

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

TECNOLOGIA E INOVAÇÃO NA LOGÍSTICA DO ETANOL

José Petraglia

Orientador: Prof. Dr. Paulo Tromboni de Souza Nascimento

SÃO PAULO

2013

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

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

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

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

JOSÉ PETRAGLIA

TECNOLOGIA E INOVAÇÃO NA LOGÍSTICA DO ETANOL

Tese apresentada ao Departamento de Administração da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo como um dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Administração.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Tromboni de Souza Nascimento

Versão Original

SÃO PAULO

2013

FICHA CATALOGRÁFICA

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

Petraglia, José
Tecnologia e inovação na logística do etanol / José Petraglia. --
São Paulo, 2013.
247 p.

Tese (Doutorado) — Universidade de São Paulo, 2013.
Orientador: Paulo Tromboni de Souza Nascimento.

1. Inovações tecnológicas — Administração 2. Logística 3. Etanol
4. Indústria sucro-alcooleira — Brasil I. Universidade de São Paulo. Fa-
culdade de Administração, Economia e Contabilidade. II. Título.

CDD — 658.514

Gostaria de dedicar este trabalho à minha esposa, Maria do Carmo, por sua compreensão e apoio, sempre me incentivando e me fortalecendo, durante todo o tempo da elaboração deste estudo. Aos meus pais, Giovanni e Neide, sem os quais este trabalho não seria possível, e a todos os meus familiares. Em especial, à minha filha, Vanessa, a quem dedico com todo carinho.

Agradeço a todos aqueles que contribuíram para a realização deste importante objetivo de minha vida, ou seja, a obtenção do doutorado. É difícil, no final desta importante jornada, citar o nome de todas as pessoas que, de alguma forma, me apoiaram. Portanto, gostaria de me desculpar, antecipadamente, caso, por lapso de memória, tenha esquecido de mencionar alguém.

Primeiramente, agradeço a Deus por ter me concedido saúde, sabedoria e força para conciliar o doutorado com minhas atividades profissionais. Agradeço ao corpo de professores da FEA-USP e aos colegas do grupo de pesquisa BIOEN, pelos importantes conhecimentos transmitidos. Aos funcionários da FEA e da biblioteca, pelo profissionalismo e atenção dedicada.

Agradeço, especialmente, a meu orientador, Prof. Dr. Paulo Tromboni de Souza Nascimento, por sua disposição em me ajudar, a começar pelas escolhas das disciplinas que cursei. Com muita sabedoria, ele me indicou disciplinas que foram importantes para a minha pesquisa. Sua dedicação, ideias, críticas construtivas e orientação foram fundamentais para o meu doutorado.

Gostaria de agradecer, também, aos professores, que juntamente com o meu orientador, compuseram a banca de meu exame de qualificação: Prof. Dr. Abraham Sin Oih Yu e Prof. Dr. Marilson Alves Gonçalves. Suas sugestões, na qualificação, foram relevantes para o aprimoramento de meu doutorado.

Agradeço aos gestores das empresas que participaram das entrevistas e também ao Sr. João José Christol Dreys, por suas contribuições a esta pesquisa. Não poderia deixar de agradecer ao Prof. Dr. Sergio Gozzi, que, desde o término de meu mestrado, onde ele foi meu orientador, sempre me incentivou a participar do processo de seleção do doutorado da FEA-USP.

Por último, e não menos importante, agradeço aos meus familiares e amigos, pelo apoio que me deram durante essa importante jornada de minha vida. Em especial, à minha esposa, Maria do Carmo, que sempre me incentivou.

Muito obrigado a todos.

**“O que sabemos é uma gota;
o que ignoramos é um oceano.”**

Isaac Newton

RESUMO

No mercado contemporâneo, de alta competitividade, a logística tem papel fundamental na determinação das empresas e países que terão sucesso no suprimento de etanol. Os apelos ambientais, devido à emissão de gases de efeito estufa e a preocupação com a instabilidade dos preços do petróleo contribuem para o aumento da utilização do etanol como combustível em substituição ou redução do uso de derivados do petróleo. Atualmente, no Brasil, os combustíveis renováveis representam 19% da energia usada no setor de transporte. Portanto, o Brasil é o único caso bem sucedido de transição tecnológica para biocombustível em larga escala. Para atender a crescente demanda de etanol novas áreas de plantio de cana-de-açúcar e destilarias de etanol estão surgindo, principalmente, na região centro-sul do Brasil, mudando o perfil de distribuição do produto. E conseqüentemente, torna-se relevante a necessidade de inovação na logística do etanol. O tema teórico desta tese é a inovação em serviços logísticos e logística. Nesta pesquisa, analisa-se a contribuição das mudanças tecnológicas na inovação da logística do etanol. E quais mudanças organizacionais ocorrem em função dessas inovações tecnológicas. A metodologia de pesquisa utilizada, nesta tese, é o método de estudo de casos múltiplos, e foram escolhidas para pesquisas quatro empresas, sendo duas empresas operadoras logísticas, Stolthaven e Logum, e duas grandes empresas produtoras de etanol, Copersucar e Raízen. Entre outras análises, os resultados da pesquisa apontam que as mudanças tecnológicas têm contribuído significativamente para a inovação da logística e dos serviços logísticos do etanol, além do que a literatura tem demonstrado, a qual se concentra, basicamente, na contribuição da Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC), na inovação logística. O estudo mostrou haver relevantes inovações tecnológicas em transporte, transbordo e armazenagem. Além da classificação da inovação em incremental ou radical, a inovação em logística sugere um caráter de inovação sistêmica pela forma como se arquiteta seu processo. As pesquisas apontam, também, que, devido às inovações tecnológicas ocorridas nos últimos dez anos, significantes mudanças organizacionais ocorreram, principalmente nos perfis profissionais dos operadores de terminal de armazenagem e transbordo de etanol. Há dez anos, não havia necessidade de muita qualificação dos operadores, aceitava-se candidato com formação no ensino fundamental; atualmente, há necessidade de formação em ensino médio ou técnico, e até superior. E mesmo com formação mais elevada, a empresa precisa aplicar treinamento próprio para capacitar o funcionário às novas tecnologias. Entretanto, essas mudanças organizacionais foram mais significativas nas empresas operadoras logísticas do que nas empresas produtoras de etanol. Esta pesquisa obtém contribuições originais ao conhecimento na área de gestão da inovação em logística, construindo novas teorias a partir do estudo de casos, e propõe um modelo conceitual de inovação em logística, assim como contribui para a prática executiva do suprimento de etanol.

Palavras-chave: inovação tecnológica, inovação logística, etanol e serviços logísticos.

ABSTRACT

In the high competitive contemporary market, logistics plays a key role in determining which companies and countries will succeed in the supply of ethanol. The environmental appeals, due to the emission of greenhouse effect gases and the concern with the instability of oil prices contribute to the increased use of ethanol as a fuel to replace or reduce the use of petroleum. Currently in Brazil, renewable fuels account for 19% of the energy used in the transportation sector. Therefore, Brazil is the only case of successful technological transition to biofuel on a large scale. To meet the growing demand for ethanol, new planting areas of sugar cane and ethanol distilleries are popping up mainly in the central-southern Brazil, changing the product distribution profile. As so, the need for innovation in the logistics of ethanol becomes relevant. The theoretical theme of this thesis is innovation in logistics services and logistics. In this research, we analyze the contribution of technological innovation in the logistics of ethanol. And what organizational changes occur as a result of these technological innovations. The research methodology used in this thesis is the method of multiple case studies and four companies were chosen to participate in the research; being two companies that operate logistics: Stolthaven and Logum and two major companies producing ethanol: Copersucar and Raizen. Among other analyses, the results of the research show that technological changes have contributed significantly to innovation in logistics and logistics services of ethanol, beyond what the literature shows, which concentrates basically on the contribution of Information Technology and Communication (ITC) innovation in logistics. The research has showed that there are relevant technological innovations in transport, transshipment and warehouse. Besides innovation classification in incremental or radical, logistic innovation suggests a character of systemic innovation considering the form that its process is architected. The research also indicate that due to technological innovations that occurred in the last ten years, significant organizational changes occurred mainly in professional profiles of terminal operators on storage and transshipment of ethanol. Ten years ago there was not much need for qualified operators, so candidates with a background in elementary education were accepted. Nowadays, there is the need of at least technical education or even higher. And even with the higher education companies must implement proper training to enable the employees to new technologies. However, these organizational changes were more significant in the logistic operating companies than in companies producing ethanol. This research gives original contributions to knowledge in the area of innovation management in logistics, building new theories from case studies and proposes a conceptual model of innovation in logistics, as well as contributions to the executive practice of ethanol supply.

Keywords: *technological innovation, logistic innovation, ethanol and logistics services.*

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	3	
LISTA DE QUADROS	5	
LISTA DAS DEMAIS ILUSTRAÇÕES	6	
1	INTRODUÇÃO	7
1.1	A caracterização de inovação na logística do etanol	8
1.2	Problemas de pesquisa	9
1.3	Objeto e objetivos da pesquisa	10
1.4	Justificativas teóricas e como esta pesquisa se encaixa na literatura	11
1.5	Síntese da pesquisa, resultados e contribuições	14
1.6	Organização desta tese	16
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1	Conceitos de serviços	17
2.2	Conceitos de logística e serviços logísticos	22
2.2.1	Componentes da logística	24
2.2.2	Organização dos serviços logísticos	31
2.2.3	Elementos básicos da logística integrada e rede de suprimentos	33
2.2.4	Logística no mercado empresarial	37
2.3	Gestão do conhecimento, capital intelectual, rede de relacionamento e estrutura organizacional	42
2.4	Conceitos gerais sobre inovação e melhoria	48
2.4.1	Classificação das inovações	52
2.4.2	Inovações em produto, com foco em serviços	52
2.4.3	Inovações com foco em processos	59
2.4.4	Inovações organizacionais e impacto das inovações nas empresas	63
2.4.5	Inovações em marketing	67
2.4.6	Inovações em serviços logísticos e em logística	70
2.4.7	Inovação tecnológica e sua trajetória	75
2.5	Síntese da fundamentação teórica	82
3	A EVOLUÇÃO DO SETOR DE ETANOL NO BRASIL	87
3.1	Os primórdios da produção de etanol no Brasil	87
3.2	Expansão da produção de etanol e a importância do Proálcool	93
3.3	Influência governamental na rede de suprimentos de etanol	96
3.4	Impactos da década de 1990: desregulamentação — novas estratégias competitivas	102
3.5	A relevância do motor <i>flexfuel</i> na consolidação do etanol como fonte de energia de propulsão para veículos automotores	107
3.6	A logística de distribuição do etanol	112
4	METODOLOGIA DA PESQUISA	119
4.1	Escolha do método de pesquisa	119
4.2	Escolha dos casos e planejamento da pesquisa	126

4.3	Coleta e análise dos dados	132
5	ANÁLISE CONSOLIDADA DOS CASOS	135
5.1	Inovações em transporte e transbordo nas empresas pesquisadas consolidadas	136
5.2	Inovações em armazenagem e estoque nas empresas pesquisadas consolidadas	143
5.3	Inovações em tecnologia de informação e comunicação nas empresas pesquisadas consolidadas	144
5.4	Fatores organizacionais e ambientais que contribuíram para a inovação logística	146
5.5	Mudanças organizacionais decorrentes das inovações tecnológicas	150
5.6	Análise sobre os modelos teóricos	152
5.7	Análise sob o prisma da inovação sistêmica	156
6	CONTRIBUIÇÕES	161
7	CONCLUSÕES	169
8	COMENTÁRIOS FINAIS, LIMITAÇÕES, PESQUISAS FUTURAS E CONTRIBUIÇÕES GERENCIAIS	173
8.1	Limitações da pesquisa	173
8.2	Linhas de pesquisas recomendadas para próximos estudos	175
8.3	Contribuições gerenciais	176
	REFERÊNCIAS	178
	LISTA DE APÊNDICES	190
	APÊNDICE 1: Estrutura do protocolo de pesquisa	191
	APÊNDICE 2: Análise individual das empresas pesquisadas	195

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- 3PL: *Third Party Logistics*
 4PL: *Fourth Party Logistics*
 ABML: Associação Brasileira de Movimentação Logística
 ABS: *Anti-lock Braking System*
 ANFAVEA: Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores
 B2B: *Business to Business*
 BACEN: Banco Central
 BNDES: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
 CCM: Central de Controle de Motores
 CDI-T: *Chemical Distribution Institute — Terminals*
 CEAM: Comissão de Estudos sobre o Álcool Motor
 CGEE: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
 CISLOG: Centro de Inovação em Sistemas Logísticos
 COPERSUCAR: Cooperativa Central de Produtores de Açúcar e Álcool de São Paulo
 CTA: Centro Tecnológico Aeroespacial
 CTC: Centro de Tecnologia Canavieira
 E100: Motor movido 100% a etanol
 E25: Motor movido com mistura de gasolina (75%) e etanol (25%)
 EDI: *Electronic Data Interchange*
 EERE: *Energy Efficiency & Renewable Energy — US Department of Energy*
 ERP: *Enterprise Resource Planning*
 FCA: Ferrovia Centro Atlântica
 FDA: *Food & Drug Administration*
 FSL: Fornecedor de Serviços Logísticos
 IAA: Instituto do Açúcar e Álcool
 IAIA: *International Association for Impact Assessment*
 ICMS: Imposto sobre Circulação de Mercadorias e prestação de Serviços
 ICT: *Information Technology and Communication*
 ISO: *International Organization for Standardization*
 LES: *Logistic Execution System*
 MBA: *Master Business Administration*
 MW: Mega Watts
 NIPE: Núcleo Interdisciplinar de Planejamento Energético da Universidade Estadual de Campinas
 OHSAS: *Occupational Health and Safety Advisory Services*
 OL: Operador Logístico
 P&D: Pesquisa e Desenvolvimento
 PETROBRAS: Petróleo do Brasil
 PMCC: Empresa da Petrobras e Camargo Corrêa
 POLI: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
 Proálcool: Programa Nacional do Álcool
 RH: Recursos Humanos
 SAP: *Software* de gestão empresarial criado pela empresa SAP-AG
 SCM: *Supply Chain Management*
 SINDICOM: Sindicato Nacional das Empresas Distribuidoras de Combustíveis e de Lubrificantes
 TI: Tecnologia de Informação

TIC: Tecnologia de Informação e Comunicação
TQM: *Total Quality Management*
UNICA: União das Indústrias de Cana-de-Açúcar
UNICAMP: Universidade Estadual de Campinas
UNIDUTO: Uniduto Logística S. A.
USP: Universidade de São Paulo

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Várias maneiras de expressar envolvimento do cliente na provisão de serviços	21
Quadro 2 - Diferenças entre bens de consumo e bens e serviços industriais	39
Quadro 3 - Três formas de valores	40
Quadro 4 - Marketing e os tipos de inovação	68
Quadro 5 - Exemplos representativos de atividades de obtenção de informação-chave encontrados no estudo	72
Quadro 6 - Trajetória tecnológicas básicas	78
Quadro 7 - Principais processos utilizados na transformação do etanol	113
Quadro 8 - Resumo da revisão da literatura de particular interesse	120
Quadro 9 - Processo de construção de teoria através de pesquisa de estudo de caso	124
Quadro 10 - Quatro elementos-chave de projeto de pesquisa de campo	125
Quadro 11 - Coleta de dados: empresas participantes das entrevistas	134
Quadro 12 - Inovação consolidada em transporte e transbordo	142
Quadro 13 - Inovação consolidada em armazenagem e estoque	144
Quadro 14 - Expectativas de “cenários” do etanol para o mercado local e internacional ...	166
Quadro 15 - Produção atual e demanda potencial para o etanol	167
Quadro 16 - Inovações tecnológicas na logística do etanol	170

