UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
PROLAM – PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INTEGRAÇÃO DA
AMÉRICA LATINA

ALEXANDRE AUGUSTO OTTATI NOGUEIRA

**Capacitação tecnológica como instrumento de
desenvolvimento e de inserção internacional: o caso da
tecnologia da indústria automobilística**

São Paulo
2006

ALEXANDRE AUGUSTO OTTATI NOGUEIRA

**Capacitação tecnológica como instrumento de
desenvolvimento e de inserção internacional: o caso da
tecnologia da indústria automobilística**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Integração da América Latina da Universidade de São Paulo para obtenção do título de doutor.

Área de Concentração: Sociedade, Economia e Estado

Orientador: Prof. Dr. José Raimundo Novaes Chiappin

São Paulo
2006

FOLHA DE APROVAÇÃO

Alexandre Augusto Ottati Nogueira

Capacitação tecnológica como instrumento de desenvolvimento e de inserção internacional: o caso da tecnologia da indústria automobilística

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Integração da América Latina da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor.
Área de Concentração: Sociedade, Economia e Estado

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____
Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____
Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____
Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____
Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____
Instituição: _____ Assinatura: _____

DEDICATÓRIA

À Simone, minha esposa,
à Maria Clara, minha filha,
e aos meus pais, com muito amor.

AGRADECIMENTOS

Ao meu Professor orientador Dr. José Raimundo Novaes Chiappin, especialmente, pela grande inspiração, por acreditar desde o princípio no potencial de realização deste projeto, e que nestes anos de convivência, com seu profundo amor à ciência e sua riquíssima cultura nas mais diversas áreas do conhecimento, muito me ensinou, contribuindo para meu crescimento científico e pessoal.

À Professora Dra. Ana Carolina Leïster, pela importante contribuição na fase posterior à qualificação, especialmente no processo de estruturação do enquadramento teórico e conceitual do trabalho.

Ao querido Professor Dr. Jorge Janiszewski, pelo constante apoio nas revisões e aperfeiçoamento do texto desde o processo de qualificação.

Ao estimado Professor Dr. Angelo Eduardo Battistini Marques, pelo apoio no processo de avaliação das tecnologias relacionadas à TV Digital.

Ao amigo Sergio Saragioto, pelo vasto e importantíssimo suporte intelectual no processo de identificação, classificação e avaliação das tecnologias da indústria automobilística.

À DaimlerChrysler do Brasil Ltda., em especial ao Sr. Ricardo José da Silva, diretor de Engenharia de Manufatura Caminhões Brasil/Japão, meu superior direto e meu constante orientador na vida profissional, pelo importante apoio à realização deste trabalho, e ao Sr. Ronald Linsmayer, vice-presidente das Operações Caminhões, pela grande motivação para realização do doutorado.

Aos Srs. Fernando Nascimento e Adriano Duarte, pelo apoio na construção do banco de dados para catalogação, classificação, avaliação e demonstração de resultados de tecnologias contempladas na metodologia de capacitação tecnológica proposta neste trabalho.

Ao amigo Romeu Ribeiro, pelo apoio no processo de coleta de informações sobre ciência e tecnologia.

Ao PROLAM, pela oportunidade de realização do programa de doutorado, em particular à Professora Dra. Maria Cristina Cacciamali, pela viabilização organizacional do processo de orientação no início do programa.

Aos meus pais, pelo imenso amor, irrestrito e incondicional.

Especialmente à minha esposa Simone, por seu amor, seu carinho, sua compreensão e por estar ao meu lado a cada pequena ou grande conquista que juntos alcançamos.

E à minha maravilhosa filha Maria Clara, que com seu amor, sua luz, sua vida tão nova e radiante, sua alegria intensa e seu sorriso puro de criança, tanto me impulsionou e impulsiona a crescer, a cada dia, a cada abraço e a cada sorriso.

“Quem irá me valer?
São pessoas e a caminhada
Quem irá me valer?
São meus sonhos no pé da estrada”.

Milton Nascimento

RESUMO

NOGUEIRA, A. A. O. Capacitação tecnológica como instrumento de desenvolvimento e de inserção internacional: o caso da tecnologia da indústria automobilística. 2006. 364 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-graduação em Integração da América Latina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

Este trabalho apresenta uma metodologia para tomada de decisão sobre tecnologias-chave. A metodologia fundamenta-se no programa de pesquisa sobre racionalidade, solução de problema e tomada de decisão de Chiappin, com relevante participação de Leïster. O método de escolha é estabelecido a partir do compromisso de eficiência entre um critério de competência, relacionado à produtividade e ao movimento de inovação, e um critério de redução da dependência econômica, relacionado a um melhor posicionamento estratégico internacional. Uma matriz de decisão é definida com base no método de escolha estabelecido. Para cada dimensão da matriz de decisão, critérios de avaliação de desempenho são definidos para avaliação das tecnologias. A metodologia é aplicada de forma ampla às tecnologias da indústria automobilística. Tecnologias-chave do setor automobilístico são identificadas e classificadas numa escala de prioridades. A similitude entre a metodologia proposta e as diretrizes de política industrial do Governo é comprovada pelos resultados obtidos. Uma aplicação menor da metodologia ao setor tecnológico da TV Digital ilustra a possibilidade de aplicação desta tecnologia de tomada de decisão a outros setores tecnológicos e industriais. A proposição de um “produto ideal”, que utilize as tecnologias-chave identificadas nos dois setores analisados, completa a pesquisa.

Palavras-chave: Tecnologias-chave. Capacitação tecnológica. Teoria da decisão. Políticas públicas tecnológicas. Política industrial. Teoria da competitividade. Ciência e tecnologia. Tecnologias da indústria automobilística. TV Digital. Produto ideal. Caminhão orgânico.

ABSTRACT

NOGUEIRA, A. A. O. Increase of the technological capability as an instrument both of development and international insertion: the case of the technology at the automobile industry. 2006. 364 f. Thesis (Doctoral) – Programa de Pós-graduação em Integração da América Latina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

This work presents a methodology for decision making on key-technologies. The methodology is based on the research program about rationality, problem solution and decision making of Chiappin, with relevant participation of Leister. The selection method is established based on the efficiency's trade-off between a criterion of competence, related to the productivity and to the movement of innovation, and a criterion of economical dependence reduction, related to a better international strategic position. A decision matrix is defined with basis on the established selection method. For each dimension of the decision matrix, performance assessment criteria are defined for the assessment of technologies. The methodology is extensively applied to the technologies of the automobile industry. Key-technologies of the automobile sector are identified and classified according to a priority scale. The similarity between the proposed methodology and the Brazilian government industrial policy is confirmed through the achieved results. A minor application of the methodology to the Digital TV technological sector illustrates the possibility of application of this decision making technology to other industrial and technological sectors. The proposition of an "ideal product" that uses the key-technologies identified in the two analyzed sectors completes the research.

Keywords: Key technologies. Technological capability. Decision theory. Public technological policies. Industrial policy. Theory of competitiveness. Science and Technology. Technology in the automobile industry. Digital TV. Ideal product. Organic truck.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

QUADRO 1: FATORES DETERMINANTES DO PROCESSO DE DECISÃO PARA CAPACITAÇÃO	88
QUADRO 2: PROCESSO DE ESTABELECIMENTO DE UMA META-REGRA COMO COMPROMISSO ENTRE CRITÉRIOS DE EFICIÊNCIA	90
QUADRO 3: JUSTIFICAÇÃO DA META-REGRA: SIMILITUDE ENTRE PROPOSTA APRESENTADA E POLÍTICA INDUSTRIAL DO GOVERNO	94
QUADRO 4: ENQUADRAMENTO DA METODOLOGIA/TECNOLOGIA PARA TOMADA DE DECISÃO SOBRE TECNOLOGIAS-CHAVE NO PROGRAMA DE PESQUISA DA RACIONALIDADE E TEORIA DAS DECISÕES DE CHIAPPIN E LEISTER ..	96
QUADRO 5: PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DA MATRIZ DE DECISÃO PARA CAPACITAÇÃO TECNOLÓGICA	99
QUADRO 6: MATRIZ DE PRIORIZAÇÃO DE TECNOLOGIAS: IDENTIFICAÇÃO DE TECNOLOGIAS-CHAVE	102
QUADRO 7: CONSTRUÇÃO DO PROCESSO DE AVALIAÇÃO DE TECNOLOGIAS NA MATRIZ DE DECISÃO	107
QUADRO 8: CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO "INOVAÇÃO CONTIDA"	111
QUADRO 9: CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO "TECNOLOGIA DE BASE"	112
QUADRO 10: CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO "PERMITE E PREPARAR INOVAÇÕES FUTURAS"	114
QUADRO 11: CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO "REPRESENTA SALTO TECNOLÓGICO"	115
QUADRO 12: CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO "APROVEITA RECURSOS NATURAIS DO PAÍS"	116
QUADRO 13: CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO "ESTÁ VINCULADA A INOVAÇÕES ANTERIORES"	117
QUADRO 14: CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO "ESCOPO DE APLICAÇÃO DA INOVAÇÃO"	118
QUADRO 15: CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO "POTENCIAL DE DESENVOLVIMENTO"	120
QUADRO 16: CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO "IMPACTO NA PRODUTIVIDADE"	121
QUADRO 17: CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO "IMPACTO NA QUALIDADE"	123
QUADRO 18: CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO "IMPACTO NO MEIO AMBIENTE"	124
QUADRO 19: CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO "TECNOLOGIA ECONOMICAMENTE VIÁVEL"	126
QUADRO 20: CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO "NECESSIDADE DE INVESTIMENTOS"	127
QUADRO 21: CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO "IMPACTO NA BALANÇA DE PAGAMENTO"	128
QUADRO 22: CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO "DINAMIZA O CONSUMO DE MASSA"	129
QUADRO 23: CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO "TECNOLOGIA É COMPETÊNCIA CENTRAL"	131
QUADRO 24: CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO "ARRANJO PARA O DESENVOLVIMENTO"	132
QUADRO 25: CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO "POSICIONAMENTO EM RELAÇÃO À CONCORRÊNCIA"	136
QUADRO 26: CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO "GARANTIA DE COMPETITIVIDADE SISTÊMICA"	140
QUADRO 27: CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO "ADICIONA NOVA VANTAGEM COMPETITIVA"	143
QUADRO 28: CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO "ESTÍMULO À DIFERENCIAÇÃO"	144
QUADRO 29: CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO "CONTRIBUIÇÃO PARA TORNAR O PAÍS CENTRO DE COMPETÊNCIA"	146
QUADRO 30: CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO "INDÚSTRIA DE SUPORTE"	148
QUADRO 31: CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO "INSUMOS"	149
QUADRO 32: CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO "ASPECTOS FÍSICOS DA PRODUÇÃO"	150
QUADRO 33: CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO "ASPECTOS QUALITATIVOS DA PRODUÇÃO"	151
QUADRO 34: CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO "APROVEITAMENTO DA ESTRUTURA DE EXPORTAÇÃO EXISTENTE"	152
QUADRO 35: CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO "POTENCIAL DE AMPLIAÇÃO DA ESTRUTURA DE MARKETING"	154
QUADRO 36: CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO "POTENCIAL DE TRANSFORMAÇÃO DA TECNOLOGIA EM EMPREENHIMENTO"	155
QUADRO 37: CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO "FOCO NA NECESSIDADE DA POPULAÇÃO BRASILEIRA"	157
QUADRO 38: CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO "CAPACIDADE INOVADORA"	159
QUADRO 39: CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO "ALOCÇÃO EFICIENTE DE RECURSOS"	160
QUADRO 40: CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO "DESENVOLVIMENTO REGIONAL"	162
QUADRO 41: COMPARAÇÃO DIRETA DE IMPORTÂNCIA ENTRE CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DA MATRIZ DE DECISÃO - CASO 1	164
QUADRO 42: COMPARAÇÃO DIRETA DE IMPORTÂNCIA ENTRE CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DA MATRIZ DE DECISÃO - CASO 2	165
QUADRO 43: COMPARAÇÃO DIRETA DE IMPORTÂNCIA ENTRE CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DA MATRIZ DE DECISÃO - CASO 3	165
QUADRO 44: CONSTRUÇÃO DE FOCO ESTRATÉGICO DA MATRIZ DE DECISÃO - DIMENSÃO "CONTRIBUIÇÃO PARA PRODUTIVIDADE E MOVIMENTO DE INOVAÇÃO"	166
QUADRO 45: CONSTRUÇÃO DE FOCO ESTRATÉGICO DA MATRIZ DE DECISÃO - DIMENSÃO "CONTRIBUIÇÃO PARA MELHOR POSICIONAMENTO ESTRATÉGICO NO MERCADO INTERNACIONAL"	166
QUADRO 46: TECNOLOGIAS DE COMBUSTÍVEL – FOCO PRIMÁRIO: PRODUTOS - MOTORES; FOCO SECUNDÁRIO: COMBUSTÍVEL.....	182

QUADRO 47: CALENDÁRIO TECNOLÓGICO - PRODUTOS	233
QUADRO 48: NOTAS TECNOLOGIAS DE COMBUSTÍVEL – DIMENSÃO DE PRODUTIVIDADE E MOVIMENTO DE INOVAÇÃO (MOMENTO PRESENTE)	236
QUADRO 49: NOTAS TECNOLOGIAS DE COMBUSTÍVEL – DIMENSÃO DE MELHORIA NO POSICIONAMENTO INTERNACIONAL (MOMENTO PRESENTE)	240
QUADRO 50: REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DOS RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DAS TECNOLOGIAS DE COMBUSTÍVEL NA MATRIZ DE DECISÃO PARA CAPACITAÇÃO TECNOLÓGICA (MOMENTO PRESENTE).....	243
QUADRO 51: NOTAS TECNOLOGIAS DE COMBUSTÍVEL – DIMENSÃO DE PRODUTIVIDADE E MOVIMENTO DE INOVAÇÃO (MOMENTO FUTURO)	246
QUADRO 52: NOTAS TECNOLOGIAS DE COMBUSTÍVEL – DIMENSÃO DE MELHORIA NO POSICIONAMENTO INTERNACIONAL (MOMENTO FUTURO)	248
QUADRO 53: REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DOS RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DAS TECNOLOGIAS DE COMBUSTÍVEL NA MATRIZ DE DECISÃO PARA CAPACITAÇÃO TECNOLÓGICA (MOMENTOS PRESENTE E FUTURO).....	250
QUADRO 54: REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DOS RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DAS TECNOLOGIAS DE COMBUSTÍVEL NA MATRIZ DE DECISÃO PARA CAPACITAÇÃO TECNOLÓGICA (MOMENTOS PRESENTE E FUTURO) - FOCO ESTRATÉGICO "TECNOLOGIA DE BASE, MEIO AMBIENTE E CAPACIDADE INOVADORA"	251
QUADRO 55: POSICIONAMENTO DOS GRUPOS TECNOLÓGICOS NA MATRIZ DE DECISÃO PARA CAPACITAÇÃO TECNOLÓGICA - TECNOLOGIAS DE PRODUTO	318
QUADRO 56: POSICIONAMENTO DOS GRUPOS TECNOLÓGICOS NA MATRIZ DE DECISÃO PARA CAPACITAÇÃO TECNOLÓGICA - TECNOLOGIAS DE PROCESSO (1)	319
QUADRO 57: POSICIONAMENTO DOS GRUPOS TECNOLÓGICOS NA MATRIZ DE DECISÃO PARA CAPACITAÇÃO TECNOLÓGICA - TECNOLOGIAS DE PROCESSO (2)	320
QUADRO 58: POSICIONAMENTO DOS GRUPOS TECNOLÓGICOS NA MATRIZ DE DECISÃO PARA CAPACITAÇÃO TECNOLÓGICA - TECNOLOGIAS DE SERVIÇO	321
QUADRO 59: POSICIONAMENTO ABSOLUTO DAS TECNOLOGIAS DO SETOR AUTOMOBILÍSTICO NA MATRIZ DE DECISÃO PARA CAPACITAÇÃO TECNOLÓGICA (MOMENTO FUTURO) E PATAMARES DE ATRATIVIDADE	324
QUADRO 60: POSICIONAMENTO DOS GRUPOS TECNOLÓGICOS NA MATRIZ DE DECISÃO PARA CAPACITAÇÃO TECNOLÓGICA - TECNOLOGIAS DA TV DIGITAL	343
QUADRO 61: POSICIONAMENTO ABSOLUTO DAS TECNOLOGIAS DOS SETORES AUTOMOBILÍSTICO E DA TV DIGITAL NA MATRIZ DE DECISÃO PARA CAPACITAÇÃO TECNOLÓGICA (MOMENTO FUTURO) E PATAMARES DE ATRATIVIDADE	346

GRÁFICO 1: FATURAMENTO DA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA 1966-2005 [US\$ MILHÕES]	78
GRÁFICO 2: INVESTIMENTOS 1980-2005 [US\$ MILHÕES]	79
GRÁFICO 3: TOTAL DE EMPREGOS 1957-2005 [UNIDADES]	80
GRÁFICO 4: COMPOSIÇÃO PERCENTUAL - FOCO ESTRATÉGICO 1 - DIMENSÃO "PRODUTIVIDADE E MOVIMENTO DE INOVAÇÃO"	168
GRÁFICO 5: COMPOSIÇÃO PERCENTUAL - FOCO ESTRATÉGICO 1 - DIMENSÃO "POSICIONAMENTO ESTRATÉGICO INTERNACIONAL"	169
GRÁFICO 6: COMPOSIÇÃO PERCENTUAL - FOCO ESTRATÉGICO 2 - DIMENSÃO "PRODUTIVIDADE E MOVIMENTO DE INOVAÇÃO"	170
GRÁFICO 7: COMPOSIÇÃO PERCENTUAL - FOCO ESTRATÉGICO 2 - DIMENSÃO "POSICIONAMENTO ESTRATÉGICO INTERNACIONAL"	171
GRÁFICO 8: COMPOSIÇÃO PERCENTUAL - FOCO ESTRATÉGICO 3 - DIMENSÃO "PRODUTIVIDADE E MOVIMENTO DE INOVAÇÃO"	172
GRÁFICO 9: COMPOSIÇÃO PERCENTUAL - FOCO ESTRATÉGICO 3 - DIMENSÃO "POSICIONAMENTO ESTRATÉGICO INTERNACIONAL"	173

MATRIZ DE DECISÃO 1: TECNOLOGIAS DE PRODUTO - CÂMBIO	257
MATRIZ DE DECISÃO 2: TECNOLOGIAS DE PRODUTO - EIXO DIANTEIRO	258
MATRIZ DE DECISÃO 3: TECNOLOGIAS DE PRODUTO - EIXO TRASEIRO	259
MATRIZ DE DECISÃO 4: TECNOLOGIAS DE PRODUTO - 5C'S (BLOCO, CABEÇOTE, BIELA, EIXO COMANDO E VIRABREQUIM).....	260
MATRIZ DE DECISÃO 5: TECNOLOGIAS DE PRODUTO - BOMBAS	261
MATRIZ DE DECISÃO 6: TECNOLOGIAS DE PRODUTO - COMBUSTÍVEL	262
MATRIZ DE DECISÃO 7: TECNOLOGIAS DE PRODUTO - MISCELÂNEAS	263
MATRIZ DE DECISÃO 8: TECNOLOGIAS DE PRODUTO - SISTEMA DE TRATAMENTO DE EMISSÃO.....	264
MATRIZ DE DECISÃO 9: TECNOLOGIAS DE PRODUTO - MONTAGEM.....	265
MATRIZ DE DECISÃO 10: TECNOLOGIAS DE PRODUTO - CHASSIS E SISTEMAS - CONJUNTOS.....	266
MATRIZ DE DECISÃO 11: TECNOLOGIAS DE PRODUTO - CHASSIS E SISTEMAS - SISTEMAS	267
MATRIZ DE DECISÃO 12: TECNOLOGIAS DE PRODUTO - CABINA - ACABAMENTO.....	268
MATRIZ DE DECISÃO 13: TECNOLOGIAS DE PRODUTO - CABINA - ESTRUTURA	269
MATRIZ DE DECISÃO 14: TECNOLOGIAS DE PROCESSO - CONFORMAÇÃO MECÂNICA - CHAPA	272
MATRIZ DE DECISÃO 15: TECNOLOGIAS DE PROCESSO - CONFORMAÇÃO MECÂNICA - OUTROS	273
MATRIZ DE DECISÃO 16: TECNOLOGIAS DE PROCESSO - LIMPEZA E REBARBAÇÃO.....	274
MATRIZ DE DECISÃO 17: TECNOLOGIAS DE PROCESSO - MEDIÇÃO, TESTES E GARANTIA DA QUALIDADE - GERAL	275
MATRIZ DE DECISÃO 18: TECNOLOGIAS DE PROCESSO - MEDIÇÃO, TESTES E GARANTIA DA QUALIDADE - ENSAIOS	276
MATRIZ DE DECISÃO 19: TECNOLOGIAS DE PROCESSO - MEDIÇÃO, TESTES E GARANTIA DA QUALIDADE - MEDIÇÃO	277
MATRIZ DE DECISÃO 20: TECNOLOGIAS DE PROCESSO - MEDIÇÃO, TESTES E GARANTIA DA QUALIDADE - TESTE	278
MATRIZ DE DECISÃO 21: TECNOLOGIAS DE PROCESSO - MEIOS E MÉTODOS DE TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO	279
MATRIZ DE DECISÃO 22: TECNOLOGIAS DE PROCESSO - MONTAGEM - MONTAGEM	280
MATRIZ DE DECISÃO 23: TECNOLOGIAS DE PROCESSO - MONTAGEM - FIXAÇÃO	281
MATRIZ DE DECISÃO 24: TECNOLOGIAS DE PROCESSO - MONTAGEM - OUTRAS.....	282
MATRIZ DE DECISÃO 25: TECNOLOGIAS DE PROCESSO - PINTURA - CONTROLE.....	283
MATRIZ DE DECISÃO 26: TECNOLOGIAS DE PROCESSO - PINTURA - TRATAMENTO E SECAGEM.....	284
MATRIZ DE DECISÃO 27: TECNOLOGIAS DE PROCESSO - PINTURA - TINTA	285
MATRIZ DE DECISÃO 28: TECNOLOGIAS DE PROCESSO - PROCESSOS DE FABRICAÇÃO COM MATERIAIS ALTERNATIVOS.....	286
MATRIZ DE DECISÃO 29: TECNOLOGIAS DE PROCESSO - PROCESSOS DE MODELAÇÃO, PROTOTIPAGEM E FERRAMENTA	287
MATRIZ DE DECISÃO 30: TECNOLOGIAS DE PROCESSO - SOLDAGEM - GERAÇÃO 1	288
MATRIZ DE DECISÃO 31: TECNOLOGIAS DE PROCESSO - SOLDAGEM - GERAÇÃO 2	289
MATRIZ DE DECISÃO 32: TECNOLOGIAS DE PROCESSO - TRATAMENTO SUPERFICIAL - PREPARAÇÃO.....	290
MATRIZ DE DECISÃO 33: TECNOLOGIAS DE PROCESSO - TRATAMENTO SUPERFICIAL - PROTEÇÃO.....	291
MATRIZ DE DECISÃO 34: TECNOLOGIAS DE PROCESSO - TRATAMENTO TÉRMICO - ESTRUTURAÇÃO	292
MATRIZ DE DECISÃO 35: TECNOLOGIAS DE PROCESSO - TRATAMENTO TÉRMICO - TÊMPERA.....	293
MATRIZ DE DECISÃO 36: TECNOLOGIAS DE PROCESSO - USINAGEM CONVENCIONAL - ACABAMENTO	294
MATRIZ DE DECISÃO 37: TECNOLOGIAS DE PROCESSO - USINAGEM CONVENCIONAL - FERRAMENTAL	295
MATRIZ DE DECISÃO 38: TECNOLOGIAS DE PROCESSO - USINAGEM CONVENCIONAL - MÁQUINA ACABAMENTO.....	296
MATRIZ DE DECISÃO 39: TECNOLOGIAS DE PROCESSO - USINAGEM CONVENCIONAL - MÁQUINA DESBASTE	297
MATRIZ DE DECISÃO 40: TECNOLOGIAS DE PROCESSO - USINAGEM NÃO CONVENCIONAL	298
MATRIZ DE DECISÃO 41: TECNOLOGIAS DE SERVIÇO - GESTÃO DA MANUFATURA	300
MATRIZ DE DECISÃO 42: TECNOLOGIAS DE SERVIÇO - PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO.....	301
MATRIZ DE DECISÃO 43: TECNOLOGIAS DE SERVIÇO - QUALIDADE	302
MATRIZ DE DECISÃO 44: TECNOLOGIAS DE SERVIÇO - LOGÍSTICA E ABASTECIMENTO DA PRODUÇÃO - EXTERNA.....	303
MATRIZ DE DECISÃO 45: TECNOLOGIAS DE SERVIÇO - LOGÍSTICA E ABASTECIMENTO DA PRODUÇÃO - INTERNA	304
MATRIZ DE DECISÃO 46: TECNOLOGIAS DE SERVIÇO - LOGÍSTICA E ABASTECIMENTO DA PRODUÇÃO - SISTEMAS.....	305
MATRIZ DE DECISÃO 47: TECNOLOGIAS DE SERVIÇO - LOGÍSTICA E ABASTECIMENTO DA PRODUÇÃO - MODELOS	306
MATRIZ DE DECISÃO 48: TECNOLOGIAS DE SERVIÇO - AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL.....	307
MATRIZ DE DECISÃO 49: TECNOLOGIAS DE SERVIÇO - INFORMATIZAÇÃO DO CHÃO DE FÁBRICA	308
MATRIZ DE DECISÃO 50: TECNOLOGIAS DE SERVIÇO - MEDIÇÃO, CONTROLE E COMUNICAÇÃO.....	309
MATRIZ DE DECISÃO 51: TECNOLOGIAS DE SERVIÇO - SISTEMAS BASEADOS EM MAINFRAME	310

MATRIZ DE DECISÃO 52: TECNOLOGIAS DE SERVIÇO - SISTEMAS EDM E CPDM - OPERAÇÃO.....	311
MATRIZ DE DECISÃO 53: TECNOLOGIAS DE SERVIÇO - SISTEMAS EDM E CPDM - SIMULAÇÃO	312
MATRIZ DE DECISÃO 54: TECNOLOGIAS DE SERVIÇO - SOFTWARE E HARDWARE PARA MICROINFORMÁTICA.....	313
MATRIZ DE DECISÃO 55: TECNOLOGIAS DE SERVIÇO - TECNOLOGIAS DE INFRA-ESTRUTURA E MANUTENÇÃO	314
MATRIZ DE DECISÃO 56: TECNOLOGIAS DA TV DIGITAL - SOFTWARE (EXEMPLO)	342

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: ESTÁGIO DE IMPLANTAÇÃO DA POLÍTICA INDUSTRIAL - LINHAS DE AÇÃO HORIZONTAIS - INOVAÇÃO E DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO	48
TABELA 2: ESTÁGIO DE IMPLANTAÇÃO DA POLÍTICA INDUSTRIAL - LINHAS DE AÇÃO HORIZONTAIS - INSERÇÃO EXTERNA.....	49
TABELA 3: ESTÁGIO DE IMPLANTAÇÃO DA POLÍTICA INDUSTRIAL - LINHAS DE AÇÃO HORIZONTAIS - MODERNIZAÇÃO INDUSTRIAL	49
TABELA 4: ESTÁGIO DE IMPLANTAÇÃO DA POLÍTICA INDUSTRIAL - LINHAS DE AÇÃO HORIZONTAIS - AMBIENTE INSTITUCIONAL / INCENTIVO AO INVESTIMENTO	50
TABELA 5: ESTÁGIO DE IMPLANTAÇÃO DA POLÍTICA INDUSTRIAL - OPÇÕES ESTRATÉGICAS - SEMICONDUTORES	51
TABELA 6: ESTÁGIO DE IMPLANTAÇÃO DA POLÍTICA INDUSTRIAL - OPÇÕES ESTRATÉGICAS - SOFTWARE.....	51
TABELA 7: ESTÁGIO DE IMPLANTAÇÃO DA POLÍTICA INDUSTRIAL - OPÇÕES ESTRATÉGICAS - BENS DE CAPITAL	52
TABELA 8: ESTÁGIO DE IMPLANTAÇÃO DA POLÍTICA INDUSTRIAL - OPÇÕES ESTRATÉGICAS - FÁRMACOS E MEDICAMENTOS.....	52
TABELA 9: ESTÁGIO DE IMPLANTAÇÃO DA POLÍTICA INDUSTRIAL - ATIVIDADES PORTADORAS DE FUTURO - BIOTECNOLOGIA	52
TABELA 10: ESTÁGIO DE IMPLANTAÇÃO DA POLÍTICA INDUSTRIAL - ATIVIDADES PORTADORAS DE FUTURO - NANOTECNOLOGIA.....	53
TABELA 11: ESTÁGIO DE IMPLANTAÇÃO DA POLÍTICA INDUSTRIAL - ATIVIDADES PORTADORAS DE FUTURO - BIOMASSA / ENERGIAS RENOVÁVEIS	53
TABELA 12: INVESTIMENTOS DO GOVERNO FEDERAL EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA (C&T) POR ATIVIDADES, 2000-2005, INCLUINDO PÓS-GRADUAÇÃO	59
TABELA 13: DISPÊNDIOS DOS GOVERNOS ESTADUAIS EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA (C&T) POR REGIÃO E MODALIDADES DE ATIVIDADE, 2000-2004	60
TABELA 14: APROVAÇÕES DO BNDES SEGUNDO RAMO DE ATIVIDADE, 2000-2005 [R\$ MILHÕES]	62
TABELA 15: PESQUISADORES E PESSOAL DE APOIO ENVOLVIDOS EM P&D; 2000-2004	64
TABELA 16: UNIDADES INDUSTRIAIS DA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA	77
TABELA 17: FOCOS DE DESENVOLVIMENTO DAS “TECNOLOGIAS DE PRODUTOS”	183
TABELA 18: FOCOS DE DESENVOLVIMENTO DAS “TECNOLOGIAS DE PROCESSOS”	184
TABELA 19: FOCOS DE DESENVOLVIMENTO DAS “TECNOLOGIAS DE SERVIÇOS”	185
TABELA 20: LEGENDA PARA A ANÁLISE SISTÊMICA DAS TECNOLOGIAS DA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA	187
TABELA 21: VISÃO SISTÊMICA - TECNOLOGIAS DE PRODUTO - CÂMBIO	188
TABELA 22: VISÃO SISTÊMICA - TECNOLOGIAS DE PRODUTO - EIXO DIANTEIRO.....	188
TABELA 23: VISÃO SISTÊMICA - TECNOLOGIAS DE PRODUTO - EIXO TRASEIRO.....	189
TABELA 24: VISÃO SISTÊMICA - TECNOLOGIAS DE PRODUTO – MOTOR - 5C's.....	189
TABELA 25: VISÃO SISTÊMICA - TECNOLOGIAS DE PRODUTO - MOTOR - BOMBAS	190
TABELA 26: VISÃO SISTÊMICA - TECNOLOGIAS DE PRODUTO - MOTOR - COMBUSTÍVEL	190
TABELA 27: VISÃO SISTÊMICA - TECNOLOGIAS DE PRODUTO – MOTOR - MISCELÂNEAS	190
TABELA 28: VISÃO SISTÊMICA - TECNOLOGIAS DE PRODUTO - MOTOR SISTEMA DE TRATAMENTO DE EMISSÃO	191
TABELA 29: VISÃO SISTÊMICA - TECNOLOGIAS DE PRODUTO - MOTOR - MONTAGEM	191
TABELA 30: VISÃO SISTÊMICA - TECNOLOGIAS DE PRODUTO - CHASSIS E SISTEMAS - CONJUNTOS.....	192
TABELA 31: VISÃO SISTÊMICA - TECNOLOGIAS DE PRODUTO - CHASSIS E SISTEMAS - SISTEMAS	193
TABELA 32: VISÃO SISTÊMICA - TECNOLOGIAS DE PRODUTO - CABINA - ACABAMENTO	194
TABELA 33: VISÃO SISTÊMICA - TECNOLOGIAS DE PRODUTO - CABINA - ESTRUTURA.....	194
TABELA 34: VISÃO SISTÊMICA - TECNOLOGIAS DE PROCESSO - CONFORMAÇÃO MECÂNICA - CHAPA	195
TABELA 35: VISÃO SISTÊMICA - TECNOLOGIAS DE PROCESSO - CONFORMAÇÃO MECÂNICA - OUTROS	196
TABELA 36: VISÃO SISTÊMICA - TECNOLOGIAS DE PROCESSO - LIMPEZA E REBARBAÇÃO	197
TABELA 37: VISÃO SISTÊMICA - TECNOLOGIAS DE PROCESSO - MEDIÇÃO, TESTES E GARANTIA DA QUALIDADE - GERAL.....	198
TABELA 38: VISÃO SISTÊMICA - TECNOLOGIAS DE PROCESSO - MEDIÇÃO, TESTES E GARANTIA DA QUALIDADE - ENSAIOS.....	199
TABELA 39: VISÃO SISTÊMICA - TECNOLOGIAS DE PROCESSO - MEDIÇÃO, TESTES E GARANTIA DA QUALIDADE - MEDIÇÃO	200
TABELA 40: VISÃO SISTÊMICA - TECNOLOGIAS DE PROCESSO - MEDIÇÃO, TESTES E GARANTIA DA QUALIDADE - TESTE.....	201
TABELA 41: VISÃO SISTÊMICA - TECNOLOGIAS DE PROCESSO - MEIOS E MÉTODOS DE TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO.....	202

TABELA 42: VISÃO SISTÊMICA - TECNOLOGIAS DE PROCESSO - MONTAGEM - MONTAGEM.....	203
TABELA 43: VISÃO SISTÊMICA - TECNOLOGIAS DE PROCESSO - MONTAGEM - FIXAÇÃO.....	204
TABELA 44: VISÃO SISTÊMICA - TECNOLOGIAS DE PROCESSO - MONTAGEM - OUTRAS.....	205
TABELA 45: VISÃO SISTÊMICA - TECNOLOGIAS DE PROCESSO - PINTURA - CONTROLE.....	205
TABELA 46: VISÃO SISTÊMICA - TECNOLOGIAS DE PROCESSO - PINTURA - TRATAMENTO E SECAGEM	206
TABELA 47: VISÃO SISTÊMICA - TECNOLOGIAS DE PROCESSO - PINTURA - TINTA	207
TABELA 48: VISÃO SISTÊMICA - TECNOLOGIAS DE PROCESSO - MATERIAIS NATURAIS.....	207
TABELA 49: VISÃO SISTÊMICA - TECNOLOGIAS DE PROCESSO - MEDIÇÃO, PROTOTIPAGEM E FERRAMENTAS	208
TABELA 50: VISÃO SISTÊMICA - TECNOLOGIAS DE PROCESSO - SOLDAGEM - GERAÇÃO 1	209
TABELA 51: VISÃO SISTÊMICA - TECNOLOGIAS DE PROCESSO - SOLDAGEM - GERAÇÃO 2	210
TABELA 52: VISÃO SISTÊMICA - TECNOLOGIAS DE PROCESSO - TRATAMENTO SUPERFICIAL - PREPARAÇÃO.....	211
TABELA 53: VISÃO SISTÊMICA - TECNOLOGIAS DE PROCESSO - TRATAMENTO SUPERFICIAL - PROTEÇÃO	212
TABELA 54: VISÃO SISTÊMICA - TECNOLOGIAS DE PROCESSO - TRATAMENTO TÉRMICO - PROTEÇÃO	213
TABELA 55: VISÃO SISTÊMICA - TECNOLOGIAS DE PROCESSO - TRATAMENTO TÉRMICO - TÊMPERA.....	214
TABELA 56: VISÃO SISTÊMICA - TECNOLOGIAS DE PROCESSO - USINAGEM CONVENCIONAL - ACABAMENTO	214
TABELA 57: VISÃO SISTÊMICA - TECNOLOGIAS DE PROCESSO - USINAGEM CONVENCIONAL - FERRAMENTAL	215
TABELA 58: VISÃO SISTÊMICA - TECNOLOGIAS DE PROCESSO - USINAGEM CONVENCIONAL - MÁQUINA ACABAMENTO	216
TABELA 59: VISÃO SISTÊMICA - TECNOLOGIAS DE PROCESSO - USINAGEM CONVENCIONAL - MÁQUINA DESBASTE	217
TABELA 60: VISÃO SISTÊMICA - TECNOLOGIAS DE PROCESSO - USINAGEM NÃO CONVENCIONAL	218
TABELA 61: VISÃO SISTÊMICA - TECNOLOGIAS DE SERVIÇO - GESTÃO DA MANUFATURA	219
TABELA 62: VISÃO SISTÊMICA - TECNOLOGIAS DE SERVIÇO - PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO	220
TABELA 63: VISÃO SISTÊMICA - TECNOLOGIAS DE SERVIÇO - QUALIDADE.....	221
TABELA 64: VISÃO SISTÊMICA - TECNOLOGIAS DE SERVIÇO - LOGÍSTICA E ABASTECIMENTO - EXTERNA	222
TABELA 65: VISÃO SISTÊMICA - TECNOLOGIAS DE SERVIÇO - LOGÍSTICA E ABASTECIMENTO - INTERNA	223
TABELA 66: VISÃO SISTÊMICA - TECNOLOGIAS DE SERVIÇO - LOGÍSTICA E ABASTECIMENTO - SISTEMAS.....	224
TABELA 67: VISÃO SISTÊMICA - TECNOLOGIAS DE SERVIÇO - LOGÍSTICA E ABASTECIMENTO - MODELOS	225
TABELA 68: VISÃO SISTÊMICA - TECNOLOGIAS DE SERVIÇO - AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL	225
TABELA 69: VISÃO SISTÊMICA - TECNOLOGIAS DE SERVIÇO - INFORMATIZAÇÃO DO CHÃO DE FÁBRICA	226
TABELA 70: VISÃO SISTÊMICA - TECNOLOGIAS DE SERVIÇO - MEDIÇÃO, CONTROLE E COMUNICAÇÃO	227
TABELA 71: VISÃO SISTÊMICA - TECNOLOGIAS DE SERVIÇO - SISTEMAS BASEADOS EM MAINFRAME.....	227
TABELA 72: VISÃO SISTÊMICA - TECNOLOGIAS DE SERVIÇO - SISTEMAS EDM E CPDM - OPERAÇÃO	228
TABELA 73: VISÃO SISTÊMICA - TECNOLOGIAS DE SERVIÇO - SISTEMAS EDM E CPDM - SIMULAÇÃO.....	229
TABELA 74: VISÃO SISTÊMICA - TECNOLOGIAS DE SERVIÇO - SOFTWARE E HARDWARE PARA MICROINFORMÁTICA	229
TABELA 75: VISÃO SISTÊMICA - TECNOLOGIAS DE SERVIÇO – INFRA-ESTRUTURA E MANUTENÇÃO	230
TABELA 76: TECNOLOGIAS-CHAVE DA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA - PRIORIDADE 1 - PRODUTOS, PROCESSOS E SERVIÇOS (MOMENTO FUTURO)	329
TABELA 77: PRINCIPAIS ATRIBUTOS VERIFICADOS NAS TECNOLOGIAS-CHAVE PRIORITÁRIAS	332
TABELA 78: TECNOLOGIAS-CHAVE DA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA – SEGUNDA PRIORIDADE – TECNOLOGIAS DE PRODUTO (MOMENTO FUTURO)	334
TABELA 79: TECNOLOGIAS-CHAVE DA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA – SEGUNDA PRIORIDADE – TECNOLOGIAS DE PROCESSO (MOMENTO FUTURO)	334
TABELA 80: TECNOLOGIAS-CHAVE DA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA – SEGUNDA PRIORIDADE – TECNOLOGIAS DE SERVIÇO (MOMENTO FUTURO).....	335
TABELA 81: VISÃO SISTÊMICA - TECNOLOGIAS DA TV DIGITAL	340

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	18
2	REVISÃO DA LITERATURA.....	25
2.1	POLÍTICA INDUSTRIAL	25
2.1.1	<i>Diferentes perspectivas econômicas da política industrial</i>	25
2.1.2	<i>Histórico da política industrial no Brasil.....</i>	28
2.1.3	<i>Novas bases da política industrial e o papel da ciência e tecnologia no Brasil.....</i>	36
2.1.4	<i>Objetivos e estrutura das Diretrizes de Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior.....</i>	39
2.1.5	<i>Características da Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior</i>	42
2.1.6	<i>Estratégia de Implantação da Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior.....</i>	44
2.1.7	<i>Estágio de Implantação da Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior.....</i>	46
2.2	POLÍTICAS PÚBLICAS E TECNOLOGIA	53
2.2.1	<i>A importância da tecnologia na formulação das políticas públicas.....</i>	53
2.2.2	<i>Capacidade para inovar como fator relevante na determinação da competitividade.....</i>	56
2.2.3	<i>Implantação da Política de Ciência e Tecnologia no Brasil.....</i>	57
2.3	AS DIFERENTES PERSPECTIVAS DE ESTRATÉGIA COMPETITIVA	66
2.4	AS BASES DA TEORIA COMPETITIVA ENTRE AS NAÇÕES DE MICHAEL PORTER.....	67
2.5	PANORAMA DA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA NO BRASIL	75
3	COMPOSIÇÃO DO PROCESSO DE DECISÃO PARA CAPACITAÇÃO TECNOLÓGICA (MÉTODO DE ESCOLHA).....	81
3.1	FATORES DETERMINANTES: ÊNFASE NOS DETERMINANTES INTERNOS COM FOCO NA INSERÇÃO INTERNACIONAL	83
3.2	POSTULAÇÃO DE UMA META-REGRA OU CRITÉRIOS QUE REFLITAM A ÊNFASE NOS DETERMINANTES INTERNOS	89
3.3	JUSTIFICAÇÃO DA META-REGRA (DOIS CRITÉRIOS)	91
4	CONSTRUÇÃO DA METODOLOGIA/TECNOLOGIA PARA TOMADA DE DECISÃO SOBRE TECNOLOGIAS-CHAVE.....	95
4.1	ENQUADRAMENTO DA METODOLOGIA/TECNOLOGIA PARA TOMADA DE DECISÃO SOBRE TECNOLOGIAS-CHAVE NO PROGRAMA DE PESQUISA DA RACIONALIDADE E TEORIA DA DECISÃO DE CHIAPPIN E LEISTER	95
4.2	DESCRIÇÃO DAS ETAPAS DE CONSTRUÇÃO DA METODOLOGIA/TECNOLOGIA PARA TOMADA DE DECISÃO SOBRE TECNOLOGIAS-CHAVE	97
4.3	MATRIZ DE DECISÃO PARA CAPACITAÇÃO TECNOLÓGICA (DUAS DIMENSÕES): GÊNESIS NA META-REGRA (ESTRATÉGIA) DO PROCESSO DE DECISÃO	100
4.4	CONSTRUÇÃO DO PROCESSO DE AVALIAÇÃO DE TECNOLOGIAS NA MATRIZ DE DECISÃO POR MEIO DA DECOMPOSIÇÃO DOS OBJETIVOS E DA DETERMINAÇÃO DE ATRIBUTOS	105
4.5	DETERMINAÇÃO DOS OBJETIVOS MENSURÁVEIS DA METODOLOGIA DE TOMADA DE DECISÃO SOBRE TECNOLOGIAS-CHAVE NA DIMENSÃO DA PRODUTIVIDADE E MOVIMENTO DE INOVAÇÃO	108
4.5.1	<i>Objetivos mensuráveis associados à inovação tecnológica</i>	110
4.5.2	<i>Objetivos mensuráveis associados ao potencial de desenvolvimento e aos impactos da aplicação das tecnologias</i>	118
4.5.3	<i>Objetivos mensuráveis associados aos impactos econômicos e à rentabilidade das tecnologias.....</i>	124
4.5.4	<i>Objetivos mensuráveis associados à capacitação local</i>	129
4.6	DETERMINAÇÃO DOS OBJETIVOS MENSURÁVEIS DA METODOLOGIA DE TOMADA DE DECISÃO SOBRE TECNOLOGIAS-CHAVE NA DIMENSÃO DO POSICIONAMENTO ESTRATÉGICO INTERNACIONAL	132
4.6.1	<i>Objetivos mensuráveis associados ao posicionamento estratégico internacional e às vantagens competitivas.....</i>	135
4.6.2	<i>Objetivos mensuráveis associados às características da cadeia de fornecimento</i>	147
4.6.3	<i>Objetivos mensuráveis associados ao potencial de promoção das exportações</i>	149
4.6.4	<i>Objetivos mensuráveis associados ao foco da inovação</i>	154
4.6.5	<i>Objetivos mensuráveis associados ao estímulo à competitividade no cenário internacional</i>	157
4.7	ATRIBUIÇÃO DE PREFERÊNCIA ENTRE OBJETIVOS MENSURÁVEIS: DETERMINAÇÃO DE FOCOS ESTRATÉGICOS DE ANÁLISE A PARTIR DA PONDERAÇÃO DOS CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO	162
4.7.1	<i>Processo de atribuição de preferência entre os objetivos mensuráveis</i>	163
4.7.2	<i>Construção dos focos estratégicos de análise da matriz de decisão para capacitação</i>	167

4.8	IMPLANTAÇÃO DA POLÍTICA INDUSTRIAL: FOCO NO MONITORAMENTO	173
5	PROCESSO DE PREPARAÇÃO PARA APLICAÇÃO DA METODOLOGIA/TECNOLOGIA PARA TOMADA DE DECISÃO SOBRE TECNOLOGIAS-CHAVE: MAPEAMENTO DAS TECNOLOGIAS DO SETOR AUTOMOBILÍSTICO.....	176
5.1	PRIMEIRO PASSO: A ESCOLHA DO SETOR AUTOMOTIVO PARA SELEÇÃO DE TECNOLOGIAS	177
5.2	SEGUNDO PASSO: LEVANTAMENTO E CLASSIFICAÇÃO DAS TECNOLOGIAS	181
5.3	TERCEIRO PASSO: ANÁLISE SISTÊMICA DAS TECNOLOGIAS: MAPAS TECNOLÓGICOS	185
5.3.1	<i>Análise sistêmica das tecnologias – Tecnologias de Produto</i>	<i>187</i>
5.3.2	<i>Análise sistêmica das tecnologias – Tecnologias de Processo.....</i>	<i>195</i>
5.3.3	<i>Análise sistêmica das tecnologias – Tecnologias de Serviço</i>	<i>218</i>
5.4	QUARTO PASSO: DETERMINAÇÃO DE CALENDÁRIOS TECNOLÓGICOS	230
6	PROCESSO DE AVALIAÇÃO PRELIMINAR DE CONSISTÊNCIA DE RESULTADOS DA METODOLOGIA/TECNOLOGIA PARA TOMADA DE DECISÃO SOBRE TECNOLOGIAS-CHAVE: ANÁLISE CRÍTICA DO POSICIONAMENTO DE TECNOLOGIAS NA MATRIZ DE DECISÃO PARA CAPACITAÇÃO TECNOLÓGICA.....	234
6.1	PRIMEIRO PASSO: VERIFICAÇÃO DE ATRIBUTOS – TECNOLOGIAS DE COMBUSTÍVEL – CONTRIBUIÇÃO PARA A PRODUTIVIDADE E PARA O MOVIMENTO DE INOVAÇÃO	235
6.2	SEGUNDO PASSO: VERIFICAÇÃO DE ATRIBUTOS – TECNOLOGIAS DE COMBUSTÍVEL – CONTRIBUIÇÃO PARA MELHORIA DO POSICIONAMENTO ESTRATÉGICO NO MERCADO INTERNACIONAL	239
6.3	TERCEIRO PASSO: DEMONSTRAÇÃO DOS RESULTADOS DAS TECNOLOGIAS DE COMBUSTÍVEL: GRAU DE ADEQUAÇÃO AO OBJETIVO	242
6.4	QUARTO PASSO: PROJEÇÃO DOS RESULTADOS PARA O MOMENTO FUTURO	245
6.5	QUINTO PASSO: UTILIZAÇÃO DE UM OUTRO FOCO ESTRATÉGICO DE ANÁLISE: COMPORTAMENTO DOS RESULTADOS NUMA NOVA CONDIÇÃO DE PREFERÊNCIA ENTRE OBJETIVOS DE NÍVEL INFERIOR	250
6.6	SEXTO PASSO: ANÁLISE CRÍTICA DOS RESULTADOS – TECNOLOGIAS DE COMBUSTÍVEL.....	252
7	RESULTADOS OBTIDOS NA AVALIAÇÃO DAS TECNOLOGIAS DO SETOR AUTOMOBILÍSTICO PELA METODOLOGIA/TECNOLOGIA PARA TOMADA DE DECISÃO SOBRE TECNOLOGIAS-CHAVE	254
7.1	RESULTADOS OBTIDOS – TECNOLOGIAS DE PRODUTO.....	255
7.2	RESULTADOS OBTIDOS – TECNOLOGIAS DE PROCESSO.....	270
7.3	RESULTADOS OBTIDOS – TECNOLOGIAS DE SERVIÇO	299
8	ANÁLISE CRÍTICA DOS RESULTADOS OBTIDOS.....	315
8.1	TENDÊNCIAS POR FOCOS SECUNDÁRIOS DE DESENVOLVIMENTO	316
8.2	IDENTIFICAÇÃO DAS TECNOLOGIAS-CHAVE DA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA SEGUNDO A MATRIZ DE DECISÃO PARA CAPACITAÇÃO TECNOLÓGICA	323
8.2.1	<i>Tecnologias-chave da indústria automobilística – Máxima prioridade.....</i>	<i>328</i>
8.2.2	<i>Tecnologias-chave da indústria automobilística – Segunda prioridade</i>	<i>333</i>
9	APLICAÇÃO DA METODOLOGIA/TECNOLOGIA DE TOMADA DE DECISÃO SOBRE TECNOLOGIAS-CHAVE EM OUTROS SETORES TECNOLÓGICOS: O CASO DAS TECNOLOGIAS DA TV DIGITAL.....	336
9.1	IMPORTÂNCIA ESTRATÉGICA DA TV DIGITAL	336
9.2	IDENTIFICAÇÃO DAS TECNOLOGIAS RELACIONADAS À TV DIGITAL	338
9.3	RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DAS TECNOLOGIAS DA TV DIGITAL PELA METODOLOGIA/TECNOLOGIA PARA TOMADA DE DECISÃO SOBRE TECNOLOGIAS-CHAVE.....	341
10	CONCLUSÕES – A CONSTRUÇÃO DE UM “PRODUTO IDEAL”	348
11	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	359

1 INTRODUÇÃO

O objetivo central deste trabalho é desenvolver uma metodologia/tecnologia de tomada de decisão para identificação de tecnologias-chave, enquadrada no programa de pesquisa sobre racionalidade, solução de problema e tomada de decisão do Professor Chiappin, contida na sua metodologia da teoria da ciência [1], [2], [3], [4] e [5]. O trabalho recebeu também relevante e destacada contribuição da Professora Ana Carolina Leister, tendo sido estruturado com base no seu programa de pesquisa sobre racionalidade e teoria da decisão [6].

O estabelecimento de um ambiente favorável para o desenvolvimento de tecnologias-chave proporciona um movimento de capacitação tecnológica nacional voltado ao desenvolvimento econômico do país e à sua inserção internacional.

A metodologia de tomada de decisão para capacitação tecnológica nacional foi, inicialmente, aplicada amplamente a um grupo de tecnologias pertencentes a um importante setor da indústria nacional. Posteriormente, a metodologia foi aplicada, de forma menos abrangente e mais representativa, a um segundo setor tecnológico estratégico, para que se pudesse demonstrar a possibilidade de utilizá-la em outros setores econômicos.

O setor econômico escolhido para a aplicação principal da metodologia de tomada de decisão para capacitação tecnológica construída neste trabalho foi o setor automobilístico, um setor que apresenta uma variedade muito grande de tecnologias, tanto embarcadas nos seus produtos, como também relacionadas a processos de manufatura e a serviços. Essa variedade de tecnologias do setor automobilístico e a superposição de aplicação das tecnologias deste setor com outros setores industriais e econômicos contribuíram para a determinação do setor

automotivo para análise, aplicação e validação da metodologia de tomada de decisão para capacitação tecnológica.

A construção da metodologia contempla aspectos relacionados tanto às pressões seletivas como também aos gargalos tecnológicos. Embora as pressões seletivas, sobretudo aquelas relacionadas às vantagens comparativas, sejam elementos constituintes importantes de toda a fundamentação da metodologia, há no processo de construção da metodologia uma ênfase maior nos determinantes internos com foco na inserção internacional, e, portanto, com foco nos gargalos tecnológicos, uma vez que a decisão sobre em que área investir não é dada pelo mercado, mas é um processo de decisão que deve ser construído.

A metodologia de tomada de decisão para capacitação tecnológica apresentada, baseando-se na perspectiva do fortalecimento da eficiência interna, endógena, como um fator de propulsão para um melhor posicionamento estratégico do país no mercado internacional, apresenta como resultado um grupo de tecnologias identificadas como tecnologias-chave, ou tecnologias centrais. O desenvolvimento destas tecnologias chamadas centrais poderia ser, eventualmente, privilegiado por ações estratégicas do governo, no contexto de sua política industrial.

Deve-se ressaltar, portanto, que a metodologia aqui proposta não pretende definir um programa de implantação de políticas públicas, mas, servindo como uma tecnologia de tomada de decisões para capacitação tecnológica nacional, propõe-se a identificar tecnologias e inovações centrais que poderiam ser receptoras potenciais de incentivos governamentais.

Procurou-se mostrar também o alinhamento da metodologia proposta com a linha de gestão corrente de políticas públicas do governo, que está ancorada no cruzamento das suas políticas

industrial e de inovação tecnológica, num modelo de perspectiva endógena calcado em incentivos para setores transversais e tecnologias centrais.

Para a aplicação da metodologia no setor automobilístico, realizou-se, inicialmente, um levantamento extenso de tecnologias embarcadas de produto e de tecnologias de processos e serviços utilizadas nesta indústria. As tecnologias foram cadastradas e classificadas de acordo com grupos de construção, especificidade de processo de manufatura ou agrupamentos de serviços.

Uma análise sistêmica preliminar das tecnologias identificadas e classificadas e a elaboração de calendários de ciclo de vida destas tecnologias serviram de alicerce e referência para a realização das avaliações das tecnologias na matriz proposta pela metodologia de decisão.

A análise sistêmica preliminar das tecnologias inicia-se com a avaliação individual de aspectos tais como potencial de desenvolvimento, aplicação potencial, arranjo institucional para desenvolvimento das tecnologias e centros de competência referenciais para o seu amadurecimento.

Completando-se este passo inicial, há uma análise do espaço temporal onde deverá ocorrer o desenvolvimento e aplicação destas tecnologias e inovações, no foco identificado, montando-se, assim, um calendário tecnológico. Por meio deste calendário tecnológico podem-se identificar os prováveis saltos tecnológicos futuros e as tendências da manufatura.

Concluída a análise sistêmica preliminar, inicia-se o processo principal de avaliação das tecnologias para identificação das tecnologias centrais. Cada uma das tecnologias levantadas e classificadas foi avaliada através de um sistema matricial de avaliação.

Um conjunto de critérios derivados da perspectiva do fortalecimento da eficiência interna com foco num melhor posicionamento estratégico do país no mercado internacional, relacionados tanto ao domínio tecnológico e inovação contida como também ao potencial de inserção internacional, compõem as duas dimensões da matriz.

Estes aspectos são ponderados, recebendo maior ou menor peso de acordo com os focos estratégicos de avaliação propostos. Isso atribui uma característica à metodologia de poder de adaptação a cenários estratégicos distintos.

Notas foram então atribuídas para cada um dos critérios da matriz, para cada tecnologia, em dois momentos distintos: no momento presente e no momento futuro. Como resultado desta avaliação, obteve-se o posicionamento específico de cada uma das tecnologias avaliadas na matriz, que corresponde a uma escala de prioridades ou importância das tecnologias em relação às outras.

As tecnologias melhor posicionadas na matriz foram consideradas as tecnologias centrais, as beneficiárias potenciais de incentivos num programa de políticas públicas para capacitação tecnológica industrial.

Para ilustrar a possibilidade de aplicação da metodologia de tomada de decisão para capacitação tecnológica desenvolvida neste trabalho em outros setores tecnológicos, foram

selecionadas algumas tecnologias ligadas à TV Digital. A escolha do projeto de desenvolvimento da TV Digital para este fim foi determinada pela grande importância estratégica deste projeto para o país, uma vez que o modelo de desenvolvimento da TV Digital representa fomento à capacidade de inovação, propõe o desenvolvimento de novas tecnologias e o fortalecimento de centros de excelência em áreas relacionadas à política industrial, promove crescimento econômico e está voltado à articulação entre diversas instituições de pesquisa para realizá-lo. Além disso, o projeto permitirá a participação de países latino-americanos no seu desenvolvimento, que contribui para articulação e desenvolvimento cooperativo da região.

Com o objetivo de integrar os resultados obtidos por meio da avaliação das tecnologias do setor automobilístico e da TV Digital pela matriz de decisão para capacitação tecnológica, propõe-se, didaticamente, o desenvolvimento de um “produto ideal”, que pudesse utilizar tecnologias identificadas como tecnologias-chave pela matriz de decisão. Desta maneira, a partir do desenvolvimento do produto ideal, gerar-se-ia um ambiente extremamente favorável para o desenvolvimento das tecnologias-chave identificadas.

O enquadramento teórico inicia-se com a avaliação de perspectivas relacionadas às pressões internas, e especificamente das políticas públicas, incluindo-se as diferentes perspectivas econômicas sob as quais estas políticas são analisadas e um breve histórico das políticas públicas no Brasil. Analisa-se o modelo governamental vigente de desenvolvimento industrial, tecnológico e de comércio exterior e as diretrizes de inovação, ambas com o objetivo de promover o crescimento econômico. Discute-se também, neste contexto, o papel da tecnologia na formulação de políticas públicas.

O enquadramento teórico da pesquisa estende-se com uma avaliação de diferentes perspectivas de estratégia competitiva, onde são discutidos alguns conceitos de estratégia e suas características.

No enquadramento teórico faz-se também uma análise acerca das vantagens competitivas entre as nações, de Michael Porter, trazendo-se, desta forma, a perspectiva das vantagens comparativas relacionadas às competências, numa perspectiva, conseqüentemente, de pressões seletivas.

Completa o enquadramento teórico da pesquisa um breve panorama da indústria automobilística no Brasil, contemplando o quadro de unidades industriais instaladas atualmente no país, os volumes de investimentos nos últimos anos, a participação no PIB e as ofertas de emprego.

Portanto, como resposta à pergunta fundamental relacionada à identificação das tecnologias-chave do setor automobilístico, potenciais elementos constituintes na formulação de políticas públicas adequadas, a metodologia de tomada de decisão para capacitação tecnológica proposta por este trabalho apresenta uma matriz bidimensional, com critérios de tomada de decisão de eficiência endógena, cuja ênfase está nos gargalos tecnológicos para fomentar produtividade e movimento de inovação tecnológica por parte do setor privado, e com o viés da perspectiva exógena de obtenção de um posicionamento estratégico no mercado internacional que possibilite redução de dependência econômica e conquista de poder no cenário internacional.

Entende-se que um processo contínuo de capacitação tecnológica fundamentado no fomento das tecnologias-chave identificadas e recomendadas pela metodologia de decisão proposta por este trabalho levaria a um incremento de produtividade e ao desenvolvimento de produtos estratégicos que contribuiriam, conseqüentemente, para a inserção do país no mercado internacional e para uma maior capacidade do país de implantação dos seus interesses no cenário internacional.

A metodologia/tecnologia de tomada de decisão para capacitação tecnológica desenvolvida neste trabalho poderia contribuir significativamente no processo de organização para o desenvolvimento tecnológico orientado do país, ao ser utilizada com o fim de se identificar tecnologias-chave de setores econômicos ou industriais, funcionando como um instrumento de apoio no processo de determinação de políticas públicas governamentais junto à sociedade e suas instituições.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 POLÍTICA INDUSTRIAL

2.1.1 Diferentes perspectivas econômicas da política industrial

O objetivo pretendido pela política industrial é a promoção da atividade produtiva, na direção de estágios de desenvolvimento superiores aos preexistentes em um determinado espaço nacional.

Pode ser entendida como o conjunto de incentivos e regulamentações associadas a ações públicas que podem afetar a alocação inter- e intra-industrial de recursos, influenciando a estrutura produtiva e patrimonial, a conduta e o desempenho dos agentes econômicos em um determinado espaço nacional [7].

A amplitude da participação do Estado na promoção das atividades produtivas de um país pode ser mais ou menos apoiada em função da base econômica teórico-analítica sob a qual ela é analisada.

Existem três as correntes principais: ortodoxa, desenvolvimentista e evolucionista. A perspectiva ortodoxa coloca em questão as fronteiras de atuação do Estado e do mercado na promoção de atividades econômicas. A ótica desenvolvimentista prioriza o poder econômico e produtivo das nações no contexto internacional. Na perspectiva evolucionista, o foco está na competência dos agentes econômicos em promover inovações que possam transformar o sistema produtivo.

O primeiro pensamento sistemático sobre as relações entre o Estado e o mercado vem dos mercantilistas, que defendiam a intervenção do Estado no comércio e na indústria. Mas novos posicionamentos surgiram ao longo do tempo. Com Adam Smith, firma-se a noção da mão invisível do mercado que aloca recursos de modo eficiente, culminando com o liberalismo. A intervenção do Estado toma força novamente a partir do século XX sob distintos formatos ideológicos, como o keynesianismo nos Estados Unidos ou o marxismo-leninismo na União Soviética. As opções estratégicas das nações sobre qual política adotar diferenciaram-se mais significativamente depois da segunda guerra mundial: alguns seguiram trajetórias mais intervencionistas, enquanto outros caminhos mais liberalizantes.

Na visão neoclássica, onde o mercado competitivo é o alocador eficiente de recursos, a intervenção no mercado seria necessária se, e somente se, o mecanismo de preços não capturasse todos os benefícios e custos de oportunidade associados à produção e ao consumo de bens. Pela ótica das falhas de mercado, a intervenção pública é passiva, mirando somente aquelas condições de funcionamento sub-ótimo da alocação via mercados competitivos.

Na ótica desenvolvimentista, a atuação do Estado é compreendida como um elemento ativo, e não apenas corretivo, de promoção e sustentação do desenvolvimento como princípio de legitimidade e capacidade, com a combinação de taxas altas e sustentadas de crescimento econômico e mudança estrutural no sistema produtivo.

A política industrial pela ótica das competências para inovar destaca as relações entre a estrutura de mercado, estratégia empresarial e progresso tecnológico. Ressalta-se aí não apenas como a estrutura de mercado influencia as estratégias empresariais, mas também como

as estratégias empresariais possuem a capacidade de alterar as próprias estruturas de mercado. Inspirada em Schumpeter, esta abordagem enfatiza que inovações constituem o motor do desenvolvimento do capitalismo.

São quatro os aspectos fundamentais desta abordagem:

1. Concorrência por inovação tecnológica: numa visão diversa da das falhas de mercado, que está centrada na concorrência via preços, enfatiza-se a competição por meio de inovações e seus efeitos.
2. Inter-relações entre agentes econômicos: existem vantagens advindas da cooperação entre empresas e destas com universidades, centros de pesquisa e mesmo consumidores, o que se expressa no conceito de aprendizado por inovação.
3. Estratégia, capacitação e desempenho: as empresas avaliam seu ambiente competitivo, definem os caminhos a seguir, sob restrição do nível da capacitação existente, alocam recursos para o fortalecimento da capacitação tecnológica, que irá definir parâmetros de eficiência produtiva e diferenciação de produtos.
4. Importância do ambiente e processo seletivo: fortalece a importância tecnológica das tecnologias superiores ao longo do tempo, de modo que as melhores práticas são repetidamente introduzidas e tornam-se referências para a conduta dos agentes econômicos.

2.1.2 Histórico da política industrial no Brasil

Após a proclamação do Estado Novo, em 1937, inicia-se no país um processo de implantação de uma política de substituição de importações pela produção interna e de estabelecimento de uma indústria de base, como aponta Fausto [8]. Esta política proposta pelo Presidente Getúlio Vargas ganhou força tanto pelos problemas críticos de balanço de pagamento que ocorriam desde o início da década de 30, como pelos riscos crescentes da guerra mundial, que imporia, como realmente impôs, grandes restrições às importações.

Até 1942 a política de substituição de importações se fez sem um planejamento geral, considerando-se cada setor como um setor específico. Porém, com a entrada do Brasil na guerra em agosto desse ano e o prosseguimento do conflito, o governo tomou para si a supervisão da economia.

Neste período houve a implantação da Usina de Volta Redonda, financiada por créditos americanos e por recursos do governo brasileiro. Seu controle ficou nas mãos da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), organizada em janeiro de 1941. A decisão pela implantação desta solução foi motivada pela expansão dos serviços de transporte, instalação de indústria pesada e redução do peso da importação do aço no balanço de pagamentos.

Diferentemente do aço, o desenvolvimento de uma indústria petrolífera no país foi mais uma opção estratégica do governo que uma questão premente nos anos 30. Alguns brasileiros começaram a se interessar pela instalação de refinarias a partir de 1935. Isso levou a Standard em 1936, a Texaco, a Atlantic e a Anglo-Mexican, em 1938, a propor a instalação de grandes refinarias no país. Em 1938 o governo nacionalizava a indústria de refinação de petróleo importado ou de produção nacional.

No fim de janeiro de 1946, Dutra tomou posse e começaram os trabalhos da Constituinte. A situação do Brasil no plano financeiro era favorável, em função do acúmulo de divisas no exterior resultantes das exportações nos anos de guerra. Apesar disso, como cita Fausto [9], a política liberal acabou fracassando. Como resposta à onda de importações de bens de toda espécie que levava ao esgotamento das divisas sem trazer conseqüências positivas, o governo mudou a orientação em junho de 1947, estabelecendo um sistema de licenças para importar. O critério de licenças favoreceu a importação de itens essenciais, como equipamento, maquinaria e combustíveis, e restringiu a importação de bens de consumo. Houve ao mesmo tempo um desestímulo à exportação e um estímulo à produção para o mercado interno. Esta nova política econômica acabou por favorecer o avanço da indústria, e em seus últimos anos o Governo Dutra alcançou resultados expressivos no plano do crescimento econômico.

Getúlio Vargas tomou posse em 31 de janeiro de 1951 e, em seu mandato, acentua de forma deliberada o processo de substituição de importações ocorrida no Governo Dutra. Já no início da década de 50, como cita Fausto [9], o novo governo Vargas promoveu várias medidas destinadas a incentivar o desenvolvimento econômico, com ênfase na industrialização.

A ampliação da receita das exportações em conseqüência da guerra da Coreia permitiu ao governo, através do mecanismo do confisco cambial, concentrar em suas mãos recursos que foram destinados a incentivar a industrialização.

Foram feitos investimentos públicos na área de transportes e energia, viabilizada pela abertura de um crédito externo de 500 milhões de dólares. Tratou-se de ampliar a oferta de energia para o Nordeste e equacionou-se o problema do carvão nacional. A marinha mercante e o sistema portuário foram reequipados parcialmente. Foi fundado em 1952 o Banco Nacional de

Desenvolvimento Econômico (BNDE), diretamente orientado para o objetivo de acelerar o processo de diversificação industrial. A Petrobrás foi criada em 1953, e possibilitou significativo desenvolvimento petrolífero e petroquímico nacional.

Com frequência a política de substituição de importações estava associada a uma postura nacionalista. Seus defensores viam nela um instrumento essencial para que o Brasil superasse o subdesenvolvimento. Os nacionalistas sustentavam a necessidade de controle pelo Estado da infra-estrutura e da indústria básica, ficando as outras áreas da atividade econômica nas mãos da empresa privada nacional.

A política econômica de Juscelino Kubitschek foi definida no Programa de Metas. Ele abrangia 31 objetivos, distribuídos em seis grandes grupos: energia, transportes, alimentação, indústrias de base, educação e a construção de Brasília, chamada de meta-síntese.

Através do Programa de Metas, ocorre no governo JK uma definição nacional-desenvolvimentista de política econômica. O governo promoveu uma ampla atividade do Estado tanto no setor de infra-estrutura como no incentivo direto à industrialização, mas assumiu também abertamente a necessidade de atrair capitais estrangeiros. A expressão nacional desenvolvimentismo, em vez de nacionalismo, sintetiza a política econômica que tratava de combinar o Estado, a empresa privada nacional e o capital estrangeiro para promover o desenvolvimento, com ênfase na industrialização.

O governo Juscelino ficou associado à indústria automobilística [9]. As diretrizes para uma efetiva implantação da indústria partiram do Grupo Executivo da Indústria Automobilística (GEIA), criado por Juscelino. O GEIA propôs que se incentivasse a produção de automóveis e caminhões, com capitais privados especialmente estrangeiros. Estes investimentos foram

atraídos para o Brasil graças a facilidades concedidas pelo governo e às potencialidades do mercado brasileiro. As grandes empresas multinacionais, como a Willys Overland, a Ford, a Volkswagen e a General Motors, concentraram-se no ABC paulista.

No governo seguinte, do Presidente Jânio Quadros, o Plano Quinquenal foi criado em substituição ao Plano de Metas de JK. Com a renúncia de Jânio, João Goulart (1961-1964) assume a presidência e lança o Plano Trienal de Desenvolvimento Econômico para a América Latina (CEPAL), cujo programa tinha um caráter reformista e desenvolvimentista. O plano era formado por um conjunto coerente de medidas que buscavam resolver problemas de longo e de curto prazo. Previa a reforma agrária e outras reformas nos setores administrativo e fiscal. A curto e médio prazo propunha um programa para reduzir a inflação e manter a capacidade de importação do país.

No início do regime militar, o presidente Castelo Branco, eleito por votação indireta no Congresso Nacional, iniciou processo de reformulação do sistema econômico capitalista, modernizando-o como um fim em si mesmo e como forma de conter a ameaça comunista. Tendo em vista o primeiro destes fins, lançou o Programa de Ação Econômica do Governo (PAEG), que pretendia reduzir o déficit do setor público, contrair crédito privado e comprimir os salários. O reequilíbrio das finanças da União foi obtido através da melhora da situação das empresas públicas, do corte dos subsídios a produtos básicos como trigo e petróleo e do aumento da arrecadação de impostos ^[10].

O PAEG obteve êxito: o déficit público anual reduziu-se a 1,6% do Produto Interno Bruto (PIB) em 1965, a forte inflação do início do regime militar cedeu gradativamente e o PIB voltou a crescer a partir de 1966. A implantação do regime militar no país facilitou a ação dos

ministros e, nas condições da sociedade brasileira da época, foi o regime autoritário que permitiu a realização de medidas que resultaram em sacrifícios forçados, especialmente para a classe trabalhadora, sem que ela tivesse condições de resistir [¹⁰].

No curto governo de Arthur da Costa e Silva (1967-1969), foi criada a Petroquisa, empresa subsidiária da Petrobrás que tinha o objetivo de impulsionar o desenvolvimento da indústria petroquímica em associação com capitais privados.

No governo de Garrastazu Médici (1969-1974) ocorre o “Milagre Brasileiro”, que se estendeu de 1969 a 1973 combinando extraordinário crescimento econômico com taxas relativamente baixas de inflação. O Produto Interno Bruto cresceu na média anual 11,2% e a inflação não passou de 18%. A tomada de empréstimos internacionais e o crescimento do investimento de capital estrangeiro impulsionaram um crescimento industrial significativo, liderado pela indústria automobilística. Houve também grande expansão do comércio exterior. A importação de determinados bens era necessária para sustentar o crescimento econômico. As exportações se diversificaram com os incentivos dados pelo governo à exportação de produtos industriais.

O Estado intervinha em uma extensa área, indexando salários, concedendo créditos e isenções de tributos aos exportadores, entre outros [¹⁰]. A política econômica do Estado tinha o propósito de fazer crescer o bolo para só depois pensar em distribuí-lo. Privilegiou-se o acúmulo de capitais e o que perdurou depois do “milagre” foi uma desproporção entre o avanço econômico e o retardamento dos programas sociais do Estado.

No governo do presidente Ernesto Geisel foi lançado o II Plano Nacional de Desenvolvimento (PND). O primeiro tinha sido lançado no governo Médici. O II PND buscava completar o processo de substituição das importações instalado há décadas no país. O objetivo deixava de ser a substituição da importação de bens de consumo, e passava a ser o avanço no caminho da autonomia no terreno dos insumos básicos, como petróleo, aço, alumínio e fertilizantes, entre outros, e no âmbito das indústrias de bens de capital, como no caso das máquinas e ferramentas^[10]. Destaca-se a preocupação do II PND com a matriz energética: propunha-se o avanço na pesquisa de petróleo, o programa nuclear, a substituição parcial da gasolina pelo álcool e a construção de hidrelétricas, sendo Itaipu exemplo mais significativo.

Ganhos importantes foram alcançados na substituição das importações, especialmente o petróleo. Ao contrário da fase do “milagre”, não era mais possível crescer utilizando-se apenas capacidade ociosa das empresas. Pesados investimentos em capacidade foram necessários, e recursos vieram na forma de empréstimos. Como o período se caracterizou por uma elevação da taxa internacional de juros, o financiamento externo ficou mais caro ocorreu desaceleração do crescimento industrial.

No governo do Presidente João Batista Figueiredo (1979-1985) há um aprofundamento da crise econômica. Havia problema na balança de pagamentos, motivada pela elevação dos preços internacionais do petróleo, as taxas internacionais de juros continuavam subindo e a obtenção de novos empréstimos era complicada. O Brasil tem de recorrer ao FMI em 1983 na tentativa de restaurar sua credibilidade internacional. O período foi marcado por estagnação econômica e produtiva e pela elevada inflação.

Quando o Presidente José Sarney (1985-1990) assumiu o governo, o quadro econômico era menos grave do que em anos anteriores, as exportações impulsionavam a retomada do crescimento, a balança comercial superavitária permitia o pagamento dos juros da dívida e o Brasil acumulava reservas. Mas o problema da dívida externa e interna persistia, assim como o da inflação, que chegou a 235% em 1985 [¹¹]. Três planos heterodoxos de estabilização econômica foram lançados: Plano Cruzado em 1986, Plano Bresser em 1987 e Plano Verão em 1989, todos com o objetivo de acabar com a inflação e criar condições favoráveis para o desenvolvimento sustentado.

Em 1990 Fernando Collor de Mello tomou posse como o primeiro presidente eleito, de forma direta, após o regime militar. Ele promove um processo redução das alíquotas de importação, de abertura para o mercado externo, de incentivos às importações e de indexação da economia. Com a abertura comercial, promoveu-se um choque de competitividade na economia nacional. Este processo impulsiona um incremento tecnológico na indústria nacional e nos serviços industriais e bancários. Após renúncia de Collor sob ameaça de impeachment dois anos após sua posse, Itamar Franco assumiu a presidência do país em novembro de 1992.

Fernando Henrique Cardoso, que havia coordenado a criação o Plano Real pela equipe econômica do Ministério da Fazenda do governo Itamar, alcança a vitória nas eleições presidenciais de 1994, reelegendo-se em 1998 para mais quatro anos de mandato. A política do governo Fernando Henrique foi definida no contexto de um novo paradigma de relacionamento Estado-Sociedade, em que a ação do agente público procura criar um ambiente favorável ao investimento produtivo, cabendo ao agente privado identificar oportunidades e realizar investimentos, como afirma Gastaldoni [¹²].

Com as privatizações foram conquistados os investimentos diretos em infra-estrutura que o Estado não conseguia atender. Com o controle da inflação e a estabilidade monetária estabeleceu-se o princípio da responsabilidade fiscal. E, com as agências reguladoras, buscou-se uma forma de gestão estatal da economia menos intervencionista e mais eficiente, com base no fomento da concorrência.

Pilares de um modelo de política industrial foram estabelecidos ao final do segundo mandato do governo de Fernando Henrique Cardoso:

- Fomento de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D)
- Inovação Tecnológica e
- Articulação entre universidades e centros de criação de ciência e tecnologia, integrando-se empresas interessadas no desenvolvimento da economia do conhecimento [13].

Assim, em substituição à noção de que um ambiente macroeconômico favorável tornava uma política industrial supérflua, além de incompatível, considerando-se que num contexto de baixa inflação, carga tributária reduzida e juros baixos a indústria eficiente floresceria e a ineficiente não sobreviveria, a convergência sobre a necessidade de estabelecimento de uma política industrial dominou o cenário da sucessão presidencial, estando presente na plataforma de campanha dos quatro principais candidatos à presidência e na própria agenda governamental [14].

Associada à proposta de estabelecimento de uma política industrial, existia o objetivo de aumentar a amplitude, a abrangência e a prioridade dos programas de exportação através do financiamento subsidiado de projetos e do encadeamento conjunto de ações político-econômicas [¹⁵].

Este conjunto de medidas na gestão Fernando Henrique Cardoso proporcionou uma maior eficiência econômica. Mas a retomada do crescimento ficou travada por fatores como crises internacionais, desequilíbrios macroeconômicos decorrentes do atraso das reformas judicial, previdenciária e trabalhista e gargalos infra-estruturais, como fornecimento de energia.

Como afirma Setúbal [¹⁶], o desafio em torno do debate das políticas industriais nos anos 90 foi o de conjugar abertura comercial e eficiência econômica com noção de estratégia, como no caso da formulação da lei da responsabilidade fiscal e orçamentária, com definição de prioridades. Ele afirma também que segurança econômica e desenvolvimento, fatores indispensáveis para geração de empregos e riquezas, compõem o repertório contemporâneo dos direitos fundamentais.

2.1.3 Novas bases da política industrial e o papel da ciência e tecnologia no Brasil

Redescobrimos o conceito de política industrial desenvolvido ao longo do ciclo iniciado com a Era Vargas e estendido até quase o fim do regime militar de 64, o Estado lança no Governo de Luiz Inácio Lula da Silva novas bases para planejamento do desenvolvimento nacional.

A tarefa de identificação de oportunidades e realização de investimentos deixa de ser uma tarefa apenas do mercado, como representação do agente privado. O Estado recupera o papel estatal como planejador e articulador de um projeto nacional de desenvolvimento e propõe

diretrizes estratégicas de desenvolvimento industrial, desenvolvimento tecnológico e de comércio exterior e mecanismos de implantação desta política [¹⁷].

O governo Lula retoma, assim, a uma experiência que considera de sucesso do ponto de vista do desenvolvimento industrial, onde se expandiu a infra-estrutura econômica de energia e transportes, a indústria de base, a indústria de bens de capital e a indústria de bens intermediários e insumos, articulando-se planejamento governamental com iniciativa privada e capital nacional público e privado com capital estrangeiro.

Na discussão dos elementos de ação estratégica governamental com vistas ao fortalecimento tecnológico industrial, no âmbito ministerial, enfatizam-se os seguintes eixos principais para o desenvolvimento [¹⁸]:

- Desenvolvimento Tecnológico Empresarial, dentro de uma visão de competitividade setorial e por cadeia produtiva, com foco na busca de resultados nas empresas;
- Fortalecimento da Infra-estrutura de Tecnologia Industrial Básica, como instrumento de apoio à competitividade das empresas, setores e cadeias produtivas, bem como instrumento de superação de Barreiras Técnicas ao Comércio;
- Participação em Atividades Internacionais, com o duplo objetivo de guardar a sintonia das ações entre ministérios na construção dos acordos para a formação de blocos econômicos e para a cooperação entre blocos, e de buscar

oportunidades reais para as empresas brasileiras em projetos de desenvolvimento tecnológico.

Neste novo modelo, o papel do governo passa a ser o de financiar projetos e prover recursos, superando, assim, o modelo anterior de isenção fiscal, crédito subsidiado e proteção tarifária.

O estabelecimento de políticas públicas e reformas que aumentassem a eficiência da atividade produtiva e estimulassem o aumento da taxa de investimento e de poupança faziam parte da estratégia de retomada do desenvolvimento e crescimento econômico sustentável do país.

Apoiando o processo de desenvolvimento industrial, destaca-se a necessidade de desenvolvimento tecnológico contínuo como o vetor para superar desafios presentes da nação e para construção do seu futuro [19].

O dinamismo econômico dos novos tempos, baseado na ampliação da demanda por produtos e processos diferenciados, viabilizados pelo desenvolvimento intensivo e acelerado de novas tecnologias e novas reformas de organização, realça a importância da inovação como um elemento-chave para o crescimento da competitividade industrial e nacional. O desenvolvimento de novos produtos e usos possibilita a disputa e a conquista de novos mercados, acentuando a importância da capacitação para inovação industrial.

Ciência e tecnologia são elementos vitais na construção da trajetória de desenvolvimento do país e de superação dos desequilíbrios internos e externos da economia brasileira. Nos países sem capacidade de inovação, a dependência científica e tecnológica representa gastos progressivos com a importação de conhecimento que se traduzem em pesado desequilíbrio do

balanço de contas correntes e da balança comercial, via pagamento de importações, de royalties ou de remessas de lucros. Implica também, freqüentemente, adoção de tecnologias inadequadas às especificidades locais, regionais ou culturais, com todos os problemas daí decorrentes.

Paralelamente ao processo de desenvolvimento de tecnologia nacional, a estratégia do Estado foi a de intensificar o processo de promoção da política de exportações como base para o seu fortalecimento econômico, dando continuidade ao esforço de expansão das exportações verificado nos anos 90. Entre 1990 e 1999 as exportações passaram de 31,4 para 51,1 bilhões de dólares. A participação no PIB, na média, situou-se pouco acima dos 6%, enquanto a participação nas exportações mundiais girou em torno de 0,95%. Em 2003 as exportações alcançam seu maior valor histórico, de 73 bilhões de dólares, passando a representar 14,8% do PIB e 1,03% das exportações mundiais. Os produtos industrializados, manufaturados ou semimanufaturados, representaram 70% deste total [²⁰].

A projeção para 2006 de superávit comercial, a diferença entre a exportação e a importação de mercadorias, anunciada pelo Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, é de 42 bilhões de dólares. A expectativa é de um total de exportações de 132 bilhões de dólares em vendas externas e de um total de 90 bilhões de dólares em importações [²¹].

2.1.4 Objetivos e estrutura das Diretrizes de Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior

Com o objetivo de estabelecer políticas públicas e reformas que promovessem o aumento da eficiência econômica e do desenvolvimento e difusão de tecnologias com maior potencial de indução do nível de atividade produtiva e de competição no mercado internacional, o governo

de Luiz Inácio Lula da Silva apresentou em novembro de 2003, através do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, um conjunto de Diretrizes de Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior [²²].

A Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior está focada:

- No aumento da eficiência da estrutura produtiva, incrementando o patamar competitivo da indústria brasileira.
- No aumento da capacidade de inovação das empresas brasileiras.
- Na expansão das exportações.

Esta é a base para uma maior inserção do país no comércio internacional, estimulando os setores onde o Brasil apresenta maior capacidade ou necessidade de desenvolver vantagens competitivas. E a inserção externa da indústria impulsiona o seu desenvolvimento, possibilitando a criação de empregos e a elevação de renda.

A Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior persegue padrões de competitividade internacional, o que significa impulsionar a indústria a inovar e diferenciar produtos, para concorrer num patamar mais elevado, mais dinâmico, de maior renda e mais virtuoso socialmente. O negócio passa a ser entendido como algo maior que a produção física, incorporando pesquisa e desenvolvimento, concepção e projeto do produto, propriedade intelectual, certificação, distribuição e logística, marca, pós-venda e serviços diversos associados ao produto.

Suas ações propostas contemplam três planos:

- Uma política horizontal, para todos os setores econômicos, voltada à inovação e ao desenvolvimento tecnológico, à inserção internacional, à modernização e aumento de competitividade industrial e ao aumento da capacidade produtiva.
- Políticas verticais para quatro setores considerados estratégicos para o desenvolvimento da economia brasileira e para a inserção internacional do país: semicondutores, software, bens de capital e fármacos.
- Atividades portadoras de futuro, como biotecnologia, nanotecnologia e biomassa e energias renováveis.

O desenvolvimento e a difusão de tecnologias onde o Brasil tem maior capacidade ou necessidade de desenvolver vantagens competitivas vem sendo priorizados, abrindo caminhos para inserção nos setores mais dinâmicos dos fluxos de trocas internacionais.

Aumentar a inserção externa e a capacidade de inovação da indústria guarda forte relação com o desenvolvimento de sistemas empresariais maiores e mais compatíveis com as dimensões das corporações internacionais. Contar com grandes empresas nacionais que sejam ativas na liderança do crescimento brasileiro é fundamental para consolidar processos inovadores consistentes.

As Diretrizes de Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior defendem a alocação crescente de recursos públicos e privados para pesquisa e desenvolvimento, para a alta qualificação do trabalho e do trabalhador e para a articulação de redes de conhecimento.

A Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior não é uma iniciativa isolada. Ela faz parte de um conjunto de ações que compõem a estratégia de desenvolvimento do governo: crescimento sustentável, emprego e inclusão social. E está articulada com investimentos planejados para a infra-estrutura planejados para infra-estrutura e com os projetos de promoção do desenvolvimento regional.

A sua implantação está articulada com a política regional, contribuindo para uma maior integração nacional e para a redução das disparidades regionais e entre estados e sub-regiões. São especialmente relevantes os seus elos de ligação com a integração físico-econômica do território, incluindo-se melhoria da infra-estrutura de transportes, energia e telecomunicações.

As Diretrizes são complementadas pela ação coordenada de governo em outras áreas como no Turismo e na área social, especialmente no que se refere aos níveis de educação e saúde.

2.1.5 Características da Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior

A Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior foi concebida de tal forma que pudesse adequar-se à realidade empresarial de cada setor [22]. Ela é implantada em diferentes dimensões, de acordo com os objetivos a serem alcançados. Assim, a ampliação da capacidade produtiva é dirigida a empresas, a capacitação tecnológica a todo um conjunto de empresas e as cadeias produtivas podem ser objeto de uma política voltada para melhorar condições de fornecimento e custo, por exemplo.

As Diretrizes e os programas dela derivados orientam a atuação brasileira no plano internacional, em particular nos foros multilaterais (Organização Mundial do Comércio) e regionais (Mercosul e outros acordos com países sul-americanos).

Uma característica básica da Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior é o estímulo à eficiência, que também funciona como critério de avaliação dos resultados obtidos e de seleção de beneficiários diretos.

A política trata cadeias produtivas, setores, arranjos produtivos, redes ou grupos de empresas. São apoiados programas de investimentos das empresas com vistas à construção e/ou reforço de infra-estrutura de pesquisa, desenvolvimento e engenharia.

São enumerados pelas Diretrizes de Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior: apoio aos processos de fixação de marcas, registro de patentes, desenvolvimento de processos de qualidade, design, escala eficiente de produção, proteção ambiental, logística e distribuição e aumento de capacidade, além de facilitar o relacionamento entre os centros de pesquisa, as empresas e o sistema de comercialização.

No documento sobre Diretrizes de Política Industrial pressupõe-se que empresas beneficiadas com programas forneçam contrapartidas, via metas fixadas, com vistas a premiar a eficiência. Entre as contrapartidas não devem estar os investimentos realizados pelo setor privado. Os investimentos precisam ser entendidos como meios necessários para o alcance das metas.

Visando gerar capacitações que permitam ao Brasil aumentar sua competitividade no cenário internacional, a política busca [22]:

- Sustentar a elevação do patamar das exportações, com valorização dos recursos e produtos brasileiros, aproveitando potencialidades para melhorar a imagem do País no exterior e ajudar a criar a ‘marca Brasil’.
- Promover a capacidade inovadora das empresas via concepção, projeto e desenvolvimento de produtos e processos.
- Contribuir para o desenvolvimento regional.
- Desenvolver projetos voltados para o consumo de massa, possibilitando-se auferir ganhos de escala e alcançar um padrão internacional do produto.

2.1.6 Estratégia de Implantação da Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior

As linhas de ação do Governo Federal no processo de implantação da Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior são listadas a seguir [22]:

- Inovação e desenvolvimento tecnológico: estruturação de um Sistema Nacional de Inovação que permita a articulação de agentes voltados ao processo de inovação do setor produtivo, em especial empresas, centros de pesquisa públicos e privados, instituições de fomento e financiamento ao desenvolvimento tecnológico, instituições de apoio à metrologia, propriedade

intelectual, gestão tecnológica e gestão do conhecimento e instituições de apoio à difusão tecnológica.

- Inserção externa: as ações nesta área voltam-se para a ação sustentada das exportações e ampliação da base exportadora pela incorporação de novos produtos, empresas e negócios. Inclui apoio às exportações, com financiamento, simplificação de procedimentos e desoneração tributária, promoção comercial e prospecção de mercados, estímulo à criação de centros de distribuição de empresas brasileiras no exterior e à sua internacionalização, apoio à inserção de cadeias internacionais de suprimentos e apoio à consolidação da imagem do Brasil e de marcas brasileiras no exterior.
- Modernização industrial: a inovação industrial será vista de forma abrangente, incluindo financiamento para aumento da capacidade, modernização de equipamentos, programas de modernização de gestão, de melhoria de design, de apoio de patentes e de extensão tecnológica, sobretudo para as empresas de pequeno e médio porte.
- Capacidade e escala produtiva: com base no conhecimento de que a capacidade exportadora e de inovação guarda correlação positiva com o tamanho da firma ou do arranjo de firmas e que o tamanho das firmas brasileiras é pequeno para os padrões internacionais, o Estado poderá atuar tanto na aprovação de instrumentos legais que facilitem a obtenção de financiamento por consórcios de empresas ou assemelhados, como também estimulando a fusão de empresas

ou a atuação conjunta para possibilitar desenvolvimento tecnológico e inovação cooperativas ou uma inserção mais ativa no mercado internacional;

Em conjunto com as ações de implantação, o Governo definiu como opções estratégicas semicondutores, software, fármacos e medicamentos e bens de capital. Esta escolha está associada ao preenchimento dos seguintes requisitos:

- Apresentam dinamismo crescente e sustentável.
- São responsáveis por parcelas expressivas dos investimentos internacionais em pesquisa e desenvolvimento.
- Abrem novas oportunidades de negócios.
- Relacionam-se diretamente com inovação processos, produtos e formas de uso.
- Promovem adensamento do tecido produtivo.
- São importantes para o futuro do país e apresentam potencial para o desenvolvimento de vantagens competitivas dinâmicas.

2.1.7 Estágio de Implantação da Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior

Apresenta-se nesta seção o estágio de implantação da Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior, em curso desde novembro de 2003. As informações foram coletadas em

documento oficial do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, na sua edição mais recente, de fevereiro de 2005 [²³].

Os dados foram classificados e tabulados conforme grupos de políticas, com o objetivo de facilitar sua leitura e interpretação.

Três grupos de políticas são apresentados, conforme a própria estrutura das Diretrizes de Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior: políticas horizontais, para todos os setores econômicos, políticas verticais, para as quatro opções estratégicas estabelecidas, e atividades portadoras de futuro.

As Linhas de Ação Horizontais contemplam ações gerais para todos os segmentos industriais, nos seguintes grupos de ação:

- Inovação e Desenvolvimento Tecnológico (Tabela 1)

Linhas de Ação Horizontais	
-- Inovação e Desenvolvimento Tecnológico --	
Ação	Status (última atualização oficial: Fev/2005)
Lei da Inovação	Projeto de Lei sancionado no dia 02/dez/2004 Nova lei é um marco legal que promete viabilizar mecanismos de desenvolvimento tecnológico, facilitando a relação entre empresas e instituições de pesquisa
Reestruturação do Instituto Nacional de Propriedade Intelectual	Mudanças estruturais do edifício, compra de equipamentos e contratação de novos profissionais objetivam agilizar o processo de obtenção de marca ou patente (em curso) Outras medidas serão tomadas, como a utilização do sistema de buscas do Escritório Europeu de Patentes (em curso)
Fundos Setoriais	Previsão de aplicação de R\$ 135 milhões para as prioridades do PITCE em 2005 e R\$ 70 milhões para expansão do sistema nacional de ciência, tecnologia e inovação
Fundo Tecnológico (FUNTEC) / BNDES	Instrumento criado para estimular a inovação na empresa via redução do risco das atividades de desenvolvimento (ativo)
Decreto 4.928 de Incentivo à Pesquisa, Desenvolvimento e Certificação	Decreto que incentiva o processo de patenteamento e certificação ao possibilitar que as empresas deduzam do lucro líquido as despesas operacionais relativas à pesquisa tecnológica e desenvolvimento de inovação tecnológica de produto, bem como tecnologia industrial básica (em vigor desde dez/2003)
Programa de Apoio à Pesquisa em Empresas (PAPPE)	R\$ 75,9 milhões de financiamento para 702 projetos aprovados para o desenvolvimento de empresas de base tecnológica

Tabela 1: Estágio de Implantação da Política Industrial - Linhas de Ação Horizontais - Inovação e Desenvolvimento Tecnológico

- Inserção Externa (Tabela 2)

Linhas de Ação Horizontais	
-- Inserção Externa --	
Ação	Status (última atualização oficial: Fev/2005)
Programa Brasil Exportador	Programa integrado que visa melhorar a competitividade internacional da indústria brasileira (lançado em nov/2003) O Programa Estado Exportador visa o incremento das exportações nos Estados Acre, Amapá, DF, Piauí, Rondônia, Roraima, Sergipe e Tocantins (lançado em abr/2004)
Sistema Radar Comercial	Ferramenta de prospecção de negócios para os exportadores brasileiros, voltada para a prospecção de mercados dinâmicos (em implantação piloto)
Nova Cofins	Medida provisória que eliminou a cumulatividade da contribuição e estabeleceu a cobrança para os produtos importados, criando isonomia com as mercadorias nacionais (nov/2003)
Centros de Distribuição e Logística no Exterior	A APEX-Brasil está construindo centros no exterior para viabilizar a distribuição e facilitação aos canais de comercialização para as empresas de pequeno e médio portes (em implantação)

Tabela 2: Estágio de Implantação da Política Industrial - Linhas de Ação Horizontais - Inserção Externa

- Modernização Industrial (Tabela 3)

Linhas de Ação Horizontais	
-- Modernização Industrial --	
Ação	Status (última atualização oficial: Fev/2005)
Programa de Modernização do Parque Industrial Nacional (Modernaq)	Programa destinado a financiar máquinas e equipamentos nacionais novos (vigência de 12 meses a partir de ago/04)
Estímulo à micro e pequena empresa	Projeto de Lei Complementar que concede tratamento tributário, previdenciário e trabalhista especial ao empresário microempreendedor (ativo)
Programa de Extensão Industrial Exportadora (PEIEX)	Sistema de resolução de problemas técnico-gerenciais dirigido às micro, pequenas e médias empresas que formam arranjos produtivos locais (APL's) - (ativo)
Bônus de Certificação Inmetro / Sebrae	Possibilita redução de até 70% dos custos de certificação para micro e pequenas empresas (ativo)
Programa Brasileiro de Avaliação de Conformidade e Atividade de Metrologia	O programa contempla 55 mercadorias, processos ou serviços passíveis de certificação. O objetivo da certificação é melhorar a competitividade dos produtos brasileiros para que possam acessar novos mercados (em implantação)
Rede Brasil de Tecnologia	Apoio a 59 projetos nas áreas de petróleo, gás natural, energia e agronegócio que devem gerar mercado anual para indústria nacional de R\$ 500 milhões através de substituição de importações (em curso)

Tabela 3: Estágio de Implantação da Política Industrial - Linhas de Ação Horizontais - Modernização Industrial

- Ambiente Institucional / Incentivo ao Investimento (Tabela 4)

Linhas de Ação Horizontais	
-- Ambiente Institucional / Incentivo ao Investimento --	
Ação	Status (última atualização oficial: Fev/2005)
Conselho Nacional de Desenvolvimento Industrial	Órgão consultivo para as diretrizes do desenvolvimento industrial do país criado pela lei no. 11.080 em 30/dez/2004
Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial	Agência criada pela lei no. 11.080 em 30/dez/2004 tem função de promover a execução de políticas de desenvolvimento industrial
Sala Especial de Atração de Investimentos	Criada com o objetivo de apoiar o investidor estrangeiro que busca informações sobre o Brasil
Unidade de Investimentos da APEX-Brasil	Unidade de investimentos que atuará de maneira complementar à sala especial
Desoneração do IPI para bens de capital	Desde jan/2004
Desoneração dos bens de capital mediante redução do prazo para o aproveitamento de crédito do PIS e da COFINS	Desde set/2004
Depreciação acelerada para bens de capital a ser descontada na Contribuição Social sobre Lucro Líquido	Calculado à razão de 25% da depreciação de máquinas e equipamentos novos adquiridos entre out/2004 e dez/2005
Ampliação do período de apuração do IPI	Objetiva redução do custo e a melhora do fluxo de caixa das empresas (ativa)
Redução do Imposto de Importação para máquinas sem produção nacional	Desde fev/2004
Instituição do Regime Tributário para Incentivo à Modernização e Ampliação da Estrutura Portuária (Reporto)	Objetiva estimular a realização de investimentos na recuperação, modernização e ampliação da estrutura portuária (em curso)
Redução de Gargalos Portuários	Implantado
Registro de Empresas	Criado grupo de trabalho interministerial para o estudo e implementação de medidas de simplificação e racionalização do registro e da legalização das empresas (em curso)
Novo Recof	Aprimoramentos no regime aduaneiro especial que permite importar ou adquirir no mercado nacional, com suspensão de impostos, mercadorias que serão utilizadas no processo industrial de produto destinado à exportação (ativo)
Regime de Despacho Aduaneiro Expresso - Linha Azul	Regime aduaneiro que permite reduzir o tempo das liberações das mercadorias das empresas que operem no comércio exterior (ativo)
Fórum de Competitividade de Franquias	Reinstalado o fórum, que promoveu nova redação para a Lei das Franquias

Tabela 4: Estágio de Implantação da Política Industrial - Linhas de Ação Horizontais - Ambiente Institucional / Incentivo ao Investimento

As políticas verticais contemplam ações para as quatro opções estratégicas estabelecidas:

- Semicondutores (Tabela 5)

Opções Estratégicas	
-- Semicondutores --	
Ação	Status (última atualização oficial: Fev/2005)
Lei de Informática	Aprovada a lei 11.077 em 30/dez/04 que prorrogou os benefícios para capacitação do setor de tecnologia da informação por 10 anos, até 2019
Regime Aduaneiro Especial	Permite às empresas importar, com suspensão do pagamento de tributos federais, mercadorias a serem submetidas à operação de industrialização de produtos destinados à exportação ou à venda no mercado interno (ativo)
Programa de Recursos Humanos para Microeletrônica	Destino de recursos do Fundo de Informática para aumento e melhoria da formação de recursos humanos (mestres, doutores e projetistas) na área microeletrônica (ativo)
Projeto de Lei sobre topografia de circuitos integrados	Estabelece direitos sobre topografia de circuitos integrados (enviado ao congresso)
Atração de Investimento	Negociação com empresas estrangeiras para instalação de atividades de projeto e fabricação da cadeia de semicondutores (em curso)

Tabela 5: Estágio de Implantação da Política Industrial - Opções Estratégicas - Semicondutores

- Software (Tabela 6)

Opções Estratégicas	
-- Software --	
Ação	Status (última atualização oficial: Fev/2005)
Novo Prosoft (Programa para Desenvolvimento da Indústria de Software e Serviços Correlatos)	Operacionalizado pelo BNDES, financia investimentos e planos de negócios de empresas sediadas no Brasil, bem como a comercialização no mercado interno e as exportações de softwares e serviços correlatos (ativo)
Ações para Exportação de Software e Serviços	Contratação de estudo de mercado para definição de estratégia de inserção de software brasileiro no mercado externo (em curso)
Incentivo ao Desenvolvimento de Segmentos Emergentes	Visa o desenvolvimento de áreas nas quais o Brasil apresenta potencial, tais como grid de computação, computação de alto desempenho, segurança, criptografia, software livre e jogos (editais lançados)
Inclusão Digital	Instalação de telecentros para acesso à internet com foco na população de baixa renda

Tabela 6: Estágio de Implantação da Política Industrial - Opções Estratégicas - Software

- Bens de Capital (Tabela 7)

Opções Estratégicas	
-- Bens de Capital --	
Ação	Status (última atualização oficial: Fev/2005)
Modernaq	(ver em Modernização Industrial)
Programa de Financiamento a Supridores Nacionais de Equipamentos, Materiais e Serviços Vinculados	Criação de linha de financiamento para bens de capital sob encomenda, serviços de engenharia, main contractor e turn key (ativo)

Tabela 7: Estágio de Implantação da Política Industrial - Opções Estratégicas - Bens de Capital

- Fármacos e Medicamentos (Tabela 8)

Opções Estratégicas	
-- Fármacos e Medicamentos --	
Ação	Status (última atualização oficial: Fev/2005)
Profarma	Criação de linha especial no BNDES para produção de medicamentos e insumos, estímulo de atividades de pesquisa e para incorporação, fusão e aquisição de empresas (ativo)
Hemobras	Aprovada em nov/2004 a criação da Empresa Brasileira de Homoderivados de Biotecnologia, com objetivo de reduzir a necessidade de importação e adquirir a auto-suficiência na produção brasileira de homoderivados

Tabela 8: Estágio de Implantação da Política Industrial - Opções Estratégicas - Fármacos e Medicamentos

No grupo de Atividades Portadoras de futuro estão contempladas ações para os segmentos:

- Biotecnologia (Tabela 9)

Atividades Portadoras de Futuro	
-- Biotecnologia --	
Ação	Status (última atualização oficial: Fev/2005)
Fórum de Competitividade de Biotecnologia	Implantado em 13/set/2004, o fórum reúne setor privado, trabalhadores e governo com a missão de discutir o desenvolvimento deste setor, a fim de estruturar uma política industrial de biotecnologia, com foco no desenvolvimento de novos produtos, processos e formas de uso, estímulo ao aumento da capacitação para inovação na indústria, inserção externa e expansão das exportações
Centro de Biotecnologia da Amazônia (CBA)	Em 2004 foram comprados equipamentos para funcionamento do CBA, 11 laboratórios foram instalados, 39 bolsistas foram contratados e outras 72 vagas para bolsistas foram aprovadas

Tabela 9: Estágio de Implantação da Política Industrial - Atividades Portadoras de Futuro - Biotecnologia

- Nanotecnologia (Tabela 10)

Atividades Portadoras de Futuro	
-- Nanotecnologia --	
Ação	Status (última atualização oficial: Fev/2005)
Programa Nacional de Nanotecnologia	Grupo de trabalho finalizou proposta sobre laboratório nacional de micro e nanotecnologia. Novas redes de pesquisa, desenvolvimento e inovação em nanotecnologia devem ser lançadas

Tabela 10: Estágio de Implantação da Política Industrial - Atividades Portadoras de Futuro - Nanotecnologia

- Biomassa / Energias Renováveis (Tabela 11)

Atividades Portadoras de Futuro	
-- Biomassa / Energias Renováveis --	
Ação	Status (última atualização oficial: Fev/2005)
Política Nacional para Biomassa	O Programa do Biodiesel foi lançado em dez/2004, autorizando uso de até 2% de biodiesel no diesel. Outros projetos estão em andamento: promoção do uso do álcool no país e utilização do álcool como insumo para produção do biodiesel; internacionalização do uso do álcool mediante a viabilização de exportação deste combustível, exportação de equipamentos e know-how para construção de usinas de álcool

Tabela 11: Estágio de Implantação da Política Industrial - Atividades Portadoras de Futuro - Biomassa / Energias Renováveis

2.2 POLÍTICAS PÚBLICAS E TECNOLOGIA

2.2.1 A importância da tecnologia na formulação das políticas públicas

Os países desenvolvidos contam, normalmente, com a vantagem de competir nos mercados nacionais e internacionais com produtos inovadores (sem concorrentes) ou produzidos por tecnologias inovadoras (mais produtivas ou eficientes). No Brasil esta vantagem é menos verificada. O país baseia seu sistema de mudança técnica quase sempre na absorção e no aperfeiçoamento de inovações geradas nas economias industrializadas.

Esta condição estrutural obriga o país a recorrer a mecanismos de compensação pela inferioridade das tecnologias que emprega nos seus processos produtivos, tais como baixos custos de mão-de-obra e proteção, subsídio estatal ou exploração predatória ou não dos recursos naturais.

Mas estas compensações não são suficientes para assegurar o avanço do processo de industrialização, assim como não o são para garantir competitividade, pois [²⁴]:

- A abundância de matérias-primas é ilusória: só será efetiva se as matérias-primas forem vendidas para a indústria local a preços mais baixos que os predominantes no mercado internacional.
- Os baixos salários podem representar uma vantagem comparativa no início do processo de industrialização, mas a competitividade no longo prazo não poderá se apoiar nessa vantagem, uma vez que os salários tendem a subir com o avanço do processo de industrialização, o avanço tecnológico nos demais países eleva a produtividade do trabalho de suas economias, reduzindo ou eliminando a vantagem representada pelos baixos salários, as indústrias intensivas em mão-de-obra estão sempre se deslocando para países com salários mais baixos, a participação em uma competição a ser vencida pelo país que pagar os salários mais baixos não contribui para o desenvolvimento sustentável e a proteção ou subsídio estatal à indústria nascente só será eficaz e sustentável se à efetivação da capacidade de produção industrial associar-se um

eficaz esforço tecnológico, em benefício da progressiva elevação da produtividade da indústria local.

Os ganhos autênticos de competitividade só podem ser obtidos pela efetiva elevação da produtividade ou da qualidade da produção. O fenômeno da globalização tecnológica está produzindo um processo de especialização e diferenciação crescentes dos sistemas de mudança técnica das nações, assim como a consolidação de ilhas nacionais de competência, cercadas por oceanos de nações sem competência para inovar.

A inovação tecnológica é o instrumento para o incremento da competitividade da indústria brasileira, podendo atribuir ao sistema produtivo níveis de qualidade e taxas de produtividade superiores.

Neste contexto, é fundamental que o Brasil não se distancie das áreas mais dinâmicas do conhecimento. Transformar o país em centro de competência tecnológica de tecnologias que impulsionem o desempenho produtivo, trazendo competitividade, e nos segmentos das tecnologias de informação e comunicação e da química fina, considerados prioritários por estarem vinculados ao que se convencionou caracterizar como economia do conhecimento, é o elemento central das diretrizes propostas. Nestas áreas, os fatores de inovação e qualificação de pessoal são críticos e a fronteira do conhecimento se move rapidamente, fundindo-se com áreas de futuro, como nanotecnologia, biotecnologia e novos materiais. A participação ativa do Brasil no desenvolvimento destas áreas mais dinâmicas do conhecimento proporcionará o equilíbrio no médio e no longo prazo.

2.2.2 Capacidade para inovar como fator relevante na determinação da competitividade

A revolução tecnológica, em curso desde a segunda metade do século XX, tem provocado profundas implicações políticas e econômicas na sociedade e é uma das mais profundas de toda a história da espécie humana, impulsionada por dois grandes avanços do conhecimento: a ampliação da capacidade dos sistemas de comunicação e processamento de informação, representada pelo computador e pela sua integração com os meios de comunicação e os progressos da biologia molecular.

Os países cujas populações não alcançarem o nível educacional requerido para acompanhar e se adiantar a essa revolução estarão condenados a um atraso relativo crescente e a uma dependência política daquelas nações que dominam o conhecimento, num processo de subjugação completa.

A chave do caminho do futuro encontra-se na delineação e encaminhamento de linhas mestras de atuação em busca do conhecimento e na ação pertinaz e conseqüente, orientada por uma visão de longo prazo da construção do país.

Conhecimento e inovação têm atualmente papel estratégico e insubstituível no processo de estabelecimento da competitividade e de desenvolvimento econômico das nações, regiões e setores [25]. A crescente competição internacional e a necessidade de introduzir eficientemente os avanços das tecnologias de informação e comunicações nos processos produtivos levam empresas a centrar suas estratégias no desenvolvimento de capacidade inovativa.

Há um consenso de que o conhecimento é o elemento central da estrutura econômica atual, de que a aprendizagem é seu processo mais importante e de que a inovação é o principal veículo de transformação do conhecimento em valor.

A conhecida tríade de fatores de produção – capital, trabalho e recursos naturais – já não é suficiente, por si só, para assegurar o progresso das nações. A estes fatores de produção deve-se agregar o conhecimento e a capacidade de utilizá-lo de forma criativa e produtiva. Sem o conhecimento o capital envelhece, os recursos naturais não podem ser explorados de forma sustentável e competitiva e a produtividade do trabalho, que nos países de economias dinâmicas está em constante evolução, cai em termos relativos. Mas não é suficiente acumular conhecimento. É necessário, além disso, dispor de capacidade para inovar, ou seja, para aplicar o conhecimento na solução de problemas concretos enfrentados pela sociedade, para gerar novos produtos e processos; criar e aproveitar oportunidades de ganhos privados e sociais; produzir e distribuir riqueza; gerar bem-estar.

Assim como a tecnologia vem assumindo o papel de fator de produção essencial para o progresso social e econômico das sociedades contemporâneas, a capacidade para inovar é um dos fatores mais relevantes na determinação da competitividade das empresas e da economia em geral. Gerar conhecimento e reforçar a capacidade de inovação da economia brasileira constitui um requisito chave de transformação efetiva do Brasil [²⁶].

2.2.3 Implantação da Política de Ciência e Tecnologia no Brasil

O ministério da Ciência e Tecnologia, responsável pela formulação e implantação da política nacional da ciência e tecnologia, abriga em seu leque de competências o patrimônio científico e tecnológico nacional e seu desenvolvimento; a política de cooperação e intercâmbio

concernente a esse patrimônio; a definição da Política Nacional de Ciência e Tecnologia; a coordenação de políticas setoriais; a política nacional de pesquisa, desenvolvimento, produção e aplicação de novos materiais e serviços de alta tecnologia.

O Brasil, que era basicamente rural há cinquenta anos, hoje já está credenciado internacionalmente como um país capacitado para a economia do conhecimento e, portanto, capaz em ciência e tecnologia. Isso significa que o país está se beneficiando do conhecimento para agregar valor ou gerar bem-estar, como tem acontecido de forma crescente em países desenvolvidos depois da revolução das tecnologias de informação [²⁷].

Alguns modelos brasileiros de desenvolvimento científico são tomados como referência de excelência no mundo, como no caso do Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq), Coordenação e Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (Capes), Fundação de Amparo à Pesquisa de São Paulo (FAPESP), Projeto Genoma e Programa de criação e difusão de ciência e tecnologia do Coppe/ UFRJ.

O ministério da C&T promove e coordena os programas da área de Tecnologia da Informação, de Apoio a Empresas e de Cooperação Internacional [²⁸]. Possui ainda programas específicos como o Programa Antártico Brasileiro – PROANTAR, de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico – PADCT, de Apoio Tecnológico à Exportação – PROGEX, de Capacitação de Recursos Humanos para Atividades Estratégicas – RHAE, Programa Piloto para Proteção das Florestas Tropicais do Brasil – PPG7, Programa Prospector, Programa Sociedade da Informação, Programa Tecnologia Industrial Básica – TIB e Programa Xingó.

Na Tabela 12 apresenta-se o montante dos recursos aplicados pelo Governo Federal em Ciência e Tecnologia (C&T), incluindo-se os dispêndios realizados com a pós-graduação, e a subdivisão do total aplicado em C&T entre pesquisa e desenvolvimento (P&D) e atividades científicas e técnicas correlatas (ACTC), conforme os indicadores oficiais do governo federal e dos governos estaduais sobre ciência e tecnologia, publicados pelo Ministério da Ciência e Tecnologia [29]:

Brasil: Investimentos do Governo Federal em Ciência e Tecnologia (C&T) por Atividades, 2000-2005							
(em R\$ Milhões)							
		2000	2001	2002	2003	2004	2005
Total	C&T	5.795	6.276	6.522	7.393	8.688	9.570
	ACTC	1.788	1.703	1.694	1.591	2.270	2.485
	P&D	4.008	4.573	4.828	5.801	6.418	7.085
Orçamento	C&T	4.272	4.686	4.661	5.233	6.145	6.954
	ACTC	1.788	1.703	1.694	1.591	2.270	2.485
	P&D	2.484	2.983	2.967	3.642	3.875	4.469
Pós-graduação (1)	C&T	1.523	1.590	1.861	2.159	2.543	2.616
	ACTC	-	-	-	-	-	-
	P&D	1.523	1.590	1.861	2.159	2.543	2.616
<p>Fonte(s): Sistema Integrado de Administração Financeira do Governo Federal (Siafi). Extração especial realizada pelo Serviço Federal de Processamento de Dados</p> <p>Elaboração: Coordenação-Geral de Indicadores - Ministério da Ciência e Tecnologia.</p> <p>Nota(s): P&D: Pesquisa e desenvolvimento; ACTC: Atividades científicas e técnicas correlatas.</p> <p>Foram utilizados os empenhos liquidados; não estão computadas as despesas com juros e amortização de dívidas (interna e externa), cumprimento de sentenças judiciais e despesas previdenciárias com inativos e pensionistas; estão computados os recursos do tesouro e de outras fontes dos orçamentos fiscal e de seguridade social;</p> <p>(1) estimativas dos dispêndios das universidades federais com a pós-graduação.</p> <p>Atualizada em: 26/7/2006</p>							

Tabela 12: Investimentos do Governo Federal em Ciência e Tecnologia (C&T) por Atividades, 2000-2005, incluindo pós-graduação

A Tabela 13 apresenta os dispêndios dos governos estaduais em C&T por região, divididos entre as modalidades de atividade pesquisa e desenvolvimento (P&D) e atividades científicas, técnicas e correlatas (ACTC), entre 2000 e 2004 [29]:

Dispêndios dos governos estaduais em ciência e tecnologia (C&T) por região e modalidades de atividade (não inclui estimativa de gastos com a pós-graduação), 2000-2004 P&D - Pesquisa e Desenvolvimento e ACTC - Atividades Científicas, Técnicas e Correlatas (em R\$ Milhões)										
Grandes Regiões / Unid. da Federação	2000		2001		2002		2003		2004	
	P&D	ACTC	P&D	ACTC	P&D	ACTC	P&D	ACTC	P&D	ACTC
Total	941.764	368.140	1.125.441	402.727	961.343	540.659	925.160	682.142	1.067.283	983.517
Norte	7.083	19.205	7.491	18.772	9.129	17.570	10.391	24.755	7.129	33.220
Nordeste	80.287	56.744	127.720	78.508	123.237	93.883	156.374	109.933	149.898	144.665
Sudeste	744.501	120.080	845.882	144.594	701.845	235.419	628.299	361.209	692.672	605.271
Sul	108.517	136.290	142.732	130.416	124.342	184.769	125.100	169.430	194.650	166.631
Centro-Oeste	1.375	35.822	1.617	30.436	2.791	9.017	4.996	16.816	22.934	33.730
Fonte: Balanços Gerais dos Estados e levantamentos realizados pelas Secretarias Estaduais de Ciência e Tecnologia ou instituições afins. Elaboração: Coordenação-Geral de Indicadores - Ministério da Ciência e Tecnologia.										

Tabela 13: Dispêndios dos governos estaduais em ciência e tecnologia (C&T) por região e modalidades de atividade, 2000-2004

Os resultados apresentados pelo programa de desenvolvimento científico e tecnológico apontam no sentido de investimentos crescentes na pesquisa e desenvolvimento de novos produtos e processos produtivos por parte das empresas, o que constitui um quadro extremamente positivo, na medida em que investimentos dessa natureza estão diretamente associados ao desenvolvimento da sociedade brasileira como um todo, uma vez que a produção de bens e serviços competitivos acaba por trazer retorno econômico e social.

Embora os investimentos em ciência e tecnologia no Brasil sejam crescentes, são relativamente pequenos, quando comparados aos investimentos nos países desenvolvidos.

Investimentos contínuos significativos em pesquisa e tecnologia são necessários, incluindo o financiamento de projetos de pesquisa, a promoção do empreendedorismo, da inovação tecnológica [³⁰] e da integração empresa-universidade, para promover o desenvolvimento do país.

Incluem-se nos desafios de longo prazo do país a continuidade da expansão da comunidade científica, o estímulo à aplicação do conhecimento e o incentivo às empresas a investir em ciência e tecnologia.

O esforço do Estado é fazer com que os investimentos privados cresçam mais, proporcionalmente. Nos últimos anos o esforço estatal respondeu por cerca de 75% a 80% dos recursos, enquanto que nos países desenvolvidos e na Coreia este perfil é inverso.

As aprovações de investimento do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), que tem como objetivo financiar no longo prazo os empreendimentos que contribuam para o desenvolvimento do país, o fortalecimento da estrutura de capital das empresas privadas e desenvolvimento do mercado de capitais, a comercialização de máquinas e equipamentos e o financiamento à exportação, chegaram a R\$ 54.494 milhões em 2005 [³¹], como mostra a Tabela 14:

Aprovações BNDES segundo ramo de atividade						
(em R\$ Milhões)						
Ramo de atividade	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Agropecuária	1.899	3.051	4.423	6.095	7.477	4.028
Indústria Extrativa	332	913	216	128	1.163	2.049
Indústria de Transformação	12.222	14.242	16.911	16.157	13.294	26.903
Comércio / Serviços	13.171	8.924	19.523	17.983	15.963	21.514
Total	27.624	27.130	41.073	40.363	37.897	54.494

Tabela 14: Aprovações do BNDES segundo ramo de atividade, 2000-2005 [R\$ Milhões]

Os investimentos do BNDES beneficiam, principalmente, projetos voltados à produção, com destaque para o segmento da indústria de transformação, como podemos observar na Tabela 14, e ao comércio. Estes investimentos são superiores aos investimentos voltados à inovação tecnológica nas empresas.

Assim, a nova política industrial deve estar voltada para o financiamento e promoção da tecnologia. A indústria brasileira já possui um bom domínio de todo o processo produtivo. É necessário, agora, dar o salto estratégico da inteligência e da criação na manufatura nacional, desenvolvendo-se os aspectos da marca, de marketing e de design, de modo a ganhar mercados na diferenciação e no maior valor agregado dos produtos brasileiro através do processo de inovação e desenvolvimento tecnológico.

Neste sentido, a parceria estratégica entre empresas, universidades e centros de pesquisa terá grande relevância no processo de desenvolvimento de novas tecnologias para produtos, processos e serviços e da inovação tecnológica.

A parceria estratégica entre empresas, universidades e centros de pesquisa e tecnologia, baseada no financiamento de pesquisas e na participação das empresas em projetos

estratégicos governamentais, tem sido estimulada como elemento de fomento de inovação tecnológica e de desenvolvimento do espírito empreendedor.

Como afirma Plonski [³²], um dos fatores chave de sucesso para uma inovação tecnológica sistemática é compreendê-la e tratá-la como jogo de equipe, em que cada um dos agentes – empresas, institutos de pesquisa, instituições de ensino, agências de fomento, organismos formuladores de políticas públicas habitats de inovação, associações profissionais e setoriais, organismos não governamentais e outros – tem papel a cumprir.

A Tabela 15 mostra a quantidade de pesquisadores e pessoal de apoio envolvidos em pesquisa e desenvolvimento (P&D), por categoria, distribuídos entre o Governo, entidades de ensino superior, setor empresarial e setor privado sem fins lucrativos, entre 2000 e 2004 [²⁹]:

Brasil: Pesquisadores e pessoal de apoio envolvidos em pesquisa e desenvolvimento (P&D), por setor institucional e categoria, 2000-2004						
Categoria	Ano	Setores				Total (3)
		Governo	Ensino superior	Empresarial (2)	Privado sem fins lucrativos	
Total	2000	8.916	136.658	64.411	564	209.386
	2001	8.553	144.455	60.267	772	212.636
	2002	8.185	152.844	56.123	975	216.473
	2003	9.336	186.358	51.977	1.187	246.782
	2004	10.479	216.357	47.833	1.392	273.577
Pesquisadores (1)	2000	4.740	77.465	29.100	414	110.885
	2001	4.652	83.747	28.599	583	116.539
	2002	4.562	90.621	28.098	749	122.784
	2003	5.095	103.074	27.596	872	135.080
	2004	5.625	112.013	27.095	991	143.864
Pessoal de apoio	2000	4.176	59.193	35.311	150	98.501
	2001	3.901	60.708	31.668	189	96.097
	2002	3.623	62.223	28.025	226	93.689
	2003	4.241	83.284	24.381	315	111.702
	2004	4.854	104.344	20.738	401	129.713
Percentual de pesquisadores	2000	53,2	56,7	45,2	73,4	-
	2001	54,4	58	47,5	75,5	-
	2002	55,7	59,3	50,1	76,8	-
	2003	54,6	55,3	53,1	73,5	-
	2004	53,7	51,8	56,6	71,2	-
Fonte(s):	para setor empresarial: Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica (Pintec) - 2000 e 2003, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, extração especial; para estudantes de doutorado: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes/MEC); e para o restante: Diretório dos Grupos de Pesquisa (DGP), do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, extração especial.					
Elaboração:	Coordenação-Geral de Indicadores - ASCAV/SEXEC - Ministério da Ciência e Tecnologia.					
Nota(s):	1) inclui pesquisadores cadastrados no Diretório dos Grupos de Pesquisa - DGP/CNPq; para o setor ensino superior, inclui também os alunos de doutorado matriculados no final do ano; 2) nas empresas, pesquisadores são as pessoas com nível superior ocupadas em atividades internas de pesquisa e desenvolvimento; as demais pessoas são consideradas apoio; O número de pessoas do setor empresarial, nos anos de 2002 e 2004, foi estimado tendo como base os resultados das Pintec 2000 e 2003 sobre os quais foi aplicada uma taxa aritmética anual de acréscimo ou decréscimo, conforme o caso; 3) na coluna total os dados não são obtidos por soma das colunas, para evitar dupla contagem. Cada pesquisador ou estudante é contado apenas uma vez; para o pessoal de apoio pode haver dupla contagem; No DGP/CNPq, os números para 2001 e 2003, foram obtidos com base na média aritmética dos anos adjacentes.					
Atualizada em:	5/9/2006					

Tabela 15: Pesquisadores e pessoal de apoio envolvidos em P&D; 2000-2004

Outro aspecto que continuará sendo explorado é o do estímulo às exportações. Existe um esforço governamental muito grande de estímulo à exportação, baseado na implantação de um comitê de gestão das exportações, na avaliação das negociações e barreiras comerciais, na ampliação dos custos financeiros através de suplementações orçamentárias e incorporações de recursos, na reavaliação dos custos tributários, na promoção comercial de produtos brasileiros e na adoção de uma nova política industrial.

A continuidade da promoção do desenvolvimento das exportações e da busca de novos mercados no exterior será parte importante do processo de crescimento do país.

Cabe, portanto, discutir qual a melhor maneira de fomentar este crescimento tecnológico e econômico por meio de políticas públicas voltadas ao desenvolvimento, de maneira que o processo de progresso através da ciência, tecnologia e inovação, e sua aplicação, possa ser acelerado.

É neste contexto de fomento ao desenvolvimento tecnológico para crescimento econômico do país que se encaixa a proposta de construção de uma metodologia de tomada de decisão para capacitação tecnológica desenvolvida neste trabalho.

Como esta capacitação impulsionaria tanto o crescimento econômico nacional, como também a capacidade de inserção internacional da nação, o objetivo da metodologia é direcionar a escolha de tecnologias centrais, que poderão ser potenciais componentes das políticas públicas tecnológicas.

Como o espectro das tecnologias da indústria automobilística é bastante diverso e amplo, proporcionado pela presença marcante da indústria automobilística no país, isso tornou o setor automotivo um interessante e válido setor tecnológico para construção da metodologia de capacitação desenvolvida.

2.3 AS DIFERENTES PERSPECTIVAS DE ESTRATÉGIA COMPETITIVA

Na base da diferenciação entre as diversas interpretações e conceitos de estratégia, segundo Tigre, está a relação entre os ambientes interno e externo. A partir desta dicotomia, quatro conceitos complementares de estratégia competitiva podem ser identificados [³³].

O primeiro conceito de estratégia, desenvolvido por Porter na década de 80, considera que a estratégia é essencialmente a relação entre a empresa e o ambiente externo e que a parte mais relevante desse ambiente externo são os setores industriais. O foco desta perspectiva é, portanto, predominantemente exógeno. A formulação desta estratégia e a caracterização do ambiente serão analisadas detalhadamente nas seções posteriores deste trabalho.

O segundo conceito de estratégia tem base nas novas teorias de organização industrial e na teoria dos jogos. Segundo essa concepção, um movimento estratégico de uma empresa visa influenciar o comportamento de outros agentes do mercado. Quanto maior for a influência na ação do competidor, maior terá sido a eficiência do movimento estratégico realizado. Assim como no conceito de estratégia competitiva de Porter, este conceito atribui maior importância ao ambiente externo do que ao interno.

O terceiro conceito de estratégia está baseado na quantidade de recursos específicos disponíveis na empresa. Neste caso, organiza-se a estratégia competitiva de uma empresa

tomando-se por base o potencial de receitas que podem ser obtidas pelo uso de recursos específicos e escassos detidos por ela. Assim, uma estratégia eficiente, neste contexto, é aquela que permita explorar recursos, capacitações e tecnologias que sejam específicas de cada empresa, e que não possam ser facilmente transferidas.

O quarto conceito de estratégia tem sua ênfase na criação de novas capacitações, em lugar da simples exploração de recursos existentes, e considera que o desenvolvimento de novas capacitações ocorre por meio do aprendizado social e coletivo da empresa. O foco desta estratégia competitiva é, portanto, essencialmente endógeno.

Os quatro conceitos de estratégia apresentados são complementares, mais do que exclusivos. Tigre conclui sua síntese afirmando que, para se definir estratégias competitivas e tecnológicas, é preciso articular os ambientes externos e internos às empresas, enfatizando-se o acesso ao conhecimento. Este princípio está alinhado com o processo de tomada de decisão construído na metodologia/tecnologia para identificação de tecnologias-chave desenvolvida neste trabalho.

2.4 AS BASES DA TEORIA COMPETITIVA ENTRE AS NAÇÕES DE MICHAEL PORTER

O conceito de vantagem competitiva empresarial foi inicialmente desenvolvido por Michael Porter. Ele propôs maneiras de avaliar a posição competitiva de uma empresa e implantar as etapas de ações específicas necessárias para aprimorá-las [³⁴]. O modelo promove a análise conjunta dos elementos internos e externos de influência empresa, como a escolha do ambiente, o leque de atividades da empresa, produção e marketing, para a definição de uma estratégia para atuação em mercados competitivos.

Porter estudou a vantagem competitiva das nações [³⁵] [³⁶]. Sua teoria pretendeu explicar por que empresas baseadas em um país são capazes de competir com sucesso contra rivais estrangeiras em determinados setores industriais, relacionando a competitividade com o nível e as taxas de crescimento de produtividade local. Ele mostrou como a qualidade de vida de uma nação no longo prazo depende da sua habilidade de manter um nível elevado e crescente de produtividade nos segmentos industriais onde suas empresas competem.

Porter propõe, a partir de uma pesquisa envolvendo dez nações líderes em mercado, uma teoria de competitividade de ordem nacional baseada na produtividade dos segmentos industriais em que as empresas daquela nação competem, entendendo que a produtividade nacional é o único conceito de competitividade significativo no nível nacional.

Ele então procura isolar o que chama de vantagens competitivas de uma nação, que são os atributos que fomentam vantagem competitiva em um segmento industrial.

Na fundamentação teórica clássica sobre vantagem comparativa, Adam Smith inicialmente determinou a noção de vantagem absoluta, na qual um país exportará um item se este for o produtor com menor custo mundial [³⁷]. David Ricardo refinou esta noção relativa à vantagem comparativa, reconhecendo que as forças de mercado alocarão os recursos do país naquelas empresas que forem relativamente mais produtivas. Isso significa que o país poderia até importar um bem onde ele poderia ser o produtor com menor custo se ele for ainda mais produtivo na produção de outros bens [³⁸]. A versão dominante da teoria da vantagem comparativa baseia-se no conceito de que todos os países possuem tecnologias equivalentes, mas diferem nos seus fatores de produção, como área, mão-de-obra, recursos naturais e volume de capital [³⁹]. Nesta interpretação, os países ganham fatores básicos de vantagem

comparativa nos setores industriais que fazem uso intensivo dos fatores de produção que eles possuam em abundância. Eles exportam esses bens e importam outros, nos quais tenham fator de desvantagem. Posteriormente, consolidou-se a perspectiva de que Governos passaram a implementar políticas desenhadas para incrementar políticas comparativas nos fatores de custo, como, por exemplo, reduzindo taxas de câmbio, realizando esforços para manter custos salariais baixos ou promovendo subsídios, entre outros [⁴⁰].

Entretanto, cresceu, segundo Porter, o sentimento de que vantagem comparativa baseada em fatores de produção não era suficiente para explicar padrões de negócios, especialmente nos segmentos industriais que envolvem tecnologia sofisticada e pessoal altamente capacitado.

Explicações isoladas sobre competitividade nacional, tais como fenômenos macroeconômicos, mão-de-obra barata e abundante, recursos naturais, políticas governamentais, práticas de gerenciamento ou relações trabalhistas são satisfatórias, mas insuficientes, por si sós, para otimizar a posição competitiva de um segmento industrial nacional. Este posicionamento é derivado, na verdade, de um conjunto mais complexo de forças.

Segundo Porter, uma versão mais recente deste pensamento são as chamadas teorias das lacunas tecnológicas de mercado. De acordo com estas teorias, países irão exportar nos segmentos produtivos onde suas empresas ganham a liderança em tecnologia. Da mesma forma, as exportações reduzem-se à medida que a tecnologia se difunde e as lacunas se fecham.

Uma outra teoria mais completa é a do ciclo do produto. Nesta teoria, Vernon [⁴¹] estabelece que no país onde houver demanda local por bens avançados, suas empresas serão levadas ao desenvolvimento pioneiro de novos produtos. Esta teoria representou o início das teorias verdadeiramente dinâmicas, e sugere como o mercado local pode influenciar positivamente inovações.

Porter destaca que uma linha final importante de pesquisa dedicou-se a explicar a emergência de corporações multinacionais, ou empresas com operações em mais de um país. Multinacionais competem internacionalmente não apenas exportando, mas também através de investimentos estrangeiros. Sua proeminência significa que as negociações comerciais deixaram de ser a única forma de competição internacional. Multinacionais produzem e vendem em muitos países, empregando estratégias que combinam comércio e redes de produção. O sucesso nacional num setor industrial significa que o país representa uma base para implantação de multinacionais naquele segmento, não apenas para produção doméstica, mas também para exportação.

A teoria proposta por Porter vai além das vantagens comparativas para chegar às vantagens competitivas de um país, explicando por que segmentos industriais de um país ganham vantagens competitivas em todas as suas formas, e não apenas aquelas limitadas aos tipos de vantagens relacionadas aos fatores-base contemplados na teoria das vantagens comparativas. Sua teoria reflete um conceito enriquecido de competição que inclui segmentos de mercado, produtos diferenciados, diferenças tecnológicas e economias de escala. Qualidade, características e inovação de novos produtos são aspectos centrais nos segmentos industriais avançados. Da mesma forma, ele defende que vantagens de custo crescem a partir do

desenvolvimento de produtos desenhados para manufatura eficiente, do progresso tecnológico e das economias de escala.

Com base no reconhecimento de Schumpeter [⁴²] sobre a inexistência de equilíbrio em competições, Porter parte da premissa que a competição é dinâmica e evolutiva, mudando constantemente os processos através dos quais novos produtos, novas estratégias de marketing e novos métodos produtivos se desenvolvem.

Na sua teoria, Porter faz da inovação e da melhoria nos métodos em tecnologias elementos centrais e discute a questão de como um país proporciona um ambiente no qual as suas empresas estarão aptas a inovar mais rápido que suas rivais, permitindo assim maior inserção internacional daquela nação naquele segmento tecnológico específico.

Numa visão estática de competição, os fatores nacionais de produção são fixos. Empresas utilizam-nos em segmentos industriais onde eles irão produzir os maiores retornos. Na competição atual, as maiores características são inovação e mudança. Na abordagem de Porter, ao invés de ficar-se limitado à transferência passiva de recursos para onde os retornos serão maiores, a questão central é como empresas incrementam retornos disponíveis através de novos produtos e processos. Ao invés de simplesmente maximizar dentro de limitações fixas, a questão é como empresas podem ganhar vantagem competitiva alterando suas limitações. Ao invés de simplesmente utilizar seu conjunto fixo de fatores de produção, a questão mais importante é como as empresas e os países melhoram a qualidade dos seus fatores, aumentam a produtividade com que os utilizam e criam novos fatores.

O estudo de Porter introduziu uma forma completamente nova de entendimento da posição competitiva dos países na competição global, que se tornou parte integral da maneira de se pensar negócios internacionalmente.

Na sua formulação sobre as vantagens competitivas entre as nações, Porter parte do princípio que uma teoria de estratégia dinâmica precisa lidar simultaneamente tanto com a estratégia das firmas em si, como também do ambiente onde elas atuam. O ambiente pode tanto restringir como influenciar positivamente os resultados alcançados, moldando como atividades são configuradas, definindo que recursos podem ser aproveitados unicamente e criando condições para que compromissos possam ser estabelecidos com sucesso.

A teoria precisava também permitir analisar a variação de algumas variáveis exógenas em áreas como necessidades dos consumidores, tecnologias e sinais do mercado. Além disso, a teoria deveria permitir não apenas que uma empresa pudesse optar por alternativas bem definidas, mas também criar novas alternativas. Finalmente, sua teoria precisaria considerar os aspectos aleatórios da competição e sua importante influência nos resultados.

O ponto de partida da teoria de Porter é que a mudança do ambiente é inexorável e que as empresas, através da inovação, têm a capacidade tanto de influenciar o ambiente onde estão, como também de responder a ele. Ele afirma que as empresas criam e sustentam vantagem competitiva através de sua capacidade de melhorar continuamente, inovar e atualizar suas vantagens competitivas ao longo do tempo e que o sucesso competitivo é alcançado pela mudança antecipada na geração de produtos ou processos, de modo que quem estivesse promovendo a mudança estaria automaticamente melhorando sua posição em relação aos seus competidores, uma vez que este movimento refletiria uma evolução tecnológica ou

atendimento a uma necessidade dos clientes. Neste conjunto de comportamentos e atitudes, firmas teriam como aliviar restrições internas e externas.

Porter define quatro fatores gerais do ambiente que circunda uma empresa que mais tem a capacidade de influenciar sua habilidade para inovar e melhorar:

- Fatores de produção: posição do país em termos de fatores de produção, tais como infra-estrutura ou força de trabalho especializada, necessária para se competir num determinado segmento industrial;
- Condições de demanda: a natureza da demanda local para os produtos e serviços do segmento industrial;
- Indústrias de suporte: a presença ou ausência no país de indústrias fornecedoras e indústrias relacionadas àquela atividade, que sejam capazes de competir internacionalmente;
- Estratégia empresarial, estrutura e rivalidade: as condições no país governando como empresas são criadas, organizadas e geridas e a natureza da rivalidade doméstica.

Através desta composição de atributos, que ele chama coletivamente de “diamante”, estão informações que uma empresa teria disponível para perceber oportunidades, identificar sinais do ambiente, identificar habilidades e conhecimento que deveria desenvolver, estabelecer os objetivos que condicionam investimentos e compreender as pressões para agir.

Porter afirma que um país terá grande probabilidade de obter sucesso em indústrias ou segmentos industriais onde este sistema de determinantes, ou “diamante”, for o mais favorável. Entretanto, o alcance de vantagens competitivas e a sobrevivência de cada empresa daquele segmento industrial específico dependerão da sua habilidade e recursos de explorar aquele ambiente nacional favorável do diamante.

O diamante é um sistema que se reforça mutuamente. O efeito de um determinante depende do estado dos outros determinantes. Condições de demanda favoráveis, por exemplo, não levarão a vantagens competitivas, a menos que o estado de rivalidade seja suficiente para fazer com que a empresa responda a elas.

Baseados nestas análises, governos e companhias podem agir como catalisadores e desafiadores, mas não devem se envolver diretamente na competição.

Os aspectos do ambiente local constituem um sistema dinâmico. As características do ambiente suportam fundamentalmente os processos das empresas que levarão à vantagem competitiva. O efeito de um determinante depende do estado dos outros: a presença de um mercado de demanda sofisticado, por exemplo, não resultará em produtos ou processos avançados a menos que a qualidade dos recursos humanos permita que as firmas respondam às necessidades dos seus clientes. As partes do “diamante” estão também mutuamente conectadas: o desenvolvimento de indústrias de suporte especializadas, por exemplo, tende a incrementar o fornecimento de fatores de produção especializados. Mais do que apenas servir como uma localização geográfica, o “diamante” influencia fundamentalmente também a capacidade da nação de atrair fatores de produção. Finalmente, Porter aponta para a importância da concentração geográfica de empresas de sucesso e aglomerados industriais

dentro de regiões ou cidades particulares, indicando que a concentração geográfica eleva e amplia a interação dos quatro determinantes, aumenta o fluxo de informação, provoca interações de inovação com consumidores e fornecedores com redução de custos e proporciona a verificação de comportamentos oportunistas, entre outros benefícios. As nações não alcançam sucesso em indústrias isoladas, mas em clusters industriais conectados através de relacionamentos verticais e horizontais.

As vantagens competitivas de distritos industriais foram estudas por Michele Bagella [⁴³] e Leonardo Becchetti. Uma série de resultados sobre a economia de distritos industriais foi coletada. Inicialmente, foram investigados os fatores determinantes internos de competitividade dos distritos industriais, em relação à produção para o atendimento da demanda interna. Avaliou-se, em seguida, a competitividade dos distritos industriais focando-se a performance de exportação e outras formas de internacionalização.

2.5 PANORAMA DA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA NO BRASIL

A presença da indústria automobilística no Brasil começou em 1919, quando a Ford instalou a primeira linha de montagem do país, em São Paulo.

Devido ao estímulo que o governo brasileiro deu à produção de automóveis no país a partir de 1950 e à expansão da infra-estrutura para o transporte rodoviário, que se tornou a principal opção para integração econômica e de ocupação do espaço geográfico do país, o crescimento da indústria automobilística aconteceu de forma expressiva.

Segundo os dados da Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores – ANFAVEA [⁴⁴], existem hoje 24 fabricantes de veículos automotores no país, com um total de 45 unidades industriais instaladas, como mostra a Tabela 16:

Empresas, Unidades Industriais e Produtos e Serviços - Setor Automotivo		
EMPRESA	UNIDADES INDUSTRIAIS / OUTRAS	PRODUTOS / SERVIÇOS
AGCO	Canoas - RS	Tratores de rodas, retroescavadeiras, empilhadeiras
	Santa Rosa - RS	Colheitadeiras, plataformas de milho, plataformas de corte, esteiras, carretilhas de transporte para plataformas
Agrale	Caxias do Sul - RS	Tratores de rodas, motores, beneficiamento de componentes
	Caxias do Sul - RS	Comerciais leves, caminhões, ônibus
	Caxias do Sul - RS	Componentes em fibra de vidro
	Caxias do Sul - RS (Agrale Montadora) ¹	Caminhões International (montagem)
	Manaus - AM (Agrale Amazônia)	Motocicletas (montagem)
Caterpillar	Piracicaba - SP	Tratores de esteiras, motoniveladoras, compactadores, escavadeiras hidráulicas, retroescavadeiras, carregadeiras de rodas, geradores de energia elétrica
	Curitiba - PR (Case IH, New Holland)	Tratores de rodas, colheitadeiras
CNH	Piracicaba - SP (Case IH)	Colheitadeiras, plantadeiras, pulverizadores, equipamentos de transbordo
	Contagem - MG (Case CE, New Holland ⁴)	Retroescavadeiras, pás-carregadeiras, motoniveladoras, tratores de esteiras, escavadeiras hidráulicas
	Itu - SP	Central de distribuição de peças
	São Bernardo do Campo - SP	Caminhões, ônibus, motores, eixos, câmbios
DaimlerChrysler	Campinas - SP	Central de peças e pós-vendas
	Juiz de Fora - MG	Automóveis
Fiat	Betim - MG	Automóveis, comerciais leves
	Betim - MG	Motores
	(Fábrica de comerciais leves e caminhões, ver Iveco, Iveco/Fiat)	
Ford	Camaçari - BA	Automóveis, comerciais leves
	São Bernardo do Campo - SP	Automóveis, comerciais leves, caminhões
	Taubaté - SP	Componentes, motores, transmissões
	Tatuí - SP	Campo de provas
General Motors	São Caetano do Sul - SP	Automóveis
	São José dos Campos - SP	Automóveis, comerciais leves, fundição, preparação de CKD para exportação, motores e transmissões
	Mogi das Cruzes - SP	Componentes estampados
	Gravataí - RS	Automóveis
	Indaiatuba - SP	Campo de provas (Cruz Alta)
	Sorocaba - SP	Centro distribuidor de peças
Honda	Sumaré - SP	Automóveis
International	Caxias do Sul - RS ¹	Caminhões
Iveco	Sete Lagoas - MG (Fábrica Iveco)	Motores
	Sete Lagoas - MG (Fábrica Iveco/Fiat)	Comerciais leves (Fiat);
		Comerciais leves, caminhões e ônibus (Iveco)
John Deere	Horizontina - RS	Tratores de rodas, colheitadeiras, plantadeiras, conjunto de esteiras, plataformas de milho, carros de transporte de plataformas
	Catalão - GO	Colheitadeiras
	Montenegro - RS ²	Tratores de rodas
Karmann-Ghia	São Bernardo do Campo - SP	Ferramentaria, dispositivos, estamparia, conjuntos e subconjuntos, carrocerias, protótipos, montagem de veículos
Komatsu	Suzano - SP	Tratores de esteiras, escavadeiras hidráulicas, pás-carregadeiras, motoniveladoras, fundição
Land Rover	São Bernardo do Campo - SP ³	Comerciais leves
Mitsubishi	Catalão - GO	Comerciais leves
Nissan	São José dos Pinhais - PR (Fab. Curitiba Veículos Utilitários) ⁵	Comerciais leves (Renault e Nissan)
Peugeot - Citroën	Porto Real - RJ	Automóveis, comerciais leves
	Porto Real - RJ	Motores
Renault	Complexo Industrial Ayrton Senna	
	São José dos Pinhais - PR (Fab. Curitiba Veículos de Passeio)	Automóveis
	São José dos Pinhais - PR (Fab. Curitiba Motores)	Motores
	São José dos Pinhais - PR (Fab. Curitiba Veículos Utilitários) ⁵	Comerciais leves (Renault e Nissan)
Scania	São Bernardo do Campo - SP	Caminhões, ônibus, motores
Toyota	São Bernardo do Campo - SP	Autopeças
	Indaiatuba - SP	Automóveis
	Guaíba - RS	Centro de distribuição de veículos
Valtra	Mogi das Cruzes - SP	Tratores de rodas
Volkswagen	São Bernardo do Campo - SP (Fábrica Anchieta)	Automóveis, comerciais leves
	Taubaté - SP	Automóveis
	São Carlos - SP	Motores
	Resende - RJ	Caminhões, ônibus
	São José dos Pinhais - PR (Volkswagen/Audi)	Automóveis, comerciais leves
Volvo	Curitiba - PR	Caminhões, cabines de caminhões, ônibus, motores
	Pedernheiras - SP	Caminhões articulados, carregadeiras, motoniveladoras

Tabela 16: Unidades Industriais da Indústria Automobilística

Observações:

- (1) Agrale Montadora e International – Mesma unidade industrial
- (2) Conclusão das obras civis previstas para o segundo semestre de 2006
- (3) Os veículos Land Rover eram montados na unidade industrial da Karmann-Guia; Produção da Land Rover desativada em dezembro de 2005. Prossegue a comercialização no Brasil via importações.
- (4) Sucedeu a Fiatallis CNH a partir de 01/02/05
- (5) Trata-se da mesma unidade industrial (aliança Renault-Nissan)

O faturamento gerado por estas empresas chegou à ordem de US\$ 32.635 milhões no ano 2005, sendo US\$ 28.977 milhões provindos do segmento de autoveículos e US\$ 3.659 milhão do setor de máquina agrícolas automotrizes.

No período entre 1966 e 2005, este faturamento corresponde a uma média de 10,6% do PIB nacional, como mostra o Gráfico 1:

Gráfico 1: Faturamento da Indústria Automobilística 1966-2005 [US\$ Milhões]

Os volume de investimentos privados no setor da indústria automobilística realizados pelas empresas associadas à ANFAVEA aumentou significativamente a partir de 1994, fato relacionado à preparação e instalação de várias novas unidades industriais de empresas

multinacionais no Brasil depois da abertura de mercado. Em 2005 o total de investimentos realizados foi de US\$ 1.180 milhão, contabilizando-se novamente 3 anos consecutivos de crescimento do total investido, embora num patamar inferior ao verificado no período de instalação das novas unidades industriais (Gráfico 2):

Gráfico 2: Investimentos 1980-2005 [US\$ Milhões]

A oferta de empregos na indústria automobilística cresceu expressivamente entre o final da década de 60 e o início dos anos 90, atingindo a surpreendente marca de mais de 141 mil empregos em 1987.

A partir da década de 90, o desenvolvimento de novas tecnologias de produto e processo, a automação de processos fabris e, principalmente, a busca de redução dos custos operacionais das empresas, motivados pela transformação do cenário de competitividade da indústria automobilística, levaram a uma redução da oferta de empregos no mercado, atingindo 90.697 empregos em 2003. O nível de emprego apresenta um novo crescimento a partir de 2004, atingindo o número de 107.408 empregos em 2005, como mostra o Gráfico 3:

Gráfico 3: Total de Empregos 1957-2005 [unidades]

3 COMPOSIÇÃO DO PROCESSO DE DECISÃO PARA CAPACITAÇÃO TECNOLÓGICA (MÉTODO DE ESCOLHA)

Diante da acelerada evolução de novas tecnologias, especialmente as de informação e comunicação, e o vertiginoso ritmo de sua difusão em escala mundial, governos de todo o mundo buscam conceber estratégias de atuação no front tecnológico que assegurem o desenvolvimento de seus países em um mundo globalizado. Uma premissa evidente é a impossibilidade de estar presente em todas as frentes tecnológicas, seja em função dos modelos adotados para desenvolvimento tecnológico, seja pela necessidade de se aproveitar tecnologias geradas por terceiros em produtos e serviços para um mercado com ciclos de renovação cada vez mais curtos. Impõe-se, portanto, seletividade na definição e operacionalização de escolhas dentro do processo espectro de possibilidades tecnológicas. Essa seletividade, necessária para atuação eficiente em novas tecnologias, tem provocado, desde o início da década de 90, considerável esforço em diversos países no sentido de identificar tecnologias-chave, de forma a propiciar ação estratégica sobre as tecnologias selecionadas, o acompanhamento de resultados de cada ação e revisão sistemática do processo de identificação [⁴⁵].

A contribuição deste trabalho é apresentar uma metodologia/tecnologia de tomada de decisão para capacitação tecnológica, que poderá servir de referência para identificação de tecnologias-chave ou centrais.

Apresenta-se, neste capítulo, a estruturação do processo de decisão para capacitação tecnológica inserido na metodologia para tomada de decisão para capacitação tecnológica desenvolvida neste trabalho.

Duas perspectivas foram combinadas para se chegar à composição do processo de decisão: uma perspectiva de ordem interna, endógena, e uma perspectiva exógena. A ênfase da perspectiva interna, endógena, está nos gargalos tecnológicos internos e na construção de políticas industriais de inovação tecnológica para fomentar aumento de produtividade e movimento de inovação, com o objetivo de transpor os gargalos e alcançar o desenvolvimento econômico nos setores considerados estratégicos. A perspectiva de ordem externa, exógena, está relacionada aos aspectos das pressões seletivas, fundamentada na teoria das vantagens competitivas entre as nações de Porter na teoria das vantagens comparativas.

O processo decisório dá ênfase aos determinantes internos com foco em inserção internacional, considerando-se que o critério capacitação não é um critério exclusivamente de eficiência econômica baseado em vantagem comparativa, mas sim de construção de uma estratégia de desenvolvimento econômico de médio e longo prazo, e considerando-se que a metodologia proposta neste trabalho é relativa aos gargalos tecnológicos.

Uma meta-regra foi postulada para estabelecimento de um equilíbrio entre um critério de eficiência endógena, que se baseia nas competências internas e na capacidade de resposta das empresas ao ambiente externo, e o critério de redução de dependência econômica, que é perseguido desde os primeiros esforços na construção de políticas industriais.

Por fim, justifica-se a defesa desta meta-regra, composta pelos dois critérios, com base na similitude da proposta apresentada com o posicionamento do governo e sua política industrial.

3.1 FATORES DETERMINANTES: ÊNFASE NOS DETERMINANTES INTERNOS COM FOCO NA INSERÇÃO INTERNACIONAL

Num processo de decisão para capacitação tecnológica o critério de eficiência econômica é um critério importante, mas insuficiente para justificar sozinho uma política de incentivos do governo à indústria e à inovação tecnológica. Outros elementos relacionados à dimensão estratégica e à dimensão social são necessários para o planejamento estratégico tecnológico e para o processo de capacitação.

O mesmo princípio é utilizado pelo Governo na formulação da sua estratégia nacional de ciência, tecnologia e inovação. Nesta estratégia de desenvolvimento de longo prazo, o planejamento de ciência e tecnologia deriva-se das dimensões econômica, estratégica e social e, através de eixos de desenvolvimento, a estratégia é transformada em programas e ações estratégicas [⁴⁶].

Partindo-se deste princípio, duas alternativas foram combinadas na concepção do processo de tomada de decisão para capacitação tecnológica apresentado neste trabalho, uma de perspectiva exógena, relacionada a pressões seletivas, que se fundamenta na vantagem competitiva entre as nações de Porter, e outra de perspectiva endógena, relacionada aos gargalos tecnológicos, que são a base da política industrial do governo brasileiro. Esta combinação atribui ao processo de decisão uma maior complexidade, mas também uma maior robustez ao processo.

Numa primeira alternativa, das pressões seletivas, a construção do processo decisório baseia-se nas vantagens comparativas, exógenas, tomando pressões externas como determinantes das

decisões. Ou seja, neste caso, o processo decisório é norteado com base naquilo em que o país é melhor relativamente a outros.

Toda a teoria da vantagem competitiva entre países de Porter foi fundamentada nesta perspectiva das vantagens comparativas, embora ela extrapole as vantagens comparativas para chegar às vantagens competitivas, quando propõe uma visão sistêmica de se enxergar vantagens competitivas, que contemplam não apenas fatores de produção, mas também segmentos de mercado, produtos e processos diferenciados, conteúdo tecnológico, qualidade e custos.

A perspectiva das forças de Porter é externa:

- Trata das pressões de mercado
- Utiliza a perspectiva da competição
- Retrata em seu modelo forças seletivas exógenas
- Tem origem na vantagem comparativa

E seu determinismo é macro: tem o país como foco de análise e, embora a indústria seja a unidade básica de análise no modelo de vantagens nacionais, o país alcança sucesso não nas indústrias, mas nos clusters industriais conectados.

Entretanto, esta alternativa não fornece resposta para a questão quanto a investir ou não naquilo em que o país é relativamente pior.

Porém, num processo de decisão para formulação de políticas industriais e de desenvolvimento tecnológico, a decisão sobre em qual área investir não pode ser dada pelo mercado! O processo de decisão deve ser construído com base em planejamento estratégico, estabelecimento de prioridades e geração de instrumentos para sua realização.

A questão relevante nas discussões sobre desenvolvimento e inserção internacional é saber quais as tecnologias que se deseja desenvolver e quais os produtos que se deseja produzir, ainda que inicialmente eles sejam mais caros.

Como atualmente a essência da vantagem comparativa é a tecnologia, seja de informática, seja de biotecnologia, seja de eletrônica, e não apenas o produto, o desenvolvimento de tecnologias-chave centrais pode desonerar toda a economia.

Ilustrando este raciocínio, Sayad [⁴⁷] afirma que nos anos 70, o Brasil produzia soja e automóveis mais caros que nos Estados Unidos. A diferença de preços era maior nos automóveis do que na soja. Pela teoria das vantagens comparativas, o Brasil deveria especializar-se em soja. Atualmente, o país produz soja mais barata e automóveis um pouco mais caros do que os americanos. Não foram obedecidas as regras das vantagens comparativas.

O Brasil apresenta hoje um histórico de inúmeros programas tecnológicos de sucesso, implantados com base em planejamento estratégico adequado e em um sistema de

monitoramento de sua implantação, tais como o refino de petróleo, o sucesso na agricultura ou a implantação do programa pró-álcool.

A partir desta concepção, constrói-se uma segunda alternativa de construção do processo decisório, focada nos gargalos tecnológicos, de infra-estrutura e dos setores transversais. Nesta alternativa de perspectiva interna, endógena, os aspectos centrais têm base nas pressões internas, relativas à eficiência produtiva, qualidade, fomento à inovação e aprendizado.

É nesta linha que se desenvolve a política industrial, tecnológica e de comércio exterior do Governo!

O objetivo principal das políticas industriais e tecnológicas governamentais é incentivar a inovação tecnológica nas cadeias produtivas, através de ações executadas em articulações com órgãos e instituições do Governo e entidades parceiras do setor público e privado. Visa, também, desenvolver e difundir soluções e inovações tecnológicas voltadas à melhoria da competitividade dos produtos e dos processos nacionais e ampliar as condições de inserção da economia brasileira no mercado internacional.

Foram definidas ações para quatro áreas estratégicas: fomento à tecnologia da informação, semicondutores e eletrônica – desenvolvimento da indústria de micro, fármacos e medicamentos, vacinas e imunobiológicos e radiofármacos e bens de capital – metrologia, normalização e avaliação de conformidade.

O Governo optou por incentivar setores transversais, porque estes se ligam à inovação tecnológica e, por isso, afetam o desenvolvimento de qualquer empresa individual ou não. Há,

desta forma, um cruzamento entre políticas industriais e políticas de desenvolvimento tecnológico.

Como nenhum setor é grande absorvedor de mão-de-obra, o efeito sobre o emprego deve deverá dar-se somente no longo prazo [⁴⁸].

Assim, a ênfase do Governo está no desenvolvimento dos gargalos tecnológicos, numa metodologia calcada em incentivos para setores transversais e tecnologias centrais. Tem, portanto, perspectiva endógena.

Uma combinação entre estas duas alternativas leva à construção do processo de decisão da metodologia para capacitação tecnológica proposta neste trabalho:

- Buscando alinhamento da proposta com a ênfase do Governo em suas políticas industriais e tecnológicas, propõe-se ênfase aos fatores determinantes do processo de decisão relacionados aos gargalos tecnológicos (perspectiva interna – endógena),
- E usando elementos adicionais de vantagem comparativa para robustecê-la (perspectiva externa – exógena), fortalecendo, assim, a metodologia como um todo e a perspectiva de decisão relacionada ao posicionamento estratégico internacional.

O Quadro 1 apresenta esquematicamente a formulação do processo de decisão para capacitação tecnológica, com suas perspectivas e fatores determinantes:

Quadro 1: Fatores determinantes do processo de decisão para capacitação

3.2 POSTULAÇÃO DE UMA META-REGRA OU CRITÉRIOS QUE REFLITAM A ÊNFASE NOS DETERMINANTES INTERNOS

A partir da determinação dos fatores determinantes do processo de decisão para capacitação tecnológica, partiu-se para o estabelecimento de uma meta-regra para o processo que combinasse dois diferentes critérios de decisão: um relacionado à competência e outro relacionado à redução de dependência econômica.

No exemplo 1, o critério COMPETÊNCIA está ligado diretamente às características internas da empresa, ou da cadeia produtiva, – tais como sua produtividade, sua qualidade, sua capacidade tecnológica, logística ou de mercado, portanto, características ligadas à competitividade dos seus processos e serviços – e, conseqüentemente, à sua capacidade de resposta aos desafios do ambiente externo de mudança.

É, portanto, um critério de perspectiva interna, endógena, relacionado à capacidade da empresa de responder a pressões seletivas.

No exemplo 2, o critério REDUÇÃO DA DEPENDÊNCIA ECONÔMICA está ligado à geração de condições para o aumento da capacidade de inserção da economia do país no mercado internacional.

Este critério é, da mesma forma, um critério endógeno de obtenção de performance interna superior, com um viés exógeno relacionado à sua capacidade de melhora do posicionamento estratégico do país no cenário internacional e, assim, de responder a pressões seletivas.

A postulação da META-REGRA ocorre através da determinação de um compromisso entre os critérios de eficiência endógena, com ênfase na menor dependência econômica:

- ➔ A ênfase está nos gargalos tecnológicos para promover produtividade e movimento de inovação tecnológica por parte do setor privado e posicionamento estratégico no mercado internacional, que possibilita, por sua vez, redução da dependência econômica.

O Quadro 2 ilustra o processo de postulação da meta-regra do processo de decisão para capacitação tecnológica, como resultado do compromisso entre os critérios de eficiência:

Quadro 2: Processo de estabelecimento de uma meta-regra como compromisso entre critérios de eficiência

3.3 JUSTIFICAÇÃO DA META-REGRA (DOIS CRITÉRIOS)

A justificação da meta-regra proposta, de compromisso entre os critérios de eficiência endógena com ênfase nos gargalos tecnológicos e posicionamento estratégico no mercado internacional, fundamenta-se na similitude da metodologia proposta para capacitação tecnológica com o posicionamento do Governo em sua política industrial.

Esta similitude pode ser destacada pelos seguintes aspectos:

- Similitude no escopo:

O foco da política industrial, tecnológica e de comércio exterior do Governo está no aumento da eficiência da estrutura produtiva, no aumento da capacidade de inovação das empresas brasileiras e na expansão das exportações. Esta é a base para uma maior inserção do país no comércio internacional, através do estímulo aos setores onde o Brasil apresenta maior capacidade ou necessidade de desenvolver vantagens competitivas.

É, portanto, ao promover estímulos específicos, uma política relacionada a gargalos tecnológicos, de perspectiva endógena, construída com base em pressões internas.

O escopo da meta-regra proposta reflete o da política industrial governamental. Atribui ênfase aos gargalos tecnológicos, com objetivo de fomentar produtividade, que é o conceito significativo para determinação de competitividade no nível nacional, e à conquista de posicionamento estratégico

no mercado internacional, que está relacionado à inserção no mercado e expansão do comércio internacional.

- Similitude no processo de amadurecimento:

Seja na política horizontal de desenvolvimento de todos os setores econômicos nacionais, voltada à inovação e ao desenvolvimento tecnológico, à inserção internacional, à modernização, ao aumento de produtividade e ao aumento de capacidade de produção, seja nas políticas verticais para os quatro setores considerados estratégicos para o desenvolvimento da economia brasileira, seja no desenvolvimento das atividades portadoras de futuro, como biologia, nanotecnologia e biomassa, a perspectiva de resultados da política industrial está no médio e longo prazos.

É um processo de capacitação de médio e longo prazo, onde ganhos de produtividade são acumulados e vai-se gerando potencial para influenciar outros setores da economia positivamente.

- Ênfase não é de curto prazo e não está relacionada, em primeira instância, a questões sociais:

A ênfase da política industrial do Governo não é nem de curto prazo, nem está relacionada, em primeira instância, às questões sociais, como distribuição de renda ou emprego.

Evidentemente, em última instância, o processo de capacitação promove aumento de bem estar social. Mas, no curto prazo, o foco está na aprendizagem.

- O problema é um problema de eficiência (não de justiça social):

Problemas diferentes exigem instrumentos de solução de problema diferentes. O problema da política industrial é um problema de eficiência, pois trata da geração de capacitação do país para aumento de competitividade no cenário internacional, e, com isso, visa elevar exportações, promover capacidade inovadora, contribuir para o desenvolvimento regional e desenvolver projetos voltados para o consumo de massa.

O Quadro 3 ilustra a justificação da meta regra:

Meta-regra (2 critérios)

Compromisso entre os critérios de eficiência endógena, cuja ênfase está nos gargalos tecnológicos para fomentar produtividade e movimento de inovação por parte do setor privado e posicionamento estratégico no mercado internacional,

Similitude entre a proposta e a política industrial do Governo:

- A** Similitude no escopo
- B** Similitude no processo de amadurecimento
- C** Ênfase não é de curto prazo, e não está relacionada, em primeira instância, a questões sociais
- D** O problema de tecnologia / política industrial é um problema de eficiência, não de justiça social

Quadro 3: Justificação da meta-regra: similitude entre proposta apresentada e política industrial do Governo

4 CONSTRUÇÃO DA METODOLOGIA/TECNOLOGIA PARA TOMADA DE DECISÃO SOBRE TECNOLOGIAS-CHAVE

Apresenta-se neste capítulo o processo através do qual a metodologia/tecnologia para tomada de decisão sobre tecnologias-chave foi construída, a partir do método de escolha desenvolvido no capítulo anterior (meta-regra do processo de decisão).

4.1 ENQUADRAMENTO DA METODOLOGIA/TECNOLOGIA PARA TOMADA DE DECISÃO SOBRE TECNOLOGIAS-CHAVE NO PROGRAMA DE PESQUISA DA RACIONALIDADE E TEORIA DA DECISÃO DE CHIAPPIN E LEÏSTER

Com o objetivo de explicar o alinhamento da metodologia/tecnologia para tomada de decisão sobre tecnologias-chave, ou centrais, com a metodologia da teoria da ciência de Chiappin e, sobretudo, com o programa de pesquisa da racionalidade e teoria da decisão de Leïster, apresenta-se na presente seção, de forma estrutural, as etapas de elaboração e solução do problema de decisão desenvolvido neste trabalho (Quadro 4):

Elementos do Programa de Pesquisa da Racionalidade e Teoria de Decisão	Metodologia para Tomada de Decisão sobre Tecnologias-chave
<p>1 <u>Fim:</u> Algo de valor que o sujeito procura alcançar ou satisfazer</p> <p>2 <u>Ambiente:</u> Alternativas ou meios que possibilitam a satisfação dos fins gerados pelo sujeito ⇒ Interação sujeito-ambiente com vistas a disponibilizar ali os meios para atingir seus fins particulares ⇒ Estruturação do ambiente</p> <p>3 <u>Método de escolha ou "estratégia":</u> Realizam o ajuste entre os meios e os fins, fornecendo recursos para acionar e combinar os valores das alternativas nos atributos, bem como para selecionar a opção mais adequada ao fim</p> <p>4 <u>Decomposição do fim em novos objetivos, mais básicos e específicos:</u> Decomposição prossegue até que sejam produzidos objetivos passíveis de mensuração</p> <p>5 <u>Atributos:</u> Propriedade da alternativa que mede o grau com que ela contribui para a satisfação dos objetivos de nível inferior</p> <p>6 <u>Preferência entre objetivos de nível inferior:</u> A preferência permite gerar valores para comparar e classificar alternativas ou objetivos de nível inferior</p> <p>7 <u>Medida:</u> A medida é fornecida relacionando-se um ou mais atributos a cada um dos objetivos de nível inferior. Valores obtidos através desses atributos permitem avaliar a alternativa quanto a seu grau de adequação ao objetivo</p>	<p>✓ Identificação de tecnologias-chave, ou centrais, que poderão promover capacitação tecnológica e, por meio dessa capacitação, desenvolvimento econômico e tecnológico e inserção internacional</p> <p>✓ Estabelecimento da metodologia/tecnologia de tomada de decisão sobre tecnologias-chave</p> <p>✓ Determinação da <u>meta-regra (2 critérios)</u>: Compromisso de eficiência endógena com ênfase nos gargalos tecnológicos ⇒ Produtividade e movimento de inovação ⇒ Inserção internacional</p> <p>✓ Determinação de critérios de avaliação de desempenho ⇒ Dimensão da produtividade ⇒ Dimensão do posicionamento estratégico internacional</p> <p>✓ Atribuição de notas aos critérios de avaliação de desempenho <div style="text-align: center;"> (+) Alta contribuição (-) Baixa contribuição </div> </p> <p>✓ Ponderação entre critérios de avaliação ⇒ Poder de adaptação da metodologia a "cenários estratégicos" distintos</p> <p>✓ Posicionamento da tecnologia em avaliação na matriz de decisão para capacitação tecnológica <div style="text-align: center;"> </div> </p>

Quadro 4: Enquadramento da metodologia/tecnologia para tomada de decisão sobre tecnologias-chave no programa de pesquisa da racionalidade e teoria das decisões de Chiappin e Leister

Por meio da presente exposição, pretendeu-se demonstrar que o projeto ora desenvolvido está articulado no interior de um programa de pesquisa institucionalizada.

4.2 DESCRIÇÃO DAS ETAPAS DE CONSTRUÇÃO DA METODOLOGIA/TECNOLOGIA PARA TOMADA DE DECISÃO SOBRE TECNOLOGIAS-CHAVE

A construção da metodologia parte da concepção do método de escolha, ou seja, da meta-regra definida e seus critérios de eficiência endógena. A ênfase nos gargalos tecnológicos para fomentar produtividade e movimento de inovação por parte do setor privado e melhora do posicionamento estratégico no mercado internacional é a gênese para determinação, numa primeira etapa, de uma matriz bidimensional de decisão.

Inspirada nas matrizes SWOT (Pontos Fortes, Pontos Fracos, Oportunidades e Ameaças) [⁴⁹] e suas perspectivas interna e externa, a matriz bidimensional de decisão é gerada a partir da representação, em uma dimensão, de aspectos relacionados à ênfase nos gargalos tecnológicos de fomento à produtividade e inovação, e, na outra dimensão, de aspectos relacionados à ênfase nos gargalos tecnológicos para obtenção de melhor posicionamento internacional.

Numa etapa seguinte, promove-se nas duas dimensões da matriz de decisão (produtividade e movimento de inovação e posicionamento estratégico no mercado internacional) uma decomposição dessas dimensões em novos objetivos, mais básicos e específicos, que serão chamados de critérios de avaliação associados àquelas dimensões.

Desta maneira, a matriz de decisão define um espaço bidimensional para representação das tecnologias.

Aos critérios de avaliação, ou objetivos mensuráveis, haverá atribuição de notas, ou atributos, para cada tecnologia em avaliação, de modo que se possa mensurar o grau com que aquela tecnologia contribui para satisfação dos objetivos, nas duas dimensões da matriz.

O posicionamento final de cada tecnologia avaliada na matriz de decisão será resultado da eficiência da contribuição daquela tecnologia para o sucesso em cada critério de avaliação, em cada uma das dimensões, segundo regras qualitativas de desempenho. Esse posicionamento representará o grau de adequação daquela tecnologia em relação ao objetivo final de identificação de tecnologias-chave.

No Quadro 5 apresenta-se o processo de construção da matriz de decisão para capacitação de forma esquemática:

Quadro 5: Processo de construção da matriz de decisão para capacitação tecnológica

A subdivisão da matriz bidimensional de decisão em quadrantes permite o estabelecimento de setores de maior ou menor atratividade das tecnologias, bem como a determinação de um processo de priorização entre tecnologias.

A variação da ponderação da importância relativa entre os critérios de avaliação em cada uma das dimensões de análise da matriz de decisão permite a determinação de focos estratégicos de avaliação.

E a avaliação do conjunto total de tecnologias em dois momentos, tanto no momento presente como também num momento futuro, atribui característica dinâmica à metodologia. Este processo de dinamização permite a avaliação de movimento do posicionamento de determinada tecnologia no tempo.

Cada uma destas etapas será detalhada nas seções seguintes deste capítulo.

4.3 MATRIZ DE DECISÃO PARA CAPACITAÇÃO TECNOLÓGICA (DUAS DIMENSÕES): GÊNESIS NA META-REGRA (ESTRATÉGIA) DO PROCESSO DE DECISÃO

A estruturação da metodologia de tomada de decisão para capacitação tecnológica começou com a determinação de uma matriz bidimensional de decisão associada à meta-regra do processo de decisão para capacitação e seus critérios de eficiência.

As dimensões desta matriz de decisão foram compostas a partir da ênfase da meta-regra do critério de decisão, calcada nos gargalos tecnológicos, com base numa reinterpretação da matriz SWOT – Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats (Pontos fortes, Pontos fracos, Oportunidades e Ameaças) [⁴⁹] e seus ambientes interno e externo de análise:

- Uma dimensão da matriz de decisão foi associada aos aspectos relacionados à ênfase nos gargalos tecnológicos de fomento à produtividade e movimento de

inovação por parte do setor privado, numa correlação ao que seria o ambiente interno da matriz de SWOT (pontos fortes e pontos fracos).

- A outra dimensão da matriz de decisão foi associada aos aspectos relacionados à ênfase nos gargalos tecnológicos para obtenção de um melhor posicionamento estratégico no mercado internacional, numa correlação ao que seria o ambiente externo da matriz de SWOT (oportunidades e ameaças).

A meta-regra do processo de decisão passa, portanto, neste momento, a ter uma representação matricial bidimensional, onde cada dimensão representa uma parte da sua ênfase.

A idéia é que neste espaço bidimensional assim determinado pela matriz de decisão pudessem ser representadas as tecnologias submetidas à avaliação por esta metodologia. O posicionamento de cada tecnologia internamente à matriz de decisão seria proporcional à eficiência da contribuição daquela tecnologia em cada uma das dimensões da matriz, e determinaria uma maior ou menor atratividade ou seletividade daquela tecnologia avaliada. A esta atratividade da tecnologia, ou seletividade, estaria associado o potencial desta tecnologia para receber ações estratégicas governamentais num contexto de definição de uma política industrial tecnológica.

O foco do processo de decisão está na identificação das tecnologias-chave, isto é, tecnologias ainda não maduras, de impacto potencial de médio e longo prazo, com horizonte de maturação progressivo e utilização industrial plena.

De acordo com as premissas desta metodologia, as tecnologias classificadas como tecnologias-chave seriam aquelas que melhor atendessem à meta-regra do processo de decisão. Em outras palavras, as tecnologias-chave seriam as tecnologias que, submetidas à avaliação conforme critérios relacionados às dimensões da matriz, representassem, respectivamente, tanto um ponto forte em termos de fomento à produtividade e ao movimento de inovação como também uma oportunidade em termos de melhoria do posicionamento estratégico internacional.

O Quadro 6 apresenta de forma esquemática a lógica da matriz de decisão, com a subdivisão da matriz em quatro quadrantes distintos, relacionados à maior ou menor atratividade das tecnologias avaliadas e, conseqüentemente, à sua prioridade seletividade:

Quadro 6: Matriz de Priorização de Tecnologias: Identificação de Tecnologias-Chave

Tecnologias com alto conteúdo de inovação, que imprimam um patamar superior de produtividade à indústria e que contribuam para um melhor posicionamento estratégico do país no mercado internacional estariam aptas a atender os requisitos de seletividade de política industrial tecnológica nacional, com foco nos gargalos tecnológicos, num contexto de estímulo à introdução de inovações para se competir internacionalmente, de promoção de eficiência dinâmica, guiada pelo setor público, em detrimento da alocativa, guiada pelos mercados, e de percepção de que as vantagens competitivas são voláteis.

As tecnologias avaliadas por esta metodologia podem se posicionar em um dos quatro quadrantes da matriz de decisão:

1. Tecnologia é tecnologia-chave (quadrante direito superior): a tecnologia alocada neste quadrante da matriz apresenta tanto uma alta contribuição para incremento da produtividade e para o movimento de inovação, no ambiente interno, como também uma elevada contribuição para um melhor posicionamento estratégico do país no mercado internacional, no ambiente externo. Portanto, esta tecnologia é forte candidata a receber ações estratégicas governamentais. Neste caso, sua inserção num programa de políticas públicas tecnológicas governamentais é recomendada.
2. Tecnologia não é tecnologia-chave (quadrante esquerdo inferior): a tecnologia que apresentar ao mesmo tempo uma baixa contribuição para produtividade ou movimento de inovação, no ambiente interno, e uma baixa contribuição para um melhor posicionamento estratégico no mercado internacional, no ambiente

externo, não deverá receber incentivos governamentais específicos, em função de sua baixa atratividade, ou seletividade.

3. Análise (quadrante direito inferior): Tecnologia apresenta alta contribuição para incremento da produtividade e para o movimento de inovação, no ambiente interno, porém baixa contribuição para um melhor posicionamento estratégico internacional, no ambiente externo. Neste caso, a determinação da atratividade da tecnologia para receber potencialmente ações estratégicas governamentais não é imediata, e dependerá de uma análise posterior quanto à possibilidade de se verificar um incremento nos aspectos relacionados à inserção internacional no médio ou longo prazo, causado, por exemplo, por um aumento do potencial direto ou indireto de exportações ligado àquela tecnologia, ou pelo desenvolvimento da cadeia de fornecimento naquele setor tecnológico.
4. Análise (quadrante esquerdo superior): Tecnologia apresenta alta contribuição para um melhor posicionamento estratégico no mercado internacional, no ambiente externo, porém baixa contribuição para incremento da produtividade e para o movimento de inovação, no ambiente interno. Da mesma forma, a determinação da atratividade desta tecnologia para receber ações estratégicas governamentais dependerá de uma análise de médio e longo prazo, relacionada à possibilidade daquela tecnologia verificar incrementos nos aspectos relacionados à produtividade e à inovação, causados, por exemplo, pela continuidade do desenvolvimento daquela tecnologia, que poderia agregar-lhe outras vantagens técnicas, ou pela geração de maior capacitação local.

Nesta representação espacial das dimensões da meta-regra do processo de decisão para capacitação, gerada pela matriz de decisão, tanto maior será a atratividade da tecnologia avaliada, quanto melhor posicionada estiver a tecnologia na matriz em direção ao quadrante superior direito. Associada à maior ou menor atratividade ou seletividade da tecnologia, estará, respectivamente, o seu maior ou menor potencial para receber ações estratégicas governamentais.

Uma vez definida a estruturação lógica da matriz de decisão, com seu espaço bidimensional e quadrantes de atratividade, o passo seguinte na construção da metodologia de decisão para capacitação referiu-se à determinação de critérios de avaliação para cada uma das dimensões da matriz, que permitiriam mensurar a contribuição de determinada tecnologia naquela dimensão específica.

A construção das regras e do processo de determinação dos critérios de avaliação de ambas as dimensões da matriz de decisão para capacitação tecnológica é apresentado de forma detalhada nas seções seguintes deste capítulo.

4.4 CONSTRUÇÃO DO PROCESSO DE AVALIAÇÃO DE TECNOLOGIAS NA MATRIZ DE DECISÃO POR MEIO DA DECOMPOSIÇÃO DOS OBJETIVOS E DA DETERMINAÇÃO DE ATRIBUTOS

Para que se pudesse mensurar a contribuição de uma determinada tecnologia na dimensão da produtividade e movimento de inovação e na dimensão da melhoria no posicionamento estratégico internacional da matriz de decisão para capacitação tecnológica, fazia-se necessário decompor essas dimensões em alguns critérios de avaliação, ou novos objetivos mais básicos e específicos.

Uma vez estabelecidos critérios de avaliação de desempenho para ambas as dimensões da matriz de decisão, poder-se-ia, para cada um dos critérios de avaliação associados àquela dimensão específica, atribuir uma determinada nota, numa escala entre zero e dez pontos, respeitando-se uma regra qualitativa de pontuação associada a ele. Essa nota funcionaria como um atributo, ou uma propriedade da tecnologia, que mediria o grau com que ela contribui para a satisfação dos objetivos mensuráveis de nível inferior.

O conjunto de notas atribuídas a cada critério de avaliação, em cada uma das dimensões correspondentes da matriz de decisão, determinaria, através de uma média ponderada em cada uma das dimensões, o posicionamento daquela tecnologia na matriz. Valores obtidos através desses atributos permitiriam avaliar a tecnologia quanto a seu grau de adequação ao objetivo.

A combinação do peso dos critérios de avaliação poderia determinar focos estratégicos de análise, num processo de atribuição de preferência entre os objetivos mensuráveis. Ou seja, em um primeiro foco estratégico de análise, uma maior importância poderia ser atribuída, por exemplo, à geração de competências centrais e à garantia de competitividade sistêmica, ou, num segundo foco estratégico de análise, a maior importância estaria, por exemplo, na dinamização do consumo de massa e no aproveitamento da estrutura de exportação. Assim, este balanço de importância entre critérios, representado pelo seu peso percentual, influenciaria o posicionamento final da tecnologia na matriz de decisão. Com isso, a composição final do grupo de tecnologias consideradas tecnologias-chave, ou seja, o grupo de tecnologias mais atrativas para receber ações estratégicas num programa de política industrial, poderia ser influenciado pelo foco estratégico de análise determinado.

O Quadro 7 apresenta esquematicamente o processo de determinação do posicionamento da tecnologia na matriz de decisão para capacitação tecnológica:

Quadro 7: Construção do processo de avaliação de tecnologias na matriz de decisão

Através deste sistema de avaliação pôde-se tanto determinar o posicionamento absoluto de determinada tecnologia na matriz de decisão, como também visualizar o posicionamento relativo desta determinada tecnologia, quando comparado ao posicionamento de outras tecnologias isoladamente, ou a grupos de tecnologias correlatas.

Os critérios de avaliação, ou objetivos mensuráveis, de cada dimensão da matriz de decisão foram determinados com base no enquadramento teórico do trabalho, considerando-se os conceitos de políticas públicas industriais e tecnológicas, da teoria sobre tecnologia e inovação e da literatura sobre vantagem competitiva entre as nações.

4.5 DETERMINAÇÃO DOS OBJETIVOS MENSURÁVEIS DA METODOLOGIA DE TOMADA DE DECISÃO SOBRE TECNOLOGIAS-CHAVE NA DIMENSÃO DA PRODUTIVIDADE E MOVIMENTO DE INOVAÇÃO

São apresentados nesta seção os critérios de avaliação, ou objetivos mensuráveis, determinados para a dimensão da matriz de decisão relacionada à ênfase na produtividade e no movimento de inovação, a dimensão correspondente ao ambiente interno na reinterpretação da matriz SWOT (Pontos fortes, Pontos fracos, Oportunidades e Ameaças) de Learned et al. [⁴⁹].

Os critérios propostos foram agrupados em algumas áreas relacionadas à perspectiva da produtividade e movimento de inovação, tomando-se como premissa de agrupamento a similaridade existente entre eles:

- Classe de critérios/objetivos mensuráveis referentes à inovação tecnológica em si: agrupamento dos critérios de mensuração da contribuição da tecnologia relacionados ao incremento do nível de inovação, à geração de novos conhecimentos, à preparação proporcionada por aquela tecnologia para consecução de inovações futuras ou saltos tecnológicos, ao aproveitamento de recursos naturais proporcionados por aquela tecnologia ou à amplitude do

potencial de aplicação daquela tecnologia em diferentes setores industriais ou tecnológicos.

- Classe de critérios/objetivos mensuráveis referentes ao potencial de desenvolvimento e à aplicação da tecnologia: agrupamento dos critérios de mensuração da contribuição da tecnologia relacionados à real possibilidade de desenvolvimento da tecnologia e os impactos causados pela sua aplicação na produtividade, na qualidade ou no meio ambiente.
- Classe de critérios/objetivos mensuráveis referentes aos impactos econômicos e à rentabilidade associada à tecnologia: agrupamento dos critérios de mensuração da viabilidade econômica da tecnologia, da necessidade de investimentos para desenvolvê-la, do potencial de redução de dependência econômica e de dinamização da economia associado à viabilização do consumo de massa da tecnologia diretamente ou do objeto onde ela for aplicada.
- Classe de critérios/objetivos mensuráveis referentes à capacitação local: agrupamento dos critérios de mensuração da contribuição da tecnologia relacionados à capacidade de promoção de arranjos setoriais para o desenvolvimento ou ao alinhamento e potencial da tecnologia de geração de capacitação local.

São apresentados a seguir todos os critérios de avaliação definidos na matriz de decisão para capacitação tecnológica na dimensão do incremento da produtividade e movimento de inovação, alocados nas suas classes de similaridade correspondentes.

A origem dos critérios está na formação das teorias de políticas públicas industriais, nos conceitos de gestão tecnológica e na teoria das vantagens competitivas entre as nações de Porter, abordados na fundamentação teórica deste trabalho.

4.5.1 Objetivos mensuráveis associados à inovação tecnológica

Nesta seção são apresentados os critérios de avaliação/objetivos mensuráveis das tecnologias da matriz de decisão para capacitação referentes aos aspectos de inovação tecnológica.

4.5.1.1 Inovação contida (Nível de inovação)

Tomando-se como princípio que a inovação tecnológica é o principal motor do aumento da produtividade e é fundamental para elevar a capacidade das empresas de atuar na competição global e conquistar novos mercados e consumidores [⁵⁰], este critério de avaliação de desempenho tem a função de mensurar o nível de inovação trazido por aquela tecnologia.

Quanto maior o nível de inovação contida naquela tecnologia em avaliação, tanto maior será a contribuição daquela tecnologia para elevação da produtividade, para o crescimento industrial local e, conseqüentemente, para a minimização do pagamento de royalties e serviços.

No Quadro 8 apresenta-se o critério de avaliação “Inovação Contida”:

Quadro 8: Critério de avaliação "Inovação contida"

A qualidade da mensuração da inovação ainda é um processo incipiente. Uma forma interessante de se medir inovação, proposta pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), no seu Manual Oslo, enfoca os efeitos da inovação sobre o resultado econômico da empresa ^[51]:

- Proporção das receitas de vendas decorrentes de produtos novos ou aperfeiçoados nos anos anteriores;
- Resultados do esforço de inovação em medidas de desempenho específicas, tais como exportação e margem operacional;
- Impacto da inovação no uso de fatores de produção, tais como redução de custos.

4.5.1.2 Tecnologia de Base (Geração de conhecimento)

Tomando-se como ponto de partida a preferência pelo desenvolvimento de tecnologias de base, que gerem know-how e capacitação fundamental no médio e longo prazo, este critério de avaliação tem a função de avaliar o nível de agregação de novos conhecimentos e promoção de capacitação de base que esta tecnologia pode propiciar.

Quanto maior o nível de geração de know-how e de capacitação de base proporcionado por aquela tecnologia em avaliação, tanto maior será a contribuição daquela tecnologia para elevação da produtividade no médio e longo prazo e para propiciar um ciclo virtuoso de capacitação para o desenvolvimento de outras tecnologias derivadas, fomentando-se assim o movimento de inovação.

No Quadro 9 apresenta-se o critério de avaliação “Tecnologia de base”:

Quadro 9: Critério de avaliação "Tecnologia de Base"

4.5.1.3 Permite e prepara para inovações futuras

Semelhante ao critério anterior, este critério de avaliação propõe-se a mensurar o impulso de uma determinada tecnologia, de base ou não, em facilitar o desenvolvimento de outras tecnologias relacionadas, num momento posterior, seja por possibilitar desenvolvimento de know-how específico de base, seja por antecipar investimentos que poderão ser aproveitados no desenvolvimento de outras tecnologias, seja por permitir desdobramentos na sua aplicação.

Quanto maior o nível de preparação para inovações futuras proporcionado pela tecnologia em avaliação, maior será a contribuição daquela tecnologia para a elevação da produtividade no médio e longo prazo e para permitir a participação constante do país no ciclo de inovação pela agregação do conhecimento.

Esta habilidade ajuda também o país a fortalecer-se tecnologicamente e a manter-se habilitado para incrementar produtividade, uma vez que combate o aspecto da volatilidade da tecnologia, nesta era do conhecimento, onde prevalece o cenário de ocorrência de constantes renovações tecnológicas em ritmo acelerado.

No Quadro 10 apresenta-se o critério de avaliação “Permite e prepara inovações futuras”:

Quadro 10: Critério de avaliação "Permite e preparar inovações futuras"

4.5.1.4 Representa salto tecnológico

Considerando que o desenvolvimento de tecnologias que proporcionem saltos tecnológicos significativos trarão, como consequência, aumento da produtividade, este critério de avaliação ter a função de mensurar nível do salto tecnológico associado à tecnologia em análise.

Quanto maior o salto tecnológico proporcionado pela tecnologia, maior será a contribuição desta tecnologia para o aumento da produtividade.

No Quadro 11 apresenta-se o critério de avaliação "Representa salto tecnológico":

Quadro 11: Critério de avaliação "Representa salto tecnológico"

O salto tecnológico pode ser resultado da evolução sistemática das competências. A manutenção da relação dinâmica entre política industrial, estratégia competitiva e formação de competências é o principal objetivo da gestão dos processos de aprendizagem, tanto no plano das empresas, quanto no plano das instituições governamentais [52].

4.5.1.5 Aproveita recursos naturais do país

A determinação deste critério de avaliação partiu da percepção que a utilização de recursos naturais do país é um fator gerador de vantagem competitiva local. A função deste critério é determinar o nível do potencial de utilização dos recursos naturais do país que aquela tecnologia em avaliação proporciona.

Quanto maior o nível de utilização de recursos naturais proporcionados pelo desenvolvimento e uso da tecnologia, maior será a sua contribuição para incremento da vantagem das empresas do país no desenvolvimento dos seus produtos, processos ou serviços.

No Quadro 12 apresenta-se o critério de avaliação “Aproveita recursos naturais do país”:

Quadro 12: Critério de avaliação "Aproveita recursos naturais do país"

4.5.1.6 Está vinculada a inovações anteriores

Considerando-se que os recursos para desenvolvimento tecnológico no país são limitados, este critério de avaliação foi estabelecido para avaliar o vínculo que determinado desenvolvimento tecnológico tenha com o desenvolvimento de tecnologias anteriores, observando-se, desta forma, a cadeia de desenvolvimento de inovações na qual aquela tecnologia está inserida.

Quanto menos o desenvolvimento daquela tecnologia ou inovação depender de desenvolvimentos anteriores, mais favorável será o desenvolvimento da tecnologia em questão, pois, neste caso, ser potencialmente menores os recursos necessários para sua

realização, sejam financeiros, sejam organizacionais, sejam de recursos humanos, sejam de tempo de ciclo.

Esta independência da tecnologia em função do seu posicionamento na cadeia de desenvolvimento atribuir maior flexibilidade ao movimento de inovação, contribuindo para seu crescimento.

No Quadro 13 apresenta-se o critério de avaliação “Está vinculada a inovações anteriores”:

Quadro 13: Critério de avaliação "Está vinculada a inovações anteriores"

4.5.1.7 Escopo de aplicação da inovação

Fundamentando-se na premissa estratégica utilizada pelo Governo de determinação de setores transversais para implantação de sua política industrial, portanto, de uma política associada a ações estratégicas que possam atingir a todos os setores industriais, este critério de avaliação propõe a mensuração da abrangência de aplicação da tecnologia em avaliação.

Quanto maior for o escopo de aplicação da inovação, maior será a contribuição desta tecnologia para fomentar produtividade nos setores produtivos e de serviços, alinhando-se, assim, portanto, à premissa estratégico do governo brasileiro de formatação da sua política industrial.

No Quadro 14 apresenta-se o critério de avaliação “Escopo de aplicação da inovação”:

Quadro 14: Critério de avaliação "Escopo de aplicação da inovação"

4.5.2 Objetivos mensuráveis associados ao potencial de desenvolvimento e aos impactos da aplicação das tecnologias

Nesta seção são apresentados os critérios de avaliação/objetivos mensuráveis das tecnologias da matriz de decisão para capacitação referentes ao potencial de desenvolvimento da tecnologia e aos impactos da sua aplicação na produtividade, na qualidade e no meio ambiente.

4.5.2.1 Potencial de desenvolvimento

Partindo-se do princípio que os recursos para desenvolvimento de tecnologia e inovação no país são limitados, este critério de avaliação de tecnologia foi determinado com o objetivo de mensurar a concreta possibilidade de alcance de sucesso no desenvolvimento da tecnologia em avaliação e da possibilidade de alcance dos padrões mundiais de mercado causado pela aplicação da tecnologia após seu desenvolvimento.

No contexto da estruturação do processo de decisão completo para capacitação tecnológica, este critério pretende funcionar como um filtro, que favorecerá o desenvolvimento de tecnologias que realmente apresentem potencial de chegarem ao estágio final de desenvolvimento e aplicação. Quanto maior for este potencial de sucesso no desenvolvimento e aplicação, maior será a contribuição da tecnologia para o aumento de produtividade dos setores produtivos ou de serviços, e, portanto, maior será a prioridade do seu desenvolvimento e seu posicionamento na matriz.

No Quadro 15 apresenta-se o critério de avaliação “Potencial de desenvolvimento”:

Quadro 15: Critério de avaliação "Potencial de desenvolvimento"

4.5.2.2 Impacto na produtividade

Produtividade é o determinante principal no longo prazo do padrão de vida de um país, uma vez que é a causa raiz dos rendimentos nacionais per capita. A produtividade dos recursos humanos determina seus salários, enquanto que a produtividade com a qual o capital é empregado determina o retorno que ele proporciona para os acionistas. Alta produtividade não apenas determina altos níveis de rendimento, como também permite aos cidadãos a opção de escolha por mais lazer ao invés de maior período de trabalho. Ela também cria receitas nacionais, que são taxadas para pagar serviços públicos, que também melhoram o padrão de vida. A capacidade de ser altamente produtivo também permite às empresas do país padrões sociais que imprimam qualidade de vida, como, por exemplo, na segurança na saúde, ou nos impactos ambientais ^[53].

As empresas de um país incrementam produtividade de um segmento industrial através da elevação da qualidade do produto, da atribuição ao produto de características desejáveis, do incremento da tecnologia do produto ou do aperfeiçoamento da eficiência produtiva.

Neste contexto, foi determinado um critério de avaliação para se que pudesse mensurar o potencial incremento de produtividade que determinada tecnologia em análise traria para o país e, conseqüentemente, para as suas empresas.

Quanto maior e mais positivo o impacto de produtividade trazido pela tecnologia, maior o favorecimento para o seu desenvolvimento e para sua seleção como tecnologia-chave, receptora potencial de ações estratégicas do governo.

No Quadro 16 apresenta-se o critério de avaliação “Impacto na produtividade”:

Quadro 16: Critério de avaliação "Impacto na produtividade"

4.5.2.3 Impacto na qualidade

Da mesma forma, deve-se favorecer o desenvolvimento da qualidade e a busca da excelência da indústria nacional.

A busca de novos critérios de excelência empresarial pelas empresas é, ao mesmo tempo, uma necessidade e uma possibilidade de a empresa aumentar sua capacidade de competição, num contexto em que nível de competição é constantemente crescente [⁵⁴].

O incremento da qualidade produtiva e na geração de serviços significa a busca por maior produtividade e competitividade, dentro dos princípios do novo paradigma de buscar criar as melhores condições para absorção de tecnologia e também de novas práticas gerenciais e organizacionais. Da mesma forma, a qualidade dos produtos faz crescer as chances do seu sucesso e aceitação pelo mercado.

Assim, determinou-se um critério relacionado ao incremento da qualidade proporcionado pela tecnologia em análise.

Quanto maior for a contribuição daquela tecnologia para o incremento da qualidade das empresas nacionais, através do seu desenvolvimento e aplicação, mais favorável será o posicionamento daquela tecnologia sob esta perspectiva na matriz de decisão para capacitação.

No Quadro 17 apresenta-se o critério de avaliação “Impacto na qualidade”:

Quadro 17: Critério de avaliação "Impacto na qualidade"

4.5.2.4 Impacto no meio ambiente

A preservação e a responsabilidade ambiental é um dos códigos fundamentais de conduta universalmente aceitos pela sociedade moderna, juntamente com a eliminação da pobreza, crescimento econômico e garantias para as gerações futuras [55].

O avanço da ciência e da tecnologia pode minimizar os conflitos entre o crescimento econômico e a sustentabilidade ambiental, robustecendo a concepção de desenvolvimento sustentável.

Este critério de avaliação da matriz de decisão tem o objetivo de avaliar a contribuição de determinada tecnologia para a garantia da proteção ao meio ambiente. Quanto menor for o impacto derivado do desenvolvimento ou aplicação daquela tecnologia, maior será a sua contribuição para o crescimento do país e das suas empresas em patamares sustentáveis de

desenvolvimento. E, portanto, melhor deverá ser o posicionamento daquela tecnologia na matriz de decisão.

No Quadro 18 apresenta-se o critério de avaliação “Impacto no meio ambiente”:

Quadro 18: Critério de avaliação "Impacto no meio ambiente"

4.5.3 Objetivos mensuráveis associados aos impactos econômicos e à rentabilidade das tecnologias

Nesta seção são apresentados os critérios de avaliação/objetivos mensuráveis das tecnologias da matriz de decisão para capacitação referentes aos aspectos econômicos do seu desenvolvimento e aplicação.

4.5.3.1 Tecnologia economicamente viável

Este critério de avaliação visa mensurar o grau de viabilidade econômica ou a rentabilidade associada ao desenvolvimento ou aos benefícios advindos da aplicação de determinada tecnologia.

Na sua interpretação pura, este critério de avaliação apontará para níveis de desempenho tanto maiores, quanto maior for a rentabilidade ou o impacto econômico associado aquela tecnologia.

Mesmo no âmbito das políticas públicas, onde o critério de avaliação econômica ou de rentabilidade não é necessariamente adotado como critério fundamental de decisão ou escolha, pelo fato dos programas de desenvolvimento tecnológico industrial estarem orientados para a transposição de gargalos tecnológicos, e não para a rentabilidade imediata de determinada tecnologia ou inovação, o critério da rentabilidade pode ser utilizado, em diferentes casos, como um critério secundário de desempate ou de atratividade.

No Quadro 19 apresenta-se o critério de avaliação “Tecnologia economicamente viável”:

Quadro 19: Critério de avaliação "Tecnologia economicamente viável"

4.5.3.2 Necessidade de investimentos

Num contexto em que os recursos financeiros do país destinados para o desenvolvimento tecnológico são limitados e que, portanto, critérios de alocação eficientes devem determinar sua distribuição, este critério de avaliação de tecnologias foi determinado com a função de mensurar a quantidade relativa de investimentos necessários para o desenvolvimento ou aplicação de determinada tecnologia.

Uma maior preferência será dada a tecnologias que evitem dispêndios significativos em investimentos, de modo que, por um lado, restem mais recursos governamentais para aplicação em outras tecnologias, e fortaleça-se, assim, o movimento de inovação, e, por outro lado, favoreça-se a criação de um ambiente capaz de gerar soluções tecnológicas adequadas aos limites financeiros do país.

No Quadro 20 apresenta-se o critério de avaliação "Necessidade de investimentos":

Quadro 20: Critério de avaliação "Necessidade de investimentos"

4.5.3.3 Impacto na balança de pagamentos

O critério de avaliação “Impacto na balança de pagamentos” foi determinado para que se pudesse mensurar a contribuição de determinada tecnologia no processo de substituição das importações, de forma que esta substituição possa contribuir para a redução da conta de tecnologia do balanço de pagamentos.

A diversificação tecnológica industrial pode ampliar o processo de substituição das importações. Além disso, uma estrutura industrial diversificada pode trazer a vantagem de incorporar atividades portadoras de novas fontes de dinamismo econômico e de aprendizagem industrial, que promovem diversificação econômica e social, que geram capacitação e especialização [56].

Quanto maior for a redução potencial da conta de tecnologia do balanço de pagamentos proporcionada pela nova tecnologia, melhor será o posicionamento da tecnologia na matriz de decisão.

No Quadro 21 apresenta-se o critério de avaliação “Impacto na balança de pagamentos”:

Quadro 21: Critério de avaliação "Impacto na balança de pagamento"

4.5.3.4 Dinamiza consumo de massa

Se uma tecnologia favorecer a dinamização do consumo de massa, ela contribuirá para que um grande número de pessoas tenha acesso a ela ou ao produto ou serviço que a contenha, e possa usufruir os benefícios a ela associados. Da mesma forma, o consumo de massa favorece o movimento econômico e o incremento da demanda, que terminam por reduzir custos fixos proporcionais de produção.

O critério “Dinamiza o consumo de massa” foi determinado para que se pudesse medir o potencial da tecnologia em avaliação de dinamizar o consumo de massa, favorecendo-se o desenvolvimento e aplicação daquelas tecnologias onde esta característica mais se acentuasse.

No Quadro 22 apresenta-se o critério de avaliação “Dinamiza consumo de massa”:

Quadro 22: Critério de avaliação "Dinamiza o consumo de massa"

4.5.4 Objetivos mensuráveis associados à capacitação local

Nesta seção são apresentados os critérios de avaliação/objetivos mensuráveis das tecnologias da matriz de decisão para capacitação referentes aos aspectos de incremento da capacitação local.

4.5.4.1 Tecnologia é competência central

A premissa de que os países obtêm sucesso em segmentos industriais onde suas empresas são particularmente boas em criar e melhorar os fatores necessários de produção e desenvolvimento, e a percepção de que os países terão maior capacidade de competir onde suas empresas possuem mecanismos institucionais de alta qualidade para a geração de fatores especializados, relacionados às suas competências centrais, foram o ponto de partida para determinação deste critério de avaliação.

O critério de avaliação “Tecnologia é competência central” tem o objetivo de indicar em que extensão uma determinada tecnologia é ou fomenta uma competência central e, portanto, o quanto essa tecnologia pode contribuir para incremento da qualidade e da produtividade do país.

Quanto mais aquela tecnologia proporcionar o desenvolvimento de competências centrais alinhadas às tendências de competição, voltadas à transposição dos gargalos tecnológicos e que abram espaço para coordenação na definição de novas tendências tecnológicas, maior será sua contribuição à produtividade e ao movimento de inovação e, conseqüentemente, melhor será o desempenho daquela tecnologia na matriz de decisão.

No Quadro 23 apresenta-se o critério de avaliação “Tecnologia é competência central”:

Quadro 23: Critério de avaliação "Tecnologia é competência central"

4.5.4.2 Arranjo para o desenvolvimento

A inovação ganha força na estratégia de estabelecimento da política industrial tecnológica governamental com estruturação de um Sistema Nacional de Inovação (SNI). Um dos pilares mais importantes do SNI é a valorização da articulação entre agentes voltados ao processo de inovação do setor produtivo, conjuntamente com a estrutura de financiamento para a pesquisa. O objetivo do país é criar um ambiente que permita que suas empresas estejam aptas a incrementar e inovar no mínimo tão rápido quanto suas rivais estrangeiras.

O critério de avaliação "Arranjo para o desenvolvimento" nasceu no sentido de se poder mensurar o potencial de contribuição de determinada tecnologia para que forças das diversas entidades de pesquisa (universidades, centros de pesquisa e indústria, entre outras) possam convergir e interagir para o seu desenvolvimento.

Quanto maior a amplitude deste envolvimento entre agentes da inovação, maior a força daquele desenvolvimento e maior a contribuição para o movimento de inovação.

No Quadro 24 apresenta-se o critério de avaliação “Arranjo para o desenvolvimento”:

Quadro 24: Critério de avaliação "Arranjo para o desenvolvimento"

4.6 DETERMINAÇÃO DOS OBJETIVOS MENSURÁVEIS DA METODOLOGIA DE TOMADA DE DECISÃO SOBRE TECNOLOGIAS-CHAVE NA DIMENSÃO DO POSICIONAMENTO ESTRATÉGICO INTERNACIONAL

São apresentados nesta seção os critérios de avaliação determinados para a dimensão da matriz de decisão relacionada à ênfase no melhor posicionamento estratégico no mercado internacional, a dimensão correspondente ao ambiente externo na reinterpretação da matriz SWOT (Pontos fortes, Pontos fracos, Oportunidades e Ameaças) de Learned et al. [49].

Os critérios propostos para esta dimensão foram agrupados em algumas áreas relacionadas ao posicionamento estratégico internacional, tomando-se como premissa de agrupamento a similaridade existente entre eles:

- Classe de critérios referentes ao posicionamento internacional e às vantagens competitivas: agrupamento dos critérios de mensuração da contribuição da tecnologia relacionados ao posicionamento em relação à concorrência externa, à garantia da competitividade sistêmica, à adição de novas vantagens competitivas, ao estímulo à diferenciação de produtos, processos e serviços, e ao potencial do país de tornar-se a referência no desenvolvimento daquela determinada tecnologia.
- Classe de critérios referentes à configuração e às características da cadeia de fornecimento: agrupamento dos critérios de mensuração da capacidade da cadeia de fornecimento em dar suporte ao desenvolvimento e implantação de tecnologia, abordando aspectos como a presença da indústria de suporte e fornecedores e a necessidade de utilização de insumos importados.
- Classe de critérios referentes ao potencial de promoção das exportações: agrupamento dos critérios de mensuração do potencial que determinada tecnologia em promover exportações de produtos, processos ou serviços associados a ela, abordando-se aspectos como características físicas da produção, aspectos qualitativos da produção, aproveitamento da estrutura de exportações já implantada e potencial de expansão da estrutura de marketing.

- Classe de critérios referentes ao foco da inovação: agrupamento de critérios de avaliação de mensuração do alinhamento do desenvolvimento daquela tecnologia com o foco da sua aplicação e a necessidade da população e mensuração do potencial de se conseguir transformar aquela tecnologia em empreendimento, no sentido de se fomentar um ambiente onde novos negócios possam ser empreendidos.
- Classe de critérios referentes ao estímulo à competitividade no cenário internacional: agrupamento de critérios avaliação de desempenho da tecnologia relacionados à contribuição daquela tecnologia para incremento da competitividade local, e, conseqüentemente, para melhor posicionamento estratégico internacional. Neste grupo são verificados critérios como a capacidade inovadora, a alocação eficiente de recursos e ao desenvolvimento regional.

São apresentados a seguir todos os critérios de avaliação definidos na matriz de decisão para capacitação tecnológica na dimensão do posicionamento estratégico internacional, alocados nas suas classes de similaridade correspondentes.

Também para esta dimensão da matriz de decisão, a origem dos critérios está na formação das teorias de políticas públicas industriais, nos conceitos de gestão tecnológica e na teoria das vantagens competitivas entre as nações de Porter, abordados na fundamentação teórica deste trabalho.

4.6.1 Objetivos mensuráveis associados ao posicionamento estratégico internacional e às vantagens competitivas

Nesta seção são apresentados os critérios de avaliação/objetivos mensuráveis das tecnologias da matriz de decisão para capacitação referentes aos aspectos de posicionamento estratégico internacional e de geração e manutenção de vantagens competitivas.

4.6.1.1 Posicionamento em relação à concorrência externa

Este critério de avaliação de desempenho tecnológico está relacionado ao posicionamento de liderança do país, em relação à concorrência internacional, no desenvolvimento de determinada tecnologia, que lhe atribuirá certa vantagem competitiva.

Um dos mais importantes aspectos na conquista da liderança internacional num ambiente de competição global é a capacidade de mover-se mais cedo para endereçar cada mudança estrutural. Os detentores de liderança em empresas globais estão, normalmente, entre as primeiras empresas a perceber uma nova estratégia e implementá-la globalmente. Os benefícios de mover-se mais cedo são estendidos pela competição global. Empresas que mudam rápido ganham os benefícios adicionais de serem os primeiros a estabelecer uma rede de produção global. Isso pode levar a escalas superiores de volume ou a vantagens de aprendizado.

Posições estabelecidas por estas vantagens podem durar por vários anos. Para manter o posicionamento de liderança a empresa precisa adaptar-se constantemente às mudanças estruturais, com novas gerações de produtos, processos tecnológicos ou serviços.

O critério de avaliação “Posicionamento em relação à concorrência externa” foi determinado com a função de permitir a mensuração da contribuição daquela tecnologia para se alcançar liderança no setor produtivo, setor de serviços ou classe de produtos à qual ela pertence.

Quanto maior a contribuição para obtenção de um posicionamento de liderança, maior será a contribuição para obtenção de um melhor posicionamento estratégico em relação à concorrência.

No Quadro 25 apresenta-se o critério de avaliação “Posicionamento em relação à concorrência externa”:

Quadro 25: Critério de avaliação "Posicionamento em relação à concorrência"

4.6.1.2 Garantia de competitividade sistêmica

Este critério de avaliação está associado tanto à garantia da manutenção de um posicionamento sustentável de competição no mercado internacional, como também ao potencial de avanço no sentido de melhoria deste posicionamento.

Os instrumentos da política industrial são concebidos para ampliar e potencializar a competitividade sistêmica da economia, com vistas a assegurar uma posição sustentável do comércio internacional. A política industrial age sobre a atividade econômica, estimulando a introdução de inovações tecnológicas, pois as vantagens competitivas são voláteis no tempo [57]. E o enfoque é o da eficiência dinâmica, onde o setor público guia o caminho do desenvolvimento através de ações estratégicas, e não somente o mercado (eficiência alocativa).

Para conquistar sucesso competitivo, empresas de um país precisam possuir uma vantagem competitiva, seja na forma de custos mais baixos, seja com produtos diferenciados que permitam praticar preços superiores. Para sustentar esta vantagem, as empresas precisam atingir vantagens competitivas mais sofisticadas ao longo do tempo, através da oferta de produtos ou serviços de qualidade superior ou produzindo de forma mais eficiente.

A sustentabilidade da vantagem competitiva no contexto empresarial depende de três condições [58]:

- A primeira é a fonte da vantagem. Existe uma hierarquia de fontes de vantagem competitiva em termos de sustentabilidade. Vantagens de baixa ordem, como baixos custos de mão-de-obra ou matérias-primas baratas são relativamente

fáceis de imitar. Vantagens de ordem elevada, tais como propriedade de processos tecnológicos, diferenciação de produto baseada em produtos ou serviços únicos ou reputação da marca baseada em esforços acumulativos de marketing são mais duráveis. Vantagens de ordem elevada são marcadas por algumas características. A primeira é que para atingi-las, requerem-se mais habilidades e capacidades mais avançadas. Em segundo lugar, vantagens de ordem elevada normalmente dependem de uma história de investimentos cumulativos em instalações físicas e especializados em pesquisa e desenvolvimento, aprendizagem ou marketing. Portanto, as vantagens mais duráveis combinam investimentos elevados e cumulativos com superioridade na realização das atividades envolvidas, que resultam numa vantagem de característica dinâmica.

- A segundo determinante de sustentabilidade é o número de distintas fontes de vantagem que uma empresa possui. Empresas com história de liderança sustentada tendem a proliferar vantagens através da cadeia de valores.
- A terceira e mais importante razão que torna uma vantagem competitiva sustentada é o constante aprimoramento e modernização. Para sustentar vantagem a empresa tem de se tornar um alvo móvel e criar novas vantagens ao menos tão rapidamente quanto seus competidores conseguem replicar suas vantagens anteriores.

Já com relação às circunstâncias nacionais de sucesso competitivo, países alcançarão sucesso se as circunstâncias do país derem suporte ao estabelecimento de estratégias apropriadas para

empresas ou segmentos industriais particulares. Aquilo que funciona bem no país deve levar a uma vantagem competitiva naquele segmento.

- A criação de vantagens competitivas em empresas sofisticadas demanda melhoria e inovação, encontrando-se melhores maneiras de competir e explorá-las globalmente, e incrementando-se, desta forma, os produtos e os processos daquelas empresas. Países obterão sucesso em segmentos industriais específicos se suas circunstâncias nacionais proporcionarem um ambiente que suporte este tipo de comportamento.
- A criação de vantagem requer insight sobre novas formas de competir e a vontade de assumir riscos para implementá-los. Empresas obterão sucesso se o ambiente nacional permitir que as empresas determinem novas estratégias para competir nos segmentos industriais. O país obterá sucesso se as circunstâncias locais gerarem um ímpeto nas empresas a perseguir tais estratégias cedo e agressivamente.

O critério de avaliação “Garantia da competitividade sistêmica” tem a função de mensurar a contribuição de determinada tecnologia para a sustentabilidade das vantagens competitivas do país, seja através da inovação que ela imprima nos produtos, processos ou serviços a ela associados, seja no potencial que ela represente de integração de novas estratégias de competição.

No Quadro 26 apresenta-se o critério de avaliação “Garantia da competitividade sistêmica”:

Quadro 26: Critério de avaliação "Garantia de competitividade sistêmica"

Um segundo aspecto que se pode considerar na determinação das notas neste critério de avaliação é a classe de competição onde determinada tecnologia está inserida. Há duas classes de competição, segundo Porter, que diferem de empresa para empresa. A primeira classe de competição internacional é chamada de “multidoméstica”. Nesta classe, a competição em cada país é essencialmente independente. Embora a empresa esteja presente em muitos países, a competição ocorre internamente aos mercados locais. Assim, a empresa internacional é essencialmente um conjunto de empresas domésticas (tradicionalmente compõem esta classe empresas de distribuição, produtos alimentícios e empresas de seguro, entre outras). O segundo espectro são as “empresas globais”, onde a posição competitiva da empresa em um país afeta a sua posição em outros países (televisores, automóveis, relógios). As empresas globais combinam vantagens criadas nas suas nações de origem com outras que resultam da sua presença em muitos países, tais como a economia de escala ou a transferência de reputação da marca.

4.6.1.3 Adiciona nova vantagem competitiva

Empresas criam vantagem competitiva através da percepção ou descoberta de novas e melhores formas de competir num segmento, e da implantação destas vantagens para o mercado, o que em última instância, é um ato de inovação. Essa inovação pode ser representada por uma mudança no produto ou no processo, por novas abordagens de marketing ou distribuição, ou por novas conceituações de escopo. As inovações imprimem vantagem competitiva quando os rivais falham em perceber a nova forma de competição ou não são capazes de responder a ela.

Em mercados internacionais, as inovações que trazem vantagem competitiva antecipam as necessidades tanto do mercado doméstico como também do mercado de exportação. Os casos mais típicos de inovação que impulsionam vantagem competitiva são:

- Novas tecnologias: mudanças tecnológicas podem criar novas possibilidades para o desenvolvimento de um produto, para a forma como ele será levado ao mercado, produzido ou entregue, e para os serviços prestados.
- Novidades ou mudanças nas necessidades dos clientes: uma vantagem competitiva é criada quando clientes desenvolvem novas necessidades ou quando suas prioridades alteram-se significativamente.
- Emergência de um novo segmento industrial: a possibilidade de criação de vantagem competitiva cresce quando um novo segmento industrial aparece, ou uma nova forma de reagrupamento dos segmentos é gerada. As possibilidades

envolvem não apenas novos segmentos de consumidores, mas também novas formas de alcançar um grupo particular de consumidores.

- Transferências de custos primários ou disponibilidade: vantagem competitiva freqüentemente muda quando uma mudança significativa ocorre nos custos primários absolutos ou relativos, tais como mão-de-obra, material, energia ou transporte, entre outros. Isso pode refletir novas condições nas indústrias de suprimento ou a possibilidade de se alterar a qualidade dos fatores primários. A empresa ganha vantagem competitiva pela otimização ajustadas às novas condições de contorno, enquanto competidores ainda estão presos às condições anteriores.
- Mudanças nas regulamentações governamentais: ajustes na natureza das regulamentações governamentais em áreas como padronização de produtos, controles ambientais, restrições de entrada e barreiras comerciais são estímulos a inovações que resultam em vantagem competitiva.

O critério de avaliação “Adiciona nova vantagem competitiva” tem o objetivo de mensurar a contribuição de determinada tecnologia na geração das novas vantagens competitivas. Tanto maior esta contribuição, maior será o potencial de incremento no posicionamento estratégico do país no cenário internacional.

No Quadro 27 apresenta-se o critério de avaliação “Adiciona nova vantagem competitiva”:

Quadro 27: Critério de avaliação "Adiciona nova vantagem competitiva"

O processo de expansão das exportações de segmentos industriais mais produtivos, deslocamento de atividades menos produtivas para outros países através de investimentos internacionais e importação de bens e serviços dos segmentos industriais onde o país apresenta menor produtividade relativa é saudável para a prosperidade. Assim, competição internacional ajuda a incrementar a produtividade ao longo do tempo. Por outro lado, a exposição à competição internacional cria para cada empresa a necessidade de um padrão de produtividade absoluto para igualar-se a rivais estrangeiros, o que pode representar uma ameaça.

4.6.1.4 Estímulo à diferenciação

A diferenciação de produtos, processos e serviços é um importante fator de incremento da competitividade do país e, conseqüentemente, de conquista de posicionamento estratégico.

Este critério de avaliação de desempenho tecnológico pretende mensurar o nível de contribuição da tecnologia em avaliação em adicionar diferenciação aos produtos, processos ou serviços a ela associados.

Quanto maior o nível de diferenciação estimulado pela tecnologia, maior será a contribuição para um melhor posicionamento estratégico do país no cenário internacional.

No Quadro 28 apresenta-se o critério de avaliação “Estímulo à diferenciação”:

Quadro 28: Critério de avaliação "Estímulo à diferenciação"

4.6.1.5 Contribuição para tornar o país centro de competência

A vantagem competitiva é criada e sustentada através da elevada localização de processos. Diferenças nas estruturas econômicas nacionais, nos valores, nas culturas, nas instituições e nas histórias contribuem significativamente para o sucesso competitivo de um país. O papel de “home base”, ou de centro de competência, torna-se cada vez mais importante, mesmo

depois do aparecimento do processo de globalização, uma vez que representa uma fonte de habilidades e tecnologia que impulsionam vantagem competitiva.

O país centro de competência, ou “home base”, é o país no qual as vantagens competitivas essenciais das empresas são criadas e sustentadas. É onde a estratégia empresarial é definida e onde os produtos centrais e os processos tecnológicos são criados e mantidos. Usualmente, embora isso não seja uma regra, são nestes países que as empresas concentram a maioria das produções sofisticadas, enquanto que outras atividades são realizadas em diversos outros países.

A país centro de competência será a localidade das atividades e serviços mais produtivos, das tecnologias centrais e das habilidades mais avançadas. A presença de um centro de competência no país estimula também as maiores influências positivas em outros segmentos industriais domésticos ligados a ele, proporcionando benefícios relacionados à competição naquela economia nacional.

O critério de avaliação “Contribuição para tornar o país centro de competência” tem a função de mensurar o potencial de determinada tecnologia em fazer com que o país possa se tornar centro de competência no desenvolvimento ou aplicação daquela tecnologia, conquistando, assim, vantagem competitiva internacional, que imprimirá melhor posicionamento estratégico global.

Quanto maior for o potencial da tecnologia em tornar o país um centro de competência naquele segmento tecnológico em questão, maior será a contribuição para melhoria no seu posicionamento internacional.

No Quadro 29 apresenta-se o critério de avaliação “Contribuição para tornar o país centro de competência”:

Quadro 29: Critério de avaliação "Contribuição para tornar o país centro de competência"

Os programas de política industrial no Brasil devem priorizar a instalação de empresas subsidiárias no país, transformando-as em sede de projetos, aproveitando os fatores que sistematicamente estimulam atividades de projeto no Brasil, tais como volume, condições de mercado, nicho e capacitação existente, entre outros ^[59].

O estabelecimento de subsidiárias em países estrangeiros também promove aumento de produtividade, uma vez que atividades específicas ou menos relacionadas às competências centrais podem ser transferidas para estes outros países.

4.6.2 Objetivos mensuráveis associados às características da cadeia de fornecimento

Nesta seção são apresentados os critérios de avaliação/objetivos mensuráveis das tecnologias da matriz de decisão para capacitação que são referentes às características das cadeias de fornecimento associadas às tecnologias e aos tipos de insumos demandados por elas.

4.6.2.1 Indústria de suporte

A obtenção de sucesso na competição global também está associada à qualidade dos fornecedores e à sua capacidade de competir internacionalmente. A presença de uma indústria de suporte capaz de competir globalmente, que consiga atender os padrões de qualidade determinados pelos mais exigentes mercados internacionais, que possa desenvolver e produzir seus produtos e serviços através de processos modernos, de forma eficiente e com elevado padrão de produtividade e flexibilidade, que possa trabalhar, portanto, em faixas de distribuição ideal de custos, e que tenha condições de cumprir os prazos determinados em contrato, é fator determinante para garantia da competitividade no cenário internacional e, portanto, de conquista de melhor posicionamento estratégico.

Este critério de avaliação tem a função de permitir a mensuração dos atributos da indústria de suporte ligada à tecnologia em avaliação. Quanto maior a capacitação e qualidade da indústria de suporte ligada àquela tecnologia, maiores serão os potenciais de conquista de melhor posicionamento no cenário internacional.

No Quadro 30 apresenta-se o critério de avaliação “Indústria de suporte”:

Quadro 30: Critério de avaliação "Indústria de suporte"

4.6.2.2 Insumos

Elevado potencial de insumos importados a serem empregados na tecnologia ou inovação em desenvolvimento representa riscos e dependências.

Neste sentido, há favorecimento pelo desenvolvimento de tecnologias que utilizem insumos nacionais.

Através do critério "Insumos" pode-se mensurar a contribuição de determinada tecnologia para determinação de menor dependência internacional e blindagem contra riscos de parada ou interrupção de fornecimento de insumos. Quanto maior a utilização de insumos locais, maior a proteção contra riscos, menor a dependência, e, portanto, melhor o posicionamento estratégico internacional.

No Quadro 31 apresenta-se o critério de avaliação "Insumos":

Quadro 31: Critério de avaliação "Insumos"

4.6.3 Objetivos mensuráveis associados ao potencial de promoção das exportações

Nesta seção são apresentados os critérios de avaliação/objetivos mensuráveis das tecnologias da matriz de decisão para capacitação que são referentes ao potencial de promoção de exportações associado ao desenvolvimento ou aplicação de determinada tecnologia.

4.6.3.1 Aspectos físicos da produção

Manter-se no mercado internacional significa melhorar permanentemente processos, custos de produção, qualidade da manufatura, infra-estrutura produtiva instalada e força de trabalho especializada.

O critério "Aspectos físicos da produção" foi determinado para que se pudesse mensurar a contribuição de determinada tecnologia para o incremento de processos, para redução e

otimização de custos de produção, para aumento da qualidade da manufatura, para o robustecimento da infra-estrutura produtiva e para uma capacitação superior da força de trabalho especializada.

Quanto maior a contribuição da tecnologia para alcance destas melhorias, maior será o potencial de promoção das exportações e, conseqüentemente, maior será a contribuição da tecnologia para um melhor posicionamento estratégico do país no cenário internacional.

No Quadro 32 apresenta-se o critério de avaliação “Aspectos físicos da produção”:

Quadro 32: Critério de avaliação "Aspectos físicos da produção"

4.6.3.2 Aspectos qualitativos da produção

Numa visão que complementa os aspectos físicos da produção, destaca-se agora a importância dos atributos qualitativos intrínsecos e extrínsecos associados aos produtos, processos ou serviços, na determinação do posicionamento estratégico do país no mercado internacional.

Será dada preferência ao desenvolvimento e aplicação de tecnologias que possam imprimir uma melhora tanto nos atributos qualitativos intrínsecos do produto, como, por exemplo, seu desempenho ou seu design, como também nos atributos extrínsecos do processo ou serviço, como, por exemplo, o cumprimento de prazos ou escopo.

Através deste critério de avaliação de tecnologia, pretende-se mensurar o potencial de contribuição da tecnologia para melhoria dos atributos intrínsecos ou extrínsecos de qualidade associados aos produtos, processos e serviços que a utilizam. Quanto maior a contribuição, maior será o potencial de promoção das exportações e a melhoria no posicionamento estratégico do país.

No Quadro 33 apresenta-se o critério de avaliação “Aspectos qualitativos da produção”:

Quadro 33: Critério de avaliação "Aspectos qualitativos da produção"

4.6.3.3 Aproveitamento da estrutura de exportação existente

A fundamentação deste critério de avaliação parte do princípio da agregação de valor e da otimização do processo de exportação. Aumentando-se o valor agregado dos produtos e serviços que hoje são exportados, contribui-se para o incremento do valor agregado total exportado e para redução dos custos de processo de exportação. Isso determinaria uma preferência por tecnologias que possam agregar valor aos produtos e serviços que já utilizem a estrutura de exportação existente.

Assim, este critério de avaliação visa mensurar o potencial de incremento de valor agregado trazido por certa tecnologia a um produto, processo ou serviço. Quanto maior esta contribuição, melhor para o posicionamento global do país.

No Quadro 34 apresenta-se o critério de avaliação “Aproveitamento da estrutura de exportação existente”:

Quadro 34: Critério de avaliação "Aproveitamento da estrutura de exportação existente"

O processo de adição de valor às exportações contribui significativamente para a redução dos desequilíbrios econômicos dos países em desenvolvimento, incorporando localmente etapas tecnológicas de agregação de valor e lutando pelo acesso a mercados restritos [⁶⁰].

4.6.3.4 Potencial de ampliação da estrutura de marketing

No sentido de fomentar o processo de exportação de produtos de maior valor agregado, que contribuem para o incremento da industrialização local e para o aumento de divisas do país, há a percepção de que devem ser exploradas a “marca Brasil” e a utilização de recursos naturais do país.

Neste sentido, há a preferência pelo desenvolvimento de tecnologias que permitam esta exploração da Marca Brasil e da utilização de recursos nacionais. O critério de avaliação “Potencial de ampliação da estrutura de marketing” foi determinado para permitir mensuração deste potencial de exploração na matriz de decisão.

Quanto maior a contribuição da tecnologia para fomentar o uso da marca Brasil e de recursos naturais, maior será a contribuição para promoção das exportações.

No Quadro 35 apresenta-se o critério de avaliação “Potencial de ampliação da estrutura de marketing”:

Quadro 35: Critério de avaliação "Potencial de ampliação da estrutura de marketing"

4.6.4 Objetivos mensuráveis associados ao foco da inovação

Nesta seção são apresentados os critérios de avaliação/objetivos mensuráveis das tecnologias da matriz de decisão para capacitação que são referentes ao potencial de transformação de determinada tecnologia em empreendimento e ao alinhamento da tecnologia com as necessidades da população.

4.6.4.1 Potencial de transformação da tecnologia em empreendimento

Uma das vertentes da política industrial, tecnológica e de comércio exterior do país refere-se à criação de um ambiente econômico favorável à geração de novos empreendimentos.

Foi determinado, portanto, na matriz de decisão para capacitação, um critério de avaliação para priorização do desenvolvimento de tecnologias que mais contribuíssem para o

movimento de geração de empreendimentos, onde, ao final do seu desenvolvimento, elas pudessem ser transformadas em novos negócios.

Quanto mais elevado o potencial de transformação da tecnologia em empreendimento, maior a contribuição para o desenvolvimento de novas empresas e negócios, podendo apresentar inclusive competência técnica central específica, e, portanto, maior o potencial de melhor posicionamento no cenário internacional.

No Quadro 36 apresenta-se o critério de avaliação “Potencial de transformação da tecnologia em empreendimento”:

Quadro 36: Critério de avaliação "Potencial de transformação da tecnologia em empreendimento"

4.6.4.2 Foco na necessidade da população brasileira

Neste critério de avaliação da matriz de decisão para capacitação tecnológica avalia-se o alinhamento da tecnologia proposta com as necessidades da população brasileira, tanto em

relação ao consumo de massa e aos setores transversais, como, por exemplo, no caso do desenvolvimento de medicamentos, que beneficiam toda a população, como também aspecto do aproveitamento dos recursos naturais, como, por exemplo, o desenvolvimento da tecnologia do biodiesel, que faz uso de todo o potencial de aproveitamento da biomassa existente.

Além disso, uma política industrial para bens populares precisa desenvolver a capacidade empresarial para projetar e produzir bens com a concepção de produtos simples, sem exagerar na busca da diferenciação mercadológica, de produtos orientados para ganhos de escala na fabricação, permitindo a padronização de componentes que poderão ser desenvolvidos e produzidos de maneira cooperativa [61].

Quanto mais alinhada estiver a tecnologia em questão com as necessidades da população brasileira e, portanto, com os gargalos tecnológicos, mais favorável será o seu desenvolvimento e maior será sua contribuição para melhor posicionamento estratégico do país.

No Quadro 37 apresenta-se o critério de avaliação “Foco na necessidade da população brasileira”:

Quadro 37: Critério de avaliação "Foco na necessidade da população brasileira"

4.6.5 Objetivos mensuráveis associados ao estímulo à competitividade no cenário internacional

Nesta seção são apresentados os critérios de avaliação/objetivos mensuráveis das tecnologias da matriz de decisão para capacitação que são referentes ao estímulo à competitividade no cenário internacional.

A política industrial faz a opção pela inovação, mesmo quando existe uma pequena desvantagem em determinado fator seletivo, ao invés de optar pela alternativa, que seria mais fácil, de buscar o fator deficiente fora do país. O esforço pela modernização da indústria nacional, pela expansão da capacidade produtiva e pela qualificação das pessoas caracteriza esta opção estratégica.

4.6.5.1 Capacidade inovadora

As empresas de uma nação precisam desenvolver as capacitações necessárias para competir em segmentos industriais sofisticados, onde a produtividade é geralmente mais alta, e desenvolver sua capacidade para inovar.

Há preferência pelo desenvolvimento de tecnologias que contribuam para a capacitação tecnológica do país, onde empresas possam coordenar e desenvolver conceitos de novos produtos e desenvolver projetos e serviços de elevada concentração de inovação. Este processo permitirá tanto acompanhar o desenvolvimento de outros países em tecnologia, como também estabelecer vantagens competitivas em setores específicos.

Quanto mais significativa a contribuição daquela tecnologia para geração de capacidade inovadora e diferencial de produtos, processos, ou serviços, maiores serão os benefícios para melhoria do posicionamento do país no cenário internacional.

No Quadro 38 apresenta-se o critério de avaliação “Capacidade inovadora”:

Quadro 38: Critério de avaliação "Capacidade inovadora"

4.6.5.2 Alocação eficiente de recursos

Negócios internacionais e investimentos estrangeiros proporcionam a oportunidade de desenvolvimento da produtividade nacional por eliminar a necessidade de produzir todos os bens e serviços dentro do próprio país.

O país pode, desta forma, se especializar naqueles segmentos industriais nos quais suas empresas são relativamente mais produtivas, e importar aqueles produtos e serviços onde suas empresas são menos produtivas que rivais estrangeiros, aumentando desta forma o nível de produtividade na economia.

O critério de avaliação “Alocação eficiente de recursos” visa mensurar o grau de eficiência na alocação de recursos associado ao desenvolvimento daquela tecnologia. Quanto maior a eficiência, mais o país estará concentrado nos setores onde apresenta maior eficiência produtiva, e, assim, aumentará sua produtividade e competitividade.

No Quadro 39 apresenta-se o critério de avaliação “Alocação eficiente de recursos”:

Quadro 39: Critério de avaliação "Alocação eficiente de recursos"

O país onde uma atividade será alocada faz parte do processo das estratégias empresariais. Atividades são, normalmente, alocadas inicialmente no país de origem. Numa estratégia global, entretanto, a empresa pode escolher qualquer país onde possa montar seus produtos, fabricar componentes, ou mesmo conduzir pesquisas, sempre onde residir em vantagens. A razão clássica para se alocar uma atividade num país em particular é o fator custo. Mais recentemente, empresas começaram a alocar atividades em outros países não apenas para aproveitar fatores de custo locais, mas para realizar pesquisa e desenvolvimento, ganhar acesso a habilidades locais especializadas, ou desenvolver relacionamento com consumidores essenciais para seus negócios. Todas essas perspectivas tratam da questão de alocação eficiente de recursos ligados ao desenvolvimento de tecnologias centrais.

4.6.5.3 Desenvolvimento regional

Este critério de avaliação tecnológica foi definido a partir da percepção de que a geração de clusters de desenvolvimento tecnológico contribui para o desenvolvimento regional e para o aumento da competitividade.

Segundo autores neo-schumpeterianos, a concorrência se dá em torno das inovações tecnológicas. De novas formas de cooperação dentro das cadeias produtivas surgem novas formas de competitividade. Nos clusters regionais, ou arranjos produtivos locais de produção e distribuição, a competitividade surge dos sistemas de cooperação produtiva e de gestão [⁶²].

Haverá, portanto, preferência pelo desenvolvimento de tecnologias que permitam o estabelecimento de clusters regionais tecnológicos. Quanto maior a contribuição para formação dos clusters, maior a contribuição para produtividade e, portanto, maior será o estímulo à competitividade no cenário internacional.

No Quadro 40 apresenta-se o critério de avaliação “Desenvolvimento regional”:

Quadro 40: Critério de avaliação "Desenvolvimento regional"

4.7 ATRIBUIÇÃO DE PREFERÊNCIA ENTRE OBJETIVOS MENSURÁVEIS: DETERMINAÇÃO DE FOCOS ESTRATÉGICOS DE ANÁLISE A PARTIR DA PONDERAÇÃO DOS CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

Diferentes combinações de importância entre os critérios de avaliação da matriz de decisão para capacitação tecnológica, em cada uma das dimensões, determinaram diferentes focos estratégicos do processo de decisão.

O foco estratégico do processo de decisão seria determinado pelo resultado do conjunto de ponderações atribuídas aos critérios de avaliação da matriz de decisão, quando analisados mutuamente.

Assim, um foco estratégico de análise específico seria determinado:

- Pela atribuição de pesos percentuais ao conjunto de critérios de avaliação da dimensão da matriz de decisão relacionada à ênfase na produtividade e no movimento de inovação; e
- Pela atribuição de pesos percentuais ao conjunto de critérios de avaliação da dimensão da matriz de decisão relacionada à ênfase no melhor posicionamento estratégico no mercado internacional

Em outras palavras, trabalhar com o conceito de foco estratégico significa atribuir valores percentuais a cada um dos critérios de avaliação da matriz de decisão, de acordo com a estratégia de política industrial a ser analisada ou implementada, de modo que se possa privilegiar um ou outro objetivo específico.

Deste modo, uma tecnologia que possa se posicionar na matriz de decisão para capacitação tecnológica como uma tecnologia-chave potencial, e receber, portanto, uma alta prioridade no programa de ações de uma política industrial tecnológica governamental atrelada aquele determinado foco estratégico, por estar muito alinhada à ênfase daquele foco estratégico, pode apresentar um posicionamento significativamente inferior quando avaliada sob um outro foco estratégico de política industrial, onde a ponderação entre os critérios de decisão seja diferente.

4.7.1 Processo de atribuição de preferência entre os objetivos mensuráveis

O processo de atribuição de pesos percentuais, ou preferência, aos critérios de avaliação/objetivos mensuráveis nas duas dimensões da matriz de decisão para geração dos

focos estratégicos foi construído a partir de uma comparação mútua de importância entre os critérios.

Inicialmente, cada um dos critérios é comparado com todos os seus pares pertencentes àquela dimensão da matriz. Nesta comparação individual direta de importância entre os critérios de avaliação, três possíveis pontuações podem ser atribuídas:

- Caso 1: O critério de avaliação “A” é mais importante que o critério de avaliação “B”:

Neste caso atribui-se a nota dois à célula de resultado. O Quadro 41 mostra esquematicamente esta avaliação (objetivo mensurável A é preferido a B):

Quadro 41: Comparação direta de importância entre critérios de avaliação da matriz de decisão - Caso 1

- Caso 2: O critério de avaliação “A” é tão importante quanto o critério de avaliação “B”:

Neste caso atribui-se a nota um à célula de resultado. O Quadro 42 mostra esquematicamente esta avaliação (os objetivos mensuráveis A e B são indiferentes):

Quadro 42: Comparação direta de importância entre critérios de avaliação da matriz de decisão - Caso 2

- Caso 3: O critério de avaliação "A" é menos importante que o critério de avaliação "B":

Neste caso atribui-se a nota meio à célula de resultado. O Quadro 43 mostra esquematicamente esta avaliação (objetivo mensurável B é preferido a A):

Quadro 43: Comparação direta de importância entre critérios de avaliação da matriz de decisão - Caso 3

Em seguida, somando-se todas as notas obtidas pelo critério na comparação direta de importância com cada um dos seus pares, obtém-se um número que representa a importância absoluta daquele critério no foco de análise em construção.

Ao final da avaliação de importância de todos os critérios, pode-se então estabelecer o percentual relativo de importância que cada critério de avaliação obteve na construção daquele foco estratégico específico do processo de decisão.

O Quadro 44 e o Quadro 45 mostram um resultado possível após análise de preferência entre objetivos mensuráveis das dimensões “produtividade e movimento de inovação” e “posicionamento estratégico internacional” da matriz de decisão, respectivamente. A combinação entre essas preferências determinaria um foco estratégico específico do processo de decisão:

#	Fator	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	Soma	%
A	Inovação contida (nível de inovação)	1	2	0,5	2	1	2	2	1	1	2	1	0,5	2	1	2	2	2	25,0	7,47%
B	Tecnologia de base (geração de know-	0,5	1	0,5	1	0,5	2	0,5	1	1	2	1	1	2	2	1	1	2	20,0	5,98%
C	Permite e prepara para inovações futu	2	2	1	2	1	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	30,0	8,97%
D	Representa salto tecnológico	0,5	1	0,5	1	2	2	0,5	1	1	2	0,5	0,5	2	2	2	2	2	22,5	6,73%
E	Aproveita recursos naturais do país	1	2	1	0,5	1	2	2	1	1	2	1	1	2	1	1	2	2	23,5	7,03%
F	Está vinculada à inovações anteriores	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1	0,5	0,5	0,5	1	0,5	0,5	0,5	1	2	2	2	14,5	4,33%
G	Escopo de aplicação da inovação	0,5	2	0,5	2	0,5	2	1	0,5	1	2	0,5	1	0,5	1	1	2	2	20,0	5,98%
H	Potencial de desenvolvimento	1	1	0,5	1	1	2	2	1	1	2	0,5	1	2	1	1	1	2	21,0	6,28%
I	Impacto na produtividade	1	1	0,5	1	1	2	1	1	1	2	1	1	2	1	1	2	2	21,5	6,43%
J	Impacto na qualidade	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1	0,5	0,5	0,5	1	0,5	0,5	2	1	0,5	0,5	2	13,0	3,89%
K	Impacto no meio ambiente	1	1	1	2	1	2	2	2	1	2	1	1	2	1	2	2	2	26,0	7,77%
L	Tecnologia economicamente viável	2	1	1	2	1	2	1	1	1	2	1	1	2	1	2	2	2	25,0	7,47%
M	Necessidade de investimentos	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	2	2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1	0,5	0,5	1	1	13,0	3,89%
N	Impacto Balança de Pagamentos	1	0,5	0,5	0,5	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	0,5	0,5	2	16,5	4,93%
O	Dinamiza consumo de massa	0,5	1	0,5	0,5	1	0,5	1	1	1	2	0,5	0,5	2	2	1	1	2	18,0	5,38%
P	Tecnologia é core competence	0,5	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1	0,5	2	0,5	0,5	1	2	1	1	2	15,5	4,63%
Q	Arranjo para o desenvolvimento	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1	0,5	0,5	0,5	1	9,5	2,84%

Quadro 44: Construção de foco estratégico da matriz de decisão - Dimensão "Contribuição para produtividade e movimento de inovação"

#	Fator	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Soma	%
A	Posicionamento em relação à concorr	1	1	1	1	1	2	1	2	2	1	2	2	1	1	2	2	23,0	8,06%
B	Garantia de competitividade sistêmica	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	26,0	9,11%
C	Adiciona nova vantagem competitiva	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	2	19,0	6,65%
D	Estimulo à diferenciação	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	2	2	20,0	7,01%
E	Contribuição para tornar o país Home-l	1	1	1	1	1	1	0,5	2	2	2	2	1	2	1	1	1	20,5	7,18%
F	Indústria de suporte	0,5	0,5	1	1	1	1	0,5	2	2	1	1	1	0,5	0	1	2	16,0	5,60%
G	Insumos	1	0,5	1	1	2	2	1	2	2	2	1	1	0,5	1	2	2	22,0	7,71%
H	Aspectos físicos da produção	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	1	1	1	0,5	0,5	1	1	11,5	4,03%
I	Aspectos qualitativos da produção	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	2	1	1	0,5	0,5	1	2	13,5	4,73%
J	Aproveitamento da estrutura de export	1	0,5	1	1	0,5	1	0,5	1	0,5	1	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	12,0	4,20%
K	Potencial de transformação da tecnolo	0,5	0,5	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	0,5	0,5	1	1	15,0	5,25%
L	Foco na necessidade da população bra	0,5	0,5	1	1	0,5	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	16,5	5,78%
M	Potencial ampliação da estrutura de M	1	0,5	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	24,5	8,58%
N	Capacidade inovadora	1	1	1	1	1	2	1	2	2	2	2	1	0,5	1	2	2	22,5	7,98%
O	Alocação eficiente de recursos	0,5	0,5	1	0,5	1	1	0,5	1	1	1	1	1	0,5	0,5	1	1	13,0	4,55%
P	Desenvolvimento regional	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1	0,5	1	1	0,5	0,5	0,5	1	1	10,5	3,68%

Quadro 45: Construção de foco estratégico da matriz de decisão - Dimensão "Contribuição para melhor posicionamento estratégico no mercado internacional"

São estes pesos percentuais de cada critério de avaliação que, ao serem multiplicados pela notas atribuídas às tecnologias em cada um destes critérios, em ambas as dimensões, que definirão o posicionamento final das tecnologias avaliadas na matriz de decisão para capacitação, naquele foco estratégico em questão.

4.7.2 Construção dos focos estratégicos de análise da matriz de decisão para capacitação

Neste trabalho, foram determinados três focos estratégicos de análise para a matriz de decisão para capacitação tecnológica:

- Capacitação futura e garantia de competitividade;
- Consumo de massa e desenvolvimento regional;
- Tecnologia de base, meio ambiente e capacidade inovadora.

4.7.2.1 Foco estratégico “Capacitação futura e garantia da competitividade”

Neste foco estratégico, os critérios de avaliação associados aos aspectos de capacitação futura, na dimensão relacionada à ênfase na produtividade e movimento de inovação, e aos aspectos de garantia da competitividade, na dimensão relacionada à ênfase no melhor posicionamento estratégico no mercado internacional, foram os critérios de avaliação que receberam maior peso percentual.

De forma inversa, os outros critérios de avaliação da matriz de capacitação tiveram sua importância relativa reduzida neste foco estratégico.

No Gráfico 4 e no Gráfico 5 são apresentados os pesos percentuais do foco estratégico “Capacitação futura e garantia da competitividade” nas dimensões da matriz de decisão associadas à ênfase na produtividade e à ênfase no posicionamento estratégico internacional, respectivamente:

Gráfico 4: Composição percentual - Foco Estratégico 1 - Dimensão "Produtividade e movimento de inovação"

Gráfico 5: Composição percentual - Foco Estratégico 1 - Dimensão "Posicionamento estratégico internacional"

4.7.2.2 Foco estratégico "Consumo de massa e desenvolvimento regional"

Neste foco estratégico, os critérios de avaliação associados aos aspectos de dinamização do consumo de massa, na dimensão relacionada à ênfase na produtividade e movimento de inovação, e aos aspectos de desenvolvimento regional, na dimensão relacionada à ênfase no melhor posicionamento estratégico no mercado internacional, foram os critérios de avaliação que receberam maior peso percentual.

De forma inversa, os outros critérios de avaliação da matriz de capacitação tiveram sua importância relativa reduzida neste foco estratégico.

No Gráfico 6 e no Gráfico 7 são apresentados os pesos percentuais do foco estratégico "Consumo de massa e desenvolvimento regional" nas dimensões da matriz de decisão

associadas à ênfase na produtividade e à ênfase no posicionamento estratégico internacional, respectivamente:

Gráfico 6: Composição percentual - Foco Estratégico 2 - Dimensão "Produtividade e movimento de inovação"

Gráfico 7: Composição percentual - Foco Estratégico 2 - Dimensão "Posicionamento estratégico internacional"

4.7.2.3 Foco estratégico "Tecnologia de base, meio ambiente e capacidade inovadora"

Neste foco estratégico, os critérios de avaliação associados aos aspectos de tecnologia de base (geração de conhecimento) e minimização de impactos ao meio ambiente, na dimensão relacionada à ênfase na produtividade e movimento de inovação, e aos aspectos de capacidade inovadora, na dimensão relacionada à ênfase no melhor posicionamento estratégico no mercado internacional, foram os critérios de avaliação que receberam maior peso percentual.

De forma inversa, os outros critérios de avaliação da matriz de capacitação tiveram sua importância relativa reduzida neste foco estratégico.

No Gráfico 8 e no Gráfico 9 são apresentados os pesos percentuais do foco estratégico “Tecnologia de base, meio ambiente e capacidade inovadora” nas dimensões da matriz de decisão associadas à ênfase na produtividade e à ênfase no posicionamento estratégico internacional, respectivamente:

Gráfico 8: Composição percentual - Foco Estratégico 3 - Dimensão "Produtividade e movimento de inovação"

Gráfico 9: Composição percentual - Foco Estratégico 3 - Dimensão "Posicionamento estratégico internacional"

4.8 IMPLANTAÇÃO DA POLÍTICA INDUSTRIAL: FOCO NO MONITORAMENTO

O processo de construção da matriz de decisão para capacitação tecnológica encontra-se, neste ponto do trabalho, concluído:

- a) Foram estabelecidas, num passo inicial, as duas dimensões da matriz de decisão para capacitação, com base na meta-regra definida e seus dois critérios de eficiência endógena, cuja ênfase estava nos gargalos tecnológicos para fomentar produtividade e movimento de inovação e posicionamento estratégico no mercado internacional;
- b) Foram determinados, posteriormente, os critérios de avaliação associados a cada uma das dimensões da matriz e, finalmente,

- c) Foram definidos os focos estratégicos de análise associados a ênfases possíveis de política industrial, a partir da atribuição de pesos percentuais relativos a cada um dos critérios de avaliação.

Desta forma, a partir daqui, o trabalho passará a analisar a aplicação da matriz de decisão para capacitação tecnológica para as tecnologias relacionadas à indústria automobilística.

Deve-se destacar, porém, antes de se partir para as aplicações práticas da metodologia e para a análise dos resultados obtidos, que a metodologia de tomada de decisão para capacitação tecnológica aqui proposta não pretende definir um programa de implantação de políticas públicas. Entretanto, servindo como uma tecnologia de tomada de decisões para capacitação tecnológica nacional, ela propõe-se a identificar tecnologias e inovações centrais, chamadas de tecnologias-chave, que poderiam ser receptoras potenciais de ações estratégicas governamentais.

Desta forma, embora a metodologia proposta use de uma extensa quantidade de critérios para avaliar as tecnologias, buscando-se identificar nelas a qualidade de tecnologia-chave, não houve nesta abordagem a intenção de se medir, de forma direta, riscos, ou incertezas, associados ao sucesso ou insucesso do processo de implementação de medidas estratégicas por parte do Governo, no caso em que uma determinada tecnologia fosse incluída num programa de política pública industrial governamental.

Logo, a metodologia pretende avaliar com qualidade o potencial de determinada tecnologia ser uma tecnologia-chave, inclusive em diferentes perspectivas de análise, determinadas pelos

focos estratégicos, mas não se destina a medir a eficiência da implantação das ações estratégicas governamentais. Uma metodologia de monitoramento da implantação de políticas industriais seria uma nova frente de pesquisa, não contemplada neste trabalho.

A eficiência na implantação das ações estratégicas governamentais em política industrial é alcançada através de severo monitoramento de resultados. É fundamental que os estímulos concedidos pelo Governo no seu programa de política industrial tecnológica sejam rigidamente monitorados. Os benefícios devem ter prazos estipulados e os beneficiados precisam cumprir metas e apresentar resultados. O país já pagou caro pela ineficiência gerada por incentivos concedidos de forma descontrolada [63].

5 PROCESSO DE PREPARAÇÃO PARA APLICAÇÃO DA METODOLOGIA/TECNOLOGIA PARA TOMADA DE DECISÃO SOBRE TECNOLOGIAS-CHAVE: MAPEAMENTO DAS TECNOLOGIAS DO SETOR AUTOMOBILÍSTICO

Neste capítulo desenvolve-se a seleção, classificação em focos de desenvolvimento, identificação de focos de aplicação específica, avaliação sistêmica de atributos e determinação de ciclos de vida das tecnologias do setor automobilístico.

Neste processo de mapeamento das tecnologias, desenvolvem-se todos os fatores de análise necessários para que se possa avaliar, na etapa seguinte, o desempenho das tecnologias na matriz de decisão para capacitação.

Num primeiro passo, ocorreu a seleção das tecnologias, que determinaram o escopo central de desenvolvimento e aplicação deste trabalho. As tecnologias selecionadas foram, então, classificadas em dois focos hierárquicos de desenvolvimento, um primário e um secundário. Os focos primários de desenvolvimento estabeleceram as classes de tecnologias de produto, de processo e de serviço, respectivamente. Os focos secundários estabeleceram sub-grupos dos focos primários por segmentos de aplicação. Através desta estruturação em focos de desenvolvimento primários e secundários, estabeleceu-se uma ordenação das tecnologias em setores de aplicação, de tal modo que se pôde construir uma condição de comparação de desempenho entre elas.

Todas as tecnologias selecionadas foram também analisadas sob diferentes aspectos, tais como nacionalidade de tecnologia, seu potencial de desenvolvimento naquele foco específico de aplicação proposto, identificação dos mercados potenciais de aplicação das tecnologias,

identificação das instituições mais ligadas àquele desenvolvimento tecnológico potencial e identificação dos centros de referência onde aquele desenvolvimento ocorre ou pode ocorrer.

Finalmente, analisou-se o ciclo de desenvolvimento e de vida mais provável de cada tecnologia, naquele foco de aplicação proposto.

A análise do ciclo de vida, combinada com o mapeamento dos atributos da tecnologia, permitiu que se pudesse avaliar o desempenho da tecnologia na matriz de capacitação em dois momentos distintos: o momento presente e o momento futuro. Nesta dinamização da análise puderam-se verificar tendências de crescimento ou descendência tecnológica.

Nas seções seguintes, serão detalhadas todas estas fases do processo de mapeamento das tecnologias da indústria automobilística.

5.1 PRIMEIRO PASSO: A ESCOLHA DO SETOR AUTOMOTIVO PARA SELEÇÃO DE TECNOLOGIAS

A importância estratégica do setor automobilístico para o desenvolvimento industrial, em muitos países, advém das repercussões econômicas e tecnológicas que este setor industrial produz, afetando vários outros setores industriais coligados, tanto na condição de cliente importante em termos de volume de compra, como também na condição de agente propulsor de incrementos de produtividade e qualidade dos setores industriais a ele ligados, face à exigência imposta aos produtos adquiridos.

No aspecto da cadeia produtiva, a indústria automobilística apresenta uma ampla rede de interligação com uma série de fornecedores, como os segmentos produtores de metais,

plásticos, tecidos, materiais, elétricos e eletrônicos. Além disso, ela afeta também uma ampla cadeia de atividades comerciais e de serviços.

No aspecto da gestão, o setor automobilístico vem promovendo há alguns anos uma profunda reestruturação organizacional-gerencial das suas indústrias, com a introdução de modernos métodos de gestão e de controle da qualidade de produtos, que tem resultado num significativo aumento da produtividade da força de trabalho.

Ao mesmo tempo, no que se refere aos aspectos da manufatura, vem ocorrendo no setor automotivo um processo de recuperação significativa do atraso tecnológico acumulado em anos anteriores.

Mesmo que algumas vezes baseado na terceirização, o aumento da escala produtiva provoca impactos positivos na escala de serviços, nos concessionários, nos financiamentos, nos serviços logísticos e nos serviços de abastecimento, entre outros.

Todo este contexto de movimento em direção à modernidade e ao aumento de produtividade, capacitando-o a competir nos mercados nacional e internacional, de implantação de critérios severos de desempenho em qualidade, de conexão com vários outros setores industriais de manufatura e da cadeia de atividades comerciais e de serviços, de reestruturação organizacional-gerencial e de aumento de escala, onde a tecnologia é o vetor-chave para realização destes processos, torna o setor automobilístico um ambiente muito interessante para a análise da matriz de decisão para capacitação tecnológica.

O grau de atratividade do setor automotivo e de suas tecnologias para aplicação da matriz de capacitação é engrandecido quando são analisadas as ações setoriais da política industrial tecnológica do Governo para aumento da competitividade da indústria brasileira, voltadas a este setor [⁶⁴]:

- Prover os meios para a ocorrência do desenvolvimento tecnológico do setor automotivo no Brasil, para permitir a incorporação desse conhecimento à cadeia produtiva nacional.
- Prover um elo entre montadoras e autopeças, que proporcione o fortalecimento e desenvolvimento tecnológico deste setor.
- Propiciar a implementação no Brasil das duas melhores práticas mundiais, que são os processos de “co-design”, quando o projeto é desenvolvido em conjunto entre montadoras e fabricantes de autopeças, e de desverticalização, onde ocorre a tendência de deslocamento da fabricação e das operações de submontagem para o setor de autopeças.
- Desenvolver ações que propiciem a melhoria da tecnologia de processo, particularmente com o incremento da automação em atividades insalubres, como pintura e solda.
- No âmbito da tecnologia de produto deverão ser providas condições para que o Brasil se torne competitivo dentro das corporações para absorver projetos novos.

- Um aspecto a merecer a atenção do governo deverá ser o da implantação de bases produtivas para exportação, com o fornecimento de toda a estrutura tecnológica para tanto, particularmente nos subfornecedores.
- A segurança veicular deverá ser acompanhada de forma permanente, incorporando-se, via regulamentação técnica, as exigências de padrões de segurança comprovadas e viáveis em termos mundiais para os veículos novos e fiscalizando-se de forma permanente os veículos em circulação para manutenção de suas características originais ao longo de sua vida útil.

Como se vê, as ações setoriais do Governo para aumento da competitividade do setor automotivo relacionam um conjunto de ações estratégicas voltadas às tecnologias de produto, de processo e de serviços, incluindo-se gestão administrativa.

O que se verifica, portanto, é que a tecnologia no setor automotivo é ao mesmo tempo vetor para o desenvolvimento e para o aumento de produtividade, e também a ferramenta através da qual ações estratégicas governamentais são implementadas.

Finalmente, a superposição das tecnologias da indústria automotiva com outros setores industriais também é um aspecto que fortaleceu a escolha das tecnologias do setor automobilístico para aplicação da matriz de capacitação tecnológica proposta neste trabalho. As tecnologias da indústria automobilística têm a qualidade de poderem ser aplicadas em vários outros setores econômicos, como, por exemplo, na indústria naval, na indústria

aeronáutica, na indústria de materiais ou nos setores de prestação de serviços relacionados ao desenvolvimento de produtos, à logística ou à qualidade.

O foco fundamental deste trabalho está na análise da tecnologia em si, e não na análise do setor automotivo. É a tecnologia de produto, de processo ou de serviço aplicada ao setor automobilístico que será selecionada, classificada, mapeada e submetida à avaliação pela matriz de decisão para capacitação. Não serão discutidas neste trabalho, portanto, a necessidade de incentivos ou a demanda de ações estratégicas governamentais para o setor automotivo como um todo.

5.2 SEGUNDO PASSO: LEVANTAMENTO E CLASSIFICAÇÃO DAS TECNOLOGIAS

As tecnologias selecionadas foram inicialmente classificadas segundo dois focos de desenvolvimento. Os focos primários de desenvolvimento estabeleceram grupos de tecnologias nas classes de tecnologias de produto, de processo e de serviço, respectivamente. Os focos secundários de desenvolvimento estabeleceram subgrupos dos grupos principais, de modo a estruturar os setores tecnológicos ligados a eles.

O Quadro 46 mostra, como exemplo, a classificação das tecnologias de combustível.

Quadro 46: Tecnologias de combustível – Foco Primário: Produtos - Motores; Foco secundário: Combustível

As tecnologias “Motor a álcool”, “Motor flexível”, “Célula de combustível”, “Biodiesel” e “Motor a gás” foram agrupadas no subgrupo de tecnologias de combustível (foco secundário). Por sua vez, o subgrupo de tecnologias de combustível foi alocado sob o foco primário “Tecnologias de Produto – Motores”.

A estruturação das tecnologias nos focos de desenvolvimento primários e secundários permitiu uma ordenação das tecnologias selecionadas em setores específicos, de tal modo que, por ocuparem uma mesma família funcional, fosse possível a comparação de desempenho das tecnologias pertencentes a um mesmo foco secundário na matriz de capacitação tecnológica.

Esta possibilidade de comparação de desempenho de tecnologias correlatas na matriz de capacitação atribuiu ao processo de decisão um elemento de desempenho relativo, além da possibilidade de mensuração do desempenho absoluto de determinada tecnologia. Isso agregou valor analítico a todo o processo de decisão para capacitação tecnológica, propiciado pela matriz.

Quatrocentos e sete tecnologias foram selecionadas e classificadas entre três focos primários e cinquenta e cinco focos secundários de desenvolvimento.

Na Tabela 17 são apresentados os treze focos secundários das tecnologias de produtos, incluindo as classes de tecnologias relacionadas a cabinas, câmbio, chassis e sistemas, eixo dianteiro, eixo traseiro e motor:

Foco Primário	Foco Secundário
Tecnologia de Produtos	
	Cabina - Acabamento
	Cabina - Estrutura
	Câmbio
	Chassis e Sistemas - Conjuntos
	Chassis e Sistemas - Sistemas
	Eixo Dianteiro
	Eixo Traseiro
	Motor - 5C
	Motor - Bombas
	Motor - Combustível
	Motor - Miscelâneas
	Motor - Montagem
	Motor - Sistema de tratamento de emissão

Tabela 17: Focos de desenvolvimento das “Tecnologias de Produtos”

Na Tabela 18 são apresentados os vinte e oito focos secundários das tecnologias de processos, incluindo as classes de tecnologias voltadas a conformação mecânica, gestão da manufatura, limpeza e rebarbação, medição, testes e asseguramento da qualidade, meios e métodos de transporte e armazenamento, montagem, pintura, processos de fabricação com materiais alternativos, soldagem, tratamento superficial, tratamento térmico, usinagem convencional e usinagem não convencional:

Foco Primário	Foco Secundário
Tecnologia de Processos	Conformação Mecânica - Chapa Conformação Mecânica - Outros Gestão da Manufatura Limpeza e Rebarbação Medição, Testes e Asseguramento de Qualidade - Ensaios Medição, Testes e Asseguramento de Qualidade - Geral Medição, Testes e Asseguramento de Qualidade - Medição Medição, Testes e Asseguramento de Qualidade - Teste Meios e Métodos de Transporte e Armazenamento Montagem - Fixação Montagem - Montagem Montagem - Outras Pintura - Controle Pintura - Tinta Pintura - Tratamento/Secagem Processos de Fabricação com Materiais Alternativo Processos de Modelação, Prototipagem e Ferramenta Soldagem - Geração 1 Soldagem - Geração 2 Tratamento Superficial - Preparação Tratamento Superficial - Proteção Tratamento Térmico - Estruturação Tratamento Térmico - Têmpera Usinagem Convencional - Acabamento Usinagem Convencional - Ferramental Usinagem Convencional - Máquina Acabamento Usinagem Convencional - Máquina Desbaste Usinagem Não Convencional

Tabela 18: Focos de desenvolvimento das “Tecnologias de Processos”

Na Tabela 19 são apresentados os quatorze focos secundários das tecnologias de serviços, incluindo as classes de tecnologias relacionadas a automação industrial, logística e abastecimento da produção, medição, controle e comunicação, planejamento estratégico, qualidade, sistemas baseados em mainframe, sistemas EDM e CPDM, software e hardware para microinformática e tecnologias de infra-estrutura e manutenção:

Foco Primário	Foco Secundário
Tecnologia de Serviços	Automação Industrial Informatização do Chão de Fábrica Logística e Abastecimento da Produção - Externa Logística e Abastecimento da Produção - Interna Logística e Abastecimento da Produção - Modelo Logística e Abastecimento da Produção - Sistemas Medição, Controle e Comunicação Planejamento Estratégico Qualidade Sistemas Baseados em Mainframe Sistemas EDM e CPDM - Operação Sistemas EDM e CPDM - Simulação Software e Hardware para Microinformática Tecnologias de Infraestrutura e Manutenção

Tabela 19: Focos de desenvolvimento das “Tecnologias de Serviços”

5.3 TERCEIRO PASSO: ANÁLISE SISTÊMICA DAS TECNOLOGIAS: MAPAS TECNOLÓGICOS

Uma vez determinado o conjunto de tecnologias selecionadas para análise na matriz de capacitação tecnológica e definidos os focos primário e secundário de classificação, partiu-se para uma análise sistêmica de alguns atributos específicos relacionados àquelas tecnologias.

O objetivo desta avaliação sistêmica preliminar foi o de levantar algumas características das tecnologias selecionadas, de tal modo que esta caracterização pudesse proporcionar o embasamento necessário para as avaliações destas tecnologias na matriz de capacitação, quando submetidas aos seus critérios de avaliação de desempenho, nas duas dimensões da matriz.

Foram analisados os seguintes aspectos das tecnologias:

- Nacionalidade da tecnologia: verificação da origem do desenvolvimento da tecnologia selecionada, classificando-as entre tecnologias nacionais ou tecnologias importadas.
- Potencial de desenvolvimento da tecnologia naquele foco específico de aplicação proposto: identificação do potencial efetivo de desenvolvimento e aplicação daquela tecnologia, no foco de aplicação específico sob o qual a tecnologia seria avaliada na matriz, classificando-as entre tecnologias com alto potencial de desenvolvimento e aplicação, médio potencial de desenvolvimento e aplicação e baixo potencial de desenvolvimento e aplicação.
- Identificação dos mercados potenciais de aplicação das tecnologias: identificação dos mercados mais prováveis de aplicação das tecnologias selecionadas, nos focos de aplicação específicos, classificando-as entre tecnologias a serem aplicadas no mercado interno, tecnologias a serem exportadas para o mercado externo ou tecnologias a serem aplicadas em ambos os mercados.
- Identificação das instituições mais ligadas àquele desenvolvimento tecnológico potencial: classificação entre tecnologias desenvolvidas, sobretudo, em indústrias, tecnologias desenvolvidas em universidades ou tecnologias desenvolvidas em conjunto por empresas e universidades, em arranjos para o desenvolvimento.

- Identificação dos centros de referência onde aquele desenvolvimento ocorre ou pode ocorrer: identificação da universidade, centro de pesquisa ou indústria que seja referência no desenvolvimento de determinada tecnologia, onde couber.

Na análise sistêmica das tecnologias, segundo esses aspectos tecnológicos, será obedecida a seguinte legenda (Tabela 20):

Foco de Desenvolvimento	Nome	Foco	Nac.?	Pot.	Aplic.	Onde?	Instituição de referência
Nome do foco de desenvolvimento	Nome da tecnologia	Foco de aplicação da tecnologia	✓	↓	MI	I	Nome da instituição de referência no desenvolvimento da tecnologia
			sim	baixo	mercado interno	indústria	
				↔	ME	U	
			✗	médio	mercado externo	universidade	
			não	↗	MI/ME	I/U	
				alto	ambos	ambos	

Tabela 20: Legenda para a análise sistêmica das tecnologias da indústria automobilística

5.3.1 Análise sistêmica das tecnologias – Tecnologias de Produto

As avaliações sistêmicas das tecnologias de produto são apresentadas da Tabela 21 à Tabela 33:

Foco de Desenvolvimento	Nome	Foco	Nac.?	Pot.	Aplic.	Onde?	Instituição de referência
Câmbio	Câmbio - Acionamento	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	✗	↓	MI	I	
Câmbio	Câmbio - Caixa	Lubrificantes naturais (Castanha, soja, mamona, etc..)	✗	↗	MI/ME	I	
Câmbio	Câmbio - Engrenagens	Desenvolvimento de engrenagens dentes fundidos	✗	↔	MI/ME	I	
Câmbio	Direção - Acionamento	acionamento wireless	✗	↓	MI	I	
Câmbio	Direção - Caixa	acionamento wireless	✗	↓	MI	I	

Tabela 21: Visão sistêmica - Tecnologias de Produto - Câmbio

Foco de Desenvolvimento	Nome	Foco	Nac.?	Pot.	Aplic.	Onde?	Instituição de referência
Eixo Dianteiro	Eixo Conduzido	Eixos para mercados emergentes e implementos	✗	↔	MI/ME	I	
Eixo Dianteiro	Eixo Dianteiro - Freio eletro - mecânico	Freio com alto nível de acionamento e aquecimento	✓	↓	MI	I	
Eixo Dianteiro	Eixo Dianteiro	Eixo estampado em substituição ao fundido	✗	↗	MI	I	
Eixo Dianteiro	Eixo Dianteiro - duplo Tracionado	Aplicação para off-road	✗	↗	MI	I	
Eixo Dianteiro	Eixo Dianteiro - Manga	Substituição de forjado por solda a indução	✗	↗	MI	I	
Eixo Dianteiro	Eixo Dianteiro - Freio sapata de aço	Freio com sapata de aço em substituição a lona	✗	↔	MI	I	
Eixo Dianteiro	Eixo Dianteiro - Duplo	Aplicação para off-road	✗	↗	MI	I	
Eixo Dianteiro	Eixo Dianteiro - Viga	Substituição do forjado do cubo para solda a fricção	✗	↓	MI	I	
Eixo Dianteiro	Eixo Dianteiro - Manga	Substituição do forjado para o cone por solda a fricção	✗	↓	MI	I	

Tabela 22: Visão sistêmica - Tecnologias de Produto - Eixo Dianteiro

Foco de Desenvolvimento	Nome	Foco	Nac.?	Pot.	Aplic.	Onde?	Instituição de referência
Eixo Traseiro	Eixo Traseiro - Freio eletro - mecânico	Freio com alto nível de acionamento e aquecimento	✗	↓	MI	I	
Eixo Traseiro	Eixo Traseiro - coroa e pinhão	Forjamento com formação parcial dos dentes da coroa	✗	↗	MI	I	
Eixo Traseiro	Eixo Traseiro - engrenagens da caixa diferencial	Forjamento com formação de dentes das engrenagens	✗	↗	MI	I	
Eixo Traseiro	Eixo Traseiro - cruzeta	Substituição da cruzeta por pinos montados	✗	↗	MI	I	
Eixo Traseiro	Eixo Traseiro - semi-eixo	Substituição do forjado para a flange por solda a fricção	✗	↗	MI	I	
Eixo Traseiro	Eixo Traseiro - caixa satélite	Substituição da caixa bi-partida pela caixa com chato	✗	↔	MI	I	

Tabela 23: Visão sistêmica - Tecnologias de Produto - Eixo Traseiro

Foco de Desenvolvimento	Nome	Foco	Nac.?	Pot.	Aplic.	Onde?	Instituição de referência
Motor - 5C	Motor - Carcaça/cabeçote do motor	Utilização de material vermicular (atual cinzento)	✗	↔	MI/ME	I	
Motor - 5C	Motor - Eixo Comando	Eixo central usinado com cames montados por CNC	✗	↔	MI/ME	I	
Motor - 5C	Motor - Eixo Comando	Eixos usinados a partir de barra laminada	✗	↔	MI/ME	I	
Motor - 5C	Motor - Biela	Biela craqueada a laser	✗	↓	MI/ME	I	
Motor - 5C	Motor - Virabrequim	Aplicação da tecnologia de virabrequim em ferro fundido	✗	↔	MI/ME	I	

Tabela 24: Visão sistêmica - Tecnologias de Produto – Motor - 5C's

Foco de Desenvolvimento	Nome	Foco	Nac.?	Pot.	Aplic.	Onde?	Instituição de referência
Motor - Bombas	Motor - Equipamento elétrico do motor	Motor com baixo consumo de energia elétrica	✗	⇓	MI	I	
Motor - Bombas	Motor - Bomba de óleo e tubulação de lubrificação	Aplicação para alta pressão	✗	⇓	MI	I	
Motor - Bombas	Motor - Bomba injetora	Bomba injetora com common rail	✗	⇓	MI	I	
Motor - Bombas	Motor-Commonrail	Sistema de compressão do combustível do motor	✗	⇓	MI	I	
Motor - Bombas	Motor - Tubulação de combustível	Contendo filtro de combustível integrado ao tubo	✗	⇓	MI	I	

Tabela 25: Visão sistêmica - Tecnologias de Produto - Motor - Bombas

Foco de Desenvolvimento	Nome	Foco	Nac.?	Pot.	Aplic.	Onde?	Instituição de referência
Motor - Combustível	Motor-Álcool	Combustível alternativo total ou parcial para motor	✓	↔	MI/ME	I	
Motor - Combustível	Motor-Flex-cell	Combustível alternativo diesel e gás	✓	↗	MI/ME	I	
Motor - Combustível	Motor-Célula de combustível	Combustível alternativo	✗	⇓	MI/ME	I	
Motor - Combustível	Motor-Biodiesel	Combustível alternativo total ou parcial para motor	✓	↗	MI/ME	I	
Motor - Combustível	Motor-Motor a gás	Combustível alternativo	✗	↗	MI/ME	I	

Tabela 26: Visão sistêmica - Tecnologias de Produto - Motor - Combustível

Foco de Desenvolvimento	Nome	Foco	Nac.?	Pot.	Aplic.	Onde?	Instituição de referência
Motor - Miscelâneas	Motor - Coletor de escapamento e admissão	Coletor de admissão em plástico	✗	↔	MI/ME	I	
Motor - Miscelâneas	Motor - Filtros de óleo e combustível	Elementos filtrantes a base de fibras naturais	✗	↗	MI/ME	I	
Motor - Miscelâneas	Motor - Varetas e Tuchos	Conformação de varetas à frio, com TTS	✗	↔	MI	I	

Tabela 27: Visão sistêmica - Tecnologias de Produto – Motor - Miscelâneas

Foco de Desenvolvimento	Nome	Foco	Nac.?	Pot.	Aplic.	Onde?	Instituição de referência
Motor - Sistema de tratamento de emissão	Motor-EGR	Sistema de coletor com reciclagem do gás	✗	↓	MI	I	
Motor - Sistema de tratamento de emissão	Motor-SCR (uréia)	Sistema de tratamento para gás utilizando urea	✗	↓	MI	I	
Motor - Sistema de tratamento de emissão	Motor-Diesel Particulate Filter	Tratamento para gás para material em suspensão	✗	↓	MI	I	

Tabela 28: Visão sistêmica - Tecnologias de Produto - Motor Sistema de Tratamento de Emissão

Foco de Desenvolvimento	Nome	Foco	Nac.?	Pot.	Aplic.	Onde?	Instituição de referência
Motor - Montagem	Motor - Fixação	Fixação com amortecimento eletrônico	✗	↓	MI	I	
Motor - Montagem	Motor - Juntas	Juntas de fibras naturais	✗	↗	MI/ME	I	
Motor - Montagem	Motor - Refrigeração do motor	Refrigeração com óleo vegetal ecológico	✗	↓	MI	I	
Motor - Montagem	Motor - Regulador e medidor de rotação	Associado ao gerenciador de consumo de combustível	✗	↓	MI	I	

Tabela 29: Visão sistêmica - Tecnologias de Produto - Motor - Montagem

Foco de Desenvolvimento	Nome	Foco	Nac.?	Pot.	Aplic.	Onde?	Instituição de referência
Chassis e Sistemas Conjuntos	Cardan	Novas ligas metálicas mais leves e resistentes	✓	↓	MI/ME	I	Dana Albarus
Chassis e Sistemas Conjuntos	Filtros de ar	Elementos filtrantes a base de fibras naturais	✗	↔	MI/ME	I/U	Mann; Fram
Chassis e Sistemas Conjuntos	Pedaleira	Pedaleiras eletrônicas	✗	↓	MI/ME	I/U	Siemens-VDO
Chassis e Sistemas Conjuntos	Pneus	Novas ligas (base: estrutura bio-molecular dos anfíbios)	✓	↔	MI/ME	I/U	Pirelli; Goodyear; Continental; Michelin
Chassis e Sistemas Conjuntos	Quadro	Geometria com elementos finitos, processo para dobras	✓	↔	MI/ME	I	Maxion; Dana
Chassis e Sistemas Conjuntos	Quadro	Projeto da geometria segmentado/modular	✓	↔	MI/ME	I	Maxion; Dana
Chassis e Sistemas Conjuntos	Rodas	Novas ligas metálicas mais leves e resistentes	✓	↔	MI/ME	I	

Tabela 30: Visão sistêmica - Tecnologias de Produto - Chassis e Sistemas - Conjuntos

Foco de Desenvolvimento	Nome	Foco	Nac.?	Pot.	Aplic.	Onde?	Instituição de referência
Chassis e Sistemas - Sistemas	Sistema de arrefecimento	Novas ligas metálicas e fluidos dos radiadores	✓	↔	MI/ME	I	Behr; Valeo
Chassis e Sistemas - Sistemas	Sistema de combustível (tanques; bóias)	Fibras sintéticas para flexibilidade geométrica e controle	✓	↔	MI/ME	I	Unipac; Bepo
Chassis e Sistemas - Sistemas	Sistema de escapamento	Fibras naturais e cerâmica para ampliar a durabilidade	✓	↔	MI/ME	U	Universidade Federal do Pará
Chassis e Sistemas - Sistemas	Sistema de freios	Gerenciamento wireless	✗	↓	MI	I	
Chassis e Sistemas - Sistemas	Sistemas elétricos	Sistemas multiplex, centrais elétricas de controle	✓	↗	MI/ME	I	Magneti-Marelli; Siemens-VDO; Visteon
Chassis e Sistemas - Sistemas	Suspensão da cabina	Novas geometria e elementos com foco em conforto	✗	↔	MI	I	Sachs
Chassis e Sistemas - Sistemas	Suspensão primária	Novas ligas metálicas e geometria da mola	✓	↔	MI/ME	I	Thyssen-Krupp; Rassini; Suspensys

Tabela 31: Visão sistêmica - Tecnologias de Produto - Chassis e Sistemas - Sistemas

Foco de Desenvolvimento	Nome	Foco	Nac.?	Pot.	Aplic.	Onde?	Instituição de referência
Cabina - Acabamento	Acabamentos externos (estribos; revestimentos)	Plástico ou Fibras naturais (curauá)	✓	↗	MI/ME	I/U	Universidade Federal do Pará
Cabina - Acabamento	Bancos	Fibras naturais (coco)	✓	↗	MI/ME	I	
Cabina - Acabamento	Climatização e Ar-condicionado	Sistemas de otimização de consumo	✓	↔	MI/ME	I	
Cabina - Acabamento	Dashboard	Fibras naturais (curauá)	✗	↔	MI	I	
Cabina - Acabamento	Equipamentos de segurança	Barras proteção fibras sintéticas	✗	↔	MI/ME	I	
Cabina - Acabamento	Espelhos retrovisores	Material reflexivo p/ substituir o cromo; Monitor plástico	✗	↔	MI/ME	I	
Cabina - Acabamento	Mantas e isolações	Fibras naturais	✓	↗	MI/ME	I	
Cabina - Acabamento	Revestimentos internos	Fibras naturais (coco, curauá)	✓	↗	MI/ME	I/U	Universidade Federal do Pará
Cabina - Acabamento	Tapetes	Fibras naturais (coco, curauá)	✓	↗	MI/ME	I/U	Universidade Federal do Pará
Cabina - Acabamento	Vidros	Novas tecnologia de reciclagem do vidro	✓	↔	MI	I	

Tabela 32: Visão sistêmica - Tecnologias de Produto - Cabina - Acabamento

Foco de Desenvolvimento	Nome	Foco	Nac.?	Pot.	Aplic.	Onde?	Instituição de referência
Cabina - Estrutura	Geometria - Estruturas	Novos materiais (não metálicos)	✗	↗	MI/ME	I/U	UFSC, USP
Cabina - Estrutura	Geometria - Fixações	Novos materias (látex, adesivos)	✓	↗	MI/ME	I/U	UFSC, USP
Cabina - Estrutura	Geometria - Paredes, Tetos e Portas	Novos materiais (não metá; fibras)	✓	↗	MI/ME	I	
Cabina - Estrutura	Iluminação externa (faróis e lanternas)	Sistemas microeletrônicos	✗	↓	MI	I/U	Poli - USP
Cabina - Estrutura	Iluminação interna	Sistemas microeletrônicos	✗	↓	MI	I/U	Poli - USP
Cabina - Estrutura	Lateral de porta	Fibras naturais	✓	↗	MI/ME	I	
Cabina - Estrutura	Pára-choque	Plástico ou Fibras naturais	✓	↗	MI/ME	I/U	UNICAMP

Tabela 33: Visão sistêmica - Tecnologias de Produto - Cabina - Estrutura

5.3.2 Análise sistêmica das tecnologias – Tecnologias de Processo

As avaliações sistêmicas das tecnologias de processo são apresentadas da Tabela 34 à Tabela 60:

Foco de Desenvolvimento	Nome	Foco	Nac.?	Pot.	Aplic.	Onde?	Instituição de referência
Conformação Mecânica - Chapa	Conformação a Vácuo	Novos materiais (Resina ecologica - biodegradável)	✗	↔	MI/ME	I	
Conformação Mecânica - Chapa	Dobramento/Curvamento	Desenvolvimento da microconformação	✓	↗	MI/ME	I	
Conformação Mecânica - Chapa	Laminação	Com chapa pintada	✗	↔	MI/ME	I	
Conformação Mecânica - Chapa	Tailored Blank (Solda de chapas de espessuras diferentes)	Tecnologia para melhoria ambiental e redução de peso	✓	↗	MI/ME	I/U	Universidade de Uberlandia
Conformação Mecânica - Chapa	Estampagem	Economia através da estampagem do blank na fonte	✓	↗	MI/ME	I	
Conformação Mecânica - Chapa	Estampagem de chapas duplas	Tecnologia para redução de ruído e melhoria ambiental	✓	↔	MI/ME	I/U	UFSC - Universidade Federal de São Carlos

Tabela 34: Visão sistêmica - Tecnologias de Processo - Conformação mecânica - Chapa

Foco de Desenvolvimento	Nome	Foco	Nac.?	Pot.	Aplic.	Onde?	Instituição de referência
Conformação Mecânica - Outros	Forjamento	Sinergia com Forjamento, Extrusão e novos materiais	✓	↗	MI/ME	I/U	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Conformação Mecânica - Outros	Endireitamento	Com alta precisão	✓	↓	MI	I	
Conformação Mecânica - Outros	Furação por escoamento (Flow Drill)	Aprimoramento do flow-drill e desenvolvimento de testes	✓	↗	MI/ME	I/U	UFSC - Universidade Federal de São Carlos
Conformação Mecânica - Outros	Near Net Shape	Expansão da aplicação do processo	✗	↗	MI/ME	I	
Conformação Mecânica - Outros	Ponto cravado (Tox)	Aprimoramento do processo	✗	↔	MI	I/U	Universidade de Uberlândia
Conformação Mecânica - Outros	Quebra (craqueamento)	Aprimoramento da tecnologia de craqueamento	✓	↔	MI/ME	I/U	UFSC - Universidade Federal de São Carlos
Conformação Mecânica - Outros	Rosqueamento por laminação	Laminação a seco	✓	↓	MI	I	
Conformação Mecânica - Outros	Trefilação	Trefilação de alta precisão	✓	↓	MI	I	

Tabela 35: Visão sistêmica - Tecnologias de Processo - Conformação mecânica - Outros

Foco de Desenvolvimento	Nome	Foco	Nac.?	Pot.	Aplic.	Onde?	Instituição de referência
Limpeza e Rebarbação	Limpeza e Rebarbação	Melhoria nas condições de trabalho e saúde do trabalhador	✓	↔	MI	I/U	UFSC, USP
Limpeza e Rebarbação	Escovamento	Melhoria nas condições de trabalho e saúde do trabalhador	✗	↓	MI	I/U	UFSC, USP
Limpeza e Rebarbação	Jateamento	Com encruamento controlado	✓	↓	MI	I/U	UFSC - Universidade Federal de São Carlos , UNICAMP
Limpeza e Rebarbação	Lavagem a frio	Lavagem com sistema ecológico	✓	↓	MI	I/U	UFSC - Universidade Federal de São Carlos , UNICAMP
Limpeza e Rebarbação	Lavagem a quente	Lavagem com sistema ecológico	✓	↓	MI	I/U	UFSC - Universidade Federal de São Carlos , UNICAMP
Limpeza e Rebarbação	Limpeza por jato d'água	Lavagem com sistema ecológico	✓	↓	MI	I/U	UFSC - Universidade Federal de São Carlos , UNICAMP
Limpeza e Rebarbação	Lixamento	Lixamento com controle de espessura	✓	↓	MI	I/U	UFSC - Universidade Federal de São Carlos , UNICAMP
Limpeza e Rebarbação	Rebarbação eletrolítica	Rebarbação eletrolítica e lavagem combinada	✓	↔	MI	I/U	UFSC - Universidade Federal de São Carlos , UNICAMP
Limpeza e Rebarbação	Rebarbação mecânica	Rebarbação mecânica com equipamento CNC	✓	↓	MI	I/U	UFSC - Universidade Federal de São Carlos , UNICAMP
Limpeza e Rebarbação	Rebarbação por Explosão	Rebarbação eletrolítica e lavagem combinada	✗	↔	MI	I/U	UFSC - Universidade Federal de São Carlos , UNICAMP

Tabela 36: Visão sistêmica - Tecnologias de Processo - Limpeza e rebarbação

Foco de Desenvolvimento	Nome	Foco	Nac.?	Pot.	Aplic.	Onde?	Instituição de referência
Medição, Testes e Asseguramento de Qualidade - Geral	Análise de vibração para manutenção de máquinas	Análise de vibração associada a rede de manutenção	✗	↗	MI	I	
Medição, Testes e Asseguramento de Qualidade - Geral	Digitalização de imagens	Geração de dimensões para rastreabilidade	✗	↔	MI	I	
Medição, Testes e Asseguramento de Qualidade - Geral	Correlação de dados	Definição de parâmetros para montagens	✗	↗	MI	I	Siemens-VDO, Rockwell
Medição, Testes e Asseguramento de Qualidade - Geral	Copiadora	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	✗	↗	MI	I	
Medição, Testes e Asseguramento de Qualidade - Geral	Classificação de bicos injetores para montagem	Definição de parâmetros para montagens	✗	↔	MI	I	Bosch
Medição, Testes e Asseguramento de Qualidade - Geral	Câmaras de ensaios climáticos/ruídos	Ensaio em cabinas	✗	↓	MI/ME	I	
Medição, Testes e Asseguramento de Qualidade - Geral	Câmara quente e frio	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	✗	↓	MI/ME	I	
Medição, Testes e Asseguramento de Qualidade - Geral	Avaliações através de Ultrassom	Análise de vibração associada a rede de manutenção	✗	↔	MI/ME	I	
Medição, Testes e Asseguramento de Qualidade - Geral	Acoplamento eletromagnético	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	✗	↔	MI/ME	I	
Medição, Testes e Asseguramento de Qualidade - Geral	Emissão óptica	Controle de processo	✗	↔	MI	I	
Medição, Testes e Asseguramento de Qualidade - Geral	Câmara para ensaios eletromagnéticos	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	✗	↔	MI/ME	I	
Medição, Testes e Asseguramento de Qualidade - Geral	Medição, Testes e Asseguramento de Qualidade	Desenvolvimento de processos micro-informatizados	✗	↔	MI/ME	U	UFSC, USP

Tabela 37: Visão sistêmica - Tecnologias de Processo - Medição, testes e garantia da qualidade - Geral

Foco de Desenvolvimento	Nome	Foco	Nac.?	Pot.	Aplic.	Onde?	Instituição de referência
Medição, Testes e Asseguramento de Qualidade - Ensaios	Ensaios	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	✗	↔	MI	I	
Medição, Testes e Asseguramento de Qualidade - Ensaios	Ensaios de Raio X por Fluoroscopia	Para controle de trincas em peças	✗	↓	MI	I/U	UFSC - Universidade Federal de São Carlos , USP
Medição, Testes e Asseguramento de Qualidade - Ensaios	Ensaios por ataque radioativo (Triton)	Para controle de trincas em peças	✗	↗	MI	I/U	UFSC, USP
Medição, Testes e Asseguramento de Qualidade - Ensaios	Ensaios por emissões gasosas	Para controle de trincas em peças	✗	↗	MI/ME	I/U	UFSC, USP
Medição, Testes e Asseguramento de Qualidade - Ensaios	Ensaios transientes altamente dinâmicos	Para controle de motores e eixos	✗	↗	MI/ME	I	-
Medição, Testes e Asseguramento de Qualidade - Ensaios	Espectrometria por Infra-Vermelho	Sistema de peças para alta confiabilidade	✗	↗	MI/ME	I	-
Medição, Testes e Asseguramento de Qualidade - Ensaios	Inspeção de solda por ultra-som in process	Sistema de peças para alta confiabilidade	✗	↗	MI/ME	I/U	Universidade de Uberlândia
Medição, Testes e Asseguramento de Qualidade - Ensaios	Inspeção por Plasma	Sistema de peças para alta confiabilidade	✗	↓	MI/ME	I/U	UFSC - Universidade Federal de São Carlos , USP
Medição, Testes e Asseguramento de Qualidade - Ensaios	Inspeção por raios X	Sistema de peças para alta confiabilidade	✗	↓	MI/ME	I/U	CERTI Santa Catarina;

Tabela 38: Visão sistêmica - Tecnologias de Processo - Medição, testes e garantia da qualidade - Ensaios

Foco de Desenvolvimento	Nome	Foco	Nac.?	Pot.	Aplic.	Onde?	Instituição de referência
Medição, Testes e Asseguramento de Qualidade - Medição	Medição a LASER in process	Controle de medição em processo	✗	↗	MI/ME	I/U	CERTI Santa Catarina;
Medição, Testes e Asseguramento de Qualidade - Medição	Medição de erro de forma	Controle de medição em processo	✗	↓	MI/ME	I/U	CERTI Santa Catarina;
Medição, Testes e Asseguramento de Qualidade - Medição	Medição de rugosidade convencional	Controle de medição em processo	✗	↔	MI/ME	I/U	CERTI Santa Catarina;
Medição, Testes e Asseguramento de Qualidade - Medição	Medição em 3D	Medição em cabinas	✗	↓	MI/ME	I/U	CERTI Santa Catarina;
Medição, Testes e Asseguramento de Qualidade - Medição	Medição por Gauges pneumáticos	Controle de medição em processo	✗	↔	MI/ME	I	-
Medição, Testes e Asseguramento de Qualidade - Medição	Microscopia eletrônica por varredura ambiental	Medição em cabinas	✗	↓	MI/ME	I/U	CERTI Santa Catarina;
Medição, Testes e Asseguramento de Qualidade - Medição	Parametrização e diagnose de eletrônica veicular	Gerenciamento do veículo	✗	↓	MI/ME	I/U	CERTI Santa Catarina; UNIC AMP
Medição, Testes e Asseguramento de Qualidade - Medição	Pesagem e classificação conv. de bielas in process	Balanceamento no funcionamento do motor	✗	↗	MI	I	Mahle

Tabela 39: Visão sistêmica - Tecnologias de Processo - Medição, testes e garantia da qualidade - Medição

Foco de Desenvolvimento	Nome	Foco	Nac.?	Pot.	Aplic.	Onde?	Instituição de referência
Medição, Testes e Asseguramento de Qualidade - Teste	Teste a frio de motores	Controle da produção	×	↓	MI/ME	I	ABB
Medição, Testes e Asseguramento de Qualidade - Teste	Transmissão de dados via Internet	Gerenciamento on line do processo	×	↗	MI/ME	I/U	CERTI Santa Catarina;
Medição, Testes e Asseguramento de Qualidade - Teste	Teste de estanqueidade a seco	Confiabilidade de processo	×	↗	MI/ME	I	-
Medição, Testes e Asseguramento de Qualidade - Teste	Sistemas de medição a Laser	Foco em teste de funcionamentos dinâmicos	×	↓	MI/ME	I/U	CERTI Santa Catarina;
Medição, Testes e Asseguramento de Qualidade - Teste	Recepção/envio de dados por telemetria	Controle e diagnostico para manutenção	×	↔	MI/ME	I	-
Medição, Testes e Asseguramento de Qualidade - Teste	Psicoacústica	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	×	↔	MI/ME	I	-
Medição, Testes e Asseguramento de Qualidade - Teste	Pistas ensaio em campo veiculos experimentais	Expansão da aplicação de veículos	×	↗	MI	I	-
Medição, Testes e Asseguramento de Qualidade - Teste	Teste de motores em banco de provas	Confiabilidade de processo	×	↔	MI/ME	I/U	ABB, Escola de Engenharia Mauá

Tabela 40: Visão sistêmica - Tecnologias de Processo - Medição, testes e garantia da qualidade - Teste

Foco de Desenvolvimento	Nome	Foco	Nac.?	Pot.	Aplic.	Onde?	Instituição de referência
Meios e Métodos de Transporte e Armazenamento	Sistema automatizado para abastecimento de peças	Aumento da produtividade com foco na Mão de obra	✗	↗	MI/ME	I/U	UNICAMP
Meios e Métodos de Transporte e Armazenamento	AGVs	Aumento da produtividade com foco na Mão de obra	✗	↔	MI/ME	I	Passine, Siemens, Fata
Meios e Métodos de Transporte e Armazenamento	Veículos industriais	Aumento da produtividade com foco no tempo improdutivo	✗	↗	MI/ME	I/U	HISTER, Mitsubishi
Meios e Métodos de Transporte e Armazenamento	Transporte e armazenamento de cavacos	Aumento da produtividade com foco no tempo improdutivo	✗	↗	MI/ME	I/U	Mori-Seike, UNICAMP
Meios e Métodos de Transporte e Armazenamento	Transportadores contínuos	Aumento da produtividade com foco no tempo improdutivo	✗	↗	MI/ME	I/U	Laufen, GKW, Passine
Meios e Métodos de Transporte e Armazenamento	Meios e Métodos de Transporte e Armazenamento	Desenvolvimento da organização dos sistemas de logística	✗	↗	MI/ME	I/U	Creform, Passine
Meios e Métodos de Transporte e Armazenamento	Carrinhos manuais	Aumento da produtividade com foco no tempo improdutivo	✗	↗	MI/ME	I/U	Creform, Passine
Meios e Métodos de Transporte e Armazenamento	Equipamento de elevação e transporte fixos	Aumento da produtividade com foco na redução tempo	✗	↗	MI/ME	I/U	GKW, Passine
Meios e Métodos de Transporte e Armazenamento	Estruturas de estocagem	Aumento da produtividade com foco na área	✗	↗	MI/ME	I/U	GKW, LAUFEN

Tabela 41: Visão sistêmica - Tecnologias de Processo - Meios e métodos de transporte e armazenamento

Foco de Desenvolvimento	Nome	Foco	Nac.?	Pot.	Aplic.	Onde?	Instituição de referência
Montagem - Montagem	Colagem sem primer	Sistema de colagem de vidros dos veículos	✗	↓	MI/ME	I	BASF
Montagem - Montagem	Dosagem automática de fluidos com teste de estanqueidade	Sistema eletrônico de controle de dosagem	✗	↔	MI/ME	I	Deveilbes
Montagem - Montagem	Colagem automatizada a base de uretano	Sistema de colagem de vidros dos veículos	✗	↓	MI/ME	I	UFSC - Universidade Federal de São Carlos
Montagem - Montagem	Colagem & Adesivos	Novos materiais de colagem e adesivos	✗	↔	MI/ME	I/U	Universidade de Uberlândia
Montagem - Montagem	Montagem por interferência	Resfriamento e aquecimento ecologicamente orientados	✗	↔	MI/ME	I/U	USC - Universidade de Santa Catarina
Montagem - Montagem	Apertadeiras pneumáticas e elétricas	Sistemas eletrônicos para monitoramento de torque	✗	↔	MI/ME	I/U	Uryu, Atlas Copico
Montagem - Montagem	Abastecimento de Fluidos / Graxa	Equipamentos e máquinas automatizadas	✗	↔	MI/ME	I	Deveilbes
Montagem - Montagem	Montagem	Montagem, visão computacional, integração da fábrica	✗	↗	MI/ME	I	Rockwell, Siemens
Montagem - Montagem	Aplicação de cera	Aplicação de cera (Hot Melt) e ceras ecológicas	✗	↔	MI/ME	I	Basf

Tabela 42: Visão sistêmica - Tecnologias de Processo - Montagem - Montagem

Foco de Desenvolvimento	Nome	Foco	Nac.?	Pot.	Aplic.	Onde?	Instituição de referência
Montagem - Fixação	Parafusamento	Novos materiais de parafusos que amplie o torque aplicado	✓	↗	MI/ME	I	Atlas,
Montagem - Fixação	Porca Cravada	Redução de soldagem	✓	↓	MI/ME	I/U	Universidade de Uberlândia
Montagem - Fixação	Presilhamento	Materiais mais duradouros e resistentes	✓	↔	MI	I	Universidade de Uberlândia
Montagem - Fixação	Rebitagem	Redução de soldagem	✓	↓	MI	I/U	Universidade de Uberlândia
Montagem - Fixação	Rebitagem a frio de pinos roscados e porcas	Redução de soldagem	✓	↓	MI	I/U	Universidade de Uberlândia
Montagem - Fixação	Rebite cravado	Redução de soldagem	✓	↓	MI	I/U	Universidade de Uberlândia
Montagem - Fixação	Sistema de parafusamento auto-programável	Redução de soldagem	✗	↗	MI/ME	I/U	UFSC - Universidade Federal de São Carlos
Montagem - Fixação	Testes em Bancos de Provas de produto	Realização de testes eletrônicos através de simulação	✓	↗	MI/ME	I/U	USP (Pol); Escola de Engenharia Mauá
Montagem - Fixação	União por punctura	Ampliação da utilização da tecnologia no setor automotivo	✓	↔	MI/ME	I	UFSC - Universidade Federal de São Carlos
Montagem - Fixação	Utilização de parafuso lobular	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	✓	↓	MI/ME	I	-
Montagem - Fixação	Utilização de tubos polímeros (tecalon)	Desenvolvimento de um material que permita reciclagem	✓	↔	MI/ME	I/U	USP (Pol)

Tabela 43: Visão sistêmica - Tecnologias de Processo - Montagem - Fixação

Foco de Desenvolvimento	Nome	Foco	Nac.?	Pot.	Aplic.	Onde?	Instituição de referência
Montagem - Outras	Gravação por micropercussão	Nacionalização dos equipamentos para redução de custos	✗	↗	MI	I	
Montagem - Outras	Vedação por junta líquida a base de silicone	Materiais para substituir os materiais a base de silicone	✗	↗	MI/ME	I	
Montagem - Outras	Gravação com pasta corrosiva	Recursos ecológicos e de produtos naturais	✗	↗	MI	I	
Montagem - Outras	Gravação a laser	Nacionalização dos equipamentos para redução de custos	✗	↓	MI/ME	I	
Montagem - Outras	Monitoramento processo de fixação por rádio-frequência	Desenvolvimento do sistema de transmissão	✗	↔	MI/ME	I	
Montagem - Outras	Fixação por parafusos Huckspin	Redução de soldagem	✗	↔	MI	I	
Montagem - Outras	Encaixe	Redução de soldagem	✗	↗	MI	I	
Montagem - Outras	Embutimento	Redução de soldagem	✗	↗	MI	I	
Montagem - Outras	Marcação / identificação	Novos materiais para etiquetas, não-metálicos	✗	↗	MI	I/U	UFSC - Universidade Federal de São Carlos

Tabela 44: Visão sistêmica - Tecnologias de Processo - Montagem - Outras

Foco de Desenvolvimento	Nome	Foco	Nac.?	Pot.	Aplic.	Onde?	Instituição de referência
Pintura - Controle	Controle/diminuição da geração de borra	Melhoria do controle de sistema de pintura	✗	↔	MI/ME	I/U	UFSC - Universidade Federal de São Carlos , USP
Pintura - Controle	Controle da cor	Melhoria do controle de sistema de pintura	✗	↔	MI	I/U	UFSC - Universidade Federal de São Carlos , USP
Pintura - Controle	Controle da emissão de compostos orgânicos voláteis	Melhoria do controle de sistema de pintura	✗	↔	MI/ME	I/U	UFSC - Universidade Federal de São Carlos , USP
Pintura - Controle	Controle da espessura de camada	Melhoria do controle de sistema de pintura	✗	↔	MI	I/U	UFSC - Universidade Federal de São Carlos , USP

Tabela 45: Visão sistêmica - Tecnologias de Processo - Pintura - Controle

Foco de Desenvolvimento	Nome	Foco	Nac.?	Pot.	Aplic.	Onde?	Instituição de referência
Pintura - Tratamento/Secagem	Isenção de agentes químicos no banho de passivação	Melhor estabilidade de aderência dos particulados	×	↓	MI/ME	I/U	UFSC - Universidade Federal de São Carlos, USP
Pintura - Tratamento/Secagem	Fosfatização	Aumento da densidade alocada	×	↓	MI/ME	I/U	UFSC - Universidade Federal de São Carlos, USP
Pintura - Tratamento/Secagem	Cabine de pré-limpeza	Redução de retrabalho de tratamento superficial	×	↓	MI/ME	I/U	UFSC - Universidade Federal de São Carlos, USP
Pintura - Tratamento/Secagem	Secagem por Infravermelho	Sistema ecológico e secagem de tinta a água	×	↓	MI/ME	I/U	UFSC - Universidade Federal de São Carlos, USP
Pintura - Tratamento/Secagem	Tecnologias de secagem da pintura	Sistema ecológico e secagem de tinta a água	×	↓	MI/ME	I/U	UFSC - Universidade Federal de São Carlos, USP
Pintura - Tratamento/Secagem	Desengraxe	Reciclagem de tintas e sistema ecológico	×	↗	MI	I/U	UFSC - Universidade Federal de São Carlos, USP
Pintura - Tratamento/Secagem	Estufa de infravermelho com painéis a gás	Melhoria no sistema ecológico e secagem de tinta a água	×	↔	MI/ME	I	

Tabela 46: Visão sistêmica - Tecnologias de Processo - Pintura - Tratamento e secagem

Foco de Desenvolvimento	Nome	Foco	Nac.?	Pot.	Aplic.	Onde?	Instituição de referência
Pintura - Tinta	Pistolas de pintura com atomização do tipo HVLP	Melhor eficiência da tinta	✗	↓	MI/ME	I	
Pintura - Tinta	Tintas à base de solvente	Melhoria no sistema ecológico	✗	↔	MI/ME	I/U	UFSC - Universidade Federal de São Carlos , USP
Pintura - Tinta	Tintas a base d'água	Melhoria no sistema ecológico	✗	↔	MI/ME	I/U	UFSC - Universidade Federal de São Carlos , USP
Pintura - Tinta	Power Prime	Melhor proteção do substrato	✗	↓	MI/ME	I	
Pintura - Tinta	Tintas a pó	Melhoria no sistema ecológico	✗	↓	MI/ME	I/U	UFSC - Universidade Federal de São Carlos , USP
Pintura - Tinta	Pintura por eletroforese	Melhor proteção do substrato	✗	↗	MI/ME	I/U	UFSC - Universidade Federal de São Carlos , USP
Pintura - Tinta	Pintura Mono Hidro TOPCOAT	Redução da espessura do TOPCOAT	✗	↓	MI/ME	I/U	UFSC - Universidade Federal de São Carlos , USP
Pintura - Tinta	Pintura Convencional	Melhoria no sistema ecológico	✗	↔	MI/ME	I/U	UFSC - Universidade Federal de São Carlos , USP
Pintura - Tinta	Tecnologias de aplicação de tinta	Melhor proteção do substrato	✗	↓	MI/ME	I/U	UFSC - Universidade Federal de São Carlos , USP
Pintura - Tinta	Polimerização de borra de tinta	Melhoria no sistema ecológico	✗	↓	MI/ME	I/U	UFSC - Universidade Federal de São Carlos , USP

Tabela 47: Visão sistêmica - Tecnologias de Processo - Pintura - Tinta

Foco de Desenvolvimento	Nome	Foco	Nac.?	Pot.	Aplic.	Onde?	Instituição de referência
Processos de Fabricação com Materiais Alternativo	Materiais Naturais	Utilização de recursos naturais	✗	↔	MI/ME	I/U	UFSC - Universidade Federal de São Carlos

Tabela 48: Visão sistêmica - Tecnologias de Processo - Materiais naturais

Foco de Desenvolvimento	Nome	Foco	Nac.?	Pot.	Aplic.	Onde?	Instituição de referência
Processos de Modelação, Prototipagem e Ferramenta	Prototipagem Rápida - SLA	Aumento de precisão de protótipos	✗	↓	MI/ME	I	
Processos de Modelação, Prototipagem e Ferramenta	Prototipagem Rápida - SLS	Aumento de precisão de protótipos	✗	↓	MI/ME	I	
Processos de Modelação, Prototipagem e Ferramenta	Prototipagem rápida	Aumento de precisão de protótipos	✗	↓	MI/ME	I	
Processos de Modelação, Prototipagem e Ferramenta	Ferram. protótipos com materiais recicláveis	Aumento de precisão de protótipos	✗	↔	MI/ME	I	
Processos de Modelação, Prototipagem e Ferramenta	Corte a Laser para desenv. de Ferramentas	Aumento de precisão de protótipos	✗	↓	MI/ME	I	
Processos de Modelação, Prototipagem e Ferramenta	Copiadora	Reprodução de protótipos	✗	↔	MI		
Processos de Modelação, Prototipagem e Ferramenta	Sistemas de digitalização	Aumento de precisão de protótipos	✗	↗	MI/ME	I	

Tabela 49: Visão sistêmica - Tecnologias de Processo - Medição, prototipagem e ferramentas

Foco de Desenvolvimento	Nome	Foco	Nac.?	Pot.	Aplic.	Onde?	Instituição de referência
Soldagem - Geração 1	Brasagem	Aplicação em tubos de baixa espessura	✓	↗	MI	I	
Soldagem - Geração 1	Brasagem por indução	Aplicação em tubos de baixa espessura	✗	↓	MI	I	
Soldagem - Geração 1	Máquinas de solda com trafo acoplado à pinça	Aplicação em tubos de baixa espessura	✗	↓	MI	I/U	Universidade de Uberlândia
Soldagem - Geração 1	MIG brazing	Aplicação em tubos de baixa espessura de alta produção	✗	↗	MI	I/U	Universidade de Uberlândia
Soldagem - Geração 1	Soldagem a arco de pinos roscados	Controle de deformação do corpo soldado	✗	↗	MI	I/U	Universidade de Uberlândia
Soldagem - Geração 1	Soldagem a arco elétrico (MIG, MAG, TIG)	Aumento da resistência mecânica do corpo soldado	✗	↗	MI/ME	I/U	Universidade de Uberlândia
Soldagem - Geração 1	Soldagem MAG por arco pulsado	Controle de deformação do corpo soldado	✓	↗	MI	I/U	Universidade de Uberlândia
Soldagem - Geração 1	Soldagem por combustão (oxi-acetilênica)	Controle de deformação do corpo soldado	✗	↗	MI/ME	I/U	Universidade de Uberlândia
Soldagem - Geração 1	Soldagem por resistência (ponto, costura)	Controle de deformação do corpo soldado	✗	↗	MI/ME	I/U	Universidade de Uberlândia
Soldagem - Geração 1	Soldagem portátil de pinos roscados por fricção	Controle de deformação do corpo soldado	✗	↓	MI/ME	I/U	Universidade de Uberlândia
Soldagem - Geração 1	Soldagem Tandem	Controle de deformação do corpo soldado	✗	↓	MI	I/U	Universidade de Uberlândia

Tabela 50: Visão sistêmica - Tecnologias de Processo - Soldagem - Geração 1

Foco de Desenvolvimento	Nome	Foco	Nac.?	Pot.	Aplic.	Onde?	Instituição de referência
Soldagem - Geração 2	Soldagem por campo magnético	Controle de deformação do corpo soldado	✗	↔	MI	I/U	Universidade de Uberlândia
Soldagem - Geração 2	Máquina com servo-motor para soldagem a ponto	Controle de deformação do corpo soldado	✗	↔	MI/ME	I/U	Universidade de Uberlândia
Soldagem - Geração 2	Stud welding	Controle de deformação do corpo soldado	✗	↔	MI/ME	I/U	UFSC, USP
Soldagem - Geração 2	Soldagem por fricção	Controle de deformação do corpo soldado	✗	↔	MI/ME	I/U	Universidade de Uberlândia
Soldagem - Geração 2	Soldagem por feixe de elétrons	Controle de deformação do corpo soldado	✗	↔	MI/ME	I/U	Universidade de Uberlândia
Soldagem - Geração 2	Soldagem a LASER	Controle de deformação do corpo soldado	✗	↔	MI/ME	I/U	Universidade de Uberlândia
Soldagem - Geração 2	Chapas de aço INTERSTITIAL FREE	Controle de deformação do corpo soldado	✗	↔	MI/ME	I/U	UFSC, USP
Soldagem - Geração 2	Chapas de aço BAKE HARDENABLE	Controle de deformação do corpo soldado	✗	↔	MI/ME	I/U	UFSC, USP
Soldagem - Geração 2	Soldagem de pinos roscados por fricção	Controle de deformação do corpo soldado	✗	↔	MI	I/U	Universidade de Uberlândia

Tabela 51: Visão sistêmica - Tecnologias de Processo - Soldagem - Geração 2

Foco de Desenvolvimento	Nome	Foco	Nac.?	Pot.	Aplic.	Onde?	Instituição de referência
Tratamento Superficial - Preparação	Shot-peening	Melhoria da preparação e limpeza do substrato	✗	↔	MI/ME	I/U	UFSC, USP
Tratamento Superficial - Preparação	Decapagem	Melhoria da preparação e limpeza do substrato	✗	↗	MI	I/U	UFSC, USP
Tratamento Superficial - Preparação	Jateamento	Melhoria da preparação e limpeza do substrato	✗	↔	MI	I/U	UFSC, USP
Tratamento Superficial - Preparação	Lixamento	Melhoria da preparação e limpeza do substrato	✗	↗	MI	I/U	UFSC, USP
Tratamento Superficial - Preparação	Oleamento	Melhoria da preparação e limpeza do substrato	✗	↗	MI	I/U	UFSC, USP

Tabela 52: Visão sistêmica - Tecnologias de Processo - Tratamento superficial - Preparação

Foco de Desenvolvimento	Nome	Foco	Nac.?	Pot.	Aplic.	Onde?	Instituição de referência
Tratamento Superficial - Proteção	Niquelação	Melhoria da qualidade do substrato e redução de custo	x	↗	MI	I/U	UFSC, USP
Tratamento Superficial - Proteção	Zinco-ligas	Melhoria da qualidade do substrato e redução de custo	x	↗	MI	I/U	UFSC, USP
Tratamento Superficial - Proteção	Zincagem eletrolítica	Melhoria da qualidade do substrato e redução de custo	x	↗	MI	I/U	UFSC, USP
Tratamento Superficial - Proteção	Zincagem a fogo	Melhoria da qualidade do substrato e redução de custo	x	↗	MI	I/U	CERTI, USP
Tratamento Superficial - Proteção	Polimento (mecânico e químico)	Melhoria da qualidade do substrato e redução de custo	x	↗	MI	I	
Tratamento Superficial - Proteção	Fosfatização isenta de metais pesados	Melhoria da qualidade do substrato e redução de custo	x	↗	MI	I	
Tratamento Superficial - Proteção	Fosfatização	Melhoria da qualidade do substrato e redução de custo	x	↗	MI/ME	I	
Tratamento Superficial - Proteção	Cromatização	Melhoria da qualidade do substrato e redução de custo	x	↔	MI/ME	I/U	UFSC, USP
Tratamento Superficial - Proteção	Anodização	Melhoria da qualidade do substrato e redução de custo	x	↗	MI	I/U	UFSC, USP
Tratamento Superficial - Proteção	Cromaço	Melhoria da qualidade do substrato e redução de custo	x	↗	MI/ME	I/U	UFSC, USP
Tratamento Superficial - Proteção	Metalização (Aspersão Térmica)	Melhoria da qualidade do substrato e redução de custo	x	↔	MI/ME	I/U	UFSC, USP

Tabela 53: Visão sistêmica - Tecnologias de Processo - Tratamento superficial - Proteção

Foco de Desenvolvimento	Nome	Foco	Nac.?	Pot.	Aplic.	Onde?	Instituição de referência
Tratamento Térmico - Estruturação	Nitretação / Carbonitretação	Melhoria da qualidade do substrato e redução de custo	✗	↔	MI/ME	I/U	UFSC, USP
Tratamento Térmico - Estruturação	Revenimento	Redução da dureza para usinagem	✗	↔	MI/ME	I/U	UFSC, USP
Tratamento Térmico - Estruturação	Recristalização	Dureza para aços com baixo teor de carbono	✗	↔	MI/ME	I/U	UFSC, USP
Tratamento Térmico - Estruturação	Normalização	Equalização da dureza superficial	✗	↔	MI/ME	I/U	UFSC, USP
Tratamento Térmico - Estruturação	Coalescimento	Melhoria da qualidade do substrato e redução de custo	✗	↔	MI/ME	I/U	UFSC, USP
Tratamento Térmico - Estruturação	Cementação	Endurecimento superficial com controle de espessura	✗	↔	MI/ME	I/U	UFSC, USP
Tratamento Térmico - Estruturação	Beneficiamento	Melhoria da qualidade do substrato e redução de custo	✗	↔	MI/ME	I/U	UFSC, USP
Tratamento Térmico - Estruturação	Aquecimento indutivo	Redução de energia e TTS em geometrias diversas	✗	↗	MI/ME	I/U	UFSC, USP
Tratamento Térmico - Estruturação	Recozimento	Redução da dureza para usinagem	✗	↔	MI	I/U	UFSC, USP

Tabela 54: Visão sistêmica - Tecnologias de Processo - Tratamento térmico - Proteção

Foco de Desenvolvimento	Nome	Foco	Nac.?	Pot.	Aplic.	Onde?	Instituição de referência
Tratamento Térmico - Têmpera	Têmpera por indução para peças excêntricas	Melhoria da qualidade do substrato e redução de custo	✗	↔	MI/ME	I/U	UFSC, USP
Tratamento Térmico - Têmpera	Têmpera	Melhoria da qualidade do substrato e redução de custo	✗	↗	MI/ME	I/U	UFSC, USP
Tratamento Térmico - Têmpera	Têmpera com prensagem	Melhoria da qualidade do substrato e redução de custo	✗	↗	MI	I/U	UFSC, USP
Tratamento Térmico - Têmpera	Têmpera por indução	Melhoria da qualidade do substrato e redução de custo	✗	↗	MI	I/U	UFSC, USP
Tratamento Térmico - Têmpera	Têmpera por indução em camisas	Melhoria da qualidade do substrato e redução de custo	✗	↗	MI	I	

Tabela 55: Visão sistêmica - Tecnologias de Processo - Tratamento térmico - Têmpera

Foco de Desenvolvimento	Nome	Foco	Nac.?	Pot.	Aplic.	Onde?	Instituição de referência
Usinagem Convencional - Acabamento	Alargamento com multi-lâminas	Aprimoramento de ferramentas	✓	↔	MI	I	
Usinagem Convencional - Acabamento	Brochamento	Aprimoramento do brochamento em duro	✓	↔	MI	I	
Usinagem Convencional - Acabamento	Brunimento	Estruturação à laser, Aprimoramento do convencional	✓	↗	MI/ME	I/U	Unicamp

Tabela 56: Visão sistêmica - Tecnologias de Processo - Usinagem convencional - Acabamento

Foco de Desenvolvimento	Nome	Foco	Nac.?	Pot.	Aplic.	Onde?	Instituição de referência
Usinagem Convencional - Ferramental	Ferramentas de aço rápido	Tratamento criogênico de ferramentas de aço rápido	✗	↗	MI	I	
Usinagem Convencional - Ferramental	Monitoramento de desgaste de ferramenta de corte	Monitoramento com uso de sistemas eletrônicos	✗	↗	MI/ME	I/U	UFSC, USP
Usinagem Convencional - Ferramental	Ferramentas de metal duro	Ferramentas (geometria e novos materiais)	✗	↗	MI/ME	I	
Usinagem Convencional - Ferramental	Ferramentas Cerâmicas	Ferramentas (geometria e novos materiais)	✗	↗	MI/ME	I	
Usinagem Convencional - Ferramental	Corte a seco de dentados (Powercutting)	Novas ferramentas e parâmetros de corte	✗	↔	MI/ME	I	
Usinagem Convencional - Ferramental	Fluidos Refrigerantes Alternativos (ar, gases)	Lubrificação por vazão mínima; Óleos ecológicos	✗	↗	MI/ME	I	

Tabela 57: Visão sistêmica - Tecnologias de Processo - Usinagem convencional - Ferramental

Foco de Desenvolvimento	Nome	Foco	Nac.?	Pot.	Aplic.	Onde?	Instituição de referência
Usinagem Convencional - Máquina Acabamento	Brunimento de dentados	Desenvolvimento da tecnologia de brunimento de dentados	✗	↗	MI	I	
Usinagem Convencional - Máquina Acabamento	Lapidação	Utilização de recursos naturais	✗	↗	MI	I/U	UNICAMP, UFCS
Usinagem Convencional - Máquina Acabamento	Rasqueteamento	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	✗	↔	MI	I	
Usinagem Convencional - Máquina Acabamento	Materiais nobres em ferramentas de corte	Cobertura como Titânio, Tíntal (Al, Ti, Ni)	✗	↗	MI/ME	I/U	UFSC, USP
Usinagem Convencional - Máquina Acabamento	Retificação	Rebolos CBN;PKD; Monitoramento por emissão acústica	✗	↗	MI/ME	I	
Usinagem Convencional - Máquina Acabamento	Usinagem a seco	Conceito para aplicação em larga escala	✗	↗	MI/ME	I	
Usinagem Convencional - Máquina Acabamento	Usinagem de altíssimas velocidades de corte (HSC - High Speed Cutting)	Novos processos, ferramentas; Sistema de fixação	✗	↗	MI/ME	I	

Tabela 58: Visão sistêmica - Tecnologias de Processo - Usinagem convencional - Máquina acabamento

Foco de Desenvolvimento	Nome	Foco	Nac.?	Pot.	Aplic.	Onde?	Instituição de referência
Usinagem Convencional - Máquina Desbaste	Fresamento	Fresamento a seco	✗	↗	MI/ME	I	
Usinagem Convencional - Máquina Desbaste	Torneamento	Torneamento em duro; Torneamento a seco	✗	↗	MI	I	
Usinagem Convencional - Máquina Desbaste	Usinagem de Ferro Fundido (FoFo) Vermicular	Aprimoramento de parâmetros de corte e ferramentas	✗	↗	MI/ME	I	
Usinagem Convencional - Máquina Desbaste	Rosqueamento	Ferramentas rotativas com interpolação para diâmetros	✗	↗	MI	I	
Usinagem Convencional - Máquina Desbaste	Fresotorneamento	Desenvolvimento e aprimoramento do processo	✗	↔	MI/ME	I	
Usinagem Convencional - Máquina Desbaste	Chanframento	Processo de chanframento em máquinas flexíveis	✗	↔	MI	I	
Usinagem Convencional - Máquina Desbaste	Furação	Furação à seco; Furação de alta profundidade	✗	↔	MI/ME	I	
Usinagem Convencional - Máquina Desbaste	Mandrilamento	Máquinas flexíveis; Novas barras e ferramentas	✗	↔	MI/ME	I	

Tabela 59: Visão sistêmica - Tecnologias de Processo - Usinagem convencional - Máquina desbaste

Foco de Desenvolvimento	Nome	Foco	Nac.?	Pot.	Aplic.	Onde?	Instituição de referência
Usinagem Não Convencional	Corte a Laser	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	✓	↔	MI/ME	I	
Usinagem Não Convencional	Corte por Jato d'água	Manipulação do jato por sistemas robóticos	✗	↔	MI	I	
Usinagem Não Convencional	Corte por oxi-acetileno	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	✓	↓	MI/ME	I	
Usinagem Não Convencional	Corte por plasma	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	✗	↔	MI/ME	I	
Usinagem Não Convencional	Eletroerosão a fio	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	✓	↓	MI	I	
Usinagem Não Convencional	Eletroerosão por penetração	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	✓	↔	MI/ME	I	
Usinagem Não Convencional	Usinagem com plasma	Usinagem de alta precisão	✗	↔	MI	I	

Tabela 60: Visão sistêmica - Tecnologias de Processo - Usinagem não convencional

5.3.3 Análise sistêmica das tecnologias – Tecnologias de Serviço

As avaliações sistêmicas das tecnologias de serviço são apresentadas da Tabela 61 à Tabela 75:

Foco de Desenvolvimento	Nome	Foco	Nac.?	Pot.	Aplic.	Onde?	Instituição de referência
Gestão da Manufatura	5S's	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	✓	↓	MI	I/U	USC - Universidade de Santa Catarina
Gestão da Manufatura	DFMA (Design For Manufacturing und Assembly)	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	✓	↔	MI	I	
Gestão da Manufatura	Engenharia e Análise de Valores	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	✓	↓	MI	I	
Gestão da Manufatura	Engenharia simultânea	Técnica objetivando aumentar a eficácia	✓	↔	MI/ME	I	
Gestão da Manufatura	Kaizen (Técnicas de Melhoria Contínua)	Expansão da aplicação nas médias e pequenas empresas	✓	↔	MI	I	
Gestão da Manufatura	Lean Production (Produção puxada)	Ampliação para áreas que trabalham fabricação por lotes	✓	↔	MI/ME	I/U	IMAM
Gestão da Manufatura	Logística da Produção	Desenvolvimento de novas técnicas para logística interna	✓	↔	MI	I/U	USP
Gestão da Manufatura	Manufatura holônica	Flexibilidade dos processos produtivos através de células	✗	↔	MI	I	
Gestão da Manufatura	Modularização (Produtos e Processos)	Expansão do uso do conceito de modularização	✓	↔	MI/ME	I	
Gestão da Manufatura	Projeto Robusto	Projeto robusto, visando redução do tempo	✗	↔	MI	I	
Gestão da Manufatura	Trabalho em Grupo	Redução da hierarquia, desenvolvimento do funcionário	✓	↔	MI	I	
Gestão da Manufatura	Workout	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	✓	↓	MI	I	

Tabela 61: Visão sistêmica - Tecnologias de Serviço - Gestão da manufatura

Foco de Desenvolvimento	Nome	Foco	Nac.?	Pot.	Aplic.	Onde?	Instituição de referência
Planejamento Estratégico	Reciclagem de materiais	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	✓	↔	MI/ME	I/U	USP
Planejamento Estratégico	Learning Enterprise	Melhoria de processos através do reuso de experiências	✓	↗	MI/ME	I/U	IMAM
Planejamento Estratégico	Sistemas de Custeio (absorção, ABC, etc.)	Técnicas para avaliação de custo e padronização	✓	↔	MI	I	
Planejamento Estratégico	Planejamento Estratégico Corporativo	Planos estratégicos corporativos e projetos	✓	↗	MI/ME	I/U	USP
Planejamento Estratégico	Gerenciamento de projetos	Metodologia de controle de budget, prazos e qualidade	✓	↗	MI/ME	I	
Planejamento Estratégico	Benchmarking (Estratégia Comparativa)	Avaliação de custo dos produtos dos concorrentes	✓	↗	MI/ME	I/U	USP

Tabela 62: Visão sistêmica - Tecnologias de Serviço - Planejamento Estratégico

Foco de Desenvolvimento	Nome	Foco	Nac.?	Pot.	Aplic.	Onde?	Instituição de referência
Qualidade	Normalização ISO 14000	Foco básico	✗	↔	MI	I/U	USC - Universidade de Santa Catarina
Qualidade	SGI - Sistema de Gestão Integrado	Foco básico	✗	↔	MI/ME	I	
Qualidade	Normalização VDA 6.3	Consecução do certificado de qualidade visando exportação	✗	↔	MI/ME	I	
Qualidade	QFD (Quality Function Deployment)	Foco básico	✗	↔	MI/ME	I	
Qualidade	PNQ (Prêmio Nacional de Qualidade)	Expansão aplicação nas médias/pequenas empresas	✗	↗	MI/ME	I	
Qualidade	PDCA (Plan, Do, Control, Actuate)	Expansão aplicação nas médias/pequenas empresas	✗	↗	MI/ME	I	
Qualidade	Sistema ISO 9000 e QS 9000	Consecução do certificado de qualidade visando exportação	✗	↔	MI	I/U	USC - Uni Santa Catarina
Qualidade	Gestão pela Qualidade Total	Expansão aplicação nas médias/pequenas empresas	✗	↔	MI	I/U	USC - Uni Santa Catarina
Qualidade	FMEA (Failure Model and Effect Analysis)	Expansão aplicação nas médias/pequenas empresas	✗	↗	MI	I/U	USC - Uni Santa Catarina
Qualidade	EFQM (European Foundation for Quality Management)	Foco básico	✗	↗	MI	I/U	USC - Uni Santa Catarina
Qualidade	DOE (Design of Experiments)	Foco básico	✗	↗	MI	I/U	USC - Uni Santa Catarina
Qualidade	Capabilidade de Processos	Foco básico	✗	↔	MI	I/U	Unicamp
Qualidade	Controle Estatístico de Processo	Foco básico	✗	↗	MI	I/U	Unicamp
Qualidade	Metodologia 6 Sigmas	Redução custos nos processos produtivos	✗	↔	MI/ME	I/U	USC - Uni Santa Catarina

Tabela 63: Visão sistêmica - Tecnologias de Serviço - Qualidade

Foco de Desenvolvimento	Nome	Foco	Nac.?	Pot.	Aplic.	Onde?	Instituição de referência
Logística e Abastecimento da Produção - Externa	Abastecimento Milk Run	Ferramentas/técnicas logísticas	✓	↗	MI	I/U	IMAM, USP
Logística e Abastecimento da Produção - Externa	Business to Business	Ferramentas/técnicas logísticas	✓	↗	MI	I/U	IMAM, USP
Logística e Abastecimento da Produção - Externa	Centros de Consolidação	Ferramentas/técnicas logísticas	✓	↗	MI	I	
Logística e Abastecimento da Produção - Externa	Conceitos de Exportação	Ferramentas/técnicas logísticas	✓	↗	MI/ME	I	
Logística e Abastecimento da Produção - Externa	Conceitos de Importação	Ferramentas/técnicas logísticas	✓	↗	MI	I	
Logística e Abastecimento da Produção - Externa	Integração Modal Fluvial	Ferramentas/técnicas logísticas	✓	↗	MI	I/U	IMAM, USP
Logística e Abastecimento da Produção - Externa	Integração Modal Rodoferroviário	Ferramentas/técnicas logísticas	✓	↗	MI/ME	I/U	IMAM, USP
Logística e Abastecimento da Produção - Externa	Sistemas de Rastreabilidade	Ferramentas/técnicas logísticas	✓	↗	MI	I/U	IMAM, USP
Logística e Abastecimento da Produção - Externa	Sistemas de Rastreamento via TAG's	Ferramentas/técnicas logísticas	✓	↗	MI	I/U	IMAM, USP
Logística e Abastecimento da Produção - Externa	Áreas de Estocagem Automatizadas	Ferramentas/técnicas logísticas	✓	↗	MI/ME	I/U	IMAM, USP

Tabela 64: Visão sistêmica - Tecnologias de Serviço - Logística e abastecimento - Externa

Foco de Desenvolvimento	Nome	Foco	Nac.?	Pot.	Aplic.	Onde?	Instituição de referência
Logística e Abastecimento da Produção - Interna	Embalagens	Ferramentas/técnicas logísticas	✓	↗	MI/ME	I/U	IMAM, USP
Logística e Abastecimento da Produção - Interna	Formação de Kits	Ferramentas/técnicas logísticas	✓	↗	MI/ME	I/U	IMAM, USP
Logística e Abastecimento da Produção - Interna	Integração Modal Aéreo	Ferramentas/técnicas logísticas	✓	↗	MI/ME	I/U	IMAM, USP
Logística e Abastecimento da Produção - Interna	JIS - Just in Sequence	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	✓	↗	MI/ME	I/U	CERTI, IMAM
Logística e Abastecimento da Produção - Interna	JIT - Just in Time	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	✓	↗	MI/ME	I	IMAM
Logística e Abastecimento da Produção - Interna	Kanban	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	✓	↗	MI/ME	I	IMAM
Logística e Abastecimento da Produção - Interna	Milk-run	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	✓	↗	MI/ME	I/U	USC - Universidade de Santa Catarina
Logística e Abastecimento da Produção - Interna	Supermercados	Ferramentas/técnicas logísticas	✓	↗	MI	I	IMAM

Tabela 65: Visão sistêmica - Tecnologias de Serviço - Logística e abastecimento - Interna

Foco de Desenvolvimento	Nome	Foco	Nac.?	Pot.	Aplic.	Onde?	Instituição de referência
Logística e Abastecimento da Produção - Sistemas	Tecnologia de Estocagem	Ferramentas/técnicas logísticas	×	↔	MI/ME	I	IMAM
Logística e Abastecimento da Produção - Sistemas	Sistemas de Monitoramento de Montagem de Peças	Ferramentas/técnicas logísticas	×	↗	MI/ME	I	IMAM
Logística e Abastecimento da Produção - Sistemas	Sistemas de Identificação e Marcação	Ferramentas/técnicas logísticas	×	↗	MI/ME	I	IMAM
Logística e Abastecimento da Produção - Sistemas	Processamento Descentralizado do Sistema de Logística	Ferramentas/técnicas logísticas	×	↔	MI/ME	I	IMAM
Logística e Abastecimento da Produção - Sistemas	Sistemas de Modelagem ou Simulação por computador	Ferramentas/técnicas logísticas	×	↔	MI/ME	I/U	IMAM, USP, U NICAMP
Logística e Abastecimento da Produção - Sistemas	Otimização de Fluxos de Abastecimento	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	×	↗	MI/ME	I	IMAM
Logística e Abastecimento da Produção - Sistemas	Sistemas GPM	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	×	↗	MI/ME	I	IMAM
Logística e Abastecimento da Produção - Sistemas	Sistema Pick-by-Light para Supermercados	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	×	↔	MI/ME	I	Siemens-VDO, Rockwell
Logística e Abastecimento da Produção - Sistemas	Sistema de Paletização	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	×	↔	MI/ME	I	IMAM
Logística e Abastecimento da Produção - Sistemas	Sistemas de Documentação	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	×	↗	MI	2	Xerox

Tabela 66: Visão sistêmica - Tecnologias de Serviço - Logística e abastecimento - Sistemas

Foco de Desenvolvimento	Nome	Foco	Nac.?	Pot.	Aplic.	Onde?	Instituição de referência
Logística e Abastecimento da Produção - Modelo	Supply Chain Management	Ferramentas/técnicas logísticas	✗	↗	MI/ME	I	IMAM
Logística e Abastecimento da Produção - Modelo	Tecnologia 2,4GHz	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	✗	↗	MI/ME		
Logística e Abastecimento da Produção - Modelo	TOC (Theory of Constraints)	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	✗	↗	MI/ME		

Tabela 67: Visão sistêmica - Tecnologias de Serviço - Logística e abastecimento - Modelos

Foco de Desenvolvimento	Nome	Foco	Nac.?	Pot.	Aplic.	Onde?	Instituição de referência
Automação Industrial	Comandos Numéricos Computadorizados	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	✗	↔	MI/ME	I	GE - General Electric
Automação Industrial	Computadores industriais	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	✗	↔	MI/ME		
Automação Industrial	Comunicação em chão-de-fábrica (redes fieldbus)	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	✗	↗	MI/ME	I	Siemens-VDO, Rockwell
Automação Industrial	Controladores Lógicos Programáveis (CLPs + IHMs)	Desenvolvimento de CLPs	✗	↗	MI/ME	I	
Automação Industrial	Inteligência Artificial	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	✗	↗	MI/ME	I	Siemens-VDO, Rockwell
Automação Industrial	Robótica e Comando Numérico Computadorizado	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	✗	↗	MI/ME	I	Siemens-VDO, Rockwell
Automação Industrial	Sensores (proximidade, ópticos, ultrassom, infravermelho)	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	✗	↗	MI/ME	I	Siemens-VDO, Rockwell
Automação Industrial	Visão Artificial	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	✗	↗	MI/ME	I	
Automação Industrial	Visão Computacional	Visão computacional para monitorar de linhas de montagem	✓	↗	MI/ME	I/U	CERTI Santa Catarina; Instituto Mauá de Tecnologia

Tabela 68: Visão sistêmica - Tecnologias de Serviço - Automação industrial

Foco de Desenvolvimento	Nome	Foco	Nac.?	Pot.	Aplic.	Onde?	Instituição de referência
Informatização do Chão de Fábrica	Código Bidimensional	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	✓	↗	MI/ME	I	
Informatização do Chão de Fábrica	Data Ware House: BDs, rede de dados e Und. Risk	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	✓	↗	MI/ME	I	
Informatização do Chão de Fábrica	Sistemas MES e SCADA	Estudos de capacidade; Data Mining da produção	✓	↗	MI/ME	I	
Informatização do Chão de Fábrica	Sistemas de Controle de Manutenção	Manutenção integrada; e-Maintenance	✓	↗	MI	I	
Informatização do Chão de Fábrica	Terminais eletr p/ consulta de plano de processo	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	✓	↗	MI	I	
Informatização do Chão de Fábrica	Informatização e Integração de Chão-de-fábrica	Desenvolvimento de sistemas supervisórios	✓	↔	MI/ME	I	

Tabela 69: Visão sistêmica - Tecnologias de Serviço - Informatização do chão de fábrica

Foco de Desenvolvimento	Nome	Foco	Nac.?	Pot.	Aplic.	Onde?	Instituição de referência
Medição, Controle e Comunicação	Código de barras	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	✓	↔	MI	I	
Medição, Controle e Comunicação	Comunicação em chão-de-fábrica (Fieldbus)	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	✓	↗	MI	I/U	Siemens-VDO, Rockwell
Medição, Controle e Comunicação	DNC (Distributed Numerical Control)	Velocidade de transmissão, aumento da capacidade	✓	↗	MI/ME	I	
Medição, Controle e Comunicação	Instrumentação	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	✓	↗	MI	I/U	USP, UNICAMP
Medição, Controle e Comunicação	Redes Neurais	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	✗	↗	MI	I	
Medição, Controle e Comunicação	Sensores/transmissores (temperatura, pressão, vazão, nível, etc.)	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	✓	↗	MI/ME	I/U	USP, UNICAMP
Medição, Controle e Comunicação	Sistema de controle (On/Off, PID, Fuzzy, Neural)	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	✓	↗	MI	I	
Medição, Controle e Comunicação	Sistemas de aquisição de dados	Uso do sistema para outros meios de produção	✓	↗	MI/ME	I/U	CERTI Santa Catarina
Medição, Controle e Comunicação	STEP (Padronização para troca de dados entre sistemas)	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	✓	↓	MI	I	

Tabela 70: Visão sistêmica - Tecnologias de Serviço - Medição, controle e comunicação

Foco de Desenvolvimento	Nome	Foco	Nac.?	Pot.	Aplic.	Onde?	Instituição de referência
Sistemas Baseados em Mainframe	Sistemas de Gestão da Produção	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	✗	↔	MI	I/U	USP, UNICAMP
Sistemas Baseados em Mainframe	Sistemas de Controle de Manutenção	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	✗	↔	MI	I	

Tabela 71: Visão sistêmica - Tecnologias de Serviço - Sistemas baseados em mainframe

Foco de Desenvolvimento	Nome	Foco	Nac.?	Pot.	Aplic.	Onde?	Instituição de referência
Sistemas EDM e CPDM - Operação	CAE/CAD/CAM	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	✗	↗	MI/ME	I	
Sistemas EDM e CPDM - Operação	CAPP	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	✗	↗	MI/ME	I/U	USP, UNICAMP
Sistemas EDM e CPDM - Operação	Design For Manufacturing and Assembly (DFMA)	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	✗	↔	MI/ME	I	
Sistemas EDM e CPDM - Operação	Digital MockUp (DMU)	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	✗	↔	MI/ME	I	
Sistemas EDM e CPDM - Operação	EDM/CPDM - Eng Data / Collab Prod Def. Manag	Gerenciamento de dados de produto	✗	↔	MI/ME	I	
Sistemas EDM e CPDM - Operação	Engineering Change Management (ECM)	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	✗	↔	MI/ME	I	
Sistemas EDM e CPDM - Operação	Product Data Management (PDM)	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	✗	↔	MI/ME	I	
Sistemas EDM e CPDM - Operação	Rasterização	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	✗	↔	MI/ME	I	

Tabela 72: Visão sistêmica - Tecnologias de Serviço - Sistemas EDM e CPDM - Operação

Foco de Desenvolvimento	Nome	Foco	Nac.?	Pot.	Aplic.	Onde?	Instituição de referência
Sistemas EDM e CPDM - Simulação	Simulação de usinagem (CNC)	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	✗	↔	MI	I/U	USP, UNICAMP
Sistemas EDM e CPDM - Simulação	Sistemas de tradução de modelos CAD	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	✗	↔	MI	I	
Sistemas EDM e CPDM - Simulação	Sistemas MRP, ERP (Enterprise Resource Planning)	ERP voltados à indústria automobilística	✗	↔	MI/ME	I	
Sistemas EDM e CPDM - Simulação	Simulação discreta de células de fabricação	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	✗	↗	MI/ME	I/U	USP, UNICAMP
Sistemas EDM e CPDM - Simulação	Simulação de estampagem	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	✗	↗	MI/ME	E	Paragon, USP-Naval
Sistemas EDM e CPDM - Simulação	Realidade virtual	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	✗	↗	MI/ME	I	Embraer
Sistemas EDM e CPDM - Simulação	Simulação de soldagem	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	✗	↗	MI/ME	I/U	Universidade de Uberlândia
Sistemas EDM e CPDM - Simulação	Simulação de capacidade e recursos	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	✗	↗	MI/ME	I/U	USP, UNICAMP

Tabela 73: Visão sistêmica - Tecnologias de Serviço - Sistemas EDM e CPDM - Simulação

Foco de Desenvolvimento	Nome	Foco	Nac.?	Pot.	Aplic.	Onde?	Instituição de referência
Software e Hardware para Microinformática	Workgroup Computing / Workflow	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	✗	↗	MI/ME	I	
Software e Hardware para Microinformática	Interfaces para PC	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	✗	↗	MI/ME	I	
Software e Hardware para Microinformática	Linguagens de Programação de Alto Nível (C, Pascal)	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	✗	↔	MI/ME	I	
Software e Hardware para Microinformática	Linguagens de Programação de Baixo Nível (PC Assem)	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	✗	↔	MI	I	
Software e Hardware para Microinformática	Placas de Vídeo e outras	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	✗	↔	MI/ME	I	
Software e Hardware para Microinformática	Sistemas Operacionais (MS DOS, Unix, Linux, Window)	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	✗	↓	MI/ME	I	

Tabela 74: Visão sistêmica - Tecnologias de Serviço - Software e hardware para microinformática

Foco de Desenvolvimento	Nome	Foco	Nac.?	Pot.	Aplic.	Onde?	Instituição de referência
Tecnologias de Infraestrutura e Manutenção	Telecomunicações e Redes de Comunicação Predial	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	✗	↔	MI/ME	I	
Tecnologias de Infraestrutura e Manutenção	Tecnologias de Tratamento de Efluentes e Proteção	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	✗	↔	MI/ME	I/U	USP, UNICAMP
Tecnologias de Infraestrutura e Manutenção	Tecnologias de Proteção e Segurança Patrimonial	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	✗	↗	MI/ME	I	
Tecnologias de Infraestrutura e Manutenção	Sistemas HVAC (Aquec/Ventil/Ar Condic)	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	✗	↔	MI/ME	I/U	USP, UNICAMP
Tecnologias de Infraestrutura e Manutenção	Obras e Manutenção Civil	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	✗	↗	MI	I	
Tecnologias de Infraestrutura e Manutenção	Manutenção de Máquinas e Equipamentos	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	✗	↗	MI	I	
Tecnologias de Infraestrutura e Manutenção	Abastecimento Energia Elétrica e Iluminação	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	✗	↗	MI	I	
Tecnologias de Infraestrutura e Manutenção	Abastecimento de Vapor	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	✗	↗	MI	I	
Tecnologias de Infraestrutura e Manutenção	Abastecimento de Água e Utilidades Hidráulicas	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	✗	↗	MI	I	
Tecnologias de Infraestrutura e Manutenção	Zeladoria e Jardinagem	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	✗	↗	MI	I	
Tecnologias de Infraestrutura e Manutenção	Abastecimento de Ar Comprimido e Gases	Aplicação da tecnologia em seu foco básico	✗	↗	MI	I	

Tabela 75: Visão sistêmica - Tecnologias de Serviço – Infra-estrutura e manutenção

5.4 QUARTO PASSO: DETERMINAÇÃO DE CALENDÁRIOS TECNOLÓGICOS

A análise preparatória das tecnologias para avaliação na matriz de decisão para capacitação termina com a avaliação do ciclo de desenvolvimento e de vida das tecnologias selecionadas.

Determina-se, assim, o espaço temporal onde poderia ocorrer a fase de desenvolvimento e posterior aplicação das tecnologias e inovações selecionadas na matriz, no foco identificado de desenvolvimento potencial.

Desta forma, um calendário tecnológico é montado para todas as tecnologias de produtos, processos e serviços. A partir deste calendário tecnológico, puderam-se identificar possíveis saltos tecnológicos futuros e alteração de tendências e conceitos de manufatura.

A análise do ciclo de vida, combinada com o mapeamento dos atributos das tecnologias do processo de avaliação sistêmica, permitiu que se pudesse avaliar o desempenho das tecnologias na matriz de capacitação em dois momentos distintos: no momento presente, quando o estágio de desenvolvimento da tecnologia pode ainda ser embrionário, e no momento futuro, quando o ciclo de desenvolvimento da tecnologia pode estar concluído, e ela poderia se encontrar em franca fase de aplicação.

Esta possibilidade de se avaliar o desempenho das tecnologias na matriz de decisão para capacitação em dois momentos distintos atribuiu ao modelo a qualidade de modelo dinâmico. Nesta dinamização da análise, puderam ser verificadas tendências de crescimento ou de desuso de determinadas tecnologias.

Esta percepção da dinâmica das tendências tecnológicas também oferece fundamentos bastante consistentes para que o país possa se preparar de forma estruturada para participar ativamente do movimento de inovação e da competição internacional, na busca melhor posicionamento estratégico.

Outro apoio do calendário tecnológico é o potencial de identificação de tecnologias que são base para o desenvolvimento de tecnologias futuras.

Na avaliação final de resultados de desempenho das tecnologias na matriz de decisão para capacitação, atenção maior será dada ao quadro de posicionamentos no momento futuro, uma vez a avaliação das tecnologias no momento futuro é mais completa: todos os critérios de avaliação são mensurados já se levando em conta todo o processo de desenvolvimento e aplicação potenciais das tecnologias, eventuais saltos tecnológicos podem ser projetados, movimentos de conceitos de manufatura podem ser percebidos e tendências de competição podem ser identificadas.

O Quadro 47 traz um exemplo de calendário tecnológico de algumas tecnologias de produto. Os calendários completos serão apresentados no capítulo referente aos resultados obtidos, juntamente com os resultados do posicionamento das tecnologias na matriz de decisão para capacitação.

	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Tecnologia de Produtos															
Câmbio															
Câmbio - Caixa															
Foco: Lubrificantes naturais (Castanha, soja, mamona, etc.)															
Câmbio - Engrenagens															
Foco: Desenvolvimento de engrenagens dentes fundidos															
Direção - Acionamento															
Foco: acionamento wireless															
Direção - Caixa															
Foco: acionamento wireless															
Câmbio - Acionamento															
Foco: Aplicação da tecnologia em seu foco básico															
Eixo Dianteiro															
Eixo Dianteiro - Duplo															
Foco: Aplicação para off- road															
Eixo Dianteiro - Manga															
Foco: Substituição de forjado por solda a indução															
Eixo Dianteiro - Freio eletro - mecânico															
Foco: Freio com alto nível de acionamento e aquecimento															
Eixo Conduzido															
Foco: Eixos para mercados emergentes e implementos															
Eixo Dianteiro															
Foco: Eixo estampado em substituição ao fundido															
Eixo Dianteiro - Freio sapata de aço															
Foco: Freio com sapata de aço em substituição a lona															
Eixo Dianteiro - Manga															
Foco: Substituição do forjado para o cone por solda a fricção															
Eixo Dianteiro - Viga															
Foco: Substituição do forjado do cubo para solda a fricção															
Eixo Dianteiro - duplo Tracionado															
Foco: Aplicação para off- road															
Eixo Traseiro															
Eixo Traseiro - caixa satellite															
Foco: Substituição da caixa bi-partida pela caixa com chato															
Eixo Traseiro - cruzeta															
Foco: Substituição da cruzeta por pinos montados															
Eixo Traseiro - Freio eletro - mecânico															
Foco: Freio com alto nível de acionamento e aquecimento															
Eixo Traseiro - semi-eixo															
Foco: Substituição do forjado para a flange por solda a fricção															
Eixo Traseiro - engrenagens da caixa diferencial															
Foco: Forjamento com formação de dentes das engrenagens															
Eixo Traseiro - coroa e pinhão															
Foco: Forjamento com formação parcial dos dentes da coroa															
Motor - 5C															
Motor - Eixo Comando															
Foco: Eixos usinados a partir de barra laminada															
Motor - Eixo Comando															
Foco: Eixo central usinado com cames montados por CNC															

Quadro 47: Calendário tecnológico - Produtos

6 PROCESSO DE AVALIAÇÃO PRELIMINAR DE CONSISTÊNCIA DE RESULTADOS DA METODOLOGIA/TECNOLOGIA PARA TOMADA DE DECISÃO SOBRE TECNOLOGIAS-CHAVE: ANÁLISE CRÍTICA DO POSICIONAMENTO DE TECNOLOGIAS NA MATRIZ DE DECISÃO PARA CAPACITAÇÃO TECNOLÓGICA

Antes da utilização da matriz de capacitação tecnológica para avaliação estendida de todas as tecnologias selecionadas neste trabalho, o grupo específico das tecnologias de combustíveis foi escolhido para avaliação preliminar e verificação de coerência dos resultados obtidos.

As tecnologias de combustível são apresentadas a seguir:

- Motor a álcool
- Motor flexível
- Motor célula de combustível
- Motor biodiesel
- Motor a gás

Esta análise preliminar de coerência dos resultados obtidos baseou-se na análise crítica do posicionamento absoluto e relativo das tecnologias avaliadas na matriz após a atribuição das notas nos critérios de avaliação de desempenho definidos para as duas dimensões da meta-regra do processo de decisão, lembrando-se que o posicionamento de determinada tecnologia na matriz de capacitação é resultado da eficiência da contribuição daquela tecnologia em cada um dos critérios de avaliação, nas suas duas dimensões, e que ao posicionamento da tecnologia na matriz pode-se atribuir uma atratividade, ou seletividade, daquela tecnologia para receber, potencialmente, ações estratégicas governamentais de política industrial tecnológica.

Os passos do processo de avaliação das tecnologias na matriz de capacitação serão apresentados nas seções seguintes deste capítulo. Este processo iniciar-se-á com a atribuição de notas aos critérios de avaliação da matriz de decisão nas dimensões relacionadas à contribuição para a produtividade e para o movimento de inovação e à contribuição para obtenção de melhor posicionamento estratégico no mercado internacional. O foco estratégico de ponderação entre os critérios de avaliação “Capacitação futura e garantia da competitividade” será utilizado como base para determinação do posicionamento final das tecnologias na matriz. A avaliação será realizada em dois momentos: inicialmente no momento presente, e depois projetada para o momento futuro, com base nos atributos identificados na análise sistêmica destas tecnologias. Finalmente, uma análise crítica de coerência dos resultados obtidos baseada no posicionamento das tecnologias na matriz completará esta etapa de verificação, antes do uso estendido da matriz para todas as tecnologias selecionadas.

6.1 PRIMEIRO PASSO: VERIFICAÇÃO DE ATRIBUTOS – TECNOLOGIAS DE COMBUSTÍVEL – CONTRIBUIÇÃO PARA A PRODUTIVIDADE E PARA O MOVIMENTO DE INOVAÇÃO

As tecnologias “motor a álcool”, “motor flexível (bicomcombustível)”, “motor célula de combustível (fuel cell)”, “motor biodiesel” e “motor a gás” foram inicialmente avaliadas na dimensão relacionada à produtividade e ao movimento de inovação da matriz de decisão para capacitação tecnológica, no momento presente.

Os atributos, ou notas atribuídas aos critérios pertencentes a esta dimensão da matriz de decisão são apresentados no Quadro 48:

Momento									
1 Presente		Atribuir Notas Existentes em outro Foco Estratégico							
#	Quesito	Soma	%	Tecnol 1	Tecnol 2	Tecnol 3	Tecnol 4	Tecnol 5	
A	Inovação contida (nível de inovação)	25	7,47%	6	6	7	5	3	
B	Tecnologia de base (geração de know-how)	20	5,98%	5	5	7	6	3	
C	Permite e prepara para inovações futuras	30	8,97%	6	6	2	7	3	
D	Representa salto tecnológico	22,5	6,73%	3	3	7	5	2	
E	Aproveita recursos naturais do país	23,5	7,03%	8	3	2	6	5	
F	Está vinculada à inovações anteriores	14,5	4,33%	8	6	2	7	5	
G	Escopo de aplicação da inovação	20	5,98%	5	4	7	3	2	
H	Potencial de desenvolvimento	21	6,28%	8	5	4	5	4	
I	Impacto na produtividade	21,5	6,43%	9	4	3	6	4	
J	Impacto na qualidade	13	3,89%	8	6	5	7	5	
K	Impacto no meio ambiente	26	7,77%	5	3	7	5	4	
L	Tecnologia economicamente viável	25	7,47%	5	4	2	3	2	
M	Necessidade de investimentos	13	3,89%	8	5	2	3	6	
N	Impacto Balanço de Pagamentos	16,5	4,93%	8	5	2	3	5	
O	Dinamiza consumo de massa	18	5,38%	7	6	2	4	4	
P	Tecnologia é core competence	15,5	4,63%	9	6	2	4	5	
Q	Arranjo para o desenvolvimento	9,5	2,84%	5	5	2	3	3	
				6,490	4,717	4,003	4,936	3,67	
Legenda - Tecnologias: 1 - Motor-Álcool - Combustível alternativo total ou parcial para motor 2 - Motor-Flex-cell - Combustível alternativo diesel e gás 3 - Motor-Célula de combustível - Combustível alternativo 4 - Motor-Biodiesel - Combustível alternativo total ou parcial para motor 5 - Motor-Motor a gás - Combustível alternativo									

Quadro 48: Notas Tecnologias de Combustível – Dimensão de Produtividade e Movimento de Inovação (Momento Presente)

Para a tecnologia “motor a álcool”, no foco de aplicação “motor a álcool para veículos de carga e de transporte”, no momento presente, os pontos fortes apresentados foram: “capacidade de aproveitamento de recursos naturais”, dada a capacidade agrícola existente no país, a eficiência de aproveitamento destes recursos e, conseqüentemente, o nível de agregação de vantagem competitiva trazido; “potencial de desenvolvimento”, em função de todas as conquistas concretas de sucesso já alcançadas, do potencial de ampliação desta tecnologia para outros segmentos de aplicação, e em função da qualidade de tecnologia de ponta; “impacto na produtividade”, considerando todo o movimento da cadeia produtiva que é proporcionado por este setor; “impacto na qualidade”, uma vez que todo o ciclo relacionado a esta tecnologia, desde a geração do álcool, passando pelos sistemas de injeção, até o

desenvolvimento de componentes específicos ganha qualidade no processo de aprimoramento desta tecnologia; “impacto na balança de pagamentos”, uma vez que, além de contribuir para redução da dependência do petróleo, impulsiona desenvolvimento de soluções nacionais em toda a cadeia produtiva, o que também proporciona um processo de redução de importações; e, sobretudo, na capacidade de o país possuir “competência central” no desenvolvimento desta tecnologia.

Os destaques da tecnologia motor flexível, com foco de aplicação na “utilização da mistura diesel-gás para veículos de carga e de transporte”, no momento presente, ficaram: com o índice de “inovação contida”, que impulsiona o crescimento industrial local; com o potencial de “preparação para inovações futuras”, o que garante a participação do país no ciclo de inovação pela agregação do conhecimento; com a “dinamização do consumo de massa”, considerando-se que a solução poderia ser aplicada a todo o setor de transporte de carga e de passageiros, de pequeno, médio e grande portes; e com a capacidade de o país ser o detentor da “competência central” e liderança no ciclo de desenvolvimento e aplicação desta tecnologia.

A tecnologia do motor célula de combustível, embora represente um enorme “salto tecnológico”, apresente um alto nível de “inovação contida”, possa propiciar o desenvolvimento de inúmeras outras tecnologias, por promover “geração de conhecimento básico”, e de trazer um excelente benefício para o “meio ambiente”, considerando-se que o resíduo emitido à atmosfera após a queima do combustível é completamente não-poluente, é uma tecnologia que demanda “investimentos” altíssimos para o seu desenvolvimento, não permite que o Brasil se coloque em posição de liderança no processo de aprimoramento da tecnologia no contexto mundial, pelo fato de o país não deter a “competência central” para o

desenvolvimento desta tecnologia, este desenvolvimento geraria impactos negativos na “balança de pagamentos”, porque a maioria dos equipamentos envolvidos e o conhecimento específico a ela associado teriam de ser importados de países desenvolvidos, que estão na liderança deste processo, e, por fim, esta é uma tecnologia que ainda não apresenta viabilidade econômica, o que não é um fator muito relevante no momento presente de análise.

A tecnologia biodiesel, com o foco de aplicação na “utilização do biodiesel em veículos utilitários para transporte de cargas e passageiros”, no momento presente, apesar de ainda demandar “investimentos” bastante elevados para o seu desenvolvimento, por ser uma tecnologia nova, e ainda não ter a capacidade de atingir um público alvo significativo, em função do próprio estágio inicial do seu desenvolvimento, é uma tecnologia que, por ser nova e não estar diretamente ligada a “inovações anteriores”, é uma tecnologia que prepara o país para “inovações futuras”, agregando “conhecimentos básicos” que poderão ser derivados para o desenvolvimento de outras tecnologias e permite, de forma bastante extensa, o “aproveitamento dos recursos naturais” existentes no país, considerando-se a enorme quantidade de biomassa presente.

A tecnologia motor a gás, no foco de aplicação “motor a gás para veículos utilitários de transporte de carga e passageiros”, no momento presente, é uma tecnologia que apresenta uma amplitude menor de aplicação, quando comparada, por exemplo, à do motor a álcool, e apresenta um potencial menor de geração de novos conhecimentos específicos que possam ser aproveitados tanto para o desenvolvimento desta tecnologia em si, como de tecnologias derivadas desta. Por outro lado, por ser uma tecnologia madura, é uma tecnologia que demanda quantidades menores de “investimentos” para o seu desenvolvimento, não é uma tecnologia que está fortemente “ligada a tecnologias anteriores”, o país detém um

significativo know-how acumulado desta tecnologia e é uma tecnologia que permite aproveitamento dos recursos naturais do país, considerando-se as reservas de gás natural aqui existentes.

6.2 SEGUNDO PASSO: VERIFICAÇÃO DE ATRIBUTOS – TECNOLOGIAS DE COMBUSTÍVEL – CONTRIBUIÇÃO PARA MELHORIA DO POSICIONAMENTO ESTRATÉGICO NO MERCADO INTERNACIONAL

Da mesma forma, as tecnologias “motor a álcool”, “motor flexível (bicomcombustível)”, “motor célula de combustível (fuel cell)”, “motor biodiesel” e “motor a gás” foram avaliadas na dimensão relacionada à melhoria do posicionamento internacional da matriz de decisão para capacitação tecnológica, no momento presente.

Os atributos, ou notas atribuídas aos critérios pertencentes a esta dimensão da matriz de decisão são apresentados no Quadro 49:

Momento

1

Presente

Atribuir Notas Existentes em outro Foco Estratégico

#	Quesito	Soma	%	Tecnol 1	Tecnol 2	Tecnol 3	Tecnol 4	Tecnol 5
A	Posicionamento em relação à concorrência externa	23	8,06%	8	5	3	5	7
B	Garantia de competitividade sistêmica	26	9,11%	7	4	3	8	5
C	Adiciona nova vantagem competitiva	19	6,65%	4	5	3	7	4
D	Estímulo à diferenciação	20	7,01%	8	7	3	8	6
E	Contribuição para tornar o país Home-base	20,5	7,18%	8	6	2	8	6
F	Indústria de suporte	16	5,60%	8	6	4	5	6
G	Insumos	22	7,71%	10	7	3	5	3
H	Aspectos físicos da produção	11,5	4,03%	7	8	4	7	7
I	Aspectos qualitativos da produção	13,5	4,73%	7	8	9	6	7
J	Aproveitamento da estrutura de exportação existente	12	4,20%	3	6	3	7	6
M	Potencial ampliação da estrutura de Marketing	24,5	8,58%	7	6	3	8	6
K	Potencial de transformação da tecnologia em empreendimento	15	5,25%	8	7	4	8	7
L	Foco na necessidade da população brasileira	16,5	5,78%	8	7	4	8	6
N	Capacidade inovadora	22,5	7,88%	5	5	3	6	4
O	Alocação eficiente de recursos	13	4,55%	8	6	3	8	5
P	Desenvolvimento regional	10,5	3,68%	7	5	3	8	5
				7,140	5,988	3,419	6,958	5,525

Legenda - Tecnologias:

1 - Motor-Álcool - Combustível alternativo total ou parcial para motor

2 - Motor-Flex-cell - Combustível alternativo diesel e gás

3 - Motor-Célula de combustível - Combustível alternativo

4 - Motor-Biodiesel - Combustível alternativo total ou parcial para motor

5 - Motor-Motor a gás - Combustível alternativo

Quadro 49: Notas Tecnologias de Combustível – Dimensão de melhoria no posicionamento internacional (Momento Presente)

A tecnologia “motor a álcool”, no foco de aplicação “motor a álcool para veículos de carga e de transporte”, no momento presente, apresenta como pontos mais fortes a contribuição para o país se tornar o “país de referência” para o desenvolvimento desta tecnologia, a utilização de “insumos” nacionais, a capacidade técnica da “indústria de suporte” associada a esta tecnologia, o posicionamento de “vantagem competitiva” do país no cenário internacional, por já dominar a tecnologia e aplicá-la em larga escala, num contexto em que as pressões resultantes da escassez do petróleo ou da elevação do seu preço impulsionam a busca por combustíveis alternativos; e o “estímulo à diferenciação”, considerando-se que o Brasil é o único país do mundo que desenvolveu e aplicou esta tecnologia em larga escala.

A tecnologia do motor flexível, com foco de aplicação na “utilização da mistura diesel-gás para veículos de carga e de transporte”, no momento presente, contribui para melhorar os “aspectos físicos da produção” relacionados a custos e a qualidade da manufatura, além de também representar um grande “estímulo à diferenciação”, uma vez que foi no Brasil que a tecnologia foi desenvolvida e aplicada. Ela também oferece elevado potencial de transformação da “tecnologia em empreendimento”, uma vez que a venda da solução técnica pode ser explorada comercialmente em inúmeros países que estejam interessados na flexibilidade de uso de combustíveis diferentes ou no aproveitamento das vantagens associadas ao meio ambiente, oferecidos por esta tecnologia.

Se, por um lado, a tecnologia do motor célula de combustível representa um grande potencial de incremento da “qualidade” dos processos produtivos nacionais, uma vez que à ela estão associados o desenvolvimento e a aplicação de componentes de alta precisão, as chances de o país tornar-se, por outro lado, uma “base de desenvolvimento” daquela tecnologia no cenário internacional é muito reduzida, dada a complexidade técnica envolvida. Ela também não propiciaria o aproveitamento da “estrutura de exportação” existente, e não garantiria “competitividade sistêmica” ao país no curto ou no médio prazo, não contribuindo, diretamente, portanto, para um posicionamento sustentável do país no mercado internacional.

A tecnologia biodiesel, por sua vez, com o foco de aplicação na “utilização do biodiesel em veículos utilitários para transporte de cargas e passageiros”, no momento presente, garantiria “competitividade sistêmica” mais significativa; estimularia a “diferenciação”, pela própria capacidade técnica instalada no país para desenvolvimentos neste segmento tecnológico; o Brasil é o país onde está a “competência central” de desenvolvimento desta tecnologia, que tende a ampliar-se em função das diversas possibilidades de aplicação da tecnologia no país

que é referencia mundial em produção agrícola; e representa uma “alocação eficiente de recursos”, por integrar desenvolvimentos humano, físico, de conhecimento, de capital e de infra-estrutura.

A tecnologia do motor a gás, com foco de aplicação “motor a gás em veículos utilitários de transporte de carga e passageiros”, no momento presente, tem seus pontos altos nos “aspectos físicos” e nos “aspectos qualitativos da produção”, sobretudo por melhorar fatores extrínsecos, menos voltados a desempenho de produto, mas mais voltados à consciência da redução dos níveis de poluição; e na contribuição potencial para o país se tornar “home-base” deste desenvolvimento, considerando que o Brasil detém know-how específico de fabricação de motores médios a gás e da própria fabricação de chassis de ônibus e monoblocos. Como ponto fraco, pode-se destacar a relativa baixa “capacidade inovadora” atual desta tecnologia, considerando-se que a solução tecnológica do motor a gás não é nova e já foi amplamente aplicada.

6.3 TERCEIRO PASSO: DEMONSTRAÇÃO DOS RESULTADOS DAS TECNOLOGIAS DE COMBUSTÍVEL: GRAU DE ADEQUAÇÃO AO OBJETIVO

A ponderação das notas atribuídas aos critérios da matriz de decisão, nas duas dimensões da matriz, após serem ponderados pelo foco estratégico determinado, que estabelece os pesos percentuais de cada critério naquele cenário em questão, estabeleceu o posicionamento das tecnologias de combustível na matriz de decisão, no momento presente.

Estes resultados são apresentados graficamente no Quadro 50:

Quadro 50: Representação gráfica dos resultados da avaliação das tecnologias de combustível na matriz de decisão para capacitação tecnológica (Momento presente)

Verifica-se no resultado da avaliação das tecnologias de combustível, no momento presente, um posicionamento absoluto destacado para a tecnologia motor a álcool. Este resultado ocorre em função da conjugação de diversos fatores positivos trazidos por esta tecnologia tanto na dimensão relacionada ao incremento da produtividade e ao movimento de inovação, como, por exemplo, inovação contida, aproveitamento de recursos naturais, potencial de desenvolvimento, impacto positivo na qualidade e impacto positivo para a produtividade, entre outros, como também na dimensão relacionada ao posicionamento estratégico internacional, como, por exemplo, o estímulo à diferenciação ou o evidente potencial de o Brasil representar o centro de competência mundial no desenvolvimento futuro desta tecnologia.

Logo na seqüência aparece a tecnologia motor biodiesel, que também apresenta várias características interessantes relacionadas à produtividade e à inserção internacional, sobretudo por aproveitar a biomassa existente no país, de o Brasil poder posicionar-se na liderança internacional do desenvolvimento desta tecnologia, na preparação para o desenvolvimento de outras tecnologias, pelo conhecimento básico que agrega, e pelo impacto positivo na produtividade em toda a cadeia produtiva.

Em termos de posicionamento absoluto, destaca-se ainda a tecnologia dos motores flexíveis, aqui analisada sob o aspecto da mistura diesel-gás para aplicação em veículos utilitários e de transporte, que combina algumas vantagens da tecnologia do motor a gás com o know-how já desenvolvido do motor a diesel, atribuindo ainda o aspecto da flexibilidade.

Em seguida aparece a tecnologia dos motores a gás. No caso do motor a gás, algumas desvantagens relativas em relação às tecnologias anteriores, tais como o menor salto tecnológico associado a ela, o escopo de aplicação um pouco mais local e o próprio fato de representar menor vantagem comparativa, uma vez que outros países também detêm o conhecimento tecnológico e possuem gás natural, embora este critério isoladamente não represente menor atratividade, levaram a um posicionamento positivo, porém inferior ao das outras tecnologias.

Finalmente, o posicionamento absoluto e relativo um pouco mais desfavorável da tecnologia dos motores célula de combustível (fuel cell) está associado, principalmente, ao fato de o país não estar em condição de exercer posicionamento de liderança no processo de desenvolvimento desta tecnologia, embora ela represente um salto tecnológico de amplo vulto e contribua significativamente para melhorar aspectos relacionados ao meio ambiente.

O resultado das avaliações das tecnologias, no momento presente, mostra como o contexto do país pode influenciar significativamente o posicionamento de uma tecnologia na matriz de decisão para capacitação tecnológica, em função da forma como esta metodologia foi construída. Isso comprova um certo ajuste da metodologia ao objetivo que ela propõe: identificar tecnologias-chave para o país, observando-se ao mesmo tempo o quanto aquela tecnologia impulsiona produtividade interna e, ao mesmo tempo, agrega fatores de vantagem competitiva para melhor inserção internacional.

6.4 QUARTO PASSO: PROJEÇÃO DOS RESULTADOS PARA O MOMENTO FUTURO

O processo de avaliação das tecnologias se repete, projetando-se, agora, os resultados para um momento futuro no tempo. Nesta projeção, aspectos como incremento da maturidade da tecnologia, expansão da sua aplicação, o ciclo de vida, o potencial de desenvolvimento da tecnologia e mesmo o contexto no qual ela será aplicada no futuro influenciam no processo de atribuição das notas, e, conseqüentemente, no posicionamento da tecnologia na matriz neste outro momento.

No Quadro 51 são apresentadas as notas atribuídas aos critérios de avaliação na dimensão da matriz de decisão para capacitação tecnológica relacionada à produtividade e ao movimento de inovação:

Momento

2

Futuro

Atribuir Notas Existentes em outro Foco Estratégico

#	Quesito	Soma	%	Tecnol 1	Tecnol 2	Tecnol 3	Tecnol 4	Tecnol 5
A	Inovação contida (nível de inovação)	25	7,47%	7	8	3	6	4
B	Tecnologia de base (geração de know-how)	20	5,98%	7	6	3	7	4
C	Permite e prepara para inovações futuras	30	8,97%	7	6	4	8	4
D	Representa salto tecnológico	22,5	6,73%	8	6	8	4	3
E	Aproveita recursos naturais do país	23,5	7,03%	9	8	3	6	5
F	Está vinculada à inovações anteriores	14,5	4,33%	5	9	3	7	6
G	Escopo de aplicação da inovação	20	5,98%	8	8	3	8	3
H	Potencial de desenvolvimento	21	6,28%	5	5	8	6	5
I	Impacto na produtividade	21,5	6,43%	8	5	7	4	5
J	Impacto na qualidade	13	3,89%	4	7	9	5	6
K	Impacto no meio ambiente	26	7,77%	4	6	8	5	5
L	Tecnologia economicamente viável	25	7,47%	7	5	5	6	3
M	Necessidade de investimentos	13	3,89%	7	6	2	6	7
N	Impacto Balanço de Pagamentos	16,5	4,93%	7	6	2	4	6
O	Dinamiza consumo de massa	18	5,38%	7	6	5	6	5
P	Tecnologia é core competence	15,5	4,63%	8	5	3	4	6
Q	Arranjo para o desenvolvimento	9,5	2,84%	8	7	5	6	4
				6,845	6,359	4,845	5,831	4,599

Legenda - Tecnologias:

1 - Motor-Álcool - Combustível alternativo total ou parcial para motor

2 - Motor-Flex-cell - Combustível alternativo diesel e gás

3 - Motor-Célula de combustível - Combustível alternativo

4 - Motor-Biodiesel - Combustível alternativo total ou parcial para motor

5 - Motor-Motor a gás - Combustível alternativo

Quadro 51: Notas Tecnologias de Combustível – Dimensão de Produtividade e Movimento de Inovação (Momento Futuro)

Pode-se destacar uma melhora geral das tecnologias nesta dimensão da produtividade da matriz de decisão para todas as tecnologias.

Para a tecnologia motor a álcool, que já possuía um posicionamento muito favorável em relação à dimensão produtividade, houve apenas um processo de consolidação deste posicionamento no momento futuro, com ligeira melhora no posicionamento absoluto da tecnologia.

Já no caso da tecnologia motor flexível, no foco de aplicação “mistura diesel-gás veículos de transporte e carga”, ocorre uma forte melhora na dimensão da produtividade, sobretudo

calçada no incremento do desempenho do critério referente ao “aproveitamento dos recursos naturais”, considerando-se a conquista pelo país da auto-suficiência no refino do petróleo e a consolidação dos investimentos em gasodutos e infra-estrutura de distribuição do gás natural, uma melhoria no critério voltado aos “impactos relacionados ao meio ambiente”, e ao melhor “arranjo para o desenvolvimento” entre indústrias, universidades e centros de pesquisa, entre outras instituições, que se construiria ao longo do tempo.

Ocorre também um significativo avanço no aspecto da produtividade no momento futuro para a tecnologia célula de combustível (fuel cell), sobretudo em função da melhoria no desempenho dos critérios relacionados à “consolidação da tecnologia” e ao incremento da “qualidade” impulsionado por este desenvolvimento.

A melhora na dimensão da produtividade, no momento futuro, da tecnologia biodiesel está bastante vinculada à descoberta de novos “escopos de aplicação”, à “consolidação do desenvolvimento” da tecnologia e na conquista de índices de “viabilidade econômica” mais favoráveis, também vinculados aos maiores volumes potenciais de aplicação da tecnologia.

Finalmente, no caso da tecnologia motor a gás, os avanços na dimensão da produtividade estão ligados ao incremento do desempenho nos critérios relacionados à “qualidade” e à menor demanda de “investimentos” necessários para continuidade do processo de inovação para esta tecnologia.

No Quadro 52 são apresentadas as notas atribuídas aos critérios de avaliação na dimensão da matriz de decisão para capacitação tecnológica relacionada ao posicionamento estratégico no mercado internacional:

Momento

2

Futuro

Atribuir Notas Existentes em outro Foco Estratégico

#	Quesito	Soma	%	Tecnol 1	Tecnol 2	Tecnol 3	Tecnol 4	Tecnol 5
A	Posicionamento em relação à concorrência externa	23	8,06%	7	7	3	8	7
B	Garantia de competitividade sistêmica	26	9,11%	7	7	3	9	5
C	Adiciona nova vantagem competitiva	19	6,65%	4	5	8	7	4
D	Estímulo à diferenciação	20	7,01%	8	7	3	9	6
E	Contribuição para tornar o país Home-base	20,5	7,18%	8	7	2	9	6
F	Indústria de suporte	16	5,60%	8	7	4	9	6
G	Insumos	22	7,71%	8	7	3	8	8
H	Aspectos físicos da produção	11,5	4,03%	7	8	4	7	7
I	Aspectos qualitativos da produção	13,5	4,73%	7	8	9	6	7
J	Aproveitamento da estrutura de exportação existente	12	4,20%	9	8	3	7	6
M	Potencial ampliação da estrutura de Marketing	24,5	8,58%	7	6	3	9	6
K	Potencial de transformação da tecnologia em empreendimento	15	5,25%	8	7	4	9	7
L	Foco na necessidade da população brasileira	16,5	5,78%	8	7	4	9	6
N	Capacidade inovadora	22,5	7,88%	5	5	9	6	4
O	Alocação eficiente de recursos	13	4,55%	8	8	3	8	5
P	Desenvolvimento regional	10,5	3,68%	7	6	3	3	5
				7,238	6,762	4,224	7,900	5,911

Legenda - Tecnologias:

1 - Motor-Álcool - Combustível alternativo total ou parcial para motor

2 - Motor-Flex-cell - Combustível alternativo diesel e gás

3 - Motor-Célula de combustível - Combustível alternativo

4 - Motor-Biodiesel - Combustível alternativo total ou parcial para motor

5 - Motor-Motor a gás - Combustível alternativo

Quadro 52: Notas Tecnologias de Combustível – Dimensão de melhoria no posicionamento internacional (Momento Futuro)

Verifica-se, da mesma forma, um incremento do posicionamento de todas as tecnologias de combustível na dimensão da matriz de decisão para capacitação voltada ao posicionamento estratégico internacional, no momento futuro.

No caso da tecnologia “motor a álcool”, verifica-se a consolidação do bom posicionamento da tecnologia nesta dimensão da matriz, com pequenos avanços nos critérios de forma geral.

O avanço nesta dimensão da matriz da tecnologia motor flexível é, relativamente, bastante mais significativo, e está baseado, principalmente, no incremento de desempenho dos critérios relacionados à “garantia de competitividade sistêmica”, à consolidação do país como

“potencial centro de desenvolvimento” desta tecnologia no cenário internacional, ao desenvolvimento da “indústria de suporte” ao longo do tempo e à capacidade de se explorar toda a “estrutura de exportação” existente para impulsionar o incremento de divisas baseado nesta tecnologia.

O incremento da tecnologia célula de combustível (fuel cell) está relacionado à consolidação da “capacidade inovadora” desta tecnologia e da conquista de “vantagens competitivas”, também associadas à consolidação desta tecnologia numa visão futura de análise.

No caso da tecnologia biodiesel, destacam-se os incrementos de desempenho nos critérios “posicionamento em relação à concorrência externa”, função da consolidação do desenvolvimento da tecnologia, e o desenvolvimento da “indústria de suporte”, que deverá acompanhar o ciclo de desenvolvimento desta tecnologia.

Finalmente, no caso da tecnologia a gás, o avanço é verificado, sobretudo, no aspecto relacionado aos “insumos” necessários para desenvolvimento ou aplicação da tecnologia, considerando-se o processo de expansão das redes de gás natural e infra-estrutura de distribuição.

O Quadro 53 apresenta graficamente o posicionamento das tecnologias de combustível na matriz de decisão para capacitação tecnológica nos momentos atual e futuro:

Quadro 53: Representação gráfica dos resultados da avaliação das tecnologias de combustível na matriz de decisão para capacitação tecnológica (Momentos presente e futuro)

Na visualização gráfica dos resultados pode-se verificar com clareza o movimento do posicionamento das tecnologias para a região de maior atratividade da matriz de decisão, no momento futuro. Este movimento em direção à região de maior atratividade acontece tanto na dimensão relacionada à produtividade, como também na dimensão relacionada ao melhor posicionamento estratégico internacional.

6.5 QUINTO PASSO: UTILIZAÇÃO DE UM OUTRO FOCO ESTRATÉGICO DE ANÁLISE: COMPORTAMENTO DOS RESULTADOS NUMA NOVA CONDIÇÃO DE PREFERÊNCIA ENTRE OBJETIVOS DE NÍVEL INFERIOR

Com o objetivo de se completar a visualização dos resultados obtidos, o Quadro 54 apresenta o posicionamento das tecnologias de combustível na matriz de decisão para capacitação tecnológica, nos momentos atual e futuro, num outro foco estratégico de análise. Neste caso, foi aplicado o foco estratégico de ponderação entre os critérios de avaliação “Tecnologia de

base, meio ambiente e capacidade inovadora”, onde estes três critérios, respectivamente, passam a representar um maior peso percentual nas duas dimensões na matriz de capacitação:

Quadro 54: Representação gráfica dos resultados da avaliação das tecnologias de combustível na matriz de decisão para capacitação tecnológica (Momentos presente e futuro) - Foco estratégico "Tecnologia de base, meio ambiente e capacidade inovadora"

Com relação aos resultados obtidos neste foco estratégico da matriz de decisão (Quadro 54), em comparação aos resultados obtidos no foco estratégico padrão de ponderação entre critérios (Quadro 53), pode-se destacar que:

- Não houve diferenças significativas no padrão geral de distribuição do posicionamento das tecnologias na matriz de decisão, quando avaliadas sob os diferentes focos estratégicos de análise;
- Diferenças mais representativas ocorreram no posicionamento relativo entre as tecnologias, onde se pôde verificar uma melhora do desempenho da tecnologia

célula de combustível no foco estratégico “Tecnologia de base, meio ambiente e capacidade inovadora”, favorecida neste cenário em que os maiores pesos percentuais recaem sobre os critérios onde esta tecnologia tem seus pontos mais fortes.

6.6 SEXTO PASSO: ANÁLISE CRÍTICA DOS RESULTADOS – TECNOLOGIAS DE COMBUSTÍVEL

Com base em todas as questões discutidas neste capítulo, acerca do posicionamento das tecnologias de combustíveis na matriz de decisão para capacitação tecnológica, pode-se afirmar que o processo de decisão construído a partir da meta-regra e suas duas dimensões, depois derivado nos critérios de avaliação de desempenho, permitiu que fosse possível representar de forma eficiente a atratividade das tecnologias avaliadas, uma vez que:

- A quantidade elevada de critérios de avaliação nas duas dimensões da matriz, se, por um lado, tornou todo o processo de avaliação das tecnologias mais complexo, proporcionou, por outro lado, uma possibilidade de articulação e correlação bastante interessante entre os critérios, que se traduziu numa maior robustez dos resultados obtidos.
- A escala de notas entre zero e dez pontos, com critérios de alcance de limites mínimo e máximo determinados para cada critério de avaliação, permitiu uma faixa de distribuição adequada para diferenciar os desempenhos das tecnologias em cada critério.

- A utilização de focos estratégicos serviu como fator orientador de análise de resultados, mas sem alterar significativamente o resultado dos posicionamentos das tecnologias na matriz de decisão, o que também comprovou uma certa robustez do processo de decisão construído, cuja origem também está na diversidade de critérios de desempenho da matriz.
- Finalmente, o que se pôde verificar é um posicionamento coerente das tecnologias na matriz de decisão, quando se analisa especificamente cada um dos critérios de análise.

A partir desta comprovação de coerência de resultados proporcionados pela matriz de decisão para capacitação tecnológica, realizou-se a avaliação de todas as tecnologias selecionadas neste estudo, cujos resultados são apresentados no próximo capítulo.

7 RESULTADOS OBTIDOS NA AVALIAÇÃO DAS TECNOLOGIAS DO SETOR AUTOMOBILÍSTICO PELA METODOLOGIA/TECNOLOGIA PARA TOMADA DE DECISÃO SOBRE TECNOLOGIAS-CHAVE

São apresentados neste capítulo os resultados das avaliações das tecnologias pela matriz de decisão para capacitação tecnológica.

Todas as quatrocentos e sete tecnologias do setor automobilístico selecionadas para análise neste trabalho e classificadas conforme os focos de desenvolvimento primários e secundários definidos foram avaliadas segundo os critérios de avaliação de desempenho, nas duas dimensões da matriz de decisão. Desta avaliação surgiram os posicionamentos das tecnologias na matriz.

Para distribuição de pesos percentuais entre os critérios de avaliação nas dimensões da matriz “contribuição para produtividade e movimento de inovação” e “contribuição para melhor posicionamento no cenário internacional” foi utilizado o foco estratégico “Capacitação futura e garantia da competitividade”, o mesmo que serviu de referência no processo de análise crítica preliminar de resultados, na avaliação das tecnologias de combustíveis.

A apresentação dos resultados será dividida conforme os três focos primários de desenvolvimento tecnológico: tecnologias de produto, tecnologias de processos e tecnologias de serviços.

Em cada um destes grupos primários, conjuntos de tecnologias semelhantes, pertencentes ao mesmo foco secundário de aplicação, serão apresentados conjuntamente, de modo que a comparação relativa do posicionamento das tecnologias no grupo apresentado tornou-se possível.

Em cada folha de resultado, são apresentados: o foco primário de desenvolvimento das tecnologias, o foco secundário de desenvolvimento, que determina o conjunto de tecnologias semelhantes vinculadas a ele, a denominação das tecnologias daquele foco secundário, o ciclo de vida das tecnologias, no foco de aplicação proposto, onde se inclui o período de desenvolvimento necessário para maturação das tecnologias e, por fim, o posicionamento das tecnologias nas matrizes de decisão para capacitação tecnológica, nos momentos atual e futuro.

A análise crítica do conjunto de resultados obtidos será realizada no capítulo subsequente.

7.1 RESULTADOS OBTIDOS – TECNOLOGIAS DE PRODUTO

Nesta seção são apresentados os resultados das avaliações das tecnologias de produto na matriz de decisão para capacitação tecnológica.

Os seguintes grupos tecnológicos (focos secundários de desenvolvimento) são apresentados:

- Câmbio (Matriz de decisão 1)
- Eixo Dianteiro (Matriz de decisão 2)
- Eixo Traseiro (Matriz de decisão 3)
- Motor – 5C (Matriz de decisão 4)
- Motor – Bombas (Matriz de decisão 5)
- Motor – Combustível (Matriz de decisão 6)
- Motor – Miscelâneas (Matriz de decisão 7)
- Motor – Sistema de tratamento de emissão (Matriz de decisão 8)

- Motor – Montagem (Matriz de decisão 9)
- Chassis e Sistemas – Conjuntos (Matriz de decisão 10)
- Chassis e Sistemas – Sistemas (Matriz de decisão 11)
- Cabina – Acabamento (Matriz de decisão 12)
- Cabina – Estrutura (Matriz de decisão 13)

Matriz de decisão 1: Tecnologias de produto - Câmbio

Matriz de decisão 2: Tecnologias de produto - Eixo Dianteiro

Matriz de decisão 3: Tecnologias de produto - Eixo traseiro

Matriz de decisão 4: Tecnologias de produto - 5C's (Bloco, Cabeçote, Biela, Eixo Comando e Virabrequim)

Matriz de decisão 5: Tecnologias de produto - Bombas

Matriz de decisão 6: Tecnologias de produto - Combustível

Matriz de decisão 7: Tecnologias de produto - Miscelâneas

Tecnologia de Produtos

Motor - Sistema de tratamento de emissão

Foco Estratégico : Capacitação futura e competitividade sistêmica

Matriz de decisão 8: Tecnologias de produto - Sistema de tratamento de emissão

Matriz de decisão 9: Tecnologias de produto - Montagem

Matriz de decisão 10: Tecnologias de produto - Chassis e sistemas - Conjuntos

Matriz de decisão 11: Tecnologias de produto - Chassis e sistemas - Sistemas

Matriz de decisão 12: Tecnologias de produto - Cabina - Acabamento

Matriz de decisão 13: Tecnologias de produto - Cabina - Estrutura

7.2 RESULTADOS OBTIDOS – TECNOLOGIAS DE PROCESSO

Nesta seção são apresentados os resultados das avaliações das tecnologias de processos na matriz de decisão para capacitação tecnológica.

Os seguintes grupos tecnológicos (focos secundários de desenvolvimento) são apresentados:

- Conformação Mecânica – Chapa (Matriz de decisão 14)
- Conformação Mecânica – Outros (Matriz de decisão 15)
- Limpeza e Rebarbação (Matriz de decisão 16)
- Medição, Testes e Garantia de Qualidade – Geral (Matriz de decisão 17)
- Medição, Testes e Garantia de Qualidade – Ensaios (Matriz de decisão 18)
- Medição, Testes e Garantia de Qualidade – Medição (Matriz de decisão 19)
- Medição, Testes e Garantia de Qualidade – Teste (Matriz de decisão 20)
- Meios e Métodos de Transporte e Armazenamento (Matriz de decisão 21)
- Montagem – Montagem (Matriz de decisão 22)
- Montagem – Fixação (Matriz de decisão 23)
- Montagem – Outras (Matriz de decisão 24)
- Pintura – Controle (Matriz de decisão 25)
- Pintura - Tratamento/Secagem (Matriz de decisão 26)
- Pintura – Tinta (Matriz de decisão 27)
- Processos de Fabricação com Materiais Alternativos (Matriz de decisão 28)
- Processos de Modelação, Prototipagem e Ferramenta (Matriz de decisão 29)
- Soldagem – Geração 1 (Matriz de decisão 30)
- Soldagem – Geração 2 (Matriz de decisão 31)

- Tratamento Superficial – Preparação (Matriz de decisão 32)
- Tratamento Superficial – Proteção (Matriz de decisão 33)
- Tratamento Térmico – Estruturação (Matriz de decisão 34)
- Tratamento Térmico – Têmpera (Matriz de decisão 35)
- Usinagem Convencional – Acabamento (Matriz de decisão 36)
- Usinagem Convencional – Ferramental (Matriz de decisão 37)
- Usinagem Convencional – Máquina Acabamento (Matriz de decisão 38)
- Usinagem Convencional – Máquina Desbaste (Matriz de decisão 39)
- Usinagem Não Convencional (Matriz de decisão 40)

Matriz de decisão 14: Tecnologias de processo - Conformação mecânica - Chapa

Matriz de decisão 15: Tecnologias de processo - Conformação mecânica - Outros

Matriz de decisão 16: Tecnologias de processo - Limpeza e rebarbação

Matriz de decisão 17: Tecnologias de processo - Medição, testes e garantia da qualidade - Geral

Matriz de decisão 18: Tecnologias de processo - Medição, testes e garantia da qualidade - Ensaios

Matriz de decisão 19: Tecnologias de processo - Medição, testes e garantia da qualidade - Medição

Matriz de decisão 20: Tecnologias de processo - Medição, testes e garantia da qualidade - Teste

Matriz de decisão 21: Tecnologias de processo - Meios e métodos de transporte e armazenamento

Matriz de decisão 22: Tecnologias de processo - Montagem - Montagem

Matriz de decisão 23: Tecnologias de processo - Montagem - Fixação

Matriz de decisão 24: Tecnologias de processo - Montagem - Outras

Matriz de decisão 25: Tecnologias de processo - Pintura - Controle

Matriz de decisão 26: Tecnologias de processo - Pintura - Tratamento e Secagem

Matriz de decisão 27: Tecnologias de processo - Pintura - Tinta

Matriz de decisão 28: Tecnologias de processo - Processos de fabricação com materiais alternativos

Matriz de decisão 29: Tecnologias de processo - Processos de modelação, prototipagem e ferramenta

Matriz de decisão 30: Tecnologias de processo - Soldagem - Geração 1

Matriz de decisão 31: Tecnologias de processo - Soldagem - Geração 2

Matriz de decisão 32: Tecnologias de processo - Tratamento superficial - Preparação

Matriz de decisão 33: Tecnologias de processo - Tratamento superficial - Proteção

Matriz de decisão 34: Tecnologias de processo - Tratamento térmico - Estruturação

Matriz de decisão 35: Tecnologias de processo - Tratamento térmico - Têmpera

Tecnologia de Processos

Usinagem Convencional - Acabamento

Foco Estratégico : Capacitação futura e competitividade sistêmica

Matriz de decisão 36: Tecnologias de processo - Usinagem convencional - Acabamento

Matriz de decisão 37: Tecnologias de processo - Usinagem convencional - Ferramental

Matriz de decisão 38: Tecnologias de processo - Usinagem convencional - Máquina acabamento

Matriz de decisão 39: Tecnologias de processo - Usinagem convencional - Máquina desbaste

Matriz de decisão 40: Tecnologias de processo - Usinagem não convencional

7.3 RESULTADOS OBTIDOS – TECNOLOGIAS DE SERVIÇO

Nesta seção são apresentados os resultados das avaliações das tecnologias de serviços na matriz de decisão para capacitação tecnológica.

Os seguintes grupos tecnológicos (focos secundários de desenvolvimento) são apresentados:

- Gestão da manufatura (Matriz de decisão 41)
- Planejamento Estratégico (Matriz de decisão 42)
- Qualidade (Matriz de decisão 43)
- Logística e Abastecimento da Produção – Externa (Matriz de decisão 44)
- Logística e Abastecimento da Produção – Interna (Matriz de decisão 45)
- Logística e Abastecimento da Produção – Sistemas (Matriz de decisão 46)
- Logística e Abastecimento da Produção – Modelo (Matriz de decisão 47)
- Automação Industrial (Matriz de decisão 48)
- Informatização do Chão de Fábrica (Matriz de decisão 49)
- Medição, Controle e Comunicação (Matriz de decisão 50)
- Sistemas Baseados em Mainframe (Matriz de decisão 51)
- Sistemas EDM e CPDM – Operação (Matriz de decisão 52)
- Sistemas EDM e CPDM – Simulação (Matriz de decisão 53)
- Software e Hardware para Microinformática (Matriz de decisão 54)
- Tecnologias de Infra-estrutura e Manutenção (Matriz de decisão 55)

Matriz de decisão 41: Tecnologias de serviço - Gestão da manufatura

Matriz de decisão 42: Tecnologias de serviço - Planejamento estratégico

Matriz de decisão 43: Tecnologias de serviço - Qualidade

Matriz de decisão 45: Tecnologias de serviço - Logística e abastecimento da produção - Interna

Matriz de decisão 46: Tecnologias de serviço - Logística e abastecimento da produção - Sistemas

Matriz de decisão 47: Tecnologias de serviço - Logística e abastecimento da produção - Modelos

Matriz de decisão 48: Tecnologias de serviço - Automação industrial

Matriz de decisão 49: Tecnologias de serviço - Informatização do chão de fábrica

Matriz de decisão 50: Tecnologias de serviço - Medição, controle e comunicação

Matriz de decisão 51: Tecnologias de serviço - Sistemas baseados em mainframe

Matriz de decisão 52: Tecnologias de serviço - Sistemas EDM e CPDM - Operação

Matriz de decisão 53: Tecnologias de serviço - Sistemas EDM e CPDM - Simulação

Matriz de decisão 54: Tecnologias de serviço - Software e hardware para microinformática

Matriz de decisão 55: Tecnologias de serviço - Tecnologias de infra-estrutura e manutenção

8 ANÁLISE CRÍTICA DOS RESULTADOS OBTIDOS

Neste capítulo realiza-se uma análise crítica dos resultados obtidos nas avaliações das tecnologias do setor automobilístico pela matriz de decisão para capacitação tecnológica, desenvolvida neste trabalho.

Todo o processo de avaliação das tecnologias permitiu que fosse identificado um grupo de tecnologias de elevado desempenho, tanto no que se refere à contribuição para o incremento da produtividade e do movimento de inovação do país, como também no que se refere à contribuição daquelas tecnologias para um melhor posicionamento do país no mercado internacional. Ou seja, o processo de avaliação permitiu identificar as tecnologias que estão mais alinhadas à meta-regra do processo de decisão utilizado pela matriz para capacitação, no foco de análise proposto.

Portanto, destacaram-se no processo de avaliação pela matriz de decisão para capacitação tecnológica as tecnologias que, na avaliação do conjunto de critérios de desempenho, mais contribuirão para geração de conhecimentos básicos, importantes para capacitar o desenvolvimento de tecnologias derivadas, que proporcionam saltos tecnológicos significativos, os quais possam incrementar a produtividade e a competitividade da indústria nacional, ou que permitam um melhor aproveitamento dos recursos naturais existentes no país, apenas para citar alguns dos critérios de avaliação de desempenho na dimensão da produtividade da matriz de decisão. Da mesma forma, na dimensão relacionada à contribuição para o melhor posicionamento estratégico internacional, destacaram-se as tecnologias com alto desempenho nos critérios relacionados ao potencial de conquista de liderança em relação à concorrência externa, à garantia da competitividade sistêmica trazido por ela, ao estímulo à

diferenciação, ao estímulo ao aproveitamento da estrutura de exportações ou à ampliação da estrutura de marketing proporcionado por ela, entre outros aspectos.

As tecnologias identificadas como tecnologias-chave seriam recebedoras potenciais de ações estratégicas do Governo, em programas de políticas industriais tecnológicas.

Duas perspectivas de análise crítica de resultados obtidos foram realizadas neste capítulo:

- A primeira perspectiva fixou-se no posicionamento absoluto, e seu movimento entre o momento presente e o momento futuro, dos focos secundários de desenvolvimento. Em outras palavras, com o foco nas classes tecnológicas onde se agruparam as tecnologias avaliadas por critério de similaridade.
- Na segunda e definitiva perspectiva, o foco de análise recaiu especificamente sobre o posicionamento absoluto de todas as tecnologias avaliadas pela matriz de decisão para capacitação tecnológica, no momento futuro. Desta perspectiva surgiu a identificação das tecnologias-chave potenciais para programas de políticas públicas tecnológicas.

8.1 TENDÊNCIAS POR FOCOS SECUNDÁRIOS DE DESENVOLVIMENTO

Nesta primeira perspectiva de avaliação dos resultados obtidos, procurou-se representar em ponto da matriz de decisão para capacitação o posicionamento do conjunto de tecnologias que pertencem a um mesmo foco secundário de desenvolvimento. O posicionamento resultante do grupo de tecnologias foi calculado com base na média aritmética dos posicionamentos individuais das tecnologias que o compõem, nas duas dimensões da matriz.

Desta forma, pôde-se conjugar numa mesma matriz o resultado de vários grupos de tecnologias de produtos, de processos, ou de serviços, no momento presente e no momento futuro.

Embora esta avaliação represente apenas uma referência de posicionamento dos grupos tecnológicos, uma vez que este posicionamento foi calculado a partir de médias aritméticas puras, com diferentes desvios, é possível visualizar neste processo a distribuição geral dos grupos tecnológicos (focos secundários) nas matrizes de decisão.

O Quadro 55 apresenta o posicionamento dos grupos de tecnologias de produto:

Quadro 55: Posicionamento dos grupos tecnológicos na matriz de decisão para capacitação tecnológica - Tecnologias de produto

Pode-se perceber um deslocamento da distribuição dos grupos tecnológicos entre os momentos presente e futuro para uma posição de maior atratividade da matriz de decisão.

Percebe-se também que há uma certa concentração maior dos grupos tecnológicos no momento futuro, resultado do aperfeiçoamento das tecnologias ao longo do tempo.

Destacam-se os grupos tecnológicos “Cabina – Acabamento”, “Chassis e Cabinas – Sistemas” e “Chassis e Cabinas – Conjuntos”. Estes grupos tecnológicos têm em comum o fato de apresentarem várias tecnologias que permitem a exploração de materiais naturais, seja para substituição de materiais metálicos de estrutura ou acabamento, seja na construção de

elementos filtrantes ou elementos do sistema de frenagem. Este fato permite explorar tanto a dimensão da vantagem competitiva, em função da detenção do conhecimento básico e da facilidade de transformá-lo em vantagem competitiva, como também permite incrementos da inovação e da produtividade, com base na inovação contida e no aproveitamento de recursos naturais do país.

O Quadro 56 e o Quadro 57 apresentam o posicionamento dos grupos de tecnologias de processo:

Quadro 56: Posicionamento dos grupos tecnológicos na matriz de decisão para capacitação tecnológica - Tecnologias de processo (1)

Quadro 57: Posicionamento dos grupos tecnológicos na matriz de decisão para capacitação tecnológica - Tecnologias de processo (2)

Nos dois casos percebe-se também um movimento de melhoria da atratividade dos grupos tecnológicos de processo, entre o momento presente e o momento futuro, embora com uma envergadura menor do que a verificada nos grupos de tecnologias de produto.

A concentração dos posicionamentos resultantes dos grupos tecnológicos manteve-se entre os dois momentos da análise. Não houve em nenhum dos dois casos um espalhamento dos pontos na matriz no momento futuro. Uma grande influência para este comportamento é a relativa maturidade das tecnologias de processo, que vêm recebendo contínuas melhorias ao longo do tempo, mas de forma bastante equivalente entre os grupos.

Destaca-se o grupo tecnológico “Processos de fabricação com materiais alternativos”. Da mesma forma como ocorreu nos grupos tecnológicos de produto, também neste caso foi a existência de tecnologias que permitem a exploração do uso de materiais naturais neste grupo tecnológico que causou seu relativo destaque.

O Quadro 58 apresenta o posicionamento dos grupos de tecnologias de serviço:

Quadro 58: Posicionamento dos grupos tecnológicos na matriz de decisão para capacitação tecnológica - Tecnologias de serviço

Repetindo-se o movimento ocorrido nos grupos tecnológicos anteriores, há também para os grupos de tecnologias de serviço um deslocamento dos posicionamentos correspondentes para

a região de maior atratividade da matriz de decisão para capacitação, entre os momentos presente e futuro.

A concentração dos pontos no momento presente deixa lugar para uma distribuição mais espalhada no momento futuro. Este fenômeno mostra que, diferentemente do que ocorreu nos grupos de tecnologias de processo, nas tecnologias de serviço há grupos de tecnologias com maior potencial de desenvolvimento que outros, seja por apresentarem estágio inferior de desenvolvimento no momento atual, seja porque apresentam uma capacidade maior de transformarem-se e de serem aplicados a novos setores ou aos mesmos setores industriais, mas de forma reinventada.

Os maiores destaques são os grupos tecnológicos “Logística e Abastecimento da Produção - Interna”, “Planejamento Estratégico” e “Sistemas EDM e CPDM – Simulação”.

No caso do grupo tecnológico das tecnologias de logística interna, uma congregação de fatores positivos impulsiona este grupo tecnológico para uma condição de atratividade: há um grande potencial de desenvolvimento das tecnologias de logística e abastecimento; o Brasil detém know-how suficiente para acompanhar este processo de desenvolvimento; o impacto da eficiência logística sobre a produtividade produtiva é imediato e pode ser diretamente verificado economicamente, seja em forma de redução de custos, seja na forma de aumentos de margens de contribuição; e, finalmente, a eficiência logística permite explorar de forma mais competitiva todo o sistema de exportação e inserção internacional do país.

No caso do grupo de tecnologias de planejamento estratégico, sua atratividade está bastante associada ao fato de o país ter grande capacidade de acompanhar e conquistar posição de

destaque no desenvolvimento destas tecnologias ao longo do tempo, sobretudo considerando-se as condições adversas de contexto econômico onde ocorrem os planejamentos estratégicos, quando nem sempre é possível prever condições de contorno futuras com precisão e, em função disto, a criatividade e flexibilidade para adaptar-se às novas condições passam a fazer parte dos modelos de gestão estratégica das empresas nacionais. Outra questão positiva é a possibilidade de aplicar os conceitos de gestão estratégica a um número muito amplo de setores.

Finalmente, no caso do grupo de tecnologias de simulação, a atratividade do grupo está muito associada à capacidade nacional na geração de softwares de qualidade e no potencial de obtenção de economias associadas ao uso destes sistemas.

8.2 IDENTIFICAÇÃO DAS TECNOLOGIAS-CHAVE DA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA SEGUNDO A MATRIZ DE DECISÃO PARA CAPACITAÇÃO TECNOLÓGICA

Nesta segunda e definitiva perspectiva, o objetivo central da análise crítica dos resultados obtidos através da matriz de capacitação recai sobre as tecnologias em si. Neste caso, são os posicionamentos absolutos das tecnologias avaliadas pela matriz de decisão para capacitação tecnológica, no momento futuro, que recebem o foco central de análise.

Como o objetivo estava associado à identificação das tecnologias-chave da indústria automobilística, sob a perspectiva trazida pela metodologia da matriz de decisão para capacitação tecnológica, abandonou-se, neste caso, as classificações das tecnologias nos seus focos primário e secundário de desenvolvimento, uma vez que a comparação agora deveria ocorrer entre todas as tecnologias de todos os grupos tecnológicos, e não mais apenas sob os grupos específicos de tecnologias semelhantes ou com objetivos comuns.

No Quadro 59 pode-se observar o posicionamento absoluto das quatrocentos e sete tecnologias do setor automobilístico selecionadas e avaliadas pela matriz de decisão para capacitação tecnológica desenvolvida neste trabalho:

Quadro 59: Posicionamento absoluto das tecnologias do setor automobilístico na matriz de decisão para capacitação tecnológica (momento futuro) e patamares de atratividade

Pode-se destacar, inicialmente, a existência de uma certa concentração de tecnologias de produto e de serviço na região de maior atratividade da matriz de decisão. Por sua vez, as

tecnologias de processo posicionaram-se numa região mais central da matriz de decisão, com uma atratividade relativa menor, quando comparada com as outras.

De fato, nas tecnologias de produto é que se encontram os grandes potenciais de inserção de inovações significativas. E as inovações levam à produtividade e à vantagem competitiva, ao aumento da qualidade dos produtos, ao potencial aproveitamento dos recursos naturais do país, e ao conhecimento tecnológico básico, que permite o desenvolvimento de outras tecnologias derivadas. Este processo reforça também o estímulo à diferenciação, a garantia da competitividade sistêmica e o desenvolvimento das condições necessárias para transformar o país em centro de competência destas tecnologias, e todos estes aspectos fortalecem o fortalecimento do posicionamento estratégico do país no mercado internacional.

Da mesma forma, as tecnologias de serviço ganham atratividade com base na adição de novas vantagens competitivas, no potencial de exploração da capacidade inovadora do país no desenvolvimento destas tecnologias e no elevado potencial de aumento da competitividade, muitas vezes sem que haja a necessidade de utilização de recursos financeiros muito elevados.

Impulsionado pelo potencial de crescimento do país nas tecnologias de serviço e da sua exploração no mercado internacional, o Brasil caminha rumo à exportação de serviços. Acompanhando o crescimento mundial das exportações de serviços, o país aumentou suas exportações de serviços de seis bilhões de dólares para quinze bilhões de dólares entre 1995 e 2005 [65]. Serviços de franquia, planejamento logístico e planejamento de novos empreendimentos representam os primeiros passos nesta direção.

Além disto, o setor de serviços representava, em 2005, 57% do Produto Interno Bruto nacional, e é responsável por mais de 50% dos empregos criados no país. Segundo o Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior do Governo brasileiro, o grande potencial das empresas brasileiras na exportação de serviços está nas áreas técnicas de engenharia, tecnologia da informação, comunicação, saúde e turismo [66].

Com uma posição relativa de menor atratividade na matriz de decisão, mas não menos importantes para o desenvolvimento tecnológico nacional, as tecnologias de processo mantêm o compasso de progresso, rumo ao incremento da produtividade, trazendo inovações positivas para a qualidade e para o meio ambiente. Destaca-se, ainda, para as tecnologias de processo, a formação de arranjos para o desenvolvimento, através de integração de forças entre a indústria, as universidades e os centros de pesquisa, entre outros agentes.

Reforçando positivamente os resultados obtidos pelas tecnologias de processo na matriz de decisão para capacitação tecnológica, está associado o fato de as tecnologias de processo geralmente desenvolverem-se de forma incremental nas indústrias automotivas, como afirma Tigre [67], uma vez que, neste setor, a acumulação de capacitação tecnológica deriva da experiência na operação de sistemas de produção complexos. Os melhoramentos incrementais derivam da introdução e da adaptação de técnicas de organização da produção, da experiência operacional dinâmica e das relações de cooperação entre clientes e fornecedores de equipamentos e componentes.

Com base na distribuição do posicionamento resultante das tecnologias na matriz de decisão, foram definidas duas regiões de destaque de atratividade das tecnologias. O objetivo da definição de regiões de posicionamento de tecnologias na matriz associadas a classes de

desempenho foi o de se propor prioridades para realização de ações estratégicas potenciais num eventual programa governamental de políticas públicas.

Os pontos de corte para determinação das faixas de prioridade da matriz de decisão para capacitação tecnológica são variáveis da metodologia, podendo ser determinados conforme a análise que se deseja realizar.

No caso da avaliação de resultados estruturada neste trabalho, a proposta foi a de determinar uma primeira nota de corte que correspondesse a 80% do ponto máximo de desempenho apresentado na matriz. Um incremento percentual de 10% em relação à primeira nota de corte determinaria a segunda nota de corte da análise.

Desta forma, foram determinadas as faixas de desempenho ou prioridade das tecnologias da indústria automobilística:

- Tecnologias-chave – Máxima prioridade: Tecnologias que apresentassem desempenho igual ou superior à segunda nota de corte da matriz de decisão para capacitação tecnológica (7,2) em pelo menos uma das duas dimensões da matriz de decisão, no momento futuro.
- Tecnologias-chave – Segunda prioridade: Tecnologias que apresentassem desempenho igual ou superior à primeira nota de corte (6,5) e inferior à segunda nota de corte (7,2) da matriz de decisão para capacitação tecnológica em pelo menos uma das duas dimensões da matriz de decisão, no momento futuro.

8.2.1 Tecnologias-chave da indústria automobilística – Máxima prioridade

São apresentadas a seguir as tecnologias que, entre todas as tecnologias do setor automobilístico avaliadas pela matriz de decisão para capacitação tecnológica, mais se destacaram em termos de posicionamento absoluto, apresentando, portanto, os maiores índices de atratividade, ou seletividade.

Uma nota de corte igual ou superior a 7,2 pontos em pelo menos uma das duas dimensões da matriz de decisão, no momento futuro, foi utilizada para a identificação das tecnologias-chave prioritárias do setor automotivo. Com esta nota de corte, vinte e sete tecnologias-chave prioritárias foram identificadas, correspondendo a 6,6% das tecnologias analisadas pela matriz de decisão.

Na Tabela 76 estão listadas as tecnologias-chave prioritárias da indústria automobilística:

Tecnologia	Foco de Aplicação
Acabamentos externos (estribos; revestimentos)	Plástico ou Fibras naturais (curauá)
Dashboard	Fibras naturais (curauá)
Mantas e isolações	Fibras naturais
Lateral de porta	Fibras naturais
Pára-choque	Plástico ou Fibras naturais
Filtros de ar	Elementos filtrantes a base de fibras naturais
Sistema de combustível (tanques; bóias)	Fibras sintéticas para flexibilidade geométrica e controle
Sistema de escapamento	Fibras naturais e cerâmica para ampliar a durabilidade
Eixo Dianteiro	Eixo estampado em substituição ao fundido
Motor - Tubulação de combustível	Contendo filtro de combustível integrado ao tubo
Motor-Álcool	Combustível alternativo total ou parcial para motor
Motor-Biodiesel	Combustível alternativo total ou parcial para motor
Motor - Filtros de óleo e combustível	Elementos filtrantes a base de fibras naturais
Motor - Refrigeração do motor	Refrigeração com óleo vegetal ecológico
Laminação	Com chapa pintada
Materiais Naturais	Utilização de recursos naturais
Lean Production (Produção puxada)	Ampliação para áreas que trabalham fabricação por lotes
Informatização e Integração de Chão-de-fábrica	Desenvolvimento de sistemas supervisórios
Embalagens	Ferramentas/técnicas logísticas
Integração Modal Aéreo	Ferramentas/técnicas logísticas
JIS - Just in Sequence	Aplicação da tecnologia em seu foco básico
JIT - Just in Time	Aplicação da tecnologia em seu foco básico
Supply Chain Management	Ferramentas/técnicas logísticas
Instrumentação	Aplicação da tecnologia em seu foco básico
Redes Neurais	Aplicação da tecnologia em seu foco básico
Learning Enterprise	Melhoria de processos através do reuso de experiências
Reciclagem de materiais	Aplicação da tecnologia em seu foco básico

Tabela 76: Tecnologias-chave da indústria automobilística - Prioridade 1 - Produtos, Processos e Serviços (Momento futuro)

Para este conjunto de tecnologias-chave prioritárias, os critérios de desempenho que mais se destacaram, ou seja, que no conjunto alcançaram as notas mais elevadas, na perspectiva da matriz de decisão relacionada à produtividade e ao movimento de inovação, foram:

- ✓ O nível de inovação tecnológica contida nas aplicações propostas;
- ✓ O critério relacionado à preparação que aquelas tecnologias proporcionam para o desenvolvimento de outras tecnologias futuras, por permitirem geração de conhecimentos técnicos específicos;

- ✓ O critério relacionado ao impacto positivo ao meio ambiente, proveniente da sua aplicação;
- ✓ A perspectiva de obtenção de resultados econômicos positivos no seu desenvolvimento e aplicação e
- ✓ O potencial de aproveitamento dos recursos naturais do país.

No aspecto da matriz de decisão relacionado à inserção estratégica do país no mercado internacional, o conjunto das tecnologias-chave prioritárias apresentou as notas mais elevadas nos critérios de desempenho relacionados:

- ✓ À garantia de competitividade sistêmica, por atribuírem sustentabilidade ao processo continuado do desenvolvimento das inovações;
- ✓ À capacidade inovadora associada às tecnologias, onde o país pode assumir os processos conceituação, projeto e desenvolvimento de produtos baseados nestas tecnologias;
- ✓ Ao potencial de ampliação e aproveitamento das estruturas de marketing, contribuindo para a geração de valor nas divisas e redução dos custos de exportação;
- ✓ Ao potencial posicionamento de liderança em relação à concorrência externa proporcionado pelo desenvolvimento e aplicação das tecnologias, gerando-se vantagens competitivas;
- ✓ À possibilidade de aproveitamento dos insumos naturais do país, minimizando-se riscos ou dependências de outros países.

De fato, analisando-se individualmente as tecnologias-chave prioritárias apontadas pela matriz de decisão, pode-se verificar que existem alguns atributos relacionados a estas tecnologias que contribuíram significativamente para que elas alcançassem posicionamentos de elevada atratividade na matriz de decisão e se destacassem nos critérios de desempenho apresentados anteriormente (Tabela 77):

Fatores de destaque	Tecnologias associadas
<p>➔ <u>Uso de materiais naturais e reciclagem de materiais:</u></p> <p>impulso para a produtividade e inserção internacional pelo potencial de exploração de recursos naturais do país, capacidade inovadora e potencial de posicionamento de liderança no desenvolvimento destas tecnologias e, associada a estes fatores, conquista de vantagens competitivas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Acabamentos externos (estribos; revestimentos) em plástico ou fibras naturais (curauá); • Dashboard (painel) em fibras naturais (curauá); • Mantas e isolações em fibras naturais; • Lateral de portas em fibras naturais; • Pára-choques plásticos ou em fibras naturais; • Filtros de ar e elementos filtrantes à base de fibras naturais; • Elementos do sistema de combustível (tanques; bóias) em fibras sintéticas para flexibilidade geométrica e controle; • Sistema de escapamento – uso de fibras naturais e cerâmicas para ampliar a durabilidade; • Filtros de óleo e combustível do motor com elementos filtrantes à base de fibras naturais; • Utilização de materiais naturais em processos produtivos; • Reciclagem de materiais em geral.
<p>➔ <u>Inovação do produto ou processo gerando economia de custos</u></p> <p>impulso para a produtividade e inserção internacional pelo nível de inovação contida, capacidade inovadora e potencial de geração de economia em sua aplicação.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Eixo dianteiro estampado, em substituição ao fundido; • Tubulações de combustível do motor contendo filtro de combustível integrado ao tubo de alimentação; • Laminação com chapa pintada.
<p>➔ <u>Uso de combustíveis menos poluentes e óleos vegetais</u></p> <p>impulso para a produtividade e inserção internacional pelo impacto positivo ao meio ambiente, potencial de liderança no desenvolvimento da tecnologia e potencial de expansão de divisas via exportação.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Motor a álcool aplicado a veículos utilitários transporte de cargas ou passageiros; • Motor biodiesel; • Refrigeração do motor com óleo vegetal ecológico.
<p>➔ <u>Desenvolvimento das ferramentas de otimização logística</u></p> <p>impulso para a produtividade e inserção internacional pelo enorme potencial de ganhos econômicos e elevada capacitação do país para tornar-se referência no desenvolvimento destas tecnologias</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Lean Production (Produção puxada), explorando-se áreas que trabalham fabricação por lotes; • Embalagens e técnicas logísticas; • Ferramentas e técnicas logísticas voltadas à integração modal-aéreo; • JIS - Just in Sequence; • JIT - Just in Time; • Supply Chain Management – otimização da cadeia de suprimentos.
<p>➔ <u>Tecnologia da informação aplicada aos processos de desenvolvimento e fabricação:</u></p> <p>impulso para a produtividade e inserção internacional pela capacidade inovadora do país no desenvolvimento de software, potencial de liderança internacional, potencial de economias de custo de desenvolvimento e produção e potencial de exportação das tecnologias.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolvimento de sistemas supervisórios de informatização e integração do chão de fábrica; • Instrumentação; • Redes Neurais; • Learning enterprise - melhoria de processos através do reuso de experiências

Tabela 77: Principais atributos verificados nas tecnologias-chave prioritárias

8.2.2 Tecnologias-chave da indústria automobilística – Segunda prioridade

Um segundo grupo de tecnologias-chave foi identificado, maior que o anterior, formado por tecnologias que também se destacaram em termos de posicionamento absoluto na matriz de decisão, com elevados índices de atratividade, embora com resultados um pouco inferiores aos alcançados pelas tecnologias pertencentes ao grupo de prioridade máxima.

Notas iguais ou superiores a 6,5 pontos e inferiores a 7,2 pontos em pelo menos uma das duas dimensões da matriz de decisão, no momento futuro, identificaram as tecnologias-chave secundárias do setor automotivo. Com esta nota de corte, quarenta e nove tecnologias-chave secundárias foram identificadas, correspondendo a 12,0% das tecnologias analisadas pela matriz de decisão.

Na Tabela 78 estão listadas as tecnologias-chave secundárias da indústria automobilística relacionadas a produtos:

Tecnologia	Foco de Aplicação
Câmbio - Caixa	Lubrificantes naturais (Castanha, soja, mamona, etc..)
Eixo Dianteiro - Duplo	Aplicação para off-road
Eixo Dianteiro - Manga	Substituição de forjado por solda a indução
Eixo Dianteiro - Manga	Substituição do forjado para o cone por solda a fricção
Eixo Traseiro - coroa e pinhão	Forjamento com formação parcial dos dentes da coroa
Eixo Traseiro - Freio eletro-mecânico	Freio com alto nível de acionamento e aquecimento
Equipamentos de segurança	Barras proteção fibras sintéticas
Espelhos retrovisores	Material reflexivo p/ substituir o cromo; Monitor plástico
Geometria - Paredes, Tetos e Portas	Novos materiais (não-metálicos; fibras)
Motor - Bomba injetora	Bomba injetora com common-rail
Motor - Juntas	Juntas de fibras naturais
Motor-EGR	Sistema de coletor com reciclagem do gás
Motor-Flex-cell	Combustível alternativo diesel e gás
Revestimentos internos	Fibras naturais (coco, curauá)
Tapetes	Fibras naturais (coco, curauá)

Tabela 78: Tecnologias-chave da indústria automobilística – Segunda Prioridade – Tecnologias de Produto (Momento futuro)

Na Tabela 79 estão listadas as tecnologias-chave secundárias da indústria automobilística relacionadas a processos de manufatura:

Tecnologia	Foco de Aplicação
Ferram. protótipos com materiais recicláveis	Aumento de precisão de protótipos
Furação por escoamento (flow-drill)	Aprimoramento do flow-drill e desenvolvimento de testes
Montagem	Montagem, visão computacional, integração da fábrica
Soldagem por feixe de elétrons	Controle de deformação do corpo soldado
Tailored Blank (Solda de chapas de espessuras diferentes)	Tecnologia para melhoria ambiental e redução de peso
Têmpera por indução	Melhoria da qualidade do substrato e redução de custo
Tintas a pó	Melhoria no sistema ecológico
Usinagem a seco	Conceito para aplicação em larga escala
Veículos industriais	Aumento da produtividade com foco no tempo improdutivo

Tabela 79: Tecnologias-chave da indústria automobilística – Segunda Prioridade – Tecnologias de Processo (Momento futuro)

Na Tabela 80 estão listadas as tecnologias-chave secundárias da indústria automobilística relacionadas a serviços:

Tecnologia	Foco de Aplicação
Abastecimento Energia Elétrica e Iluminação	Aplicação da tecnologia em seu foco básico
CAPP	Aplicação da tecnologia em seu foco básico
Digital MockUp (DMU)	Aplicação da tecnologia em seu foco básico
Engenharia e Análise de Valores	Aplicação da tecnologia em seu foco básico
Engenharia simultânea	Técnica objetivando aumentar a eficácia
Formação de Kits	Ferramentas/técnicas logísticas
Gestão pela Qualidade Total	Expansão da aplicação nas médias e pequenas empresas
Kanban	Aplicação da tecnologia em seu foco básico
Logística da Produção	Desenvolvimento de novas técnicas para logística interna
Manufatura holônica	Flexibilidade dos processos produtivos através de células
Milk-run	Aplicação da tecnologia em seu foco básico
PNQ (Prêmio Nacional de Qualidade)	Expansão da aplicação nas médias e pequenas empresas
Sensores (de proximidade, ópticos, ultrasom, infravermelho)	Aplicação da tecnologia em seu foco básico
Sensores/transmissores (temperatura, pressão, vazão, nível, etc.)	Aplicação da tecnologia em seu foco básico
Simulação de capacidade e recursos	Aplicação da tecnologia em seu foco básico
Simulação de estampagem	Aplicação da tecnologia em seu foco básico
Simulação de soldagem	Aplicação da tecnologia em seu foco básico
Simulação de usinagem (CNC)	Aplicação da tecnologia em seu foco básico
Simulação discreta de células de fabricação	Aplicação da tecnologia em seu foco básico
Sistema de controle (On/Off, PID, Fuzzy, Neural)	Aplicação da tecnologia em seu foco básico
Sistemas de aquisição de dados	Uso do sistema para outros meios de produção
Sistemas de Custeio (absorção, ABC, etc.)	Técnicas para avaliação de custo e padronização
Sistemas de Modelagem ou Simulação por computador	Ferramentas/técnicas logísticas
Sistemas MRP, ERP (Enterprise Resource Planning)	ERP voltados à indústria automobilística
Tecnologias de Tratamento de Efluentes e Proteção	Aplicação da tecnologia em seu foco básico

Tabela 80: Tecnologias-chave da indústria automobilística – Segunda Prioridade – Tecnologias de Serviço (Momento futuro)

9 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA/TECNOLOGIA DE TOMADA DE DECISÃO SOBRE TECNOLOGIAS-CHAVE EM OUTROS SETORES TECNOLÓGICOS: O CASO DAS TECNOLOGIAS DA TV DIGITAL

Com o objetivo de demonstrar a possibilidade de aplicação da metodologia/tecnologia de tomada de decisão sobre tecnologias-chave em um setor tecnológico diferente do setor automobilístico, foi estruturada uma análise abarcando-se algumas tecnologias associadas ao desenvolvimento da TV Digital, bem menos abrangente do que no caso das tecnologias do setor automotivo, mas representativa para o objetivo.

9.1 IMPORTÂNCIA ESTRATÉGICA DA TV DIGITAL

A escolha do projeto de desenvolvimento da TV Digital no Brasil [⁶⁸] [⁶⁹] para este fim foi determinada em função da grande importância estratégica deste projeto para o país e do alinhamento de elementos fundamentais desse modelo de desenvolvimento com o programa de política industrial apresentado pelo Governo. O modelo de desenvolvimento da TV Digital:

- Representa fomento à capacidade de inovação;
- Propõe o desenvolvimento de novas tecnologias e o fortalecimento de centros de excelência nas áreas de microeletrônica, sistemas multimídia, propagação, software e serviços, que são categorias ou subcategorias das opções estratégicas da Política Industrial, Tecnológica e de Comercio Exterior;
- Promove crescimento econômico;
- Utiliza-se de uma articulação entre diferentes atores institucionais locais para realizá-lo, públicos e privados.

O projeto de desenvolvimento da TV Digital oferece como benefícios a democratização do acesso à informação, a geração de novos serviços de aplicações de telecomunicações, a possibilidade de geração de sinais simultâneos de vídeo e de áudio e a melhor qualidade de vídeo e imagem.

Além de proporcionar interatividade, baixo custo e robustez e flexibilidade, a TV Digital permitirá a participação de países latino-americanos no seu desenvolvimento, que contribui para articulação e desenvolvimento cooperativo da região.

A indústria nacional é estimulada tanto na formação de novas gerações de pesquisadores brasileiros, como também na capacitação da indústria instalada no país, na definição do modelo de exploração do serviço e no estímulo ao comércio exterior.

Além do alinhamento de elementos fundamentais do modelo de desenvolvimento da TV Digital com o programa de política industrial apresentado pelo Governo, com seus quatro setores estratégicos prioritários e políticas transversais, verifica-se também uma adequação desse modelo com a teoria da vantagem competitiva entre as nações de Porter [³⁵]:

- No âmbito geral da política industrial, o Brasil estabelece meios de gerar vantagens competitivas através da proposição de um ambiente e de mecanismos política industrial que permitirão que empresas relacionadas aos setores estratégicos semicondutores, software, fármacos e bens de capital criem e sustentem vantagens competitivas, associadas a ganhos autênticos de competitividade e uso da inovação;

- A política industrial busca também estabelecer condições para que as estratégias corporativas, tecnologias centrais de produto, de processo e de serviço e produções sofisticadas ocorram no país, um dos elementos centrais da teoria de Porter. O desenvolvimento da TV Digital encaixa-se nesse processo.
- Aspectos da política industrial tais como o processo de propriedade tecnológica, a diferenciação de produtos, processos e serviços ou a consolidação da marca Brasil são classificados por Porter como “vantagens de alta ordem”. A participação do país no desenvolvimento de um sistema de TV Digital adequado à região da América Latina fortalece o movimento de geração de inovações e propriedade tecnológica.

9.2 IDENTIFICAÇÃO DAS TECNOLOGIAS RELACIONADAS À TV DIGITAL

Um pequeno número de classes de tecnologias foi selecionado para representar a aplicação da metodologia / tecnologia para tomada de decisão sobre tecnologias-chave no setor tecnológico da TV Digital:

- TV Digital (Aparelho);
- TV Analógica (Aparelho)
- Conversores Digitais – Analógicos;
- Softwares
- Modulação
- Transmissão e Recepção
- Serviços

Dentro do contexto de realização de uma avaliação simples, mas representativa, das tecnologias da TV Digital, cada classe de tecnologias da TV Digital foi representada por apenas uma tecnologia ampla. Assim, as tecnologias definidas para avaliação neste estudo simbolizaram a própria classe à qual pertencem. Naturalmente, numa avaliação mais detalhada e estendida desse setor tecnológico, outras inúmeras tecnologias poderão ser definidas, ampliando-se, assim, a abrangência de análise.

Na Tabela 81 são apresentadas as tecnologias da TV Digital selecionadas para avaliação pela matriz de decisão para capacitação tecnológica (obs.: são válidas as legendas utilizadas para as tecnologias da indústria automobilística apresentadas na Tabela 20):

Foco de Desenvolvimento	Nome	Foco	Nac.?	Pot.	Aplic.	Onde?	Instituição de referência
TV Digital	TV Digital (Aparelho)	Desenvolvimento do aparelho de TV Digital	✗	↗	MI/ME	I/U	Institutos ligados ao desenvolvimento dos sistemas americano, japonês e europeu
TV Digital	TV Analógica (Aparelho) -referência-	Desenvolvimento do aparelho de TV Analógica	✓	↔	MI/ME	I	Fabricantes de TV
TV Digital	Conversores Digitais-Analógicos	Conversão do sinal digital para recepção em TV's analógicas	✗	↗	MI/ME	I/U	Institutos ligados ao desenvolvimento dos sistemas americano, japonês e europeu
TV Digital	Softwares	Geração de som (estéreo, surround, dolby) e de imagens (digital de alta e baixa resoluções)	✗	↗	MI/ME	I/U	Institutos ligados ao desenvolvimento dos sistemas americano, japonês e europeu
TV Digital	Modulação	Modulação do sinal digital para transmissão	✗	↗	MI/ME	I/U	Institutos ligados ao desenvolvimento dos sistemas americano, japonês e europeu
TV Digital	Transmissão e Recepção	Transmissão e recepção via antena, satélite, cabo, fibra óptica	✗	↗	MI/ME	I/U	Institutos ligados ao desenvolvimento dos sistemas americano, japonês e europeu
TV Digital	Serviços	TV, TV interativa, armazenamento e conforto, pay-per-view, internet	✗	↗	MI/ME	I/U	Institutos ligados ao desenvolvimento dos sistemas americano, japonês e europeu

Tabela 81: Visão sistêmica - Tecnologias da TV Digital

9.3 RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DAS TECNOLOGIAS DA TV DIGITAL PELA METODOLOGIA/TECNOLOGIA PARA TOMADA DE DECISÃO SOBRE TECNOLOGIAS-CHAVE

As tecnologias da TV Digital selecionadas foram submetidas aos critérios de avaliação, ou objetivos mensuráveis de nível inferior, da metodologia/tecnologia para tomada de decisão sobre tecnologias-chave.

A ponderação entre os critérios de avaliação, ou preferência entre objetivos de nível inferior, utilizada na avaliação foi o objetivo estratégico “Capacitação futura e garantia de competitividade”, o mesmo utilizado como referência na avaliação das tecnologias do setor automobilístico.

As tecnologias da TV Digital também foram avaliadas em dois momentos distintos de análise: o momento atual, quando todo o processo de desenvolvimento e adaptação das tecnologias para o novo mercado está apenas começando, e o momento futuro, representando um momento quando parte do processo de desenvolvimento já tiver sido conquistado.

Para ilustrar o resultado das avaliações individuais das tecnologias da TV Digital na matriz de decisão para capacitação tecnológica, apresenta-se, na Matriz de decisão 56, como exemplo, o resultado da avaliação da tecnologia “Softwares”:

Matriz de decisão 56: Tecnologias da TV Digital - Software (exemplo)

O resultado completo da avaliação das tecnologias da TV Digital pode ser observado em conjunto no Quadro 60:

Quadro 60: Posicionamento dos grupos tecnológicos na matriz de decisão para capacitação tecnológica - Tecnologias da TV Digital

Os resultados mostram que a tecnologia de serviços é a tecnologia mais bem posicionada na matriz de decisão para capacitação tecnológica. Os objetivos mensuráveis, ou critérios de avaliação, que mais contribuíram para o posicionamento de destaque dessa tecnologia na matriz de decisão para capacitação tecnológica, na dimensão da produtividade e do movimento de inovação, foram o grau de inovação contida, a preparação para o desenvolvimento de inovações futuras e o salto tecnológico que representa e, na dimensão do

posicionamento estratégico internacional, a adição de vantagem competitiva, a contribuição para o país tornar-se centro de desenvolvimento dessa tecnologia, a contribuição para um posicionamento de destaque em relação á concorrência externa, pensando-se em termos de América Latina, e a garantia de competitividade sistêmica.

A segunda tecnologia mais bem posicionada na matriz de decisão para capacitação tecnológica é a tecnologia de softwares. Com atributos bastante positivos em muitos critérios de avaliação, contribuíram de forma mais significativa para obtenção de posicionamento atrativo, na dimensão da produtividade e do movimento de inovação, os objetivos mensuráveis: preparação para inovações futuras, tecnologia de base (geração de know-how), potencial de desenvolvimento, escopo de aplicação e, sobretudo, tecnologia é competência central brasileira. Da mesma forma, na dimensão do posicionamento estratégico internacional, contribuíram significativamente os objetivos mensuráveis: contribuição para tornar o país centro de competência dessa tecnologia, alocação eficiente de recursos e desenvolvimento regional.

Na seqüência da atratividade, aparecem com um posicionamento bastante favorável na matriz as tecnologias TV digital – aparelho, conversores digitais – analógicos e transmissão e recepção de sinais. No caso do aparelho de TV digital, os objetivos mensuráveis que mais se destacaram na avaliação foram o arranjo para o desenvolvimento, a geração de know-how de base para o desenvolvimento de outras tecnologias, o potencial de ampliação da estrutura de marketing associado ao uso da tecnologia e o foco na necessidade da população brasileira. No caso dos conversores digitais – analógicos, contribuíram significativamente o elevado potencial de o país tornar-se centro de competência no desenvolvimento dessa tecnologia e o estímulo à diferenciação que esse desenvolvimento proporcionaria, pensando-se em termos de

América Latina. No caso da transmissão e recepção de sinais, destacaram-se os objetivos mensuráveis: potencial de desenvolvimento, impacto na produtividade e qualidade e, em escala um pouco menor, o potencial de transformação da tecnologia em empreendimento.

Finalmente aparecem em posição um pouco menos favorável na matriz de decisão as tecnologias de modulação e TV analógica – aparelho.

Pode-se ressaltar a similitude que houve, de maneira muito interessante, entre os resultados obtidos na avaliação das tecnologias da TV Digital e os resultados obtidos na avaliação das tecnologias do setor automobilístico. As tecnologias automotivas relacionadas à prestação de serviços já haviam aparecido com muito destaque na matriz de decisão na análise daquele setor, da mesma forma que as tecnologias automotivas relacionadas ao uso de sistemas de software, como, por exemplo, o desenvolvimento de sistemas de simulação e instrumentação, de sistemas supervisórios de informatização e integração do chão de fábrica ou de redes neurais, também haviam conquistado posição de elevada atratividade na matriz.

Essa similitude e a tendência geral de destaque das tecnologias relacionadas a serviços e a software podem ser observadas no Quadro 61:

Quadro 61: Posicionamento absoluto das tecnologias dos setores automobilístico e da TV Digital na matriz de decisão para capacitação tecnológica (momento futuro) e patamares de atratividade

Uma outra verificação interessante está relacionada à conexão que existe entre o posicionamento de destaque das tecnologias voltadas ao desenvolvimento de software nos dois setores tecnológicos analisados, da indústria automobilística e da TV Digital, e a escolha da área de software como um dos quatro gargalos tecnológicos prioritários da política industrial nacional. Essa similitude ajuda a corroborar a tese de existência de sintonia entre a Metodologia/tecnologia para tomada de decisão sobre tecnologias-chave desenvolvida neste

trabalho e as Diretrizes de Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior do Governo Federal.

Como conclusão da análise do setor tecnológico da TV Digital, pode-se destacar que há um amplo potencial de expansão da capacitação tecnológica nesse segmento. E a Metodologia/tecnologia para tomada de decisão sobre tecnologias-chave poderia ser utilizada como instrumento de apoio no processo de determinação de possíveis prioridades deste desenvolvimento.

10 CONCLUSÕES – A CONSTRUÇÃO DE UM “PRODUTO IDEAL”

O objetivo central deste trabalho, de desenvolvimento de uma metodologia/tecnologia para tomada de decisão sobre tecnologias-chave ou centrais, foi alcançado. Enquadrado na metodologia da teoria da ciência de Chiappin e seu programa de pesquisa sobre racionalidade, solução de problema e tomada de decisão e no programa de pesquisa sobre racionalidade e teoria da decisão de Leïster, a metodologia desenvolvida neste trabalho foi construída com base na concepção da resolução de um problema de tomada de decisão:

- Determinação dos fins, algo que se deseja alcançar ou satisfazer;
- Análise do ambiente, que são as alternativas ou os meios que possibilitam a satisfação dos fins gerados pelo sujeito;
- Determinação da estratégia ou método de escolha, que realiza o ajuste entre os meios e os fins, fornecendo recursos para combinar valores das alternativas e para selecionar a opção mais adequada ao fim;
- Decomposição do fim em novos objetivos mais básicos e específicos, até que os objetivos de nível inferior pudessem ser mensuráveis;
- Determinação de atributos, a propriedade da alternativa que mede o grau com que ela contribui para a satisfação dos objetivos de nível inferior;
- Determinação da preferência entre objetivos de nível inferior, que permitiu a geração de valores para comparar e classificar objetivos mensuráveis;
- E a determinação da medida da avaliação das alternativas quanto a seu grau de adequação ao objetivo, através da relação dos atributos aos objetivos de nível inferior.

Com o ponto de partida no objetivo de identificar tecnologias-chave, baseado na premissa da impossibilidade de estar presente em todas as frentes tecnológicas, seja em função dos modelos adotados para desenvolvimento tecnológico, seja pela necessidade de se aproveitar tecnologias geradas por terceiros em produtos e serviços para um mercado com ciclos de renovação cada vez mais curtos, e de forma a propiciar ação estratégica sobre as tecnologias selecionadas, a construção do método de escolha (meta-regra) com dois critérios, um com uma dimensão relacionada à perspectiva de fomento da produtividade e movimento de inovação, alinhada com a proposta de superação dos gargalos tecnológicos da política industrial do Governo, e outra relacionada à perspectiva de redução da dependência econômica por meio de um melhor posicionamento estratégico no mercado internacional, pareceu uma estratégia bastante adequada na estruturação da solução do problema de tomada de decisão:

- A justificação do método de escolha pela similitude da metodologia proposta para capacitação tecnológica com o posicionamento do Governo em sua política industrial foi verificada de fato nos resultados das avaliações das tecnologias, como no caso das tecnologias relacionadas ao desenvolvimento de softwares, que apareceram como tecnologias-chave nos dois setores analisados neste trabalho, setor automotivo e setor tecnológico da TV Digital, e são, ao mesmo tempo, um dos quatro gargalos tecnológicos das Diretrizes de Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior do Governo Federal.
- A concepção do método de escolha foi estruturada na premissa de que decisões sobre setores prioritários para o desenvolvimento são construídas com base em planejamento estratégico, e não dadas pelo mercado. Essa é a ênfase do

Governo: desenvolvimento dos gargalos tecnológicos, numa metodologia calcada em incentivos para setores transversais e tecnologias centrais.

- A recomendação da literatura de se combinar diferentes conceitos de estratégia na definição de estratégias competitivas e tecnológicas, garantindo a articulação entre os ambientes internos e externos às instituições, também foi contemplada na construção do método de escolha, por meio da definição de suas duas dimensões, uma com ênfase no fomento à produtividade e ao movimento de inovação (foco no ambiente interno), outra com ênfase no posicionamento estratégico do país no mercado internacional (foco no ambiente externo).

Com relação à construção dos objetivos de nível inferior, ou critérios de avaliação da matriz de decisão, conclui-se que a quantidade elevada de critérios de avaliação nas duas dimensões da matriz traduziu-se numa maior robustez dos resultados obtidos. E essa qualidade supera com folga o aspecto reverso da questão, que é ter tornado o processo de avaliação das tecnologias mais complexo, em função do número de atributos a serem avaliados. Essa robustez, advinda da articulação e correlação entre os objetivos de ordem inferior, mostrou-se de forma explícita quando tecnologias submetidas à avaliação pela metodologia/tecnologia para tomada de decisão sobre tecnologias-chave apresentaram posicionamentos semelhantes na matriz de decisão, mesmo sob preferências/focos estratégicos diferentes.

Da avaliação geral dos resultados obtidos pela aplicação da metodologia/tecnologia para tomada de decisão sobre tecnologias-chave no setor automobilístico pode-se destacar:

- O número expressivo de tecnologias do setor automobilístico selecionadas para avaliação pela metodologia/tecnologia para tomada de decisão sobre tecnologias-chave tornou possível uma análise bastante consistente dos resultados obtidos: primeiro porque houve uma boa distribuição do posicionamento das tecnologias na matriz de decisão e isso permitiu a realização de discussões sobre desempenho e sobre determinação de grupos tecnológicos prioritários para recebimento de ações estratégicas governamentais; e também porque foi possível identificar padrões de tecnologias ou de grupos de tecnologias que apresentaram alto desempenho, como, por exemplo, o destaque para o grupo de tecnologias relacionadas à inovação do produto ou processo gerando economias de custos ou o destaque para a classe de tecnologias relacionadas à otimização logística.
- Na perspectiva de avaliação dos posicionamentos absolutos de todas as tecnologias avaliadas pela matriz de decisão para capacitação tecnológica, verificou-se uma certa concentração de tecnologias de produto e de serviço na região de maior atratividade da matriz de decisão. No caso das tecnologias de produto, o destaque está associado ao elevado potencial de inserção de grandes inovações e saltos tecnológicos nesse segmento. Os resultados comprovam também a grande tendência de crescimento do país nas tecnologias de serviço, cujos efeitos positivos nos volumes de exportação começam a aparecer. No caso das tecnologias de processo, o posicionamento relativamente menos favorável dessas tecnologias na matriz de decisão, em relação às tecnologias de produtos e serviços, está associado ao fato de as tecnologias de processo geralmente desenvolverem-se de forma incremental nas indústrias automotivas, uma vez

que, neste setor, a acumulação de capacitação tecnológica deriva da experiência na operação de sistemas de produção complexos.

- Na análise das tecnologias que apresentaram posicionamento de excelente desempenho na matriz de decisão, ou seja, das tecnologias com o maior grau de adequação ao objetivo, consideradas tecnologias-chave prioritárias, foram identificados os seguintes agrupamentos: tecnologias relacionadas ao uso de materiais naturais e à reciclagem de materiais, inovações de produto ou processo gerando economias de custo, tecnologias relacionadas ao uso de combustíveis menos poluentes e óleos vegetais, desenvolvimento das ferramentas de otimização logística e tecnologias da informação e de software aplicadas aos processos de desenvolvimento e fabricação.
- Já na perspectiva de análise do posicionamento do conjunto de tecnologias que pertencem a um mesmo foco secundário de desenvolvimento, onde o posicionamento resultante do grupo de tecnologias foi calculado com base na média aritmética dos posicionamentos individuais das tecnologias que o compõem, percebeu-se, em geral, um movimento de melhoria da atratividade dos grupos tecnológicos entre o momento presente e o momento futuro e uma tendência de espalhamento maior entre os pontos no momento futuro, o que denota que alguns grupos tecnológicos apresentam maior potencial de crescimento do que outros. Foram destaque nesta avaliação os grupos de tecnologia: “Cabine – Acabamento”, “Chassis e Cabinas – Sistemas” e “Chassis e Cabinas – Conjuntos”, “Processos de fabricação com materiais alternativos”,

“Logística e Abastecimento da Produção - Interna”, “Planejamento Estratégico” e “Sistemas EDM e CPDM – Simulação”.

Da avaliação geral dos resultados obtidos pela aplicação da metodologia/tecnologia para tomada de decisão sobre tecnologias-chave no setor tecnológico da TV Digital pode-se destacar:

- As tecnologias mais bem posicionadas na matriz de decisão para capacitação tecnológica na análise da TV Digital foram as tecnologias “Serviços” “Softwares”. Vários atributos dessas tecnologias contribuíram para a obtenção desse resultado positivo, com destaque para o elevado grau de inovação contido nessas tecnologias, para a preparação que elas proporcionam para o desenvolvimento de tecnologias futuras, para a geração de know-how de base associado ao processo de geração dessas tecnologias e para o elevado potencial de o país tornar-se centro competência no desenvolvimento dessas tecnologias.
- Houve também um interessante alinhamento entre os resultados obtidos pela avaliação das tecnologias da TV Digital e os resultados obtidos pela avaliação das tecnologias do setor automobilístico, cujas tecnologias relacionadas à prestação de serviços e ao uso de sistemas de software também apareceram com muito destaque na matriz de decisão.

Com o objetivo de integrar os resultados das avaliações das tecnologias do setor automobilístico e da TV Digital pela metodologia/tecnologia para tomada de decisão sobre

tecnologias-chave, propõe-se, didaticamente, a criação de um “produto ideal”¹, que pudesse utilizar as tecnologias identificadas como tecnologias-chave pela matriz de decisão.

O propósito de desenvolvimento do produto ideal poderia gerar um ambiente extremamente favorável para o desenvolvimento das tecnologias-chave identificadas.

A construção de um produto ideal pode ajudar também na integração e alinhamento entre os programas de políticas públicas tecnológicas e o desenvolvimento de produto nas instituições privadas, o que promoveria uma maior adequação entre os dois processos.

A partir de uma análise criteriosa das tecnologias-chave, de tecnologias correlatas e de outras tecnologias bem posicionadas na matriz de decisão para capacitação tecnológica, foi definido como produto ideal um “Veículo urbano de transporte de carga orgânico”.

O “Veículo urbano de transporte de carga orgânico” apresentaria a seguinte configuração:

- Utilização de fibras naturais nas estruturas, acabamentos externos, acabamentos internos e componentes do painel de instrumentos do veículo;
- Motor biodiesel;
- Desenvolvimento de bloco do motor cerâmico;
- Filtros de escapamento e combustível à base de materiais naturais e cerâmicos;

¹ A criação de um “produto ideal” que pudesse integrar tecnologias centrais do setor automobilístico e da TV Digital identificadas pela metodologia/tecnologia para tomada de decisão sobre tecnologias-chave foi particular e especial sugestão do Professor Dr. Chiappin. Com base no excelente desempenho das tecnologias relacionadas à utilização de materiais naturais na matriz de decisão, a idéia amadureceu, com o tempo, para a proposição de desenvolvimento de um “produto orgânico”. Após várias pesquisas para encontrar a melhor solução, trabalhei na concepção de alguns produtos, num processo que culminou na proposição de desenvolvimento de um “Veículo urbano de transporte de carga orgânico”.

- Sistema de tratamento de imagem para facilitação de manobras (estacionamento) e segurança (distância mínima do veículo à frente);
- Sistema eletrônico de informações:
 - ➡ Sistema de navegação, com visualização de mapas (ruas, avenidas, hospitais e postos de gasolina, entre outras informações), utilizando princípios de transmissão adequados às condições brasileiras;
 - ➡ Acesso à internet;
 - ➡ Acesso a sistema de roteirização (determinação de percursos ideais) central, com acesso on-line via internet;
 - ➡ Sistema de gestão de compra e venda de serviços de transporte/frete, com acesso via internet a uma central de relacionamentos para logística, onde ofertas e demandas de fretes logísticos possam ser processadas e soluções ideais de transporte possam ser determinadas com base no posicionamento geográfico entre os envolvidos e no tempo em que ocorre a demanda e a oferta do serviço de transporte.

Assim, o “Veículo urbano de transporte de carga orgânico” poderia atender a uma série de necessidades associadas à sua função e aos princípios de responsabilidade social e ambiental.

A utilização de fibras naturais na sua composição estrutural, em componentes internos e nos acabamentos internos e externos propiciaria uma alta taxa de reciclagem de materiais, tornando-o ecologicamente correto, maximizaria o potencial de desenvolvimento e aplicações dos materiais naturais, o desenvolvimento de novas fibras e o desenvolvimento de toda a cadeia de fornecedores, tanto do ponto de vista econômico, como do ponto de vista da produtividade e da qualidade.

O desenvolvimento de elementos filtrantes à base de materiais cerâmicos e de materiais naturais, trariam, da mesma forma, vantagens associadas à utilização de recursos naturais e à facilidade de reciclagem.

A utilização de motor biodiesel permitiria reduzir os níveis de emissão de gases poluentes à atmosfera, permitiria consolidar o estabelecimento do país como centro mundial desenvolvimento dessa tecnologia, promoveria redução nos custos com combustíveis e, conseqüentemente, nos custos totais de frete, permitiria o aproveitamento da biomassa existente no país e poderia fortalecer o engajamento dos grandes produtores de grãos, tais como soja ou girassol, no processo de desenvolvimento da tecnologia.

No desenvolvimento dos sistemas eletrônicos ocorreria um grande potencial de integrações entre tecnologias. Sistemas de tratamento de imagens da TV Digital poderiam ser aproveitados para atribuir conforto de manobra e segurança ao veículo orgânico, da mesma forma que sistemas de geração e tratamento de som poderiam aumentar a qualidade dos sistemas de comunicação e de áudio do veículo. O desenvolvimento de sistemas de transmissão de sinal via antena ou satélite adequados para as condições brasileiras poderiam permitir conexão segura e estável à internet e, conseqüentemente, uma série de vantagens associadas à mobilidade, como acesso on-line à informação, a entretenimentos e a serviços.

O estabelecimento de rotas ideais on-line aumentaria a eficiência dos serviços de transporte, com minimização de tempos de percurso, redução no consumo de combustível e aumento da qualidade de prazos de entrega. A centralização do roteirizador em uma unidade de comando

maximizaria a utilização do sistema na central, que passaria a vender serviços de roteirização, e tornaria desnecessária a instalação de centrais particulares de determinação de percursos.

Finalmente, o sistema de gestão de compra e venda de serviços de frete on-line, além de sua contribuição para otimização do transporte em si, poderia gerar impulso nos serviços de frete, em função da consolidação das informações de transporte numa central e do casamento automatizado entre ofertas e demandas de transporte.

A metodologia/tecnologia para tomada de decisão sobre tecnologias-chave desenvolvida neste trabalho poderia ser utilizada por grupos governamentais ligados à formulação de políticas públicas tecnológicas como um instrumento de identificação das tecnologias centrais dos diversos setores tecnológicos e industriais brasileiros, orientando esforços governamentais e ajudando no processo de escolha das áreas onde saltos tecnológicos devem ocorrer, que trariam, por sua vez, impacto direto na forma e na escala de produção de bens e serviços e incorporação de novas tecnologias no país.

O fomento de tecnologias-chave implica na orientação de esforços para o fortalecimento de pesquisa básica e formação de recursos humanos, num movimento de capacitação tecnológica que robustece o processo de aumento da competitividade e incremento das inovações e contribui para um melhor posicionamento do Brasil no cenário internacional.

A partir da metodologia/tecnologia para tomada de decisão sobre tecnologias-chave desenvolvida neste trabalho outros projetos podem ser estabelecidos no futuro, mantendo-se sempre o princípio da construção e reconstrução de metodologias fundamentado no programa de pesquisa sobre racionalidade e na metodologia da teoria da ciência do Professor Chiappin:

- Continuidade do desenvolvimento da metodologia/tecnologia para tomada de decisão sobre tecnologias-chave desenvolvida neste trabalho, buscando-se novas correlações da metodologia proposta com o programa de pesquisa sobre racionalidade e teoria da decisão, em novas perspectivas, e identificando-se novas possibilidades de otimização da metodologia como um todo (estratégias, objetivos mensuráveis, preferências e atributos);
- Ampla aplicação da metodologia/tecnologia para tomada de decisão sobre tecnologias-chave desenvolvida neste trabalho a outros setores estratégicos e/ou gargalos tecnológicos nacionais, tais como TV Digital, microeletrônica, nanotecnologia, fármacos ou setor aeronáutico, entre outros;
- Realização de análise crítica cruzada entre resultados de aplicação da metodologia/tecnologia para tomada de decisão sobre tecnologias-chave em diversos setores: consolidação de uma proposta integrada de política industrial tecnológica;
- Continuidade do desenvolvimento do “produto ideal” e determinação de um produto ideal integral, que considerasse todas os setores tecnológicos.

11 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ¹ CHIAPPIN, JOSÉ R. NOVAES. *Duhem's theory of science: An interplay between philosophy and history of science*. Pittsburgh: University of Pittsburgh, 1989. PhD thesis.
- ² CHIAPPIN, JOSÉ R. NOVAES. O paradigma de Huntington e o realismo político. *Lua Nova*, 1994, n. 34, p. 37-53.
- ³ CHIAPPIN, JOSÉ R. NOVAES. Racionalidade, decisão, solução de problemas e o problema racionalista. *Ciência & Tecnologia*, 1996, n. 5, p. 155-219.
- ⁴ CHIAPPIN, JOSÉ R. NOVAES. *O paradigma das civilizações, o realismo político e a nova estratégia da contenção*. São Paulo: Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo, 1996.
- ⁵ CHIAPPIN, JOSÉ R. NOVAES. *Os fundamentos teóricos do programa do realismo em política internacional: A concepção de Morgenthau e a política de poder*. São Paulo. Apostila: Núcleo de Política Internacional: Departamento de Ciência Política da Universidade de São Paulo, 1997.
- ⁶ LEÏSTER, ANA CAROLINA C. DA COSTA. *Programa de pesquisa da racionalidade e teoria da decisão: Racionalidade e teoria da decisão adaptativa*. São Paulo: Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, 2001. 151 p. Dissertação de mestrado.
- ⁷ KUPFER, DAVID., HASENCLEVER, LIA. *Economia Industrial: Fundamentos e Práticas na Brasil*. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2002.
- ⁸ FAUSTO, BORIS. O Estado Getulista 1930-1945. In: FAUSTO, BORIS. *História do Brasil*. 9ª. Edição. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo; 2001. p. 329-394.
- ⁹ FAUSTO, BORIS. O Período Democrático 1945-1964. In: FAUSTO, BORIS. *História do Brasil*. 9ª. Edição. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo; 2001. p. 395-462.
- ¹⁰ FAUSTO, BORIS. O Regime Militar. In: FAUSTO, BORIS. *História do Brasil*. 9ª. Edição. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo; 2001. p. 463-515.
- ¹¹ FAUSTO, BORIS. Completa-se a Transição – O Governo Sarney 1985-1989. In: FAUSTO, BORIS. *História do Brasil*. 9ª. Edição. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo; 2001. p. 517-527.
- ¹² GASTALDONI, CARLOS. Política Industrial no Brasil. In: MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR. *Cronologia do Desenvolvimento Científico, Tecnológico e Industrial Brasileiro 1938-2003*. Brasília: MDIC/STI: SEBRAE: IEL/CNI; 2005. p. 33-36.

-
- ¹³ MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR [on line]. Brasília: Desenvolvimento, 2002. Apresentação dos três pilares fundamentais da política industrial brasileira. [2002-06-18]. Available from: <<http://www.mdic.gov.br>>.
- ¹⁴ SANT'ANNA, LOURIVAL. Política industrial: de mal a panacéia. *O Estado de São Paulo*, 20 de outubro de 2002. p. B6. Caderno Economia. Especial.
- ¹⁵ CALDAS, SUELY. A verdadeira política industrial. *O Estado de São Paulo*, São Paulo, 19 de maio de 2002. p. B2. Caderno Economia.
- ¹⁶ SETÚBAL, OLAVO. Política industrial na década de 90. In: MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR. Cronologia do Desenvolvimento Científico, Tecnológico e Industrial Brasileiro 1938-2003. Brasília: MDIC/STI: SEBRAE: IEL/CNI; 2005. p. 421-422.
- ¹⁷ LESSA, CARLOS. O desenvolvimento no contexto das políticas industriais: Uma visão prospectiva. In: MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR. Cronologia do Desenvolvimento Científico, Tecnológico e Industrial Brasileiro 1938-2003. Brasília: MDIC/STI: SEBRAE: IEL/CNI; 2005. p. 661-662.
- ¹⁸ PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA [on line]. Brasília: Nova Política Industrial – Desenvolvimento e Competitividade, 2003. Apresenta ação estratégica governamental com vistas ao fortalecimento tecnológico industrial. [2003-12-08]. Available from: <http://www.planalto.gov.br/publi_04/colecao/novpoli4.htm>.
- ¹⁹ DUTRA, JOSÉ EDUARDO. Tecnologia: o caminho para o futuro. In: MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR. Cronologia do Desenvolvimento Científico, Tecnológico e Industrial Brasileiro 1938-2003. Brasília: MDIC/STI: SEBRAE: IEL/CNI; 2005. p. 41-42.
- ²⁰ RAMALHO, IVAN. Desenvolvimento das exportações brasileiras no período de 1938 a 2003. In: MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR. Cronologia do Desenvolvimento Científico, Tecnológico e Industrial Brasileiro 1938-2003. Brasília: MDIC/STI: SEBRAE: IEL/CNI; 2005. p. 95-100.
- ²¹ MATTOS, ADRIANA. Estimativa de saldo comercial sobe para US\$ 42 bi neste ano. *Folha de São Paulo*, 8 de agosto de 2006. p. B4. Dinheiro. Comércio Exterior.
- ²² MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR. “Diretrizes de Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior,” Brasília, Governo Federal, 2003.
- ²³ MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR [on line]. Brasília: Acompanhamento da Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior, 2005. Apresenta ação do estágio de implantação da política industrial, tecnológica e de comércio exterior. [2006-09-15]. Available from: <http://www.desenvolvimento.gov.br/arquivo/sdp/polIndustrial/MedidasPolIndus-livreto.pdf>>.

-
- ²⁴ COMISSÃO DE POLÍTICAS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E DA AGENDA 21 NACIONAL. *Agenda 21 Brasileira: Bases para Discussão*. Brasília : Ministério do Meio Ambiente/PNUD, 2000. 196 p.
- ²⁵ CASSIOLATO, JOSÉ EDUARDO AND LASTRES, HELENA MARIA MARTINS. Sistemas de Inovação: Políticas e Perspectivas. *Parcerias Estratégicas*, Maio, 2000, vol. 8, p. 237-255.
- ²⁶ DA SILVA, CYLON GONÇALVES AND DE MELO, LÚCIA CARVALHO PINTO. *Ciência, Tecnologia e Inovação: Desafio para a sociedade brasileira*. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia/ Academia Brasileira de Ciências, 2001, 250p.
- ²⁷ CHIARINI, ADRIANA. Brasil está entre 40 países já capacitados. *O Estado de São Paulo*, 5 de maio de 2002. p. B4. Caderno Economia.
- ²⁸ MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA [on line]. Brasília: Programas, 2006. Apresenta investimentos do Governo Federal em ciência e tecnologia, incluindo dispêndios com pós-graduação. [2006-09-10]. Available from: <<http://www.mct.gov.br>>
- ²⁹ MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA [on line]. Brasília: Indicadores de Ciência e Tecnologia, 2006. Apresenta investimentos do Governo Federal em ciência e tecnologia, incluindo dispêndios com pós-graduação. [2006-09-10]. Available from: <<http://www.mct.gov.br/estat/ascavpp/Default.htm>>.
- ³⁰ O ESTADO DE SÃO PAULO. Lei da Inovação. *O Estado de São Paulo*, 3 de agosto de 2002. p. A2. Editoriais.
- ³¹ BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL - BNDES [on line]. Brasília: Estatísticas, 2006. Apresenta as aprovações do BNDES entre 2000 e 2005 segundo ramo de atividade. [2006-09-05]. Available from: <<http://www.bndes.gov.br/estatisticas>>
- ³² PLONSKI, GUILHERME. Inovação tecnológica no Brasil. In: MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR. *Cronologia do Desenvolvimento Científico, Tecnológico e Industrial Brasileiro 1938-2003*. Brasília: MDIC/STI: SEBRAE: IEL/CNI; 2005. p. 65-66.
- ³³ TIGRE, PAULO BASTOS. Inovação e estratégia competitiva. In: TIGRE, PAULO BASTOS. *Gestão da inovação: a economia da tecnologia no Brasil*. 1ª. Edição. Rio de Janeiro: Elsevier; 2006. p. 165-179.
- ³⁴ PORTER, MICHAEL E. *Vantagem Competitiva: Criando e sustentando um desempenho superior*. Rio de Janeiro: Ed. Campus, 1990. 512 p.
- ³⁵ PORTER, MICHAEL E. *A Vantagem Competitiva das Nações*. Rio de Janeiro: Ed. Campus, 1989. 920 p.
- ³⁶ PORTER, MICHAEL E. *Competitive Advantage of Developing Nations*. London: The Free Press, 1990. 830 p.

³⁷ SMITH, ADAM. *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*. New York: The Modern Library, 1937.

³⁸ DORNBUSCH, R.; FISCHER, S.; AND SAMUELSON, P. “Comparative Advantage, Trade and Payments in Ricardian Model with a Continuum of Goods”. *American Economic Review*, Dezembro 1967, Volume 67, p. 823-839.

³⁹ OHLIN, BERTIL. *Interregional and International Trade*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1933.

⁴⁰ DANIELSON, R. *Formulation of a strategy for Dutch Cut-Flower Exports to the United States*. Nijenrode: The Netherlands, 1988

⁴¹ VERNON, RAYMOND. “International Investment and International Trade in the Product Cycle”. *Quarterly Journal of Economics*, Maio 1966, Volume 80, Número 2, p. 190-207.

⁴² SCHUMPETER, JOSEPH. *The theory of economic development*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1934.

⁴³ BAGELLA, MICHELE AND BECCHETTI, LEONARDO. *Competitive Advantage of Industrial Districts*. New York: Springer-Verlag NY, 2000, 243 p.

⁴⁴ ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES. *Anuário Estatístico da Indústria Automobilística Brasileira*: Edição 2006. São Paulo: Centro de Documentação da Indústria Brasileira – CEDOC, 2006. 157 p.

⁴⁵ MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. P&D, Tecnologias-chave e Aplicações. In: MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. *Sociedade da Informação no Brasil*: livro verde. Brasília: MCT; 2000. p. 81-93.

⁴⁶ MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA [on line]. Brasília: Plano Estratégico, 2006. Apresenta a formulação da estratégia nacional de ciência, tecnologia e inovação. [2006-09-21]. Available from: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/15854.html>>.

⁴⁷ SAYAD, JOÃO. Ms. Kate. *Folha de São Paulo*, São Paulo, 30 de janeiro de 2006. p. A2. Caderno Brasil. Opinião.

⁴⁸ STEINBRUCH, BENJAMIN. *Apenas no papel*. *Folha de São Paulo*, São Paulo, 06 de abril de 2004. p. B2. Caderno Dinheiro. Opinião Econômica.

⁴⁹ LEARNED, EDMUND P.; CHRISTIANSEN, C. ROLAND; ANDREWS, KENNETH AND GUTH, WILLIAM D. *Business Policy, Text and Cases*. Homewood, IL: Irwin, 1969.

⁵⁰ CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. *A indústria e a questão tecnológica*. Brasília: FINEP, 2002. 79 p.

⁵¹ PLONSKI, GUILHERME. *Mantras da inovação*. In: DUPAS, GILBERTO. *Política Industrial-2*. 1ª. Edição. São Paulo: Publifolha; 2004. p. 93-118.

⁵² FLEURY, A. AND FLEURY, M. Por uma política industrial desenhada a partir do tecido industrial. In: CAMPANARIO, MILTON DE ABREU... [ET AL.]. *Política Industrial-1*. 1ª. Edição. São Paulo: Publifolha; 2004. p. 79-107.

⁵³ PORTER, MICHAEL E. *The Competitive Advantage of Nations*: with a new introduction. New York: The Free Press, 1998, 885 p.

⁵⁴ MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. *Inovação Tecnológica e Transferência de Tecnologia*. Brasília: MCT, 2001.

⁵⁵ THE WORLD BANK. *Entering the 21st Century*: World development report 1999/2000. New York: Oxford University Press, Inc., 2000, 300 p.

⁵⁶ FURTADO, JOÃO. Quatro eixos para a política industrial. In: CAMPANARIO, MILTON DE ABREU... [ET AL.]. *Política Industrial-1*. 1ª. Edição. São Paulo: Publifolha; 2004. p. 47-78.

⁵⁷ SUZIGAN, W. AND VILLELA, A. *Industrial policy in Brazil*. Campinas: Editora Unicamp, 1997.

⁵⁸ PORTER, MICHAEL E. Towards a dynamic theory of strategy. *Strategic Management Journal (Boston, Massachusetts)*, 1991, vol. 12, p. 95-117.

⁵⁹ SALERNO, M [ET AL.]. Política industrial em setores dominados por transnacionais: o Brasil como sede de concepção e projeto de produto. In: DUPAS, GILBERTO. *Política Industrial-2*. 1ª. Edição. São Paulo: Publifolha; 2004. p. 67-91.

⁶⁰ DUPAS, GILBERTO. O impasse do valor adicionado local e as políticas de desenvolvimento. In: DUPAS, GILBERTO. *Política Industrial-2*. 1ª. Edição. São Paulo: Publifolha; 2004. p. 13-44.

⁶¹ WRIGHT, J. AND GIOVINAZZO, R. A política industrial e a estratégia da nação. In: DUPAS, GILBERTO. *Política Industrial-2*. 1ª. Edição. São Paulo: Publifolha; 2004. p. 45-66

⁶² CAMPANARIO, MILTON DE ABREU; AND DA SILVA, MARCELLO MUNIZ. Fundamentos de uma nova política industrial. In: CAMPANARIO, MILTON DE ABREU... [ET AL.]. *Política Industrial-1*. 1ª. Edição. São Paulo: Publifolha; 2004. p. 13-46.

⁶³ FOLHA DE SÃO PAULO. Política Industrial. *Folha de São Paulo*, 4 de abril de 2004. p. A2. Editoriais. Opinião.

⁶⁴ MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR [on line]. Brasília: Ações setoriais para o aumento da produtividade da indústria brasileira - setor automotivo, 2006. Apresenta ação do conjunto de ações setoriais de política industrial, tecnológica e de comércio exterior para aumento da produtividade para o setor automotivo. [2006-10-10]. Available from: http://www.desenvolvimento.gov.br/arquivo/publicações/sdp/acoSetAumComIndBrasileira/asa_c0505.pdf >

⁶⁵ PORTAL EXAME [on line]. São Paulo: Brasil caminha rumo à exportação de serviços. Artigo apresenta livro que mostra que próximo passo da diversificação da pauta das

exportações brasileiras é o comércio de serviços, como logística. [2006-06-27]. Available from: <<http://portalexame.abril.uol.com.br/economia/m0082551.html>>

⁶⁶ FIGUEIREDO, TALITA. Exportação de serviços sobe mais que bens. *Folha de São Paulo*, 8 de julho de 2006. p. B5. Dinheiro.

⁶⁷ TIGRE, PAULO BASTOS. Inovação e competitividade internacional. In: TIGRE, PAULO BASTOS. *Gestão da inovação: a economia da tecnologia no Brasil*. 1ª. Edição. Rio de Janeiro: Elsevier; 2006. p. 141-162.

⁶⁸ MINISTÉRIO DAS COMUNICAÇÕES. Minuta de Exposição de Motivos da TV Digital: Proposta em debate em 25/06/2003. Brasília: Governo Federal, 2003.

⁶⁹ MINISTÉRIO DAS COMUNICAÇÕES. Decreto que institui o Sistema Brasileiro de TV Digital (27/11/03). Brasília: Governo Federal, 2003.