Deliberate and Emergent*. **Strategic Management Journal**, vol. 6, p. 257 – 272, 1985.

MINTZBERG, Henry; AHLSTRAND, Bruce; LAMPEL, Joseph. *Safári de Estratégia: Um Roteiro pela Selva do Planejamento Estratégico*. 1ª. Ed. Porto Alegre: Bookman, 1998.

MOORE, G. **Crossing the Chasm: Marketing and Selling Technology Products to Mainstream Customers**. [S. l.]: Capstone Publishing, 1999.

MOTOR DEVELOPMENT INTERNATIONAL (MDI). **Industrial Concept**. Disponível em <http://www.mdi.lu/english/concept.php>. Acesso em 04/03/2013.

MURMANN, Johann Peter; FRENKEN, Koen. *Toward a Systematic Framework for Research on Dominant Designs, Technological Innovations, and Industrial Change*. **Research Policy**, v. 35. p. 925–952, 2006.

NASCIMENTO, P. T. S.. **Alternativas e Integração na Crítica do Paradigma da Seleção de Projetos**. São Paulo, 2010. Tese de Livre Docência. Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade. Universidade de São Paulo.

_____. Condicionantes do Desenvolvimento de Produtos no Brasil. **Anais do II Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto**. São Carlos, SP, Brasil, 30-31 Agosto 2000.

NASCIMENTO, P. T. S.; PLONSKI, G. A. *Global Management of Technology: A Perspective From Brazil*. **Balas Annual Conference**. University of San Diego. San Diego, CA. USA. April, 4-7, 2001.

NASCIMENTO, P. T. N.; YU, A. S. O.; STARKE – RODRIGUES, F. C. T.; MORAIS, C. B.; SILVA, Luciana L. C.; SILVA, A. P.; SILVA, Lydia L. C. *The Technological Strategy of Brazilian Automakers for Flex Fuel Vehicles: An Exploratory Study*. **PICMET 2010 Proceedings**, 2010.

NASCIMENTO, P. T. S.; LOPES, A. P.; MARZAGÃO, D. S.; YU, A. S. O.; CAMARGO, A. S. Jr.; SILVA, L. L. C. *Oil Corporations Biofuels Technology Strategies: Disregard and Alliances*. No prelo, 2011.

NELSON, R.; WINTER, S. *In Search of Useful Theory of Innovation*. **Research Policy**, v. 6, p. 36-76, 1977.

_____. *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1982.

_____. *Evolutionary Theorizing in Economics*. **Journal of Economic Perspectives**, v. 16, no, 2, p. 23 – 46, 2002.

NIEUWENHUIS, P.; WELLS, P. *The Death of Motoring? Car Making and Automobility in the 21st Century*. [S. l.]: Wiley, 1997.

NIEUWENHUIS, P.; WELLS, P.; VERGRAGT, P. J. *Technological Change and the Regulation in the Car Industry*. **Greener Management International**, v. 47, p. 5 – 11, 2004. NISSAN. *Nissan 2012 Annual Report*. 2012.

NIXON, Hilary; SAPHORES, Jean-Daniel. *Understanding Household Preferences for Alternative – Fuel Vehicle Technologies*. MTI Report 10-11. Mineta Transportation Institute, June 2011.

OICA. Organisation Internationale des Constructeurs d'Automobiles (International Organization of Motor Vehicles Manufacturers). *The World's Automotive Industry*. 2006. Disponível em www.oica.net. Acesso em 27 Out 2011.

_____. **CO₂**. Relatório. Disponível em www.oica.net. Acesso em 27 Out 2011.

_____. **Alternative Fuels**. Disponível em <http://oica.net/category/auto-and-fuels/alternative-fuels/>. 2007. Acesso em 22 Mar 2012.

PAPADAKISS, Vassilis; BARWISE, Patrick. *Research on Strategic Decisions: Where Do We Go from Here?* In: PAPADAKIS, Vassilis; BARWISE, Patrick (ed.). **Strategic Decisions**. 1st. ed. Norwell, MA, USA: Kluwer Academic Publishers, 1998.

PAVITT, K. *What We Know about the Strategic Management of Technology*. **California Management Review**, v. 32, n. 3; p. 17, Spring 1990.

PAVITT, Keith; ROBSON, Mike; TOWNSEND, Joe. *Accumulation, Diversification and Organization of Technological Activities in UK Companies, 1945 – 83*. In: DODGSON, Mark (ed.) **Technology Strategy and the Firm: Management and Public Policy**. 1st. ed. Essex, UK: Longman, 1989.

PENROSE, Edith. **A Teoria do Crescimento da Firma**. 3. ed. Unicamp: Campinas, 2006.

PETERAF, 1993. *Intraindustry Structure and Response Toward Rivals*. **Journal of Managerial and Decision Economics**, no. 14, p. 519 – 528, 1993.

PFEFFER, Jeffrey. **Organizations and Organization Theory**. 1st. ed. Boston, MA, USA: Pitman, 1982.

PIKE RESEARCH (PIKE). **Report ‘Electric Vehicles – 10 Predictions for 2011’**. Disponível na Powertrain Monthly Digest. Issue no. 188. January 2011. 2011a.

_____. **Report ‘Electric Vehicle Geographic Forecasts**. Disponível na Powertrain Monthly Digest. Issue no. 197. October 2011. 2011b.

_____. **Total Cost of Ownership of Alternative Fuel Vehicles for Fleet Operators (Research Report)**. Excerpt of a Larger Report by Lisa Jeenam and John Gartner. 2nd Quarter 2012. 2012.

PILKINGTON, Alan; DYERSON, Romano. *Incumbency and the Disruptive Regulator: The Case of Electric Vehicles in California*. **International Journal of Innovation Management**, Vol. 8, No. 4, p. 339–354, September 2004.

_____. *Innovation in Disruptive Regulatory Environments – A Patent Study of Electric Vehicle Technology Development*. **European Journal of Innovation Management**, v. 9, n. 1, p. 79-91, 2006.

PIRES, Valdemir. **Finanças Pessoais: Fundamentos e Dicas**. 1. ed. Piracicaba: Editora Equilíbrio, 2006.

PORTER, M. E. *Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors*. New York: Free Press, 1980.

_____. *The Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*. New York: Simon & Schuster, 1985.

_____. **Vantagem Competitiva: Criando e Sustentando um Desempenho Superior**. Rio de Janeiro: Ed. Campos, 1989.

_____. *The Competitive Advantage of Nations*. **Harvard Business Review**, March/April, 1990.

_____. *Towards a Dynamic Theory of Strategy*. **Strategic Management Journal**, v. 12, p. 95-117, 1991.

_____. **Competição** (On Competition). 12. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

POWERTRAIN MONTHLY DIGEST (APB). *Monthly Analysis of the Vehicle Engine and Transmission Business*. Automotive World. Issue no. 188, January 2011, 2011a.

_____. *Monthly Analysis of the Vehicle Engine and Transmission Business*. Automotive World. Issue no. 189, February 2011, 2011b.

_____. *Monthly Analysis of the Vehicle Engine and Transmission Business*. Automotive World. Issue no. 190, March 2011, 2011c.

_____. *Monthly Analysis of the Vehicle Engine and Transmission Business*. Automotive World. Issue no. 191, April 2011, 2011d.

_____. *Monthly Analysis of the Vehicle Engine and Transmission Business*. Automotive World. Issue no. 192, May 2011, 2011e.

_____. *Monthly Analysis of the Vehicle Engine and Transmission Business*. Automotive World. Issue no. 193, June 2011, 2011f.

_____. *Monthly Analysis of the Vehicle Engine and Transmission Business*. Automotive World. Issue no. 194, July 2011, 2011g.

_____. *Monthly Analysis of the Vehicle Engine and Transmission Business*. Automotive World. Issue no. 195, August 2011, 2011h.

_____. *Monthly Analysis of the Vehicle Engine and Transmission Business*. Automotive World. Issue no. 196, September 2011, 2011i.

_____. *Monthly Analysis of the Vehicle Engine and Transmission Business*. Automotive World. Issue no. 197, October 2011, 2011j.

PRAHALAD, C. K.; HAMEL, Gary. *The Core Competence of the Corporation*. **Harvard Business Review**, May – June 1990. 1990.

PSA. *PSA Peugeot Citroën 2012 Annual Report*. 2012.

RAVEN, R. **Strategic Niche Management for Biomass – A Comparative Study on the Experimental Introduction of Bioenergy Technologies in the Netherlands and Denmark**. Eindhoven, Holanda, 2005. Tese de Doutorado. Technische Universiteit Eindhoven.

RENAULT. *Renault 2012 Annual Report*. 2012.

RENEWABLE ENERGY POLICY NETWORK FOR THE 21ST CENTURY (REN21). *Renewables 2010 Global Status Report*. 2010.

_____. *Renewables 2012 Global Status Report*. 2012.

RICHARDSON, R. J. *et al.* **Pesquisa Social: Métodos e Técnicas**. 3. ed. 7. reimp. São Paulo: Editora Atlas, 2007.

RODRIGUES, Francisco Carlos Tadeu Starke. **A Certificação ISO 9000 e o Desempenho Financeiro das Companhias Abertas Brasileiras**. São Paulo, 2007. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Administração de Empresas. Centro de Ciências Sociais e Aplicadas. Universidade Presbiteriana Mackenzie.

ROGERS, Everett. *Diffusion of Innovations*. 5th. ed. New York: Free Press, 2003.

ROLAND BERGER. *Winning the Automotive Powertrain Race – The Frontline Role of Marketing & Sales*. Roland Berger Strategy Consultants – Automotive Competence Center. 2009.

ROLLER, H.; WAVERMAN, L. *Telecoms Infrastructure and Economic Growth: A Simultaneous Estimation*. **American Economic Review**, 2001.

ROSENBERG, N. *Perspectives on Technology*. Cambridge: Cambridge University Press, p. 108-125, 1976.

ROTHKOPF, G. *A Blueprint for Green Energy in the Americas – Strategic Analysis of Opportunities for Brazil and the Hemisphere. Featuring: The Global Biofuels Outlook 2007*. Prepared for the Inter-American Development Bank. 2007. [

RUMELT, R. P. *Towards a Strategy Theory of the Firm*. In: LAMB, R. B. (ed.). *Competitive Strategic Management*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice – Hall, 1984.

SAHAL, Devendra. *Technological Guideposts and Innovation Avenues*. **Research Policy**, no. 14, p. 61 – 82, 1985.

SALERNO, M. S.; KUBOTA, L. C. **Estado e Inovação**. In: **Políticas de Incentivo à Inovação Tecnológica no Brasil**. IPEA, 2010.

SAMPIERI, Roberto Hernández; COLLADO, Carlos Fernández; LUCIO, Pilar Baptista. **Metodologia de Pesquisa**. 3. ed. São Paulo: Mc-Graw-Hill, 2006.

SANTOS, Milton dos. **Contribuição à Compreensão do Conceito de Competitividade nas Organizações**. Artigo apresentado no IX SEMEAD (Administração no Contexto Internacional – Seminários de Administração FEA/USP) da FEA/USP. Agosto de 2006. Disponível em www.ead.fea.usp.br/semead/9semead/resultado_semead/trabalhosPDF/11.pdf. Acesso em 06 Abril 2013.

SCHMALENSEE, S. *Product Differentiation Advantages of Pioneering Brands*. **American Economic Review**, vol. 72, no. 3, p. 349 – 365, 1982.

SCHOT, J.; GEELS, F. W. *Niches in Evolutionary Theories of Technical Change*. **Journal of Evolutionary Economics**, v. 17, p. 605-622, 2007.

SCHUMPETER, J. A. *The Theory of Economic Development*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1934.

_____. *Capitalism, Socialism, and Democracy*. New York: Harper, 1942.

SCOTT, W. Richard. *Institutions and Organizations*. 2nd. ed. Thousand Oaks, CA, USA: Sage Publications, 2001.

SCUDERI. *Electric Cars, Hybrids and the Internal Combustion Engine – Current Uses, Future Benefits (A Discussion Paper from Scuderi Group)*. Scuderi Group. July 2010. 2010.

SCUDERI, Nick. *ICE Technology Offers Best Solution for Greater MPG*. In: *Automotive Powertrain Briefing*. March 2012.

SETIS. *Strategic Energy Technologies Information Systems*. Disponível em www.setis.ec.europa.eu. Acesso em 10/12/2012.

SHIKIDA, P. F. A.; AZEVEDO, P. F.; VIAN, C. E. F. Desafios da Agroindústria Canavieira no Brasil Pós-desregulamentação: Uma Análise das Capacidades Tecnológicas. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 49, n. 3, p. 599-628, 2011.

SIERZCHULA, W. S.; BAKKER, SJOERD. *Incumbent Firm Behavior regarding Multiple Emerging Technologies: A Prototype and Production Model Analysis of the Automobile Industry*. DRUID Society. Paper. **DRUID Academy 2012**. January 19 – 21, 2012. University of Cambridge / The Moeller Centre. 2012.

SOCIETY OF MOTOR MANUFACTURERS AND TRADERS (SMMT). *Car Production on the Rise in 2002*. Disponível em www.smmt.co.uk. Acesso em 15 fev 2013. 2003.

SOBEK II, Durward Kenneth. **Principles that Shape Product Development Systems: A Toyota – Chrysler Comparison**. Tese de Doutorado. University of Michigan, Estados Unidos da América, 1997.

SOMMA, Dan; LOBKOWICZ, Hope; DEASON, Jonathan P. *Growing America's fuel: an analysis of corn and cellulosic ethanol feasibility in the United States*. **Clean Technological Environmental Policy**. Vol. 12, p. 373–380, 2010.

SOUZA, Cláudio. **Para chefe da Renault-Nissan, carro elétrico é coisa de país rico**. UOL Notícias. Disponível em www.carros.uol.com.br. Acesso em 30 nov 2011. 2011.

SUAREZ, F. F. *Battles for Technological Dominance: an Integrative Framework*. **Research Policy**, n. 33, p. 271-286, 2004.

SUAREZ, F. F.; UTTERBACK, J. M. *Dominant Designs and the Survival of Firms*. **Strategic Management Journal**, v. 16, n. 6, p. 415-430, sep. 1995.

SUURS, R. A. A.; HEKKERT, M. P. *Cumulative Causation in the Formation of a Technological Innovation System: The Case of Biofuels in the Netherlands*. **Technological Forecasting & Social Change**, v. 76, p. 1003-1020, 2009.

TEECE, David. J. *Economic Analysis and Strategic Management*. **California Management Review**, v. 26, p. 87-110, 1984.

_____. *Profiting from Technological Innovation: Implications for Integration, Collaboration, Licensing and Public Policy*. **Research Policy**, no. 15, p. 285 – 305, 1986.

_____. **Dynamic Capabilities and Strategic Management**. 1st. ed. Oxford, England: Oxford University Press, 2009.

TEECE, D. J.; PISANO, G.; SHUEN, A. *Dynamic Capabilities and Strategy Management. Working Paper, Haas Graduate School of Business*, University of California, Berkeley, 1992.

TEGARDEN, L. F.; HATFIELD, D. E.; ECHOLS, A. E. *Doomed from the Start: What is the Value of Selecting a Future Dominant Design*. **Strategic Management Journal**, vol. 20, no. 6, p. 495 – 518, 1999.

THE CLIMATE GROUP. *Plugged – in Fleets – A Guide to Deploying Electric Vehicles in Fleets*. The Climate Group / CENEX / Energy Saving Trust. London, UK. February 2012.

THE ECONOMIST. *The Big Chill – Briefing The Car Industry*. **The Economist Newspaper Limited**, New York, January 17th January, 2009.

TOYOTA. *Toyota 2011 Annual Report*. 2011.

_____. Disponível em www.toyota.com/ir. Acesso em 14/01/2013. 2013.

TRIPSAS, M. *Technology, Identity, and Inertia through the Lens of “The Digital Photography Company”*. **Organization Science**, v. 20, n. 2, p. 441-460, March – April 2009.

TUSHMAN, M. L.; ANDERSON, P. *Technological Discontinuities and Organizational Environments*. **Administrative Science Quarterly**, v. 31, p. 439-465, 1986.

TUSHMAN, M. L.; O'REILLY, C. A. (1996). *Ambidextrous Organizations: Managing Evolutionary and Revolutionary Change*. **California Management Review**, no. 38, p. 8 – 30, 1996.

TUSHMAN, M.; ROSENKOPF, L. *Organizational Determinants of Technological Change: Toward a Sociology of technological Evolution*. In: CUMMINGS, L.; STAW, B. (eds.). *Research in Organizational Behavior*. V. 14, p. 311-347. Greenwich, CT: JAI Press, 1992.

UTTERBACK, J. *Mastering the Dynamics of Innovation*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1994.

UTTERBACK, J. M.; ABERNATHY, W. J. *A Dynamic Model of Process and product Innovation*. **OMEGA, The International Journal of Management Science**, v. 3, n. 6, p. 639- 656, 1975.

UTTERBACK, J.; SUAREZ, F. *Technology, Competition and Industry Structure*. **Research Policy**, vol. 22, p. 1 – 21, 1993.

VAN DE KAA, G.; ENDE, J. van den; VRIES, H. J. de; HECK, E. van. *Factors for Winning Interface Format Battles: A Review and Synthesis of the Literature*. **Technological Forecasting & Social Change**, v. 78, p. 1397-1411, 2011.

VAN DEN HOED, R. *Driving Fuel Cell Vehicles – How Established Industries React to Radical Technologies*. Delft, Holanda, 2004. Tese de Doutorado. Delft University of Technology.

VAN MAANEN, J. *Reclaiming Qualitative Methods for Organizational Research: A Preface*. **Administrative Science Quarterly**, vol. 24, p. 520 – 527, 1979.

_____. *Tales of the Field*. Chicago: University of Chicago Press, 1988.

VERGRAGT, P. J.; HOED, R. van den. *Institutional Change in the Automotive Industry – Or How Fuel Cell Technology is Being Institutionalised*. **GMI**, v. 47, p. 1-17, Autumn 2004.

VILLAREAL, A. *The Social Construction of the Market for Electric Cars in France: Politics Coming to the Aid of Economics*. **International Journal Automotive Technology and Management**, v. 11, n. 4, p. 326-339, 2011.

VW. *Volkswagen 2011 Annual Report*. 2011.

_____. Report_Sept_2012.bin.html/binarystorageitem/file/Q#_2012_e.pdf. Disponível em http://www.volkswagenag.com/content/vwcorp/info_center/en/publications/2012/10/Interim

VON HIPPEL, Eric A. *Users as Innovators*. **Technology Review**, January, p. 30 – 34, 1978.

YIN, Robert K. **Estudo de Caso – Planejamento e Métodos**. 2. ed. São Paulo: Bookman, 2003.

YU, A. S. O.; SILVA, L. L. C.; CHU, C. L.; NASCIMENTO, P. T. S.; CAMARGO JR., A. S. *Electric Vehicles: Struggles in Creating a Market*. In **PICMET 2012**. 2011.

WADDINGTON, C. H. **The Strategy of the Genes**. London, UK: Allen & Unwin, 1957.

WALLY, Stefan; BAUM, J. Robert. *Timing and Intuition in Strategic Decision Making*. In: PAPADAKIS, Vassilis; BARWISE, Patrick (ed.). **Strategic Decisions**. 1st. ed. Norwell, MA, USA: Kluwer Academic Publishers, 1998.

WANG, Michael. *Updated Energy and Greenhouse Gas Emissions Results of Fuel Ethanol*. Center for Transportation Research – Argonne National Laboratory. San Diego, CA. 2005.

WELLS, P.; NIEUWENHUIS, P. *The Automotive Industry – A Guide*. London: Centre for Automotive Industry Research, 2001.

WESTCOTT, P. C. *Ethanol Expansion in the United States: How Will the Agricultural Sector Adjust? – A Report from the Economic Research Service*. United States Department of Agriculture, 2007.

WHITTINGTON, Richard. *O que é Estratégia*. 1. ed. São Paulo: Thomson Pioneira, 2002.

ZAPATA, C.; NIEUWENHUIS, P. *Disrupting the Business of Producing Automobiles: Technologies for Cleaner Production*. Paper. 1st International Workshop Advances in Cleaner Production. 2009a.

_____. *Driving on Liquid Sunshine – the Brazilian Biofuel Experience: a Policy Driven Analysis*. **Business Strategy and the Environment**, vol. 18, p. 528–541, 2009b. Publicado online em 26 Agosto 2008 na Wiley InterScience (www.interscience.wiley.com)

ZUURBIER, P.; VOOREN, J. van de. *Introduction to Sugarcane Ethanol Contributions to Climate Change Mitigation and the Environment*. In: ZUURBIER, P.; VOOREN, J. van de (eds.). *Sugarcane Ethanol – Contributions to Climate Change Mitigation and the Environment*. Wageningen Academic Publishers: The Netherlands, 2008.

GLOSSÁRIO

All – Wheel Drive (AWD): uma transmissão do automóvel que possui um diferencial que permite ter tração nas quatro rodas o tempo todo.

Atratividade: capacidade de um produto (ou uma tecnologia) em propiciar interesse dos consumidores em sua aquisição. Produtos lançados ao mercado objetivam despertar alta atratividade nos consumidores.

Breakthrough: uma inovação radical. Em geral, ocorre em negócios diferenciados aos atuais de uma empresa.

Células de bateria: a parte da bateria feita de dois materiais não similares e uma solução ácida, que acumula energia química para uso posterior como energia elétrica.

CHAdemo: nome comercial de um método rápido para carregar baterias de veículos elétricos que possibilita cargas de até 62,5 kW em alta tensão e corrente contínua por meio de um conector elétrico especial. É uma proposta de padrão para a indústria automobilística de uma associação japonesa com o mesmo nome (da qual participam Toyota, Subaru, Nissan e Mitsubishi). CHAdemo é uma abreviação de "movimento de carga", equivalente a "carregar para movimentar". A expressão é ainda um trocadilho para "Que tal um chá?", referindo-se ao tempo que seria necessário para carregar a bateria de um PHEV.

Cilindro: parte central de trabalho dos motores a pistão, é o espaço através do qual um pistão trabalha.

Clutch: um mecanismo para conectar e desconectar o fluxo de força entre o motor e a transmissão, usado durante arrancada, troca de marchas e frenagem / parada; embreagem.

Combustão: processo no qual uma substância reage com o oxigênio para gerar calor e chama (luz).

Competitividade: é a capacidade de uma empresa de formular e implementar estratégias concorrenciais que lhe permitam conservar, de forma duradoura, uma posição sustentável no mercado. É uma dimensão na qual empresas competidoras se rivalizam em torno dos mesmos clientes. Competidores são empresas que operam na mesma indústria, oferecendo produtos similares e buscando consumidores similares. Pode ser ainda entendida como (1) a competência existente em uma empresa que permite que ela identifique e compreenda as forças competitivas do ambiente em que atua e as razões pelas quais elas se modificam de acordo com as circunstâncias e ao longo do tempo e ainda como (2) a capacidade de uma empresa em criar e desenvolver competências para avaliar, decidir, implementar e acompanhar a estratégia competitiva escolhida, alinhando a ela seus recursos disponíveis.

Compressão: fase de trabalho do motor de combustão interna na qual a combinação de combustível e ar é comprimida em um cilindro antes de se dar a ignição e se provocar a queima.

Conflito de agência: definição conceitual do relacionamento de agência ou do agente principal. Um relacionamento de agência é como um contrato onde uma ou mais pessoas – o principal – engajam outra pessoa – o agente – para desempenhar alguma tarefa em seu favor, envolvendo a delegação de autoridade para a tomada de decisão pelo agente. Se ambas as partes agem tendo em vista a maximização das suas utilidades pessoais, existe uma boa razão para acreditar que o agente não agirá sempre no melhor interesse do principal. Nesse caso, a alta administração não pode participar ou monitorar todas as decisões e diretamente assegurar a consistência das muitas ações individuais e escolhas feitas pelos seus gerentes (agentes).

Continuous Variable Transmission (CVT): transmissão continuamente variável que utiliza uma polia da embreagem para transmitir o torque fornecido pelo motor.

Controle de emissões: sistema de controle de emissões da combustão que combina um sistema de ignição controlada na transmissão e um mecanismo de desaceleração do câmbio.

Decisão estratégica: é tudo aquilo relacionado com a manutenção, criação e utilização dos recursos e das capacidades para criar vantagem e uma posição melhor no ambiente competitivo. Uma decisão estratégica não é corriqueira, não ocorre cotidianamente e sua implantação promove resultados importantes no longo prazo. Em geral, são grandes decisões, arriscadas e com efeitos difíceis de reverter. São distintas das decisões operacionais rotineiras.

Design dominante: um design é considerado dominante quando atinge uma marca de mais de 50% das vendas novas dos produtos ou serviços relacionados e que consiga deter 50% de *marketshare* por pelo menos 4 anos. O design pode ser dominante em termos de trilha tecnológica, um caminho específico (“*specific path*”), ao longo de uma hierarquia da indústria, que estabelece dominância sobre as demais trilhas concorrentes de design, uma trajetória tecnológica dominante sobre as concorrentes.

Desinstitucionalização: refere-se à erosão ou à descontinuidade de uma atividade ou de uma prática organizacional institucionalizada.

Downsizing: processo de produção de motor com pequena capacidade cúbica, fortemente “turbocharged” de maneira a preservar quantidades significativas de ar e de combustível. De maneira a poder ser suficientemente potente, o motor precisa usar um turbocharger muito dinâmico, tornando possível limitar a resposta ao mínimo.

Drivetrain: todos os sistemas necessários para liberar a força do motor para a superfície das rodas do automóvel.

E85: uma mistura E85 corresponde a 85% de etanol anidro e 15% de gasolina; a letra E significa etanol.

Estratégia: é um padrão desejado de decisões e ações a serem tomadas pela empresa, um plano racional e deliberado de ações criado para lidar com o ambiente corporativo ou, ainda, um padrão observado em uma sequência de ações. É um termo descritivo que se referiria ao comportamento observado de uma empresa, conferindo a possibilidade de se observar uma postura estratégica da empresa que revelaria um padrão sem que ele (o padrão) seja a consequência de algo previamente desejado ou pretendido.

Estratégia corporativa: toda e qualquer estratégia (deliberada ou emergente) adotada por uma corporação. Podem ser financeiras, operacionais, tecnológicas, jurídicas, ou de qualquer outra importância organizacional.

Estratégia deliberada: é aquela na qual se estabelece um objetivo, define-se uma série de etapas para alcançar esse objetivo e, depois, metodicamente, cumpre-se cada etapa. Esse é um processo bem consciente e analítico e exige avaliação da estrutura do mercado, análise da concorrência e pesquisa detalhada do mercado para determinar as necessidades do consumidor. Uma estratégia deliberada seria, portanto, do tipo “de cima para baixo”, formulada em um projeto e implementada pela alta administração.

Estratégia emergente: é aquela na qual se tenta reter a flexibilidade e obter *feedback* do mercado onde se opera e onde não se opera. É normal que se tente mudar as estratégias durante o voo para adaptar-se a uma nova informação que surge de repente no mercado. Uma estratégia emergente seria do tipo “de baixo para cima”, isto é, que evolui e se adapta com base em sinais emitidos pelo mercado. É nada mais que o resultado cumulativo de uma série de decisões estratégicas tomadas; só pode ser definida *ex post*, como uma série de decisões.

Estratégia revelada: é, na verdade, uma combinação de algo deliberado (ou seja, explicitamente planejado antecipadamente) com algo emergente (isto é, uma resposta a eventos não previstos).

Estratégia tecnológica: é qualquer estratégia empresarial especificamente voltada para a inovação tecnológica e que induz rápidas transformações tecnológicas e organizacionais, de forma a se manter o poder competitivo; o desenvolvimento tecnológico desempenha papel preponderante para a obtenção da vantagem competitiva das empresas, cabendo à inovação tecnológica o papel de elemento diferenciador entre os competidores pelo mesmo mercado. Estratégias tecnológicas permitem ainda ser uma barreira de entrada, cunhando uma posição de defesa de mercado para uma determinada empresa. Uma estratégia tecnológica é uma estratégia corporativa.

Exaustão: são os gases emanados pelos motores e que são considerados resíduos.

First – Mover: o pioneiro de mercado, é aquela primeira empresa a comercializar um produto ou serviço em um novo mercado definido pelos atributos e pelo escopo desse produto (ou serviço) e que satisfaz uma necessidade de um consumidor específico (considera-se que a Toyota tenha sido a *first – mover* ao introduzir o HEV Prius no mercado da Califórnia em 2002). (ARAIZA, 2009). Para Schmalensee (1982), é o pioneiro de mercado, o primeiro entrante em um novo mercado.

Frenagem regenerativa: a frenagem (geralmente em híbridos elétricos) capta a energia que seria normalmente perdida e a transforma em energia reutilizável; esta energia é acumulada em uma bateria de armazenamento, que é utilizada toda vez que o motor do automóvel estiver no modo elétrico.

Fuel Cell Vehicles: os veículos com célula de combustível (FCV) são equipados com um sistema de transmissão elétrica e uma célula de combustível que gera eletricidade a partir de hidrogênio, que é armazenado sob uma forma gasosa comprimida em tanques.

Heterogeneidade: a partir de uma situação em que algumas empresas não tenham acesso equilibrado a novas tecnologias, utilizarão seus recursos e tomarão decisões próprias em relação a essas novas tecnologias. Sobretudo quando houver interpretações distintas do ambiente institucional, isso causará heterogeneidade.

Híbrido Completo: um híbrido completo tem os mesmos atributos que um híbrido mais a capacidade de operar apenas com a energia da bateria apesar de a bateria não poder ser plugada em uma tomada.

Híbrido Micro: normalmente emprega um sistema *stop-start* e frenagem regenerativa, que carrega a bateria de 12V do veículo.

Híbrido Moderado: um veículo híbrido moderado não pode ser ligado na tomada, nem dirigido somente com a energia da bateria.

Híbrido *Stop-Start*: um sistema *stop-start* desliga o motor quando o veículo está parado. Um motor de partida mais robusto é utilizado para suportar o aumento no número de vezes que o motor necessita ser ligado em um veículo *stop-start*.

Homogeneidade: situação contrária à heterogeneidade; neste caso, todas as empresas de uma indústria teriam acesso equilibrado a novas tecnologias. Quando as empresas interpretam o ambiente institucional da mesma forma, isso causará homogeneidade.

Incumbents: em geral se refere a uma empresa estabelecida na indústria há muito tempo; uma ‘veterana’. Anderson e Tushman (1990) consideram *incumbent* aquela empresa que entrou na indústria após uma dada descontinuidade tecnológica; senão, será considerada uma “*newcomer*”.

Injeção (de combustível): sistema de mistura do combustível com o ar. A injeção atomiza o combustível empurrando-o forçadamente através de um orifício sob alta pressão.

Injeção contínua: um tipo de injeção de combustível que vaporiza, continuamente, uma corrente de combustível para dentro do motor.

Injeção direta: processo de injeção direta do combustível nos cilindros.

Injeção indireta: processo de injetar o combustível em uma pré – câmara, na qual é dada a ignição antes de entrar na câmara principal de combustão.

Inovação: é uma estratégia que permite às empresas obterem maiores ganhos, em especial se houver diferenciação de produtos que permita a obtenção de um prêmio pago pelo consumidor para a empresa. Pode ser entendida ainda como tudo aquilo que cria novos recursos, processos ou valores, ou amplia recursos, processos ou valores de uma empresa existente; produtos novos ou aperfeiçoados são exemplos óbvios de inovação. Inovação pode ser ainda a realização de novas combinações, por meio da introdução de um novo produto, de um novo método de produção, de um novo mercado, de uma nova fonte de suprimentos ou de uma nova empresa. Deve estar atrelada apenas ao progresso tecnológico, o qual só é possível quando a estrutura de mercado é composta por grandes empresas que detêm razoável poder de mercado. A sociedade precisaria pagar por essa estrutura, preço que ela precisa pagar para ter avanço tecnológico rápido.

Inovação arquitetural: inovação na qual se mantém os conceitos – chave do projeto (*core design concepts*) intocados, mas modificando-se a forma como se unem os componentes em um determinado produto.

Inovação incremental: é o tipo de inovação que impõe mudanças relativamente menores ao produto existente, utilizando o potencial do atual design e, frequentemente, reforçando a dominância das *incumbents*.

Inovação radical: inovação baseada em princípios científicos e de engenharia e que frequentemente abrem novos mercados e aplicações potenciais para novos produtos; essas inovações radicais promovem grandes dificuldades para os *incumbents* e podem ser a base de entrada bem sucedida para empresas novas (*new entrants*) ou ainda para toda uma redefinição daquela indústria.

Inovação sustentadora: seria aquela inovação que conduz uma empresa ao longo de uma trajetória estabelecida de desempenho, introduzindo um desempenho melhorado em comparação com produtos já existentes (CHRISTENSEN *et al*, 2007); uma inovação sustentadora pode ser incremental ou radical.

Inovação tecnológica: resultado da configuração de suas capacidades dinâmicas, um conjunto de ativos bem estabelecidos e que permitem às empresas responderem às mudanças tecnológicas e de mercado; as capacidades dinâmicas nada mais seriam do que a habilidade de uma empresa em se adaptar de maneira a explorar suas competências internas e externas, adaptando-se ao seu ambiente concorrencial.

Institucionalização: no âmbito desta pesquisa, será considerada como o processo pelo qual atividades ou produtos passam a ser aceitos socialmente como adequados ou corretos, ou ainda, sendo vistos como a única realidade concebível.

Isomorfismo: situação na qual as empresas se parecem muito umas com as outras; isso pode levar à homogeneidade em estrutura, cultura e resultados. O isomorfismo resultaria ou de uma

seleção sub – ótima em uma comunidade de organizações ou porque os tomadores de decisão adquiriram respostas ótimas para os desafios e ajustaram o comportamento organizacional de acordo com o ambiente (HANNAN; FREEMAN, 1977).

Legitimidade: diz-se que uma empresa (ou mesmo uma indústria, como a automobilística) conquistou legitimidade – noção central da teoria institucional – quando oferta um produto eficiente e eficaz aos seus consumidores.

Mimetismo: sistema no qual várias empresas se acompanham, desenvolvendo as mesmas posturas estratégicas e de comportamento no ambiente em que operam. Pode significar ainda que as empresas se copiam.

Monóxido de carbono (CO): um gás inodoro composto por carbono e oxigênio, formado pela combustão incompleta de qualquer combustível contendo carbono. É potencialmente letal se inalado, mesmo em quantidades pequenas.

Motor de Combustão Interna (ICE): motor a gasolina ou a diesel, incluindo aqueles motores adaptados para funcionar com combustíveis alternativos líquidos ou gasosos.

Óxidos nitrogenados: qualquer composição de nitrogênio e oxigênio (NO_x) como sub – produto da combustão e que provoca poluição.

Pistão: peça dentro do cilindro do motor que se movimenta por pressão pneumática.

Powertrain: refere-se ao conjunto formado essencialmente por motor e transmissão juntos, mas pode ainda se considerar outras partes do automóvel, como exaustão ou sistema de abastecimento de combustível.

Regime tecnológico: termo cunhado por Nelson e Winter (1982), que se refere às rotinas cognitivas que são compartilhadas em um grupo de engenheiros e que os guia em suas atividades de pesquisa e desenvolvimento.

Split – cycle: ou motor *split – cycle*, é um motor de combustão interna que divide seus 4 cilindros em dois pares funcionais de cilindros; um par para tomada de ar e compressão e outro par de cilindros para geração de energia e exaustão.

Stop – start: são sistemas de frenagem que equipam veículos [os chamados *stop – start vehicles* (SSVs)] a gasolina ou diesel e que permitem a parada do funcionamento do motor quando o veículo está parando ou está parado e que permite que o motor se reinicie quando a condução é retomada.

Supercharger: compressor acionado mecanicamente pelo motor do automóvel que comprime o ar antes de sua entrada nos cilindros para a queima mais eficiente do combustível.

Tecnologia: feita de artefatos (se houver algum) e conhecimento rotinizado, satisfazendo uma ou mais funções. Tecnologias são, invariavelmente sistêmicas e quase sempre estão incorporadas em um ambiente específico das organizações econômicas e não econômicas e redes.

Transmissão: termo usado para descrever uma unidade no interior da linha de transmissão de um veículo, muitas vezes, a caixa de velocidades principal, ou como um termo geral para um número de unidades.

Transmissão automática: transmissão que permite a troca de marchas sem a intervenção do motorista.

Transmissão manual: transmissão na qual os condutores têm de mudar o ajuste da relação de engrenagem, em vez de a transmissão fazer o trabalho por eles (como na transmissão automática).

Turbocharger: neste caso, o compressor é acionado por uma turbina que é alimentada pelos gases de exaustão advindos do motor do automóvel, ou seja, aproveita-se a energia que seria perdida na exaustão. É muito mais eficiente que o *supercharger* acionado mecanicamente pelo motor. Muito comum em veículos a diesel, oferecendo menos ruído, promovendo melhor relação de potência e torque.

Veículo Elétrico (EV): um EV é um veículo que é alimentado apenas por um motor elétrico. Um termo genérico utilizado mundialmente para os veículos que são movidos por meios elétricos, ou seja, um veículo que é movido, em parte ou totalmente, por uma bateria que pode ser conectada diretamente à rede elétrica. Em resumo: qualquer veículo que pode ser plugado em uma tomada. Como utiliza apenas energia elétrica como sua fonte de energia, é mais econômico que os veículos movidos com combustíveis fósseis.

Veículo Elétrico *Extended Range* (E – REV): é um veículo alimentado por uma bateria com um gerador a bordo movido por um ICE. E – REVs são como EVs puros, mas com uma autonomia menor da bateria, de cerca de 65 quilômetros. A autonomia é estendida por um gerador de bordo que fornece muitos quilômetros adicionais de mobilidade. Com um E – REV, o veículo ainda será sempre movido eletricamente. Conhecido ainda por duas outras denominações: híbrido em série e *Range Extended Electric Vehicle* (RE-EV).

Veículo Elétrico Puro (PEV): veículo totalmente elétrico, movido exclusivamente por uma bateria carregada por meio de energia elétrica. Atualmente, os carros elétricos puros tipicamente possuem um alcance de aproximadamente 160 quilômetros. Comumente existem outros descritivos para o EV: elétrico (*electric*), todo-elétrico (*all electric*) ou veículo elétrico a bateria (*battery electric vehicle*_BEV).

Veículo Híbrido Elétrico *Plug-In* (PHEV): é um veículo que possui uma bateria *plug – in* e um motor de combustão interna (ICE). PHEVs típicos possuem uma autonomia do modo puro-elétrico de mais de dezesseis quilômetros. Após a autonomia do modo puro-elétrico ter sido atingida, o veículo alterna para a capacidade do modo híbrido completo (utilizando a

energia da bateria e o ICE) sem comprometimento da autonomia. Chamado ainda por veículo híbrido *plug-in* (PHV).

Veículo Híbrido (HEV): um veículo híbrido é alimentado por uma bateria ou por um ICE ou, ainda, por ambos, ou seja, um HEV é um carro com dois *powertrains*: um motor tradicional movido a combustão interna e um motor elétrico alimentado por uma bateria (KIA, 2011). A eficiência do combustível e o desempenho da potência são aumentadas significativamente com a baixa taxa de emissões de gases se comparada com veículos movidos somente a combustão interna. A fonte de alimentação é selecionada automaticamente pelo veículo, dependendo da velocidade, da carga do motor e do nível de carga da bateria. Esta bateria não pode ser conectada (*plugged – in*); a carga é mantida pela frenagem regenerativa suprida pela força gerada pelo ICE. Uma diversidade de combustíveis pode alimentar ICEs híbridos, incluindo gasolina, diesel, gás natural comprimido, gás liquefeito de petróleo e outros combustíveis alternativos. Conhecidos ainda como veículos híbridos elétricos (*hybrid electric vehicles*_HEV), híbridos normais (*normal hybrid*), híbridos paralelos (*parallel hybrid*) e híbridos padrão (*standard hybrid*).

Veículo Híbrido Não Eletrificado (HNEV): as formas alternativas movidas de forma pneumática ou hidráulica. Não se utilizam de eletricidade, mas mantêm a ideia de um híbrido.

Vertical Tecnológica: considera-se que o uso desta expressão “vertical tecnológica” seja seminal. O autor julga ter cunhado esta expressão, pois não foram encontradas evidências do seu uso em trabalhos acadêmicos em língua inglesa ou em língua portuguesa. O termo “vertical tecnológica” será adotado para designar as vertentes tecnológicas existentes para os “*powertrains*”.

APÊNDICE 1

INSTITUIÇÕES PRESENTES NA AMOSTRA RESULTANTE DA PESQUISA

Fizeram parte da pesquisa 68 montadoras (sendo 58 montadoras de automóveis e 10 de caminhões e ônibus), 98 sistemistas, 13 fabricantes independentes de motores, 5 fabricantes independentes de transmissões, 140 parcerias tecnológicas (sendo 22 entre montadoras, 79 entre não montadoras e 49 entre montadoras e não – montadoras), 27 universidades e 68 órgãos de governo (de 21 países) propulsores de projetos de pesquisa e desenvolvimento, além de 20 empresas montadoras em formato ‘*start – up*’. A seguir, apresenta-se a relação completa.

1. Montadoras: Aston Martin; Audi; Beijing Automotive Industry Holding (BAIC); Beiqi Foton; Bentley; BMW; BMW Brilliance; Buick; BYD; Caterpillar; Changan Ford Mazda Automobile (CFMA); Chevy; Chrysler; Citroën; DAF Trucks; Daihatsu; Daimler; Daimler Trucks; Dongfeng Motor Group; Ferrari; Fiat; Ford; Freightliner; Geely; General Motors; Great Wall; Guangxi Yuchai; Hino Trucks; Honda; Hyundai; Infiniti; Isuzu; Iveco; JAC Motors; Jaguar; Kia; Lamborghini; Land Rover; Mack Trucks; Mahindra & Mahindra; MAN; Maruti Suzuki; Mazda; Mercedes-Benz; Mitsubishi; Nissan; Opel/Vauxhall; Paccar; Perodua; Peugeot; Pininfarina; Porsche; Renault; Rolls-Royce; Saab; Scania; SEAT; Shanghai VW; Skoda; Ssangyong; Subaru; Suzuki; Tata Motors; Toyota; Volkswagen; Volvo; Volvo Trucks; Yo-Auto.

2. Sistemistas: A123 Systems; Achates Power; ACS Nano; AeroVironment; Air Products; Altair Product Design; ALTe Powertrain Developer; Antonov; Austria Microsystems; AVL; Axelon; Azure Dynamics; BAE Systems; BAF Technologies; Basf; Better Place; Black Cabs; Bladon Jets; Borg Warner; Bosch; Capstone Turbine Corp; Cap-XX; Clean Diesel Technologies; Continental Powertrain; Controlled Power Technologies (CPT); Corning; Dana; Delphi; Denso; DesignLine Corp; Dow Kokam; Eaton; Eberspaecher; Elektromotive; ElringKlinger AG; EV Connect; Evida Power; Exide Technologies; Faurecia; Federal-Mogul; Ficos; Fujitsu; GKN Driveline; GS Yuasa; Google Maps; GT Group; Hitachi; Honeywell; Hydrogen Efficiency Technologies BV (HYET); Infineon Technologies; ITM Power; Johnson Controls; Joule Unlimited Technologies; Kandi Technologies; Kolbenschmidt Pieburg; Kongsberg Automotive; LG Chen; LiFePO₄+C Licensing; Linc Group (ABM Industries); Lithium Energy Japan; Mahle; Maxwell Mitsubishi Chemical Corp; Nippon – Chemicon; Odyne Systems; Oorja Protonics; OSC; Polypore International; Protear Electric; Proton Power Systems; Quantum; Remy International; Riso DTU; Riversimple; Saft; Samsung SDI; SB LIMotive (JV entre Samsung e Robert Bosch); Scaleo; Schaeffler; SDC Materials; SerEnergy; Showa Denko K. K. (SDK); Siemens; SK Innovations; SunEdison; Tenneco; Tesla; Toshiba; Tour Engine; Univance; UQM Technologies; Valeo; Vision Motor Corp; Vocis; Voith; W2 Energy; Westport Innovations; Xinde Science & Technology; ZF.

3. Fabricantes de Motores: Achates Power; BAE ; China Yuchai International; Continental Powertrain; Cummins; Detroit Diesel; Enova Systems; FEV; Leo Motors; Magna; Navistar; Pinnacle Engines; Xinde.

4. Fabricantes de Transmissões: Aisin Drivetrain; Allison Transmission; Getrag; J. L. French; Torotrak.

5. Parcerias Tecnológicas: 350 Green e Chicago; 3i Private Equity; 3M e Chesapeake Energy; Allison Transmission e Hino Trucks; Audi, BMW, Daimler, Porsche e Volkswagen; BAE Systems e Caterpillar; BAE Systems e Crane Carrier; BMW e PSA Peugeot Citroën; BMW Peugeot Citroën Electrification; Bosch e Basf; Bosch e Daimler; Bosch e PSA Peugeot Citroën; Bosch e Qingdao National High-Tech Industrial Development Zone; BYD e Daimler; BYD e Hong Kong Autoparts Industry Association; Canon Investment Holdings e Altair Nanotechnologies; Changan Ford Mazda Automotive; Chrysler e Environmental Protection Agency (EPA); Chrysler e ZeaChem; Chrysler e ZF Friedrichshafen; Continental Corporation e SK Innovation; Controlled Power Technologies (CPT) e Advanced Lead-Acid Battery Consortium (ALABC); Corning e Fabricantes de Motores; Corning e Montadoras; Cummins e LiuGong; Cummins e Westport Innovations; Daihatsu e Akashi-Kikai; Daimler e Bosch; Daimler e BYD; Daimler e Linde; Daimler e Rolls-Royce; Daimler, Basf e Bosch; Delphi Powertrain, Hyundai, University of Wisconsin-Madison; Dez Petroleiras e Companhias de Gás; Dongfeng Automobile e Brilliance China; Dow e Ube; Eberspaecher e Swenox; Eberspaecher e Wooshin; EcoMotors Intl e Zhongding Holding; Ener1 e Wanxiang EV Co; Evida Power e HaloIPT; FAW e VW Audi; FEV-KSPG Joint Venture; Fiat e Tata; Fiat, FPT Industrial e Inmetro; Flybus Consortium (Ricardo Kinergy Technology, CVT da Torotrak e Allison Transmission); Flywheel Hybrid System for Premium Vehicles Consortium: Prodrive, Flybird Systems, Ricardo, Ford, Torotrak e Xtrae; Ford e Ballard; Ford e PSA; Ford e Toyota; Ford e University of Michigan; Forking Co, Panasonic, SoftBank Telecom e SoftBank Mobile; GAZ Group e Bosal; General Electric e Chesapeake Energy Corporation; General Electric e General Motors; General Electric e Lawrence Livermore National Laboratory (LLNL); General Electric e Nissan; General Motors China e China Automotive Technology and Research Center (CATARC); General Motors e ABB; General Motors e Argonne; General Motors e Envia; General Motors e LG; General Motors e University of Wisconsin-Madison; General Motors e UzAvtosanoat; Getrag e Dana; Getrag, Dana e Volvo; GM, SAIC, Shanghai GM e Pan Asia Technical Automotive Center; Hangzhou Iveco Automobile Transmission; Hertz e Renault; Hyundai e Bosch; Intelligent Energy (IE) e Revolve Technologies; Johnson Controls e MAC; Johnson Controls e Saft; Johnson Controls e SAIC; KLD Energy e Zhenjiang Qianjiang; Knorr-Bremse e Chongqing; Kureha Corp e Kuraray Co; Liotech LLC; LTC Lithium Technology Corp e Frazer-Nash Research; Magneti Marelli e Changchun Fudi Equipment Technology Development; Maruti Suzuki e Fiat ; Maruti Suzuki India e Suzuki Powertrain India; Mazda e Universidade de Hiroshima; Mercedes-Benz e Europcar Rental-Car; Mitsubishi e Toshiba; Mitsubishi Electric e New Energy and industrial Technology Development Organization (NEDO); Mitsui Engineering & Shipbuilding e Toda Kogyo Corp; Navistar e EcoMotors; Nemaq e J. L. French Auto Castings; Nissan e 4R Energy; Nissan e NEC; Nissan e Renault; Nissan, Sumitomo e NEC; Opel e Europcar; Origin Oil e Algasol Renewables; Origin Oil e DOE Idaho National Lab (INL); Origin Oil e Energime; PowerGenix e China City Construction Corporation (CCCC); Premier Automobiles e Fiat India Automobiles; PSA Peugeot Citroën e BMW; Quantum Fuel Systems e Dow Kokam; Renault e Daimler; Renault e Nissan; Renault e The Mobility House (TMH); Renault-Nissan, PSA Peugeot Citroën e Mitsubishi; Rhodia e CEA - Liten ; Ricardo e Chery Automobile; Ricardo e Great Wall Motor; Ricardo e Low Carbon Vehicle Technology Project (LCVTP); Ricardo e Weifang Shengrui Machinery Technology; Ricardo e Wuxi Fuel Injection Equipment Research Institute; SAIC e General Motors; SAIC e Opel; Samsung e BMW; Sevcon e Flextronics; Sheetak e Delphi; Shell e

Cosan; Southwest Research Institute e Eaton; Suzuki e Fiat; Tata e Jaguar Land Rover; Tata Motors e Motor Development International (MDI); Tesla Motors e Toyota; Tianjin FAW Toyota Engine (TJTE); Torotrak e Allison Transmission; Toyota e BMW; Toyota e EDF Energy; Toyota e Guangzhou; Toyota e WiTricity Corp; Toyota, Tokyo Institute of Technology e High Accelerator Research Organisation; Unicore e Rhodia; University of Illinois e Xerion Advanced Battery Group; US National Science Foundation (NSF) e Vehicle Technologies Program (VTP); Valeo e IFP Energies; Volvo e Aga; Volvo e Siemens; VW e Suzuki; Wabco e Shaanxi Fast Gear Co.; Weichai Westport (JV entre Westport Innovations, Weichai Power e Hong Kong Petersen Equipment); WiTricity Corp e Mitsubishi Motors; Yazaki North America e Evatran; ZAP e Jonway; Zhenjiang Qianjiang e K2 Energy Solutions.

6. Universidades: Arizona State University Biodesign Institute; Birmingham University; Brown University; Carnegie Mellon University; Eindhoven University; Georgia Institute of Technology; Glamorgan University; Iowa State University; National Academy of Sciences; National University of Singapore; Newcastle University; Nuvve (start-up da Universidade de Delaware); Shanghai University School of Automotive Studies; University of California Los Angeles (UCLA); Universidade de Leicester; Universidade de São Paulo; University of Bath; University of Birmingham; University of Greenwich; University of Michigan Transportation Research Institute (UMTRI); University of Oregon; University of Southern California (USC); University of Stanford; University of Wisconsin-Madison; University of Michigan; Utah State University – Research Foundation's Energy Dynamic Laboratory (EDL); Warwick University; West Virginia University.

7. Órgãos Governamentais: American Truck Dealers (ATD) dos EUA; California Air Resources Board (CARB); California Dump Truck Owners Association (CDTOA); California Energy Commission; Department of Transport of London; Environmental Protection Agency (EPA) dos EUA; Estado da Califórnia; Estado da Pensilvânia; European Environment Agency ; EEA); European Union Commission; Federal Ministry of Environment (Nigéria); Governo Norueguês; Governo Britânico; Governo da Estônia; Governo do Arizona; Governo do Japão; Governo Espanhol; Governo Europeu; Governo Francês; Governo Japonês; Governo Malaio; Governo Turco; Hong Kong Productivity Council (HKPC); ICCT International Council on Clean Transportation (Bélgica); International Energy Agency (IEA); Low Carbon Vehicle Programme (LowCVP) do Reino Unido; Manchester Electric Car Company (MECC); Ministério das Finanças da Índia; Ministério de Recursos Naturais da China; Ministry of Industry and Information Technology (China); Ministério do Petróleo e Gás Natural (Índia); National Development and Reform Commission (NDRC) (China); National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) (EUA); National Research Council (EUA); OCDE; Pacific Northwest National Laboratory (EUA); Parlamento Europeu; Prefeitura de Kaunas (Lituânia); Prefeitura de Panevezys (Lituânia); Prefeitura de Reading (Reino Unido); Prefeitura de Shenzhen (China); Prefeitura de Torrance (EUA); Presidência da Rússia; Presidência dos EUA; Secretaria dos Transportes e Ministério dos Negócios (Reino Unido); Senado dos EUA; Singapore's Agency for Science, Technology and Research (A*STAR); Tennessee Valley Authority e Electric Power Research Institute; U. S. Department of Energy (DOE); U. S. House of Representatives; UK Department for Transport; UK Plug-in Car Grant; UK Technology Strategy Board; UK's Centre of Excellence; UK's Centre of Excellence for Low Carbon Vehicle Technologies (CENEX); US Department of Energy Lawrence Berkeley National Laboratory; US Department of Energy's Brookhaven National Laboratory; US Department of Transportation (DOT); US Dept of Energy's Advanced Research Projects

Agency (ARPA-E); US Dept of Energy's Lawrence Berkeley National Lab e University of California at Berkeley; US Health Effects Institute.

8. Start-ups: Air Fuel System (AFS); Azure Dynamics; Bright Automotive; Coda; Detroit Electric; Fisker; Genovation Cars; Gordon Murray; Hybricon AB; Iran Khodro; Lighting Car; Oorja Protonics; Scuderi; Solaris; Tesla; Think; Vision; Yutong; Wrightspeed; XL Hybrids.