LISTA DAS DEMAIS ILUSTRAÇÕES

Ilustração 1 -	Modelo de inovação logística	11
Ilustração 2 -	Modelo quatro dimensionais de inovação em serviços	12
Ilustração 3 -	Pacotes de valores entregues ao cliente variam na proporção entre produtos físicos e serviços	19
Ilustração 4 -	Uma classificação conceitual de serviços e exemplos	22
Ilustração 5 -	Modelo de estrutura e estratégia logística	35
Ilustração 6 -	Principais componentes da organização	42
Ilustração 7 -	O modelo de inovação aberta	51
Ilustração 8 -	Uma representação de serviços como um sistema de características e competência	54
Ilustração 9 -	Modelo de processo de inovação logística	71
Ilustração 10 -	Modelo de geração de inovação no relacionamento da rede de suprimentos	73
Ilustração 11 -	Caracterização da logística empresarial de bens	83
Ilustração 12 -	Síntese da fundamentação teórica	85
Ilustração 13 -	Artigos de particulares interesses	86
Ilustração 14 -	Cana-de-açúcar no Brasil	90
Ilustração 15 -	Cana-de-açúcar total no Brasil	91
Ilustração 16 -	O subsistema do etanol carburante	114
Ilustração 17 -	Bases de distribuição	115
Ilustração 18 -	Diagrama de delimitação da pesquisa	122
Ilustração 19 -	Estrutura do protocolo de pesquisa	130
Ilustração 20 -	Sistema de automação do terminal de armazenagem de etanol	159
Ilustração 21 -	Modelo de inovação logística proposto na tese	163

1 INTRODUÇÃO

Há um consenso entre os autores sobre a importância da inovação nas empresas contemporâneas. Meyers e Tucker (1989) definem inovação como sendo uma ideia, prática, ou artefato material percebido para ser novo pela relevante unidade de aceitação. Eles ressaltam que tais inovações podem diferenciar em termos de radicais e incrementais. E definem inovação radical como o processo de desenvolver e introduzir um produto ou serviço novo, o qual é baseado em nova tecnologia e direcionado a um mercado que não é familiarizado com o produto. Já, na inovação incremental o mercado é familiarizado com o produto, mas a tecnologia é nova. Nascimento *et al* (2008) lembram que, com o papel fundamental desempenhado pela inovação na concorrência, ganhou destaque a ideia de gerir o processo de inovação na empresa. Eles ressaltam que a prática não é nova. Basta lembrar o laboratório de Thomas Édson que data do século XIX. Contudo, a ideia de gestão sistemática de inovação nas empresas começa a crescer como tema da literatura acadêmica, após a Segunda Guerra Mundial e, desde os anos 1970, vem crescendo, também, em importância.

O Manual de Oslo (2005) define inovação como a implementação de um novo ou significativo melhoramento de produto (bem ou serviço), ou processo, um novo método de marketing, ou um novo método organizacional em práticas de negócios, organização do trabalho ou relações externas. Portanto, percebemos que, com o passar do tempo, a natureza e o panorama da inovação têm mudado, e então, há a necessidade de os pesquisadores capturarem essas mudanças. Considerável número de pesquisas foi desenvolvido durante os anos de 1980 e 1990, para desenvolver modelos analíticos e frameworks para o estudo da inovação.

Embora haja consenso da maioria dos autores sobre a importância da inovação, a literatura científica aponta uma carência de estudos relacionados à inovação em serviços logísticos. Flint *et al* (2005, p. 113) ressaltam que as pesquisas acadêmicas enfatizam a importância da inovação focada no cliente para o desempenho da empresa. Especificamente, inovação, desenvolvimento de novos produtos, orientação de mercado, e aprendizagem organizacional pesquisam todos os pontos da importância de estudar o mercado, utilizando tal conhecimento para melhorar o produto e o processo. Entretanto, pesquisas em logística têm sido largamente ignoradas no conceito de inovação. Esta carência justifica, sob o ponto de vista acadêmico, a análise deste fenômeno.

O tema teórico desta tese é inovação em serviços logísticos e logística, com aplicação no mercado empresarial de graneis líquidos, e mais especificamente, o etanol. Além da importância acadêmica da pesquisa em inovação de serviços, este estudo caracteriza-se pela relevância teórica e empírica da rede de distribuição de etanol no sucesso do etanol brasileiro.

No mercado contemporâneo, de alta competitividade, a logística tem papel fundamental na determinação das empresas e países que terão sucesso no suprimento de etanol, cuja demanda tem aumentado desde a assinatura do Protocolo de Kyoto, estabelecido, em 1997, em Kyoto, Japão, e assinado por 84 países, visando à redução de gases de efeito estufa. Segundo Nascimento *et al* (2010), no Brasil, os combustíveis renováveis representam 19% da energia usada no setor de transporte. Portanto, o Brasil é o único caso bem sucedido de transição tecnológica para biocombustíveis em larga escala (RAJAGOPAL *et al*, 2009). A transição brasileira é relevante pela escala: frota grande e dimensões continentais; e pelo fato de haver duas regiões produtoras com diferentes demandas.

Com o carro *flexfuel*, o etanol consolidou-se como importante fonte de energia de propulsão para veículos automotores, aumentando, conseqüentemente, a demanda de etanol carburante. Para atender a crescente demanda do produto, novas áreas de plantio de cana-de-açúcar e destilarias de etanol estão surgindo, principalmente, na região centro-sul do Brasil, mudando o perfil da distribuição do produto. Esse fenômeno serviu, também, de inspiração para a pesquisa de inovação na rede de distribuição de etanol.

1.1 A caracterização de inovação na logística do etanol

Para estudar a inovação, convém caracterizar o tipo de inovação que se quer pesquisar. De acordo com o Manual de Oslo (2005), podemos dividir as inovações em quatro categorias: inovações de produto, inovações de processo, inovações organizacionais e inovações de marketing. Uma inovação de produto é a introdução de bens ou serviços que são novos ou significativamente melhorados com respeito às suas características ou intenções de uso. Isso inclui significantes melhorias em especificações técnicas, componentes e matérias, *softwares* incorporados, facilidades de uso ou outras características funcionais. O termo “produto” é usado para englobar ambos (bens e serviços). Portanto, inovações em serviços podem incluir

melhoramentos significativos em como eles são fornecidos (por exemplo, em termo de sua eficiência ou velocidade), a adição de novas funções ou características a serviços existentes, ou a introdução inteiramente de novos serviços.

A inovação de processo é a implementação de um novo ou de um melhoramento significativo de produção ou método de distribuição. Isso inclui significantes mudanças em técnicas, equipamentos e/ou *softwares*. A inovação organizacional é a implementação de um novo método organizacional nas práticas de negócios da empresa, na organização do trabalho e nas relações externas da organização. E uma inovação em marketing é a implementação de um novo método de marketing, envolvendo significantes mudanças no design do produto, ou embalagem, posicionamento do produto, promoção do produto ou precificação. Nas categorias de inovações acima descritas, a logística está próxima de inovação de processo, inovação organizacional ou inovação de serviços. Segundo o Manual de Oslo (2005, p. 56), muitas inovações em serviços logísticos contêm aspectos de inovação de processo e inovação de organização.

E o Manual de Oslo (2005) classifica a inovação de serviços em quatro categorias: os serviços relacionados aos bens (como a logística), os serviços vinculados à informação (como atendimento ao cliente), os serviços baseados em conhecimento e os serviços relacionados às pessoas. Esta pesquisa caracteriza-se na análise do fenômeno inovação de serviços, mais especificamente em serviços prestados sobre bens, nos quais se enquadra a logística. Portanto, trataremos de inovação de serviços, que é o tema teórico desta tese; e cujo objeto de estudo é o impacto da tecnologia na inovação dos serviços logísticos e na logística do etanol. Entretanto, ampliaremos o estudo analisando, também, inovação de processo e de organização.

1.2 Problemas de pesquisa

A pergunta de pesquisa proposta nesta tese surgiu após revisão da literatura em inovação e logística, baseada em diversos estudos (BARRAS, 1986; 1990; PAVITT, 1990; CLARK; WHEELRIGHT, 1993; HERTOOG, 2000; BALLOU, 2002; CHAPMAN *et al*, 2003; JONG; VERMEULEN, 2003; FLINT *et al*, 2005; MOREIRA; QUEIROZ, 2007; MAXIMIANO, 2008; GRAWE, 2009). Entretanto, as pesquisas de Barras (1986; 1990), Hertog (2000, p.

495) e Grawe (2009, p. 364) foram os pontos principais que serviram de inspiração para a pergunta central da tese.

A pergunta central da pesquisa proposta está dividida em duas etapas: como as mudanças tecnológicas contribuem com a inovação na logística do etanol, e quais mudanças organizacionais ocorrem em função dessas inovações tecnológicas.

1.3 Objeto e objetivos da pesquisa

Objeto de estudo

O impacto da tecnologia na inovação dos serviços logísticos e na logística do etanol. A hipótese central foi que as mudanças tecnológicas contribuiriam, significativamente, para a inovação nos serviços logísticos e na logística do etanol; e essas inovações tecnológicas requereriam mudanças organizacionais.

Objetivo geral da tese

Consiste na investigação das inovações obtidas em função das mudanças tecnológicas; e quais os impactos dessas inovações tecnológicas, nas estruturas das organizações envolvidas na logística do etanol.

Objetivos específicos

- a) Identificar as inovações tecnológicas da logística de etanol; para o mercado local e exportação.
- b) Avaliar como elas afetam as organizações envolvidas e, conseqüentemente, quais mudanças organizacionais ocorrem em função dessas inovações em serviços.
- c) Analisar como a rede de relacionamento afeta a difusão do conhecimento e a obtenção de novas tecnologias.

1.4 Justificativas teóricas e como esta pesquisa se encaixa na literatura

Esta tese apoiou-se no modelo de processo de inovação logística proposto por Grawe (2009, p. 364) e representado pela Ilustração 1, para construir um entendimento mais profundo do fenômeno de inovação em logística. O modelo proposto pelo autor é um modelo específico para inovação em logística.

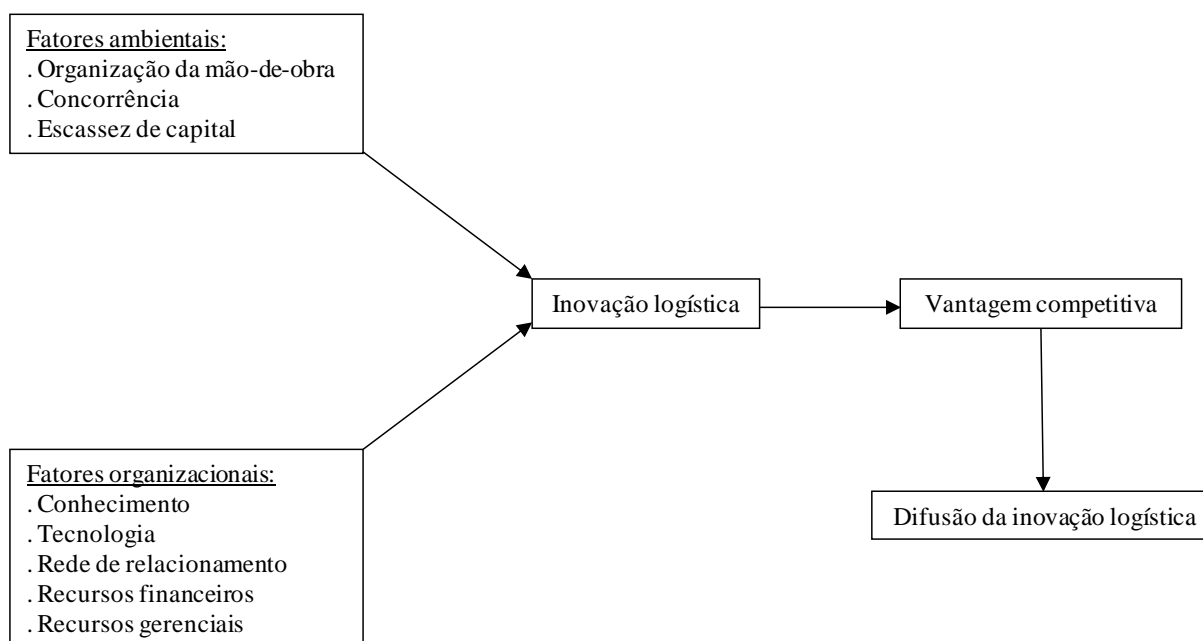


Ilustração 1 - Modelo de inovação logística

FONTE: traduzido de Grawe (2009, p. 364)

De acordo com Grawe (2009, p. 364-370), no modelo proposto, a inovação logística é impactada por fatores ambientais e organizacionais.

Fatores ambientais: (1) organização da mão-de-obra: segundo o autor, a mão-de-obra, fortemente organizada e com muitos poderes, afeta negativamente a inovação logística; (2) a concorrência é um fator que afeta positivamente a inovação logística - necessidade de superar a concorrência; (3) escassez de capital (economia) afeta positivamente, ou seja, a falta crônica de capital fornece um incentivo à inovação logística.

Fatores organizacionais: segundo o autor, a rede de relacionamento afeta positivamente a

difusão do conhecimento e a obtenção de novas tecnologias, que contribuirão para a inovação logística. Da mesma forma, os recursos gerenciais e financeiros alocados internamente contribuem positivamente para a inovação logística.

Esta tese apoiou-se, também, no modelo de geração de inovação proposto por Hertog (2000, p. 495), conhecido como modelo quatro dimensionais de inovação em serviços, e representado pela Ilustração 2. Embora o modelo proposto seja para inovação em serviços e não especificamente para inovação em logística, ele foi analisado com o objetivo de contribuir, adicionalmente ao modelo proposto por Grawe (2009, p. 364), com o entendimento do fenômeno da geração de inovação logística do etanol.

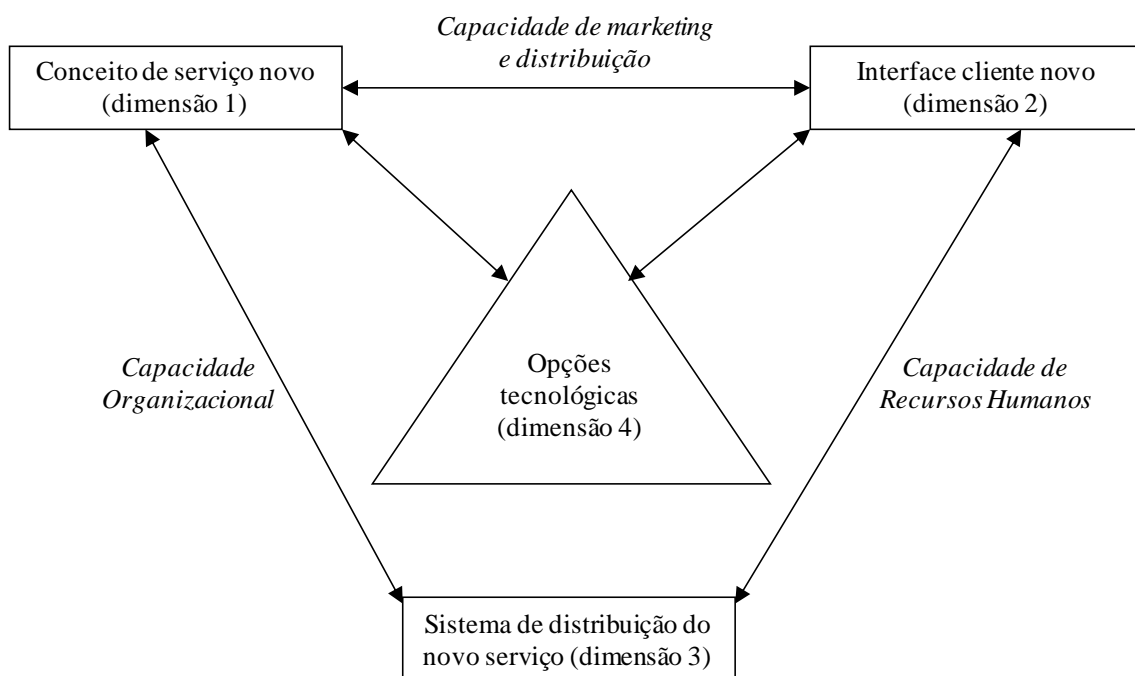


Ilustração 2 - Modelo quatro dimensionais de inovação em serviços

FONTE: traduzido de Hertog (2000, p. 495)

De acordo com Hertog (2000), produzir um serviço é organizar uma solução para um problema o qual não envolve, principalmente, fornecimento de produtos. É oferecer recursos (humano, tecnológico, organizacional) à disposição do cliente para a solução do problema, que pode ser fornecido com vários graus de precisão. O autor ressalta que um modelo compreensível para entender inovação em serviços, e melhor ainda entender inovação em serviços e outros setores no mesmo *framework*, não está aparente na literatura. Inovação

frequentemente coincide com novos meios de distribuição de produto, interação com cliente e controle de qualidade. Portanto, segundo Hertog (2000, p. 494), o modelo quatro dimensionais de inovação em serviços permite-nos discutir inovação em termos gerais. E o autor caracteriza as dimensões como a seguir:

- Dimensão 1: o conceito de serviço

Produtos manufaturados são tipicamente tangíveis e visíveis, diferentemente da maioria dos serviços. Admite-se que algumas inovações em serviços são altamente visíveis, especialmente onde está envolvida a distribuição de produto. Muitos outros envolvem mais características intangíveis.

- Dimensão 2: A interface com o cliente

O segundo elemento de inovação em serviços é o *design* da interface entre o fornecedor do serviço e os clientes. Essas interfaces são os focos de grandes negócios de inovações em serviços, embora os estudos em inovação, com seu foco em manufatura de massa, têm tendido não olhar detalhadamente as mudanças ocorridas nessas interfaces. A maneira como o fornecedor de serviços interage com seus clientes pode, por si só, ser uma fonte de inovação.

- Dimensão 3: sistema de distribuição do novo serviço

Essa dimensão, envolvendo distribuição do novo serviço e organização, está frequentemente relacionada diretamente com a dimensão 2 — a ligação entre o fornecedor de serviço e seus clientes. Distribuição é certamente um tipo específico de interação através da interface com o cliente. Entretanto, a dimensão 3 é diferente: refere-se ao arranjo organizacional interno que tem de ser gerenciado para permitir que os trabalhadores desempenhem seus serviços adequadamente, e para desenvolver e oferecer serviços inovadores. Em outras palavras, novos serviços podem requerer novas formas organizacionais, capacidades e perfis interpessoais.

- Dimensão 4: Opções tecnológicas

A quarta dimensão é o centro de muita análise e debates, especialmente considerando o grau no qual empresas de serviços estão dando formato ao desenvolvimento tecnológico. Claramente, inovação em serviço é possível sem inovação tecnológica; tecnologia não é sempre uma dimensão. Porém, na prática, segundo Hertog (2000), há uma larga relação entre tecnologia e inovação em serviços.

Em seu modelo, Hertog (2000, p. 498) ressalta que qualquer inovação em serviços envolve

alguma combinação das acima-mencionadas dimensões de inovação em serviços. E pode ser a combinação das quatro dimensões que caracteriza cada inovação em serviço particular. O peso de cada dimensão individualmente e a importância das várias ligações entre elas varia de acordo com serviços individuais, empresas e inovações. Esta tese apoiou-se, também, nas pesquisas de Barras (1986; 1990).

1.5 Síntese da pesquisa, resultados e contribuições

A pesquisa de campo, com a coleta e análise dos dados, envolveu entrevistas em cada empresa, e foram explicados os conceitos teóricos incluídos no protocolo de pesquisa, que se encontra no Apêndice 1 desta tese. As entrevistas foram executadas durante, aproximadamente, seis meses, quando dez delas foram executadas com os gestores das empresas pesquisadas, além de duas, com os gestores das empresas de consultoria.

Os dados foram coletados através de entrevistas semiestruturadas e com perguntas abertas, o que permitiu o surgimento de importantes temas que contribuíram para o enriquecimento da pesquisa. Triviños (1987, p. 152) aponta que, embora a estruturação da entrevista auxilie na coleta de informações, a pesquisa semiestruturada permite, geralmente, a ampliação do campo de interrogativa, além dos questionamentos básicos. A análise dos dados teve como meta a ampliação da teoria emergente, conforme ressalta Eisenhardt (1989, p. 536), em análise de dados para estudo de caso. Os dados foram analisados à luz da literatura pesquisada, e de forma consolidada sobre os modelos teóricos que serviram de base para esta pesquisa.

As análises feitas mostraram que as mudanças tecnológicas contribuem de forma significativa para a inovação da logística do etanol. Mostrou-se, também, que essas mudanças tecnológicas ocasionaram mudanças organizacionais, no que se referem ao arranjo organizacional interno que tem de ser gerenciado para permitir que os trabalhadores desempenhem seus serviços adequadamente. Ou seja, novos serviços podem requerer novas formas organizacionais capacidades e perfis interpessoais. Entretanto, verificou-se que as mudanças foram mais significativas nas empresas operadoras logísticas do que nas empresas produtoras de etanol.

Constatou-se, nesta pesquisa, a contribuição de fatores organizacionais e ambientais para as mudanças tecnológicas que foram preponderantes na inovação logística. Dos fatores

organizacionais, as relações com os atores da cadeia de distribuição, incluindo o cliente organizacional, e com a rede de relacionamento contribuíram para a difusão do conhecimento e para o processo de inovação. A participação da alta gerência com apoio de recursos gerenciais e financeiros foi relevante, também, para as inovações tecnológicas. Os fatores ambientais mais lembrados nas entrevistas foram a concorrência e a economia, na qual se inclui escassez de capital. As inovações tecnológicas que a maioria das empresas implantou nasceram da necessidade de melhorar a margem financeira do produto e a redução do custo logístico foi um fator de contribuição para os resultados financeiros das empresas.

Este texto traz contribuições ao conhecimento na área de gestão da inovação em logística, assim como contribuições para a prática executiva. Esta tese apoiou-se, principalmente, no modelo de inovação logística proposto por Grawe (2009, p. 364), no modelo de geração de inovação proposto por Hertog (2000, p. 495), e nas pesquisas de Barras (1986; 1990). Portanto, buscou-se analisar o modelo proposto por Grawe (2009); e identificar possíveis relações não previstas originalmente no modelo, trazendo outras relações contributivas ao modelo.

O modelo de Grawe (2009) foi baseado em extensa revisão bibliográfica e o próprio autor recomenda que o modelo seja testado empiricamente. Esse modelo contempla o fator tecnologia, que requer maior profundidade de pesquisa no assunto. Portanto, nesta tese, buscou-se analisar com mais profundidade a contribuição das mudanças tecnológicas no processo de inovação logística, fenômeno este que está contemplado, de forma mais profunda, no modelo de Hertog (2000, p. 495). Pode-se concluir das entrevistas com as quatro empresas, que as mudanças tecnológicas contribuem de forma significativa para a inovação da logística do etanol. A maioria das inovações logísticas encontradas nas pesquisas às empresas tem a mudança tecnológica como fator preponderante. Além da classificação da inovação em incremental ou radical, a inovação em logística sugere um caráter de inovação sistêmica pela forma como se arquiteta seu processo. As pesquisas apontaram, também, que, devido às inovações tecnológicas ocorridas nos últimos dez anos, significantes mudanças organizacionais ocorreram, principalmente nos perfis interpessoais dos operadores de terminal de armazenagem e transbordo de etanol. Na análise da pesquisa empírica sobre os modelos teóricos acima descritos e no intuito de contribuir com a pesquisa científica, no Capítulo 6 desta tese, apresenta-se uma síntese da contribuição da pesquisa, representada por um modelo analítico proposto, demonstrado na Ilustração 21.

1.6 Organização desta tese

A organização desta tese é apresentada em oito capítulos, onde se inicia pelo Capítulo 1, que é a introdução. Nesse capítulo, apresenta-se a caracterização da inovação na logística do etanol, o problema de pesquisa com o objeto e objetivos da pesquisa, as justificativas, a síntese da pesquisa com resultados e contribuições. No Capítulo 2, é apresentada a revisão da literatura, desde os conceitos de serviços, logística e serviços logísticos, os elementos da logística, conceitos de gestão, conceitos de inovação e a síntese da fundamentação teórica. No Capítulo 3, descreve-se a evolução do etanol no Brasil, desde os primórdios da produção de etanol no Brasil, passando pelos principais marcos, como o Proálcool, a influência governamental, a desregulamentação da década de 1990, o surgimento do motor *flexfuel* e a logística de distribuição do etanol. No Capítulo 4, apresenta-se a metodologia da pesquisa, contemplando-se a escolha do método de pesquisa, a escolha dos casos, o planejamento da pesquisa, a coleta e análise de dados. No Capítulo 5, é apresentada a análise consolidada das empresas pesquisadas sobre a literatura pesquisada e, principalmente, sobre os modelos teóricos que deram apoio a esta tese. Apresenta-se, no Capítulo 6, a contribuição ao conhecimento na área de inovação em logística e serviços logísticos. No Capítulo 7, a conclusão do trabalho. E no Capítulo 8, os comentários finais, limitações da pesquisa, as recomendações para trabalhos futuros e as contribuições gerenciais.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A fundamentação teórica está baseada nos conhecimentos pertinentes a esta tese. A pergunta central surgiu em função da revisão da literatura de inovação e a constatação que havia tema relevante para pesquisas mais amplas no campo da inovação em serviços, mais especificamente em logística. Em função dessa constatação, emergiu como objeto de pesquisa o impacto da inovação tecnológica na inovação nos serviços logísticos e na logística do etanol. Portanto, o objetivo geral desta tese consiste na investigação das inovações obtidas em função das mudanças tecnológicas. E quais os impactos dessas inovações tecnológicas, nas estruturas das organizações envolvidas na logística do etanol.

Este capítulo foi organizado visando ao aprofundamento da fundamentação teórica envolvente no objetivo de pesquisa desta tese. O capítulo é composto de cinco seções teóricas. Na primeira seção, descrevem-se os conceitos de serviços. Na segunda seção, descreve-se o conceito de serviços logísticos e dá-se ênfase à relevante componente da rede de suprimentos, que é a logística, apresentam-se os principais conceitos e elementos da logística, abordam-se conceitos básicos de logística no mercado empresarial, haja vista que o campo de estudo situa-se no mercado empresarial, *Business to Business* (B2B). Na terceira seção, descrevem-se conceitos de gestão do conhecimento e capital intelectual. Na quarta seção, abordam-se os conceitos de inovação e melhorias, detalhando: a classificação das inovações, inovações com foco em serviços; em processos, inovações organizacionais, inovações em marketing, inovações em serviços logísticos e em logística, e a inovação tecnológica. E no final do capítulo, na quinta seção, sintetizam-se os principais fundamentos teóricos pertinentes ao objetivo desta tese.

2.1 Conceitos de serviços

A importância das atividades de serviços na economia apresenta uma ciclicidade histórica: elas existem, enquanto categoria de atividade econômica, desde a Grécia antiga. Já, na Idade Média, os serviços de transporte de especiarias e tecidos pela rota da seda, que atravessava a Europa e o Oriente até a China, fizeram a riqueza de cidades-estados, como Veneza, chegando a ser atividade econômica mais importante de países, como Portugal e Holanda, com suas

companhias de navegação. Já, a partir do século XVIII, com a primeira revolução industrial, os serviços perderam sua importância econômica que só seria retomada em meados do século XX e mantida, de maneira crescente, até a atualidade (CORRÊA; CAON, 2010, p. 23). Menor *et al* (2002, p. 135) enfatizam que os serviços dominam as economias dos países mais desenvolvidos, representando mais da metade do produto interno bruto desses países. E o crescimento projetado da economia e da geração de empregos no século XXI é esperado por ser dominado pelo setor de serviços.

O conceito de serviço tem sido definido de diversas maneiras: Goldstein *et al* (2002, p. 121) ressaltam que, diferentemente de produto, os componentes de serviços são, frequentemente, não tangíveis. Na perspectiva organizacional, desenhar um serviço significa definir uma mistura apropriada de componentes físicos e não físicos. O conceito de serviço contempla uma descrição detalhada das necessidades dos clientes a serem satisfeitas; o que é para ser feito para o cliente, e como isso pode ser alcançado.

Segundo Goldstein *et al* (2002, p. 124) o conceito de serviços engloba as seguintes quatro dimensões:

- Operação de serviço: a maneira na qual o serviço é entregue;
- Experiência de serviço: a experiência direta do cliente com o serviço;
- Resultado do serviço: os benefícios e resultados do serviço para o cliente e,
- O valor do serviço: o benefício que o cliente percebe como essencial em relação ao custo do serviço.

De acordo com Hertog (2000, p. 494), os produtos manufaturados (e processados) são tipicamente tangíveis e visíveis, diferentemente da maioria dos serviços. Admite-se que alguns serviços são altamente visíveis, especialmente onde há envolvimento de entrega de produto. Muitos outros envolvem mais características intangíveis, tais como a organização e solução de um problema.

Corrêa e Caon (2010) enfatizam que as empresas, vivendo num ambiente competitivo como o de hoje e do futuro, visam a oferecer a seus clientes um pacote de valor. Esse pacote inclui parcelas normalmente consideradas como serviços, e parcelas normalmente consideradas como bens físicos, ou produtos. Uma empresa aérea oferece valor relacionado ao transporte,

ou seja, serviço, mas, no pacote de valor, oferece, também, refeições e possivelmente outros bens físicos. Uma concessionária de veículos oferece serviço de diagnóstico e instalação, mas vende também as peças sobressalentes, que são bens físicos. A parcela de valor oferecido referente aos bens físicos varia conforme o negócio analisado. O esquema da Ilustração 3 tenta mostrar essa ideia.

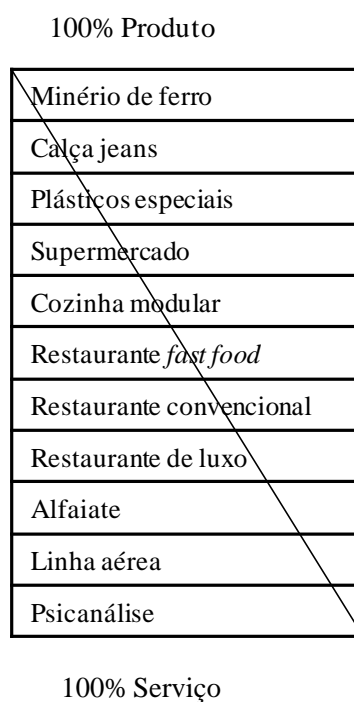


Ilustração 3 - Pacotes de valores entregues ao cliente variam na proporção entre produtos físicos e serviços

FONTE: Corrêa e Caon (2010, p. 52)

De acordo com Johne e Storey (1998, p. 184), o desenvolvimento de serviços é diferente do desenvolvimento de produto tangível. Há importantes diferenças que podem ser agrupadas em três principais tópicos, como a seguir:

- Intangibilidade: serviços são predominantemente intangíveis (embora esforços possam ser feitos para fazê-los mais tangíveis; por exemplo, o uso de cartões plásticos no apoio a serviços financeiros). Serviços são mais processos que bens. A intangibilidade tem importante consequência operacional; produtos intangíveis são especialmente difíceis de testar. Serviços podem ser mais facilmente modificados que produtos tangíveis. Portanto, mudanças na oferta de serviços podem ser feitas relativamente mais rápidas e

fáceis por indivíduos que trabalham em serviços. Uma dificuldade resultante da intangibilidade é que o serviço pode ser facilmente copiado pelo competidor.

- Heterogeneidade: serviços são frequentemente variáveis em qualidade, porque o serviço é comumente produzido e consumido simultaneamente. Uma vez que é criado e consumido na interface com o cliente, a experiência com o serviço varia facilmente. Ambos, fornecedores e clientes, lidam com regras na entrega do serviço. O grau de variação depende do grau de padronização do serviço e da tecnologia aplicada na interface com o cliente.
- Simultaneidade: serviços são tipicamente produzidos e consumidos simultaneamente. Isso significa que a maioria dos serviços é perecível, e por essa razão, não pode ser estocada. Portanto, o planejamento da capacidade é crítico no fornecimento de serviços. A demanda pode variar muito, porém, é necessário o pronto atendimento, ou, pode-se perder o serviço.

Os autores apontam que há muitos produtos tangíveis que possuem uma ou mais das características acima mencionadas. Entretanto, a maioria dos serviços tem a tendência de possuir essas características. Quando eles são tipicamente marcados pela intangibilidade e simultaneidade, o processo de avaliação, compra e consumo, é criticamente importante. O desenvolvimento de um serviço novo requer cuidadosa atenção da habilidade pessoal da organização fornecedora do serviço.

Segundo Kang e McDermott (2000, p. 204), os pesquisadores buscavam diferenciar serviços de produto manufaturado, focando, particularmente, em quatro diferenças genéricas: intangibilidade, heterogeneidade (variabilidade), perecibilidade e simultaneidade de produção e consumo. Embora essas características ainda sejam comumente citadas, elas têm sido criticadas, por serem muito genéricas para entender o processo de entrega de serviços, e há reconhecimento crescente que elas não são universalmente aplicadas a todos os serviços. Outras características, principalmente em função da natureza do serviço, são relevantes, tais como: envolvimento do cliente no processo, pessoas como parte da experiência do serviço, grande probabilidade de problemas de controle de qualidade, dificuldade de avaliação pelo cliente, grande importância do fator tempo, e disponibilidade de canais eletrônicos para a distribuição.

No envolvimento do cliente no processo a questão do relacionamento é relevante no serviço.

De acordo com Gallouj e Weinstein (1997, p. 541) uma das características fundamentais nas atividades de serviços, particularmente “conhecimento-intensivo”, é a participação do cliente (em várias formas) na produção do serviço. Vários conceitos têm sido desenvolvidos, devido a esse envolvimento dos clientes. Esses conceitos, que são algumas vezes usados como sinônimos, estão sumarizados no Quadro 1. Na realidade, eles denotam diferentes aspectos do mesmo fenômeno, e podem ser diferenciados de cada um pelas suas essências teóricas.

Quadro 1 - Várias maneiras de expressar envolvimento do cliente na provisão de serviços

Conceito	Significado
Interface	(física ou virtual) ponto de contato entre cliente e provedor (ou seu sistema técnico)
Interação	Troca de informação, conhecimento, desempenho — tarefa de reparos
Coprodução	Interação extensiva e balanceada (essencialmente operacional)
<i>Servuction</i>	O processo de criar serviço ligando vários elementos: o cliente, o meio físico, contato pessoal, o serviço, o sistema organizacional interno, outros clientes
O relacionamento de serviço socialmente regulamentado	Manifestação de novas formas do regulamento social de relacionamento entre fornecedores e clientes
Relacionamento do serviço	Modo de coordenar os atores do lado do suprimento e da demanda para serviços ou bens. Relacionamento operacional (coprodução) + relacionamento social para o controle e regulamentação do programa de ações

FONTE: elaborado pelo autor a partir da obra de Gallouj e Weinstein (1997, p. 541)

Agregar valor ao cliente é uma característica fundamental em serviços. Portanto, é importante focar onde o valor é adicionado ao serviço. Para entender melhor a questão de adicionar valor ao serviço, faz-se necessária uma classificação conceitual de serviços. De acordo com Kang e McDermott (2000, p. 208-209), é relevante dividir o setor de serviços de acordo com a utilização daqueles serviços que têm a maioria de conhecimento embutido no sistema de produção de serviços, e aqueles serviços que são baseados no conhecimento da pessoa provedora do serviço. Uma segunda divisão do setor de serviços pertence às características dos resultados dos serviços. Os serviços podem ser classificados pela extensão de produto físico incorporado. Aqueles serviços que têm substancial componente de produto (produto tangível no componente de serviço) diferem daqueles que não têm (produto intangível no componente de serviço — serviço “puro”), conforme demonstrado na Ilustração 4.

	Fonte de valor	
	Serviços baseados no conhecimento	Conhecimento embutido no sistema
Produto	<i>Design</i> de computador	<i>Fast Food</i>
Tangível	Salões de beleza	Restaurantes
No componente	Academias de ginástica	Transporte de pessoas
Do serviço	Corte de cabelos	Transporte de carga
		Lavanderia
Características		
Serviço puro	Educação	Operador de telefone
Produto intangível	Serviços profissionais	FedEx
No componente do Produto	Serviços legais	Transmissão
	Serviços de informação	Serviços de segurança
		Banco — seguro
		Teatros — museus

Ilustração 4 - Uma classificação conceitual de serviços e exemplos

FONTE: traduzido de Kang e McDermott (2000, p. 209)

2.2 Conceitos de logística e serviços logísticos

Na classificação de serviço proposta por Kang e McDermott (2000, p. 204), há três categorias de serviços: pessoas — processando, informação — serviço básico, e posseção — processando (dependendo da natureza do processo e a extensão na qual o cliente precisa estar fisicamente presente durante a produção do serviço). Serviços pessoas — processando: envolve ação tangível do cliente em pessoa. Esses serviços requerem que os clientes tornem-se parte do processo de produção, cujo serviço tende a ser simultaneamente consumido (por exemplo: transporte de passageiros, serviço de saúde). Serviços informação — serviço básico: envolve coletar, manipular, interpretar e transmitir dados para criar valor (por exemplo: contabilidade, consultoria, educação, notícias, serviços legais). Serviços posseção — processando: envolve ação tangível de objeto físico para melhorar seus valores aos clientes (por exemplo: transporte de produtos e armazenamento). É nesta categoria de serviço que se encontram dois dos principais componentes da logística (transporte e armazenagem).

De acordo com Chapman *et al* (2003, p. 630-639), o setor de serviços tem relevante contribuição à economia baseada em conhecimento. E a logística é um clássico exemplo do nascimento e desenvolvimento de um vital setor baseado em serviços. Eles lembram que o

gerenciamento da logística preocupa-se, basicamente, com a distribuição física de matéria-prima e produtos acabados. E o escopo da logística tem mudado substancialmente através dos anos. A logística costumava ter regra de apoio a funções primárias tais quais marketing e manufatura. Mas, agora, seu campo de ação é mais amplo, envolvendo armazenagem, transporte, gerenciamento de inventários e serviços de atendimento a clientes.

Lovelock (1996, p. 270) define logística como *a movimentação e armazenagem de produtos juntamente associado com o fluxo de informações do começo ao fim da cadeia de suprimentos*. E de acordo com Ballou (2006), a logística é *um processo de planejamento, implementação e controle de fluxo eficiente e eficaz de matérias-primas, estoque em processo, produtos acabados e informações relativas, desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o propósito de atender às exigências dos clientes*. Essas são excelentes definições, entretanto causam a impressão de que os profissionais de logística estão apenas preocupados com a movimentação física de produtos. Na realidade, empresas que produzem serviços, em vez de produtos físicos, têm substanciais problemas de logística e podem beneficiar-se de uma boa gestão logística também.

Cabe à logística a função de responder pela movimentação de materiais, dentro do ambiente interno e externo da empresa, iniciando pela movimentação da matéria-prima até a entrega do produto final ao cliente. Ela é a ferramenta precisa para medir os reflexos de um bom planejamento na distribuição de seus produtos, tanto no que se refere aos aspectos externos (clientes e fornecedores), quanto a seu aspecto interno (fluxo de materiais e armazenamento de matéria-prima e produtos acabados). Isso permite que as empresas tenham possibilidade de reduzir custos, e conseqüentemente, aumentar sua competitividade diante dos concorrentes (HONG, 2001, p. 28).

Bowersox *et al* (2006) enfatizam que, apesar da logística ter sido desempenhada desde o começo da civilização, a implementação da melhor prática da logística é uma das mais empolgantes e desafiadoras áreas operacionais no gerenciamento logístico. A logística envolve gerenciamento de processamento, inventário, transporte de produtos, e a combinação entre armazenamento, manuseio de materiais e embalagens, tudo isso integrado através de uma rede de instalações. “Quase todos os níveis de serviço logístico podem ser alcançados, se uma empresa está disposta a comprometer os recursos exigidos. No ambiente em que se opera atualmente, o fator limitante está nos aspectos econômicos, não na tecnologia.”

(BOWERSOX *et al*, 2006, p. 44).

De acordo com Stock *et al* (1998, p. 38), a logística tinha, no passado, sido considerada uma atividade funcional estreitamente preocupada com tarefas tais quais transporte, armazenagem, inventário, e gerenciamento de materiais. Um novo conceito do ambiente logístico precisa ser considerado. Mudanças nas capacidades logísticas, tecnologias, e técnicas de gerenciamento têm permitido à logística tornar-se um mecanismo primário de integração e coordenação de atividades através dos estágios da rede de suprimentos.

Em função da importância da logística e das oportunidades de negócios, surgiram os operadores logísticos. De acordo com Fleury *et al* (2000, p. 133), a utilização de operadores logísticos é, sem dúvida nenhuma, uma das mais importantes tendências da logística empresarial moderna, tanto global, como localmente. Elos cada vez mais fortes e próximos estão sendo forjados entre as empresas produtoras e seus prestadores de serviços logísticos. Fleury *et al* (2000, p. 134) definem operadores logísticos como um fornecedor de serviços logísticos integrados, capaz de atender a todas ou quase todas as necessidades logísticas de seus clientes, de forma personalizada.

Admitindo as mudanças dramáticas na economia a logística tem sido identificada como uma forma distinta de serviço que fornece soluções logísticas. O gerenciamento logístico tem subsequentemente uma importante fonte de vantagem competitiva no comércio. Além disso, a logística tem transcendido a tradicional tarefa de transportar para a tarefa de servir as necessidades dos clientes. Portanto, inovação é imperativo para as empresas de logística servir o mercado na nova economia (CHAPMAN *et al*, 2003, p. 641).

2.2.1 Componentes da logística

As atividades a serem gerenciadas que compõem a logística variam de empresa para empresa, dependendo de sua estrutura organizacional. No entanto, os componentes de um sistema logístico típico são: armazenagem e estoque, transporte, serviço ao cliente e tecnologia de informação e comunicação (BALLOU, 2002, p. 22).

A armazenagem tem influência relevante na logística: sua localização é fundamental no impacto do custo logístico, assim como na agilidade de entrega do produto ao cliente. A

decisão pode ser concentrar o produto num armazém central ou fornecedor; nesse caso, controla-se melhor o estoque, entretanto, a distância para atingir os clientes é maior. A decisão pode ser, também, a utilização de centros de distribuição avançados, além do armazém central; nesse caso, aproxima-se dos clientes, entretanto, aumenta-se o estoque; portanto, é preciso avaliar os custos e benefícios de cada decisão.

Muitas vezes, as decisões de abertura de armazéns baseiam-se na expectativa de que a proximidade com os clientes garantirá os níveis de disponibilidade e de tempo de atendimento exigidos. Porém, constatou-se que isso nem sempre é verdadeiro, e também, podem existir formas alternativas de atingir os mesmos resultados com custos mais baixos. De fato, muitas empresas têm revisto seus sistemas de distribuição, e pode-se dizer que existe uma tendência de centralização, em que o número de depósitos que operam agora é inferior ao de alguns anos atrás. Não existe um modelo único. As soluções dependem da característica de cada negócio e da estratégia de logística adotada, e é perfeitamente possível combinar as vantagens de consolidação dos sistemas escalonados e a flexibilidade e a capacidade de resposta dos sistemas diretos (FLEURY *et al*, 2000, p. 160).

De acordo com Ballou (2006), armazéns ou centrais de distribuição executam um papel-chave para aumentar a eficiência da movimentação de produtos, pois permitem a compensação eficaz dos custos de estocagem com menores custos de transporte, ao mesmo tempo em que mantêm ou melhoram o nível de serviço.

As necessidades de estoque de uma empresa dependem da estrutura de rede e do nível desejado de serviço ao cliente. Teoricamente, uma empresa pode manter um armazém dedicado a cada cliente com todos os itens comercializados. No entanto, são poucas as situações em que se podem manter seus estoques em níveis tão elevados, por conta do custo totalmente proibitivo. As estratégias logísticas são projetadas para manter o mínimo possível de recursos financeiros em estoques. Uma política de estoques adequada é baseada em cinco questões relativas ao processo de alocação seletiva: segmentação de clientes, especificidade de produtos, integração do transporte, necessidades relativas à operação baseadas no tempo, e desempenho competitivo (BOWERSOX; CLOSS, 2001, p. 41).

Segundo Ballou (2006), os estoques são pilhas de matérias-primas, insumos, componentes, produtos em processo e produtos acabados que aparecem em numerosos pontos de todos os

canais logísticos e de produção de uma empresa. Embora o estoque seja responsável por parcela significativa do custo logístico, no gerenciamento do estoque é importante equilibrar a disponibilidade do produto, sem que haja falta do produto, pois a falta de estoque também tem custos significantes. Os custos da falta de estoque são ocorridos quando um pedido é colocado, mas não pode ser preenchido do estoque ao qual foi designado. Há dois tipos de custos de falta de estoque: custos das vendas perdidas e custos de pedidos em aberto. Cada um pressupõe certas ações por parte do cliente, e por conta da natureza intangível, são difíceis de serem medidos de modo preciso.

Fleury *et al* (2000, p. 201) ressaltam que o excesso de produto também não é recomendável, embora haja exceções. Um caso extremo de nível de exigência do mercado é a consignação dos estoques do cliente, política de elevado custo, na qual garante-se um prazo de entrega igual a zero, com 100% de disponibilidade de produto.

Além da armazenagem e do estoque, outro componente fundamental na logística é o transporte. A estrutura do transporte de cargas consiste no direito preferencial de passagem, veículos e transportadores que operam dentro de modais básicos de transporte. De acordo com Bowersox *et al* (2006, p. 282) “um modal identifica um método ou forma básica de transporte”.

Segundo Ballou (2006) e Hutt e Speh (2011), o transporte é o componente mais importante do custo logístico, na maior parte das empresas. Ele pode ser composto por cinco modais básicos: o ferroviário, rodoviário, aquaviário, dutoviário e aeroviário. Cada um deles tem suas particularidades conforme a seguir:

- modal ferroviário: altos custos fixos em equipamentos, terminais e vias férreas e custos variáveis baixos;
- modal rodoviário: custos fixos baixos e custos variáveis médios (combustível, pneus, manutenção);
- modal aquaviário: custos fixos médios-altos (navios e equipamentos) e custos variáveis baixos (capacidade de transportar grandes quantidades);
- modal dutoviário: custos fixos mais elevados (direitos de acessos, construção de dutos) e custo variável mais baixo;
- modal aeroviário: custos fixos altos (aeronaves) e custos variáveis altos (combustível,

mão-de-obra, manutenção).

De acordo com Chopra e Meindl (2006), o papel do transporte na estratégia competitiva da empresa é representado proeminentemente quando a empresa está avaliando as necessidades-alvo de seus clientes. Se a estratégia competitiva tem como alvo o cliente que demanda um nível muito alto de serviço e esse cliente está disposto a pagar por esse serviço, a empresa pode então utilizar o transporte como fator-chave para tornar a rede de suprimentos mais eficaz. No processo logístico a escolha do melhor modal de transporte impacta significativamente nos custos. A definição do modal de transporte é em função do produto a ser transportado e das limitações de modais.

Bowersox *et al* (2006, p. 282-286) sintetizam as seguintes características de transporte nos cinco modais como a seguir:

- modal ferroviário: capacidade de transportar de forma eficiente grandes volumes a grandes distâncias. O transporte principal das ferrovias diz respeito ao de setores extrativos de matérias-primas;
- modal rodoviário: os transportadores rodoviários possuem flexibilidade, podendo operar em todas as vias do sistema rodoviário. Suas características favorecem os negócios relacionados à produção e à distribuição de produtos nas distâncias de até 750 quilômetros;
- modal aquaviário: a água é o mais antigo meio de transporte. As antigas embarcações à vela foram substituídas por barcos a vapor, a partir de 1800, e por barco a diesel, por volta de 1920. A principal vantagem do transporte aquaviário é a capacidade de realizar embarques de portes extremamente grandes. Esse transporte continuará sendo uma opção viável de transporte nos sistemas logísticos futuro;
- modal dutoviário: nos Estados Unidos da América, os dutos representam parte significativa de seu sistema de transporte. Os principais produtos transportados por dutos são: derivados do petróleo, gás natural, etanol. Os dutos podem operar 24 horas, durante sete dias por semana e são limitados somente pela mudança de produto transportado ou pela manutenção. Eles são limitados, também, em relação aos tipos de produtos que podem ser transportados, pois apenas permitem a vazão de gás, líquidos ou semifluidos.
- modal aéreo: sua grande vantagem está na velocidade com que um embarque é

movimentado. Embora seja um sistema dispendioso, a velocidade do transporte aéreo permite outros benefícios logísticos, como a redução ou eliminação de armazéns operacionais ou inventários. Sua limitação é em função da restrita capacidade de carregamento e de levantamento de peso, e da pouca disponibilidade de aeronaves para esse fim.

De acordo com Ballou (2006), o modal dutoviário é adequado para transportar líquidos, basicamente petróleo e derivado, e gases movimentados em grandes volumes, o custo de movimentação é baixo, entretanto, a linha de produtos é limitada assim como é limitado o sistema dutoviário. O modal aéreo já não é tão limitado, como o dutoviário, entretanto, seu frete é muito alto quando comparado com os outros modais; isto restringe o transporte aéreo aos produtos de alto valor e que podem compensar o frete alto. Produtos normalmente transportados por via aérea são: peças e equipamentos eletrônicos, instrumentos ópticos, confecções finas, flores colhidas. O transporte aéreo é também utilizado para transportar produtos onde haja necessidade de entrega rápida. Quanto ao transporte aquaviário, ele opera, principalmente, com granéis sólidos e líquidos; sua principal característica é operar com grandes volumes; conseqüentemente, seu frete é bem inferior ao do transporte aéreo.

Já, os modais ferroviário e rodoviário são os que praticamente concentram a maioria das cargas no Brasil. As diferenças de perfis dos produtos carregados nesses modais não são tão grandes como nos outros modais. Nos Estados Unidos da América, ferrovia e rodovia competem na mesma rota com fretes próximos; no Brasil, a ferrovia recém-privatizada, não oferece, ainda, flexibilidade de rotas. Os produtos movimentados por esses modais são divididos, principalmente, em função de compensação entre custo e nível de serviço. O trem, com frete mais baixo e desempenho global inferior, concentra-se nas cargas de relação valor-peso ou valor-volume mais baixa. Produtos químicos, siderúrgicos e plásticos são exemplos de cargas mais comuns nos trens; já, o oposto ocorre com cargas rodoviárias (FLEURY *et al*, 2000; BALLOU, 2006; BOWERSOX *et al*, 2006).

Ballou (2006) e Bowersox *et al* (2006) lembram que os serviços de transporte são realizados por meio da combinação das capacidades de cada modalidade. E a combinação de dois ou mais tipos de modais, conhecida como transporte intermodal, pode tirar vantagem das economias inerentes a cada modal, e com isso, oferecer um serviço integrado a um custo mais baixo.

A integração de modais assim como o gerenciamento de estoques depende da tecnologia de informação e comunicação. Portanto, um fator importante na eficiência da rede de suprimentos é o sistema de informação. Segundo Porter (1998), são vários os fatores que favorecem a competitividade de uma empresa, entre eles o fluxo de informação é um elemento fundamental nas operações logísticas; pedidos de clientes, necessidades de estoques, movimentação nos armazéns, documentação de transporte e faturas são algumas formas comuns de informações logísticas. No passado, essas informações eram baseadas somente em papéis, atualmente com a tecnologia de informática, a transferência e o gerenciamento eletrônico de informações, possibilitam excelentes oportunidades de redução de custos logísticos e melhor coordenação das operações.

Fleury *et al* (2000, p. 287) ressaltam que os clientes já perceberam que as informações sobre *status* do pedido, disponibilidade de produtos, programação de entrega e faturas são elementos necessários do serviço total ao cliente. Com a meta de redução de estoque total na rede de suprimentos, os executivos percebem que a informação pode reduzir as necessidades de estoque e recursos humanos. A informação aumenta a flexibilidade, permitindo identificar os recursos que podem ser utilizados, para que se obtenha vantagem estratégica. Dessa forma, no planejamento estratégico, ela é considerada fundamental para o desenvolvimento e aperfeiçoamento da estratégia logística.

As tecnologias de informação e comunicação envolvendo códigos de barra, dados, processo total de qualidade, melhor gerenciamento de transporte, e melhor informação fluindo por meio da cadeia logística tem possibilitado controlar e reduzir os inventários ao menor nível possível. Em um mundo de crescentes e desafiadoras mudanças, fortes pressões competitivas demandam níveis de desempenho cada vez maiores (HUTT; SPEH, 2004).

Segundo Yokomizo *et al* (2011, p. 2490-2491), é comum que o interesse na logística seja a oportunidade de redução de custo. No entanto, a logística é fundamental para o crescimento do negócio, pois a excelência na gestão logística causa diferenças profundas na qualidade de serviços ao cliente, que, por sua vez, provocará aumento das vendas. Os autores lembram que empresas de todos os tipos podem usar *extranets*, que são *websites* acessíveis a determinados parceiros de negócios e que permitem acesso à determinada visão sobre suas próprias operações. E o uso de pacotes integrados de *software* permite executar bem o planejamento de

oferta e de demanda, planejamento da planta de produção, gestão de transporte e armazéns; tais pacotes podem ser: (1) ferramentas de planejamento de oferta, que auxiliam a alinhar todos os recursos e atividades necessários para se obter produtos para o mercado; (2) ferramenta de planejamento da demanda, que auxilia a antecipar as demandas de mercado; (3) ferramentas de planejamento de produção, que traduzem os requisitos de oferta para as rotinas de produção; e (4) sistemas logísticos que auxiliam na gestão de armazém, de transporte e de pedidos.

Cada vez mais empresas brasileiras de médio e grande porte e de vários setores da economia vêm implementando sistemas de gestão empresarial (ERP — *Enterprise Resource Planning*), que visam a resolver problemas de integração das informações nas empresas, visto que, antes, elas operavam com vários sistemas que inviabilizam uma gestão integrada. Além disso, a implementação de um sistema ERP permite que as empresas façam uma revisão em seus processos, eliminando atividades que não agregam valores (FLEURY *et al*, 2000, p. 291).

Todo esforço logístico visa ao atendimento do cliente; portanto, essa atividade constitui um elemento básico da logística. Além das atribuições do dia-a-dia, na análise dessa atividade é importante avaliar constantemente as expectativas dos clientes, visando à melhoria contínua dos serviços ao cliente. “Deve-se ressaltar que as pesquisas são necessárias, pois, muitas vezes, o que o fornecedor acredita ser o atributo mais importante para seu cliente é, na realidade, pouco relevante, ou considerado menos valioso do que outros aspectos do serviço” (FLEURY *et al*, 2000, p. 60).

Para compreender concretamente as necessidades dos clientes, é indispensável ter uma aproximação direta com eles. Por meio do diálogo, podem-se descobrir as necessidades que não revelam claramente e podem-se satisfazê-las. A compreensão das necessidades dos clientes permite produzir, junto a eles e para eles, vantagens concretas (KOBAYASHI, 2000, p. 49).

Segundo Kotler (2002), o produto logístico pode ser definido como um bem intangível que pode gerar ao cliente a satisfação de suas necessidades. O serviço ao cliente deve estar sempre alinhado com todos os setores da cadeia logística, de tal forma que possa, ao detectar um erro ou uma reclamação, acionar os setores envolvidos para garantir, o mais rápido possível, a solução do problema, assim como a imediata comunicação ao cliente.

2.2.2 Organização dos serviços logísticos

A empresa pode definir a organização logística, considerando seus recursos internos ou a utilização de operadores logísticos. A utilização de operadores logísticos é uma das mais importantes tendências na logística empresarial moderna, tanto global, como local. Segundo Chopra e Meindl (2006), tradicionalmente, a maior parte do transporte é feita internamente. Entretanto, atualmente, isso tem mudado, e a maior parte do transporte (e até sistemas logísticos inteiros) está sendo terceirizada. A escolha entre manter o transporte realizado internamente ou por uma empresa terceirizada (operador logístico) leva à outra dimensão de complexidade, quando as empresas estão projetando seus serviços logísticos.

Segundo Novaes (2001, p. 324), diversas definições de operadores logísticos são normalmente apresentados na literatura técnica. O operador logístico, de acordo com a definição mais específica, é o prestador de serviço que tem competência reconhecida em atividade logística, desempenhando funções que podem englobar todo o processo logístico de uma empresa-cliente ou somente parte dele. A Associação Brasileira de Movimentação Logística (ABML), por sua vez, apresenta uma definição um pouco mais restrita: é o fornecedor de serviços logísticos, especializado em gerenciar todas as atividades logísticas ou parte delas, nas várias fases da cadeia de suprimentos de seus clientes, agregando valor ao produto dos mesmos e que tem competência para, no mínimo, prestar simultaneamente serviços nas três atividades básicas: controle de estoque, armazenagem e gestão de transporte.

A organização da estrutura logística é importante na eficácia organizacional. A empresa pode defini-la considerando seus recursos internos ou a utilização de recursos externos, ou seja, operadores logísticos. De uma maneira geral, pode-se afirmar que, do ponto de vista operacional existem dois tipos básicos de operadores logísticos: os baseados em ativos, e os baseados em informações e gestões. Os primeiros caracterizam-se por possuírem investimentos próprios, como armazéns, equipamentos de transportes; já, os segundos utilizam-se de equipamentos de terceiros (FLEURY *et al*, 2000, p. 134).

A decisão da utilização ou não do operador logístico pode ser considerada como uma escolha entre fazer internamente ou contratar fora, ou seja, verticalizar ou desverticalizar as operações. “Um aspecto crítico das decisões de integrar verticalmente ou terceirizar é a ideia de especialização, que tem implicações econômicas e estratégicas. Todas as empresas têm

capacitações específicas que as diferenciam das concorrentes” (BOWERSOX; CLOSS, 2001, p. 546).

Segundo Ballou (2006), em vez de possuir por completo a capacidade logística total e ter uma grande estrutura organizacional logística, algumas empresas escolhem compartilhá-las com outras empresas ou contratar as atividades logísticas para serem desempenhadas por empresas especializadas em fornecer tais serviços, chamados terceiros. Muitas empresas reconhecem que há vantagens estratégicas e operacionais na associação logística, cujos benefícios são:

- custos reduzidos e menor capital exigido;
- acesso à tecnologia e as habilidades gerenciais;
- serviço ao cliente melhorado;
- vantagem competitiva, por meio do aumento de penetração de mercado;
- aumento do acesso a informação para planejamento;
- risco e incerteza reduzido.

De acordo com Fleury *et al* (2000, p. 136), em todo o mundo, o ambiente econômico e empresarial tem passado por grandes transformações, que vêm se acelerando nos últimos anos. Como resultado, as operações logísticas têm se tornado mais complexas, o que tende a gerar mais custos; mais sofisticação tecnológica, implicando maiores e mais frequentes investimentos, e mais importante do ponto de vista estratégico, por permitirem maior agregação de valor e maior diferenciação competitiva, favorecendo a utilização de terceiros, ou seja, operadores logísticos. Segundo os autores são cinco os fatores principais que têm pressionado a logística no sentido de maior complexidade:

- proliferação de produtos;
- globalização;
- menores ciclos de vida;
- maior exigência de serviços;
- segmentação de clientes, canais e mercados.

Segundo Jharkharia e Shankar (2007, p. 274), a terceirização de serviços logísticos para fornecedores terceiros de serviços logísticos tem se tornado uma prática comum. Os direcionadores comuns para a terceirização são as necessidades das organizações se

concentrarem em suas competências principais, redução de custos, reestruturação da companhia, sucesso de firmas que usaram operadores logísticos, globalização, melhorias de serviços e eficiência operacional. Os autores ressaltam que uma das razões mais importante para terceirizar os serviços logísticos é a capacidade que os operadores logísticos têm para apoiar seus clientes com conhecimento e experiência que de outra maneira seria difícil para adquirir ou custoso para fazer por conta própria.

Evangelista e Sweeney (2006, p. 2-4) apontam que, na prática de gerenciamento logístico, uma estratégia de sucesso depende crescentemente do desempenho dos fornecedores de serviços logísticos, *Third Party Logistics* (3PL). Muitas empresas têm adotado a utilização de serviços de 3PL. Para essas empresas, o sistema de entrega tem se tornado parte integral do seu produto, ou seja, a logística é tão importante quanto o próprio produto.

De acordo com Jharkharia e Shankar (2007, p. 276), embora a terceirização de serviços logísticos tem se tornado prática por muitos anos, é frequentemente limitada à função logística simples tais como transporte ou armazenagem. Nas últimas décadas, os 3PL têm incrementado suas capacidades para fornecer outros serviços tais quais o gerenciamento de inventário e o gerenciamento de equipamentos de transporte. Esses fornecedores normalmente têm contratos de longo prazo com os usuários. Mas, recentemente, em adição a esses serviços, os usuários desses fornecedores podem desenvolver relacionamento horizontal. Nesses casos, os fornecedores com serviços complementares colaboram juntos para servir a grandes clientes. Essa colaboração horizontal tem permitido emergir a “quarteirização” de serviços logísticos, *Fourth-Party Logistics* (4PL), onde um fornecedor assume a função de gerenciamento dos outros 3PL para agir como um ponto único de contato para o usuário.

2.2.3 Elementos básicos da logística integrada e rede de suprimentos

O conceito de logística integrada despontou na década de 1980, embora, no Brasil, tenha surgido no início da década seguinte, com a abertura comercial, e se acelerado a partir de 1994, com a estabilização econômica brasileira, em consequência do Plano Real. Na base do moderno conceito de logística integrada, está o entendimento de que a logística deve ser vista como um instrumento de marketing, uma ferramenta gerencial, capaz de agregar valor através dos serviços prestados (FLEURY *et al*, 2000, p. 31).

Segundo Hong (2001) e Ballou (2006), sob qualquer perspectiva-custo, valor aos clientes ou importância estratégica para missão da empresa, a logística é vital. Contudo, apenas nos últimos anos as empresas começaram, em grande escala, a administrar as atividades da rede de suprimentos de forma integrada, isto é, a pensar a respeito de produtos e serviços com fluxo contínuo das fontes de matérias-primas até os consumidores finais. As forças econômicas (principalmente o aumento da desregulamentação mundial dos negócios), o aumento da concorrência estrangeira, o aumento da globalização nas indústrias e o aumento das exigências para desempenho logístico mais certo e mais rápido têm sido instrumentos de elevação da logística para um alto nível de importância em muitas empresas.

A logística integrada possibilita prover melhor nível de rentabilidade nos serviços de distribuição dos fornecedores e clientes, por meio do planejamento, organização e controle das atividades de movimentação, estoques e armazenagens que visam a facilitar o fluxo de produtos. A visão sistêmica e a ampliação do horizonte da empresa, contemplando seu processo produtivo até a entrega do produto ao cliente, caracterizam-se nesse conceito. Fleury *et al* (2000, p. 35) apontam que o atual clima de competição exige um dado padrão de serviço ao menor custo possível. Surge, aí, um conceito importante para o entendimento da logística integrada, ou seja, o conceito de sistema.

Stock *et al* (1998, p. 39) propõem um modelo de estratégia e estrutura logística que contempla a logística integrada, conforme representado na Ilustração 5. A premissa do modelo básico é simples — a força de mercado ou o ambiente competitivo modulam a formatação e a implementação da estratégia da empresa e sua estrutura organizacional. Cada um desses elementos, nesse modelo, é caracterizado por um número de dimensões. Os autores argumentam que essa nova estratégia e forma organizacional não terão tanto sucesso como poderia ter, incluindo-se o desenvolvimento de práticas e sistemas logísticos empresariais amplos. Esse conceito de logística empresarial ampla é caracterizado pela integração de atividades logísticas, ambas, dentro e entre organizações estrategicamente alinhadas.

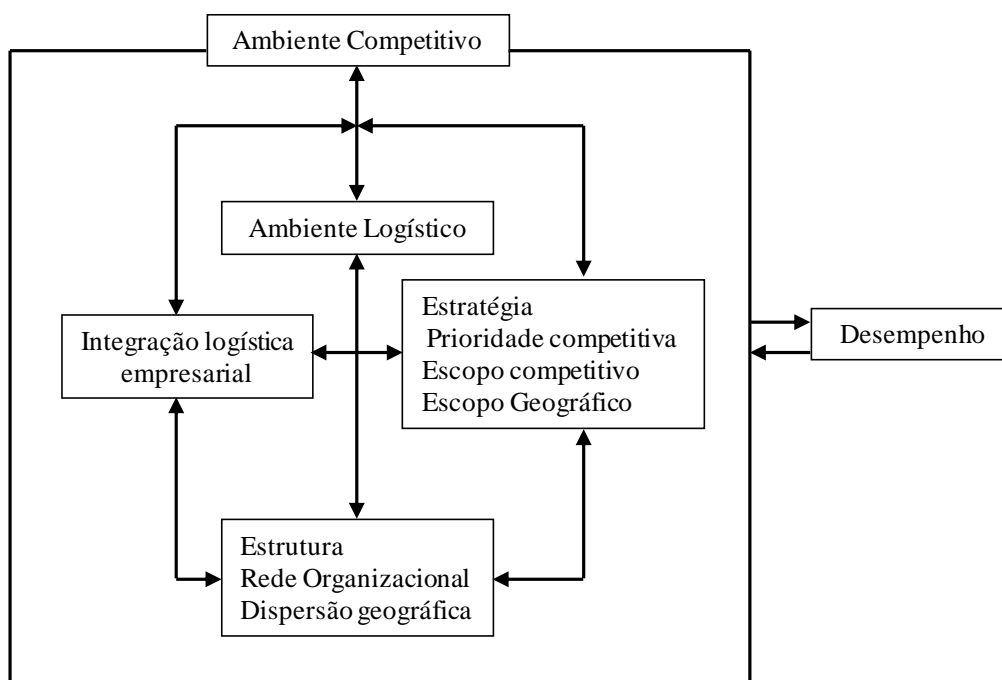


Ilustração 5 - Modelo de estrutura e estratégia logística

FONTE: Traduzido de Stock *et al* (1998, p. 39)

De acordo com Kobayashi (2000, p. 12), quem está empenhado no setor logístico deve preocupar-se em oferecer serviços integrados de distribuição física, contribuir para a redução dos custos dos clientes, ativar infraestruturas informáticas que produzam uma diferença em relação à concorrência, aumentar a eficácia para maximizar o lucro e formar pessoal para, atento aos problemas ecológicos, aprender a operar sempre com maior produtividade, flexibilidade e rapidez. Stock *et al* (1998, p. 45) lembram que há um reconhecimento que os serviços logísticos devem ser integrados principalmente dentro do domínio dos negócios.

Fleury *et al* (2000, p. 39) enfatizam que um novo conceito começou a se desenvolver nos inícios dos anos 1990, que é o conceito de *Supply Chain Management* (SCM), ou gerenciamento da cadeia de suprimentos, também conhecido como gerenciamento da rede de suprimentos. Segundo esses autores, alguns profissionais consideram que trata-se de uma extensão da logística integrada, para além das fronteiras das organizações, na direção de clientes e fornecedores na rede de suprimentos. Entretanto, alguns entendem que esse conceito é mais que isso, pois inclui um conjunto de processos de negócios, desenvolvimento de novos produtos, compras e avaliação de fornecedores, que ultrapassam as atividades

relacionadas com logística integrada, que extrapolam suas funções tradicionais e são vitais no SCM. Silva e Fleury (2000) ressaltam que a integração da cadeia de suprimentos passou a ser vista como uma das maiores oportunidades para obtenção de ganhos de produtividade no âmbito das empresas.

Segundo Hong (2001, p. 67), a gestão do SCM é um conceito mais amplo e estrategicamente mais importante, que se inicia na saída da matéria-prima dos fornecedores, passa pela produção, montagem e termina na distribuição dos produtos acabados aos clientes finais. Ela inclui considerações estratégicas que passam pelo foco na satisfação do cliente, na formulação e implementação de estratégias baseadas na retenção dos clientes atuais, bem como na obtenção de novos, e no gerenciamento da cadeia de forma eficaz. O desempenho do *supply chain* depende principalmente de quatro fatores, a saber:

- capacidade de respostas às demandas dos clientes;
- qualidade de produtos e serviços;
- velocidade, qualidade e *timing* da inovação de produtos;
- efetividade dos custos de produção e entrega e utilização de capital.

De acordo com Evangelista e Sweeney (2006, p. 3), a aplicação do conceito de SCM leva produtores e distribuidores a terceirizar significativa parte de seus serviços logísticos, assim como selecionar e reduzir o número de seus fornecedores logísticos, com os quais podem estabelecer relacionamento de longo termo, para o suprimento de serviços logísticos personalizados.

O objetivo da rede de suprimentos é maximizar o valor global gerado, ou seja, maximizar a diferença entre o valor do produto final para o cliente e o esforço gerado pela rede de suprimentos. Segundo Chopra e Meindl (2006), o termo cadeia de suprimentos representa produtos ou suprimentos que deslocam-se ao longo da seguinte sequência: fornecedores, fabricantes, distribuidores, lojistas e clientes. Portanto, a maioria das cadeias de suprimentos é composta por redes. Lee e Amaral (2002, p. 14) apontam que no ambiente de negócios, onde requerem-se respostas rápidas e foco nos resultados, o desempenho da rede de suprimentos é vital para vantagem competitiva e melhoramento sustentável dos negócios.

2.2.4 Logística no mercado empresarial

Nesta seção, discute-se o conceito de mercado empresarial e a relevância da logística nesse mercado. Para os fins desta pesquisa, os conceitos de mercado empresarial são particularmente importantes, uma vez que o foco desta tese está na logística das grandes empresas produtoras de etanol e nas empresas operadoras logísticas, que fazem parte do mercado empresarial.

De acordo com Hutt e Speh (2011, p. 4), o mercado empresarial, também conhecido como mercado industrial, é um mercado para produtos e serviços, nacionais e internacionais, comprados por empresas, órgãos do governo e instituições (como hospitais), para incorporação (por exemplo, materiais e componentes), consumo (material para processamento, materiais de escritório, serviços de consultoria), uso (instalações ou equipamentos) ou revenda. Os fatores que distinguem o mercado empresarial do mercado de bens de consumo são a natureza do cliente e como esse cliente usa o produto. No mercado empresarial, os clientes são organizações (empresas, governos, instituições). O mercado industrial responde por mais da metade da atividade econômica, nos Estados Unidos, no Canadá e na maioria dos países.

Hutt e Speh (2011, p. 5-18) apontam que muitas empresas que fabricam produtos como aço, equipamentos de produção ou *chips* de memória de computador fornecem-nos, exclusivamente, para clientes do mercado industrial e nunca interagem diretamente com seus consumidores finais. Outras empresas participam tanto do mercado industrial quanto do mercado de bens de consumo. Os autores ressaltam que os clientes do mercado industrial têm as seguintes características:

- os clientes do mercado industrial são compostos por empresas comerciais, instituições e governos;
- uma única compra por um cliente industrial é bem maior que aquela de um cliente individual;
- a demanda por produtos industriais é derivada da demanda final por produtos do consumidor;
- os relacionamentos entre os profissionais do mercado industrial tendem a ser próximos e duradouros;
- as decisões sobre compras de clientes industriais geralmente envolvem múltiplas

- influências de compra, em vez de um único tomador de decisão;
- a estratégia de marketing deve ter como base uma avaliação da empresa, do concorrente e do cliente. Uma estratégia de sucesso focaliza a identificação daquelas oportunidades em que a empresa pode agregar valor superior ao cliente.

Segundo Rodrigues Filho e Román Amigo (2000), o processo de compra empresarial é complexo, já que a decisão de compra envolve “um centro de compra”, formado por diversas pessoas da organização sujeitas a múltiplas influências. A decisão é racional, com base em um conjunto de fatores técnicos e econômicos, variável para cada empresa compradora em função do ambiente em que opera e dos custos envolvidos, frequentemente elevados. Portanto, a interdependência entre comprador e vendedor é uma marca registrada nos mercados empresariais. Essa interdependência torna o estabelecimento de relações estáveis entre a empresa, seus clientes e fornecedores a regra de sobrevivência fundamental.

Barroso de Siqueira (2005, p. 16-17) aponta que os clientes industriais diferem dos consumidores finais em vários aspectos: há concentração geográfica dos produtores e compradores industriais, a compra é baseada em desempenho, a demanda do mercado industrial é derivada do mercado consumidor e a demanda flutua muito, bem mais do que a procura de bens de consumo. O autor ressalta outras diferenças significativas entre o mercado empresarial e o de bens de consumo, representadas no Quadro 2.

Quadro 2 - Diferenças entre bens de consumo e bens e serviços industriais

Características	Bens de consumo	Bens industriais	Serviços industriais
Tipo de consumidor	Consumidor individual	Consumidor institucional	Consumidor institucional
Número de compradores	Grande número e dispersos geograficamente	Pequeno número e concentrados geograficamente	Grande número e dispersos Pequeno número e concentrados
Demanda		Demanda derivada dos bens de consumos	Demanda derivada dos bens industriais Demanda originária dos bens de consumo
Comportamento na compra	Compra por impulso, havendo, no entanto, o processo racional	Compra baseada no desempenho	Compra com base no desempenho
Produto	Tangível	Tangível	Intangível
Embalagem	Elemento importante como proteção e promoção	Proteção dos produtos ou inexistente	Inexistente
Armazenagem e estocagem	Elemento importante na disponibilidade do produto	Importante para prover a disponibilidade do produto	Inexistente
Homogeneidade do produto	Possível a padronização	Possível produzir produtos praticamente iguais	Nem sempre possível. Dois serviços, principalmente técnicos, dificilmente são iguais
Requisição de patentes	Uso de patentes	Uso de patentes	Não se conhece patentes de serviços
Distribuição	Canais longos ou curtos	Canais curtos	Em geral não há distribuição. A produção e o consumo são praticamente instantâneos
Composto de promoção	Propaganda e promoção são mais importantes, funcionando a venda pessoal como apoio	Venda pessoal é importante Propaganda e promoção de vendas constituem o apoio	Venda pessoal é importante Propaganda é um apoio
Promoção e exposição de produtos e serviços	Intensa exposição nos pontos de vendas	Técnica possível de ser usada	Os serviços não podem ser expostos

FONTE: Barroso de Siqueira (2005, p. 16)

Segundo Lapierre (2000, p. 122), tem sido dada muita atenção, nos últimos anos, ao valor percebido ao cliente. Entretanto, poucas empresas têm conhecimento e capacidade para avaliar valor agregado e ganho associado com retorno para os valores que fornecem a seus clientes. No mercado empresarial, onde o conhecimento do valor é considerado crítico para o gerenciamento do mercado, é importante para as organizações entenderem suas ofertas e aprenderem como elas podem ser realçadas para fornecer valor a seus clientes industriais.

Flint *et al* (1997, p. 163) apontam que o marketing de relacionamento é crítico no mercado empresarial, porque contribui para a retenção do cliente. Os fornecedores que desenvolvem

forte relacionamento com seus clientes através do tempo, onde os clientes desejam permanecer com esses fornecedores, e mesmo quando eles têm a oportunidade de mudar, possuem forte vantagem competitiva. Em particular, eles estão em melhor posição para levar vantagens para compartilhar recursos nas áreas de qualidade e melhoramento de processos, por verem a oportunidade antes da concorrência, e evitarem os altos custos de obter novos clientes em substituição aos clientes perdidos. A retenção estratégica de cliente é problemática e requer informação dos clientes relativa a:

- Que valor eles necessitam agora;
- Suas satisfações com as habilidades dos fornecedores na entrega de valor;
- Como suas percepções de valor estão mudando.

Flint *et al* (1997, p. 168) consideram que valores são centrais, apoiam crenças que guiam comportamentos independente da situação de uso do produto. Eles refletem desejos de pessoas, refletem conceitos abstratos que os clientes possuem e que direcionam seus comportamentos, os valores deveriam ser esperados para operarem em todos os aspectos diários da vida, incluindo avaliação de fornecedores. Relevantes perspectivas de valores podem ser classificadas como lidando com valores, valor desejado e julgamentos de valores, conforme representado no Quadro 3.

Quadro 3 - Três formas de valores

	Valores	Valor desejado	Julgamento de valor
Definição	Crenças implícitas que guiam comportamentos	O que o cliente quer que ocorra (busca de benefícios)	Avaliação do que ocorreu (benefícios e sacrifícios)
Nível de abstração	Abstrato, mantido centralmente, estado final desejado, maior que metas ordenadas	Menos abstrato, menos centralizado, benefícios buscados para facilitar obtenção de altas metas ordenadas	Visão geral de resultados entre benefícios e sacrifícios
Fonte de valor	Específico do cliente (pessoa ou organização)	Interação conceitual de clientes, produto / serviço e situações antecipadas de uso	Interação de clientes, produto / serviço e, uma situação específica de uso
Relacionamento para o uso	Independente da situação de uso	Independente de experiência específica de uso	Dependente da experiência específica do uso
Permanência	Duradora	Moderadamente duradora	Transitória dependendo da ocasião

FONTE: traduzido de Flint *et al* (1997, p. 168)

O relacionamento entre os profissionais do mercado industrial é importante para o sucesso das empresas. Ulaga (2003, p. 677) ressalta que há um reconhecimento crescente sobre que o

relacionamento colaborativo no mercado empresarial oferece significantes oportunidades para as empresas criarem vantagem competitiva e obterem resultados superiores. Em muitos mercados empresariais, empresas de manufatura reduzem o número de fornecedores e focam em relacionamentos próximos com fornecedores-chave. Esse trabalho de relacionamento é fundamental para integrar as atividades das empresas através da cadeia de suprimentos.

Hutt e Speh (2004, p. 145) apontam que o gerenciamento da cadeia de suprimentos requer que todas as empresas da cadeia de suprimentos compartilhem informações sobre clientes, demanda atual e planejamento estratégico corporativo. Os autores ressaltam que a logística é o elemento crítico no gerenciamento da cadeia de suprimentos, e é crítica para o mercado empresarial, porque as empresas dependem de seus sistemas logísticos para entregar produtos aos clientes no tempo adequado e ao menor custo possível.

Kotler e Armstrong (2003, p. 232) lembram que algumas empresas definem seu objetivo de logística como o fornecimento do máximo atendimento ao cliente com mínimo custo. Infelizmente, nenhum sistema de logística pode maximizar o atendimento ao cliente e minimizar o custo de distribuição ao mesmo tempo. Um ótimo atendimento ao cliente implica entrega rápida, grandes estoques, políticas liberais de devolução e outros serviços — todos, provocando elevação nos custos de distribuição.

Segundo Hutt e Speh (2011, p. 356), o uso de empresas terceirizadas de logística para exercer as atividades de logística representa uma tendência importante entre as empresas do mercado empresarial, também conhecido como B2B. Essas empresas externas realizam ampla gama de funções logísticas tradicionalmente feitas dentro da organização. A maioria das empresas utiliza algum tipo de empresa terceirizada, seja para transporte, armazenamento ou processamento de informação. As funções que a empresa terceirizada executa podem abranger todo o processo de logística ou atividades selecionadas dentro daquele processo.

Outro aspecto relevante, no mercado empresarial, é a inovação. Hutt e Speh (2004, p. 301-309) apontam que a posição competitiva de longo prazo da maioria das organizações está ligada à capacidade de inovar — para fornecer, a existentes e novos clientes, continuidade de novos produtos e serviços. Nos setores de mudanças rápidas com curtos ciclos de vidas de produtos e rápidas mudanças de panoramas, a empresa precisa inovar continuamente para manter suas ofertas alinhadas com o mercado. A habilidade da empresa em se adaptar com

mudanças em setor de alta velocidade é a chave para a competitividade. Criar produtos e serviços de sucesso para se adaptar às mudanças dos clientes requer flexibilidade. As empresas de sucesso balanceiam suas estruturas de forma que não sejam tão rígidas, a ponto de controlar seus processos, e não caóticas, a ponto do processo falhar.

2.3 Gestão do conhecimento, capital intelectual, rede de relacionamento e estrutura organizacional

A sociedade humana é feita de organizações que fornecem os meios para o atendimento de necessidades de pessoas. Maximiano (2008, p. 4) aponta que uma organização é um sistema de recursos que procura realizar algum tipo de objetivo, ou conjunto de objetivos, conforme representado na Ilustração 6. Além de objetivos e recursos, as organizações têm dois outros componentes importantes: processos de transformação e divisão do trabalho.

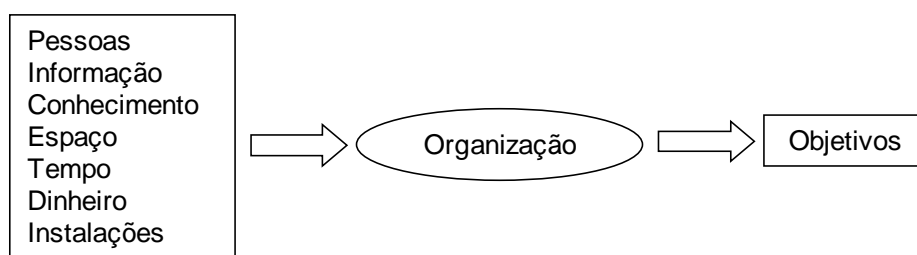


Ilustração 6 - Principais componentes da organização

Fonte: Maximiano (2008, p. 4)

A divisão do trabalho é um fator que constitui a estrutura organizacional. Clark e Wheelright (1993, p. 523-532) identificaram quatro estruturas dominantes, nas quais cada atividade de projeto pode ser organizada. Cada uma está associada com uma regra de liderança de projeto:

- Estrutura de equipe funcional: as pessoas são agrupadas principalmente por departamentos, cada um trabalhando sob a direção de um gerente de uma função especializada e um gerente funcional. Essa estrutura organizacional tem seus pontos fortes e fracos. Um ponto forte é que os gerentes que controlam os recursos também controlam o desempenho das tarefas do projeto que tem de ocorrer em suas áreas. Entretanto, tem como ponto fraco: a limitação de coordenação e integração.

- Estrutura de equipe leve: como na estrutura funcional, aqueles que pertencem à equipe residem fisicamente em suas áreas funcionais, mas, cada organização funcional designa uma pessoa de conexão para representa-la no comitê de coordenação de projetos. Essa estrutura tem os mesmos pontos fortes e fracos da estrutura de equipe funcional, porém, com vantagem de ter uma pessoa para melhorar a comunicação e integração. Entretanto, permanece a desvantagem, pelo fato do poder ainda residir com os gerentes de cada departamento e com o gerente funcional.
- Estrutura de equipe forte: ao contrário da estrutura de equipe leve, o gerente da estrutura de equipe forte tem acesso direto e responsabilidades pelo trabalho de todos aqueles envolvidos no projeto.
- Estrutura de equipe autônoma: nessa estrutura, indivíduos de diferentes áreas funcionais são formalmente designados, dedicados e alocados à equipe de projeto.

Clark e Wheelright (1993, p. 532) ressaltam que uma coisa que a organização tem de fazer é ter certeza que a seleção de seus recursos humanos, treinamento, e desenvolvimentos de políticas, assim como seus sistemas organizacionais, forneçam a mistura de capacidades necessárias para o desenvolvimento da estratégia organizacional.

Portanto, um componente importante na organização é o conhecimento. Segundo Davenport e Prusak (1998, p. 1-6), conhecimento não é dado nem informação, embora esteja relacionado com ambos e as diferenças entre esses termos sejam normalmente uma questão de grau. Dados são um conjunto de fatos distintos e objetivos, relativos a eventos. Num contexto organizacional, dados são descritos como registros estruturados de transações. Organizações modernas geralmente armazenam dados em algum tipo de sistema tecnológico. Porém, dados descrevem apenas parte daquilo que aconteceu; não fornecem julgamento nem interpretação nem qualquer base sustentável para a tomada de ação. Já, a informação pode ser descrita como uma mensagem, geralmente na forma de um documento ou uma comunicação audível ou visível. O significado da palavra “informar” é “dar forma a”, sendo que a informação visa a modelar a pessoa que a recebe no sentido de fazer alguma diferença em sua perspectiva ou *insight*. Portanto, dados tornam-se informação, quando o seu criador acrescenta-lhes significado.

Os autores apontam que conhecimento é uma mistura fluida de experiência condensada, valores, informação contextual e *insight* experimentado, a qual proporciona uma estrutura

para a avaliação e incorporação de novas experiências e informações. Ele tem origem e é aplicado na mente dos conhecedores. Nas organizações, ele costuma estar embutido não só em documentos ou repositórios, mas, também, em rotinas, processos, práticas e normas organizacionais. O conhecimento deriva da informação da mesma forma que a informação deriva de dados. E ele está próximo da ação.

De acordo com Sveiby (1998, p. 35-44), conhecimento é uma capacidade de agir. A capacidade que uma pessoa tem de agir continuamente é criada por um processo de saber. Em outras palavras, ela é contextual. O conhecimento não pode ser destacado de seu contexto e possui quatro características:

- O conhecimento é tácito — ou seja, formado dentro de um contexto social e individual; portanto, não é propriedade de uma organização ou de uma coletividade. Embora pessoal, ele é construído também de forma social. O conhecimento transmitido socialmente confunde-se com a experiência que o indivíduo tem da realidade. As experiências novas são sempre assimiladas através dos conceitos que o indivíduo possui.
- O conhecimento é orientado para a ação — estamos, constantemente, gerando novos conhecimentos por meio das impressões sensoriais que recebemos e perdendo os antigos. Essa qualidade dinâmica do conhecimento é refletida em verbos como aprender, esquecer, lembrar e compreender.
- O conhecimento é sustentado por regras — existem regras também para processar o conhecimento de forma consciente ou inconsciente. As regras são atreladas ao resultado das ações. O conhecimento das regras funciona também como um conhecimento tácito, isto é, como um tipo de “ferramenta” das “ferramentas”. Uma regra é um padrão para a correção. As regras desenvolvem-se durante um processo de saber ou pela tradição. O domínio das regras traz consigo, também, a capacidade de mudá-las ou ampliá-las. Embora, em geral, sejam tácitas, as regras podem ser transformadas em regras práticas explícitas. Os cientistas usam regras em modelos e dependem da experiência para fazer julgamentos.
- O conhecimento está em constante mutação — o conhecimento tácito quando explicitado pela linguagem, torna-se estático, podendo, então, ser focalizado para fins de reflexão. Distanciando-se o ator do conhecimento e articulando-se esse pela linguagem ou por símbolos, o conhecimento pode ser distribuído, criticado, e com isso,

aumentado.

Stewart (1998, p. 52) aponta a dificuldade para gerenciar o conhecimento. O autor ressalta que um dos motivos pelos quais as empresas não gerenciam o conhecimento é que ele, quase sempre, vem acompanhado de algo tangível — o papel de um livro, as informações dentro de um computador, o corpo de um palestrante, as pedras de um monumento histórico. Gerenciamos as formas e não a substância. A gestão do capital intelectual é como um oceano recém-descoberto, que ainda não consta no mapa e que poucos executivos entendem a sua dimensão ou sabem como navegá-lo. Vasconcellos *et al* (2009, p. 569) lembram que informação, por si só, é inútil sem o conhecimento de como aplicá-la de uma maneira produtiva. A razão para essa preocupação é que as empresas operam num ambiente no qual a economia é baseada em conhecimento, e elas, entretanto, buscam a fonte desse intangível, imensurável e precioso recurso: capital humano.

Stewart (1998, p. 77) ressalta que é importante as empresas adquirirem volume suficiente de capital humano que possa ser usado para gerar lucros. Se o principal objetivo do capital humano é a inovação — seja sob a forma de novos produtos e serviços ou de melhoria nos processos —, então, o capital humano é formado e empregado quando uma parte maior do tempo e do talento das pessoas que trabalham em uma empresa é dedicada a atividades que resultam em inovação. Caniels e Romijn (2008, p. 349) apontam a importância da transferência de conhecimento na cadeia de suprimentos; a cadeia de suprimentos é para ser concebida como um aprendizado organizacional. Em particular, o processo de aprendizagem é a força direcionadora no desenvolvimento da cadeia. Portanto, o capital humano é um recurso importante na estrutura organizacional. Assim sendo, a rede de relacionamento contribui para a difusão do conhecimento, e consequentemente, com o processo de inovação.

Danneels (2002, p. 1104) corrobora o conceito de que a rede de relacionamento contribui para o processo de inovação, quando aponta que um produto é constituído da integração de mercados e tecnologias, e não pode ser entendido como um ou outro separadamente. O autor lembra que novos produtos são o resultado de varias combinações de competências de clientes e tecnologias. Pavitt (1990, p. 22) ressalta que a habilidade de aprender com experiências — se interna (aprendendo fazendo) ou com fornecedores, clientes (aprendendo pelo uso, aprendendo com os erros, engenharia reversa) — é de importância maior no gerenciamento da inovação. Particularmente, numa empresa grande, aprendizagem é também

uma atividade que requer comunicação frequente entre especialistas e funções. Haja vista que o acúmulo de conhecimento é também tácito, e a tarefa na qual tal conhecimento é aplicado é complexa, o contato pessoal e as discussões são os mais frequentes e efetivos meios de comunicação e aprendizagem.

Segundo Daugherty *et al* (2011, p. 29), recursos são entidades tangíveis e intangíveis disponíveis à empresa que a capacita para produzir eficientemente uma oferta de mercado que tem valor para certo segmento de mercado. Recursos são caracterizados como financeiro, físico, legal, humano, organizacional, informacional e relacional. Estruturas organizacionais são recursos usados para coordenar trabalho que tem sido dividido em partes menores. Como tal, a estrutura organizacional influencia o comportamento dos membros da organização. A formação estrutural de interesse inclui descentralização (centralização), formalização e especialização. A centralização refere-se à extensão que a autoridade da decisão é controlada de forma fechada pela alta gerência ou é descentralizada e delegada à gerência média. A formalização é definida como a extensão na qual regras, procedimentos, instruções e comunicações são escritas. A especialização é o grau no qual tarefas e atividades são divididas na organização, e o grau no qual trabalhadores têm controle de como conduzir a tarefa.

Portanto, a gestão do conhecimento é uma atividade complexa. Davenport e Prusak (1998, p. 184) ressaltam que há nove fatores importantes para o sucesso de projetos de gestão do conhecimento:

- Uma cultura orientada para o conhecimento;
- Infraestrutura técnica e organizacional;
- Apoio da alta gerência;
- Vinculação ao valor econômico ou setorial;
- Alguma orientação para processos;
- Clareza de visão e linguagem;
- Elementos motivadores;
- Algum nível na estrutura do conhecimento;
- Múltiplos canais para a transferência do conhecimento.

Ojanen e Chai (2009, p. 164) ressaltam a relevância do conhecimento no processo de

inovação. Os autores apontam que suas pesquisas empíricas identificam que as fontes de conhecimentos, ambas, externas e internas à organização, são fontes de inovações. Resultados mostram que, em adição a clientes, fornecedores, concorrentes, universidades e institutos de pesquisas, são também fontes externas de conhecimentos importantes para inovação em serviços.

De acordo com Kandampully (2002, p. 21), desenvolver, usar e alavancar conhecimento são essenciais para todas as organizações e/ou países para sustentar progresso econômico. O conhecimento é a base primária para adicionar valor nas empresas contemporâneas. Nesse ambiente competitivo, conhecimento é progressivamente visto como o direcionar principal de competitividade; mais importante, o conhecimento estende-se além de indivíduos, grupos, ou corporações para, mutualmente, apoiar grupos. Novos produtos de concorrentes, novas tecnologias e mudanças sociais e econômicas incentivam a geração do conhecimento, porque as empresas que não se adaptarem às mudanças, nas condições vigentes, certamente fracassarão (DAVENPORT; PRUSAK, 1998, p. 76).

Entretanto, Lin (2007, p. 321) aponta que o conhecimento é pessoal. Empresas podem apenas começar a efetivamente gerenciar as fontes de conhecimentos, quando os empregados estão motivados a cooperar com colegas para a difusão do conhecimento. E a disposição dos empregados a ambos, doar e coletar conhecimento, está significativamente relacionado com a capacidade de inovação da empresa. O autor sugere que inovação envolve um grande processo de conhecimento compartilhado que capacita à implementação de novas ideias, processos, produtos ou serviços.

Os autores Flint *et al* (2008, p. 264) refinaram os aspectos do conceito de aprendizagem inter-organizacional, focando o conceito em aprendizagem na cadeia de suprimentos. Neste sentido, eles direcionam a atenção ao gerenciamento e influência da aprendizagem organizacional dentro da própria firma, assim como dentro das empresas parceiras da cadeia de suprimentos. Portanto, a extensão do gerenciamento da aprendizagem, na cadeia de suprimentos, é definida pelos autores como o grau no qual empresas olham em todas as direções da cadeia de suprimentos para gerenciar e monitorar processos de aprendizagem dentro e fora da empresa, ou seja, o gerenciamento de aprendizagem através de múltiplas empresas, fornecedores e clientes.

Daugherty *et al* (2011, p. 43) ressaltam que suas pesquisas fornecem apoio parcial ao que eles denominaram de desempenho do relacionamento da capacidade estrutural. Especificamente, os autores focaram na capacidade de inovação em serviços logísticos. Virtualmente, todos os negócios encontram intensa competição e precisam fazer algo para diferenciar suas ofertas de seus concorrentes. Desenvolver capacidade de inovação logística pode ser o diferencial da firma para melhorar seu desempenho, e a estrutura apropriada pode realçar a capacidade de inovação. A escolha dos elementos da estrutura organizacional está sobre o controle da organização. Isso significa, por exemplo, que as firmas podem tomar decisões para selecionar ou trocar para uma centralizada, descentralizada ou estrutura híbrida (ou modificar outros elementos incluindo formalização e especialização) como considerar recursos internos e condições ambientais.

2.4 Conceitos gerais sobre inovação e melhoria

A inovação é um fenômeno que tem sido estudado por vários pesquisadores, desde a década de 1940, quando se utilizava o nome de destruição criativa (SCHUMPETER, 1942). O autor é exemplo de contribuição à inovação, entretanto, com ênfase no pensamento econômico.

Segundo Schumpeter (1942, p. 82-83) o capitalismo é, por natureza, uma forma ou método de mudança econômica e nunca pode ser estacionário. O impulso fundamental que mantém o motor do capitalismo em movimento vem dos novos bens dos consumidores, dos novos métodos de produção e transporte, dos novos mercados, das novas formas de organização industrial que as novas empresas capitalistas criam. O autor usa o termo mutação, da biologia, ao chamar esse fenômeno de mutação industrial — que revoluciona a estrutura econômica, destruindo a antiga e criando uma nova. Esse processo de destruição criativa é o fato essencial sobre o capitalismo.

Portanto, inovação não é um tema recente. O Manual de Oslo (2005, p. 46) define inovação como “a implementação de um novo ou significativo melhoramento de produto (bem ou serviço), ou processo, um novo método de marketing, ou um novo método organizacional em práticas de negócios, organização do trabalho ou relações externas”. Portanto, percebemos que, com o passar do tempo, a natureza e o panorama da inovação têm mudado, e então, há a necessidade de os pesquisadores capturarem essas mudanças. Considerável número de

pesquisas foi desenvolvido durante os anos de 1980 e 1990, para desenvolver modelos analíticos e *frameworks* para o estudo da inovação. E de acordo com o Manual de Oslo (2005, p. 47), podemos dividir as inovações em quatro categorias: inovações de produto, inovações de processo, inovações organizacionais e inovações de mercado.

Uma inovação de produto é a introdução de bens ou serviço que é novo ou significativamente melhorado com respeito à sua característica ou intenção de uso. Isso inclui significantes melhorias em especificações técnicas, componentes e matérias, *softwares* incorporados, facilidades de uso ou outras características funcionais. Uma inovação de processo é a implementação de um novo ou melhoramento significativo de produção ou método de distribuição. Isso inclui significantes mudanças em técnicas, equipamentos e/ou *softwares*. A inovação organizacional é a implementação de novo método organizacional nas práticas de negócios da empresa, na organização do trabalho e nas relações externas da organização. E uma inovação em marketing é a implementação de um novo método de marketing, envolvendo significantes mudanças no *design* do produto, ou embalagem, posicionamento do produto, promoção do produto ou precificação.

Segundo Clark e Wheelwright (1993, p. 3), em um ambiente competitivo que é global, intenso, e dinâmico, o desenvolvimento de novos produtos e o melhoramento de processos são o ponto focal da competição. Empresas que chegam, rapidamente, ao mercado e mais eficientes, com produtos que são bem adequados às necessidades e expectativas de clientes, criam significativa alavancagem competitiva. Empresas que são lentas para atender as expectativas de clientes, e não acompanham a concorrência, estão destinadas a ver a erosão de sua posição no mercado e a queda de seu desempenho financeiro. Em um ambiente turbulento, fazer bem um produto e desenvolver um processo têm se tornado uma necessidade para ser um ator no jogo da competitividade; desenvolver-se extraordinariamente bem tem se tornado uma vantagem competitiva.

Lin e Chen (2007, p. 115) ressaltam que a inovação tem sido um fator dominante na manutenção da competitividade global: contribuiu com o crescimento organizacional, direciona o sucesso futuro, e é o motor que permite os negócios sustentarem suas viabilidades numa economia fortemente globalizada. Para as empresas buscarem a excelência nessa era de hipercompetição, reestruturação, redução de custos e melhoramento de qualidade do produto e serviço não são mais suficientes.

Meyers e Tucker (1989) apontam que as inovações podem diferenciar em termos de radicais e incrementais. Os autores definem inovação radical como o processo de desenvolver e introduzir um produto ou serviço novo, com base em nova tecnologia e direcionado a um mercado que não é familiarizado com o produto. Já, na inovação incremental, o mercado é familiarizado com o produto, mas, a tecnologia é nova. Entretanto, Henderson e Clark (1990, p. 10) enfatizam que a distinção entre inovação radical e incremental tem produzido importantes *insights*, mas, é, fundamentalmente, incompleta. Os autores lembram de que há crescente evidência sobre que há numerosas inovações técnicas que envolvem aparentemente mudanças modestas à tecnologia existente, mas que têm grandes consequências competitivas.

Henderson e Clark (1990, p. 9-11) lembram que, ao examinar algumas inovações com mais detalhes, pode-se distinguir entre os componentes do produto e as formas como eles estão inseridos no sistema, ou seja, a “arquitetura” do produto. Portanto, a distinção entre o produto como um sistema e o produto como um arranjo de componentes induz à ideia de que o desenvolvimento de produto com sucesso requer dois tipos de conhecimento: primeiro, requer conhecimento dos componentes; segundo, requer conhecimento da arquitetura do produto ou conhecimento sobre as formas na qual os componentes são integrados e ligados juntos, num todo coerente. E dessa forma, inovação radical e incremental são pontos extremos ao longo de ambas as dimensões: inovação radical estabelece um novo *design* dominante e inovação incremental refina e estende um design estabelecido.

Entretanto, a inovação radical é relevante para o sucesso da organização. Grande parcela de inovações radicais é certamente introduzida no mercado por concorrentes novos ao setor de negócio. Portanto, as empresas já estabelecidas no mercado não podem falhar nessa arena. As empresas investem soma significativa de dinheiro em mudança incremental e não fazem o mesmo com mudança radical. Utterback (1996, p. 210) aponta que isso ocorre, porque elas preocupam-se mais com as necessidades de seus clientes já estabelecidos. O autor ressalta que, ironicamente, seguindo conselhos para ser dirigido pelo mercado ao buscar inovação, as empresas concentram-se no melhoramento contínuo dos produtos. Isso pode ser um poderoso conceito para o sucesso ou pode pavimentar o caminho para o fracasso, dependendo das circunstâncias, porque pode permitir à empresa entrante identificar e especificar uma valiosa direção para mudar.

Por outro lado, Chesbrough (2003, p. 37) ressalta o conceito de inovação aberta (*open innovation*), onde a empresa comercializa ambas as suas próprias ideias, assim como as inovações de outras empresas e busca caminhos para trazer para dentro de sua organização ideias do mercado. No conceito de inovação aberta, ideias valiosas podem vir de dentro ou de fora da organização, e podem ir ao mercado de dentro ou por fora da empresa. Na Ilustração 7, a fronteira entre a empresa e o ambiente externo é porosa, ou seja, representada por linha tracejada, permitindo à inovação mover-se mais facilmente entre os dois.

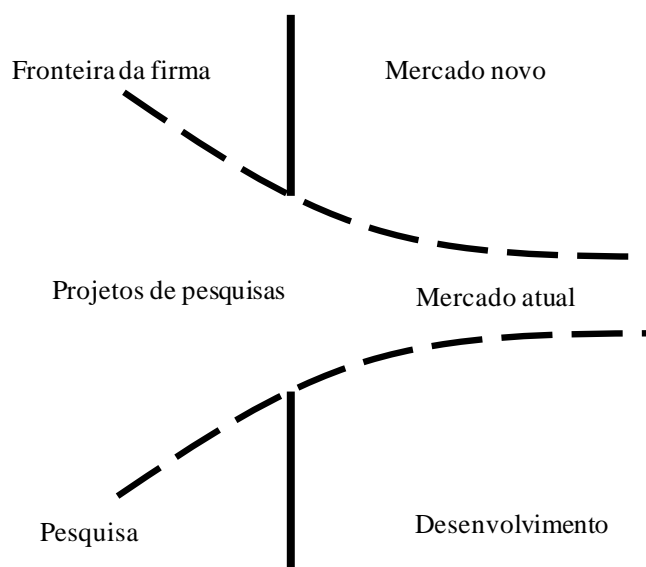


Ilustração 7 - O modelo de inovação aberta

FONTE: traduzido de Chesbrough (2003, p. 37)

Segundo o Manual de Oslo (2005, p. 47), as atividades de inovação são todas de teor científico, tecnológico, organizacionais, financeiras e contêm etapas comerciais, as quais são direcionadas para liderar a implementação de inovações. Algumas atividades de inovação são, por si mesmas, inovadoras; outras não são atividades inovadoras, mas, são necessárias para a implementação da inovação. A atividade de inovação também inclui Pesquisa e Desenvolvimento (P&D).

A inovação pode ter diferentes categorias. De acordo com Clark e Wheelwright (1993, p. 104), há quatro categorias principais de inovação. A primeira categoria é a pesquisa básica, que normalmente é realizada pela academia ou por centros avançados de P&D, e sem qualquer interesse de aplicação comercial imediata. A segunda é a inovação radical, que corresponde à introdução de um novo produto ou novo processo; é o que ocorre, por exemplo,

quando uma montadora lança um novo carro. A terceira é a da plataforma: o produto ou o processo em si é o mesmo, mas há uma reformulação significativa; por exemplo: quando o carro sofre mais que uma simples mudança visual, mas há uma grande mudança na mecânica, criando-se uma nova geração daquele veículo. A quarta categoria é a da melhoria incremental, equivalente às melhorias anuais de pequeno porte que as montadoras fazem nos veículos.

Quinello (2010, p. 49) lembra que as melhorias têm características muito próximas das inovações: um melhoramento significativo já pode ser considerado uma inovação. O autor ressalta que as melhorias contínuas são discutidas na literatura de Qualidade Total. Contudo, a ênfase é dada na gestão da qualidade como o *Total Quality Management* (TQM). Entretanto, neste estudo, a ênfase é dada à inovação.

Inovação não é apenas trabalho de tecnologistas corporativos, mas de todas as maiores áreas funcionais da empresa. E, o apoio à inovação radical por essas áreas tem que ser gerenciado com persistência pela alta cúpula da organização. Pouco sucesso resultará de qualquer programa de inovação, a não ser que as pessoas da empresa estejam preparadas, engajadas, com recursos suficientes, e envolvidas num clima que as encorajam, as premiam por novas ideias e assumam riscos (UTTERBACK, 1996, p. 230).

2.4.1 Classificação das inovações

Segundo o Manual de Oslo (2005, p. 53), é importante, para efeito de pesquisa, ser capaz de distinguir os tipos de inovação. Entretanto, muitas inovações podem ter características que sugerem mais de um tipo de inovação. Pode ser difícil, em termos de tipos de atividades de inovação, categorizar tais inovações como um tipo simples. Nos capítulos, a seguir, demonstram-se os principais tipos de inovação.

2.4.2 Inovação em produto, com foco em serviços

Uma inovação em produto é a introdução de bens ou serviços novos ou significativamente melhorados, com respeito às suas características ou intenções de uso. A inovação em produto pode utilizar novo conhecimento ou tecnologia, ou pode ser baseado em novos usos ou combinações de conhecimentos ou tecnologias existentes. O termo “produto” é usado para englobar ambos, bens e serviços. Produtos novos são bens e serviços que diferem,

significativamente, em suas características ou intenções de uso de seus produtos originalmente produzidos pela empresa. O desenvolvimento de um novo uso para um produto com apenas pequenas mudanças em relação à sua especificação técnica é uma inovação em produto (MANUAL DE OSLO, 2005, p. 48).

Segundo o Manual de Oslo (2005, p. 48), inovações de produto em serviços podem incluir melhoramentos significativos em como eles são fornecidos (por exemplo, em termo de suas eficiência ou velocidade), a adição de novas funções ou características a serviços existentes, ou a introdução inteiramente de novos serviços. Exemplos são significantes melhoramentos em serviços bancários via Internet, tais como grande melhoramento de velocidade e facilidade de uso, ou a adição de serviços de retirada e devolução de carros alugados que facilitam a vida dos usuários. Os serviços têm contribuído de forma significativa nas riquezas das nações. Bjorn (2010, p. 73) ressalta que a tendência de aumento de participação dos serviços nas economias acabou por motivar pesquisadores do mundo todo a debruçarem-se sobre o fenômeno da inovação em serviço.

A maioria das definições de inovação inclui o desenvolvimento e implementação de alguma coisa nova. Uma ideia é uma condição necessária para uma inovação, mas, não pode ser chamada de inovação por si só: inovação envolve um componente de aplicação. Portanto, apenas desenvolver alguma coisa nova não pode ser considerado uma inovação, a não ser que seja usada (JONG; VERMEULEN, 2003, p. 845).

Conforme Barras (1986, p. 167), alguma confusão rodeia o conceito de inovação de produto em serviços, e em particular, o que constitui “um serviço novo”. Por conta da intangibilidade de serviços, a literatura econômica frequentemente assume que eles são processos por definição — porém, isso confunde o produto, que é o serviço consumido por uma firma ou cliente consumidor, e o processo, que é o modo como o serviço é entregue. Além disso, é frequentemente argumentado que a aplicação radical de nova tecnologia não gera novos serviços. Isso é verdade, não sendo estrito que tais atividades continuam preenchendo as mesmas funções, as quais são definidas pelas necessidades sociais como saúde, educação, viagem, entretenimento e troca de bens. Entretanto, usando uma analogia com contraste entre o cavalo e o motor do automóvel como meio de transporte, essa nova aplicação de serviço é tão diferente em natureza e modo de entrega de uma forma mais tradicional de serviço, que pode ser descrito como um novo produto de serviço.

Gallouj e Weinstein (1997, p. 537) apontam que a análise de inovação em serviços é difícil por dois motivos: por um lado, a teoria da inovação tem sido desenvolvida essencialmente em bases de análises de inovação tecnológica em atividades de manufatura (o que representa uma diminuição da análise pioneira de Schumpeter); por outro lado, as propriedades específicas das atividades de serviços, particularmente a intangibilidade de seus resultados, tornam-nas difíceis de medi-las pelo tradicional método econômico (produtividade), e com isso, é difícil para detectar um melhoramento ou uma mudança (no nível qualitativo).

Os autores ressaltam a dificuldade de separar o produto de processo na operação de serviços; ressaltam, também, a relevância do relacionamento com cliente em serviços. Gallouj e Weinstein (1997, p. 544) apontam que serviços podem ser melhor analisados, utilizando correspondência de vetores de características, a qual eles definem como características técnicas [X] e competência [C], conforme está apresentado na Ilustração 8.

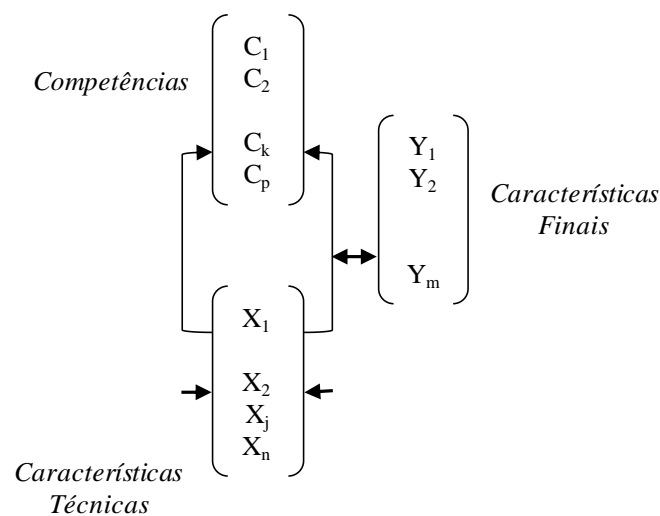


Ilustração 8 - Uma representação de serviços como um sistema de características e competência

FONTE: Traduzido de Gallouj e Weinstein (1997, p. 544)

O vetor competência pode envolver a habilidade de combinar diferentes tecnologias. Entretanto, não se limita apenas às competências tecnológicas; abrange, também, as competências para a prestação do serviço, seja competência individual ou do grupo, limitado, envolvido no fornecimento do serviço em questão. A combinação do vetor competências com o vetor características técnicas resulta no vetor que determina as características finais do

produto. Ainda, segundo os autores, a inovação pode ser definida como qualquer mudança afetando um ou mais termos de um ou mais vetores de características técnicas ou competência.

Essa representação tem uma vantagem: quebra a discussão entre inovação radical e não radical ao introduzir seis modos de inovação em serviços (GALLOUJ; WEINSTEIN, 1997, p. 547-554) apresentados a seguir:

- Inovação radical — o termo inovação radical denota a criação de produto ou serviço totalmente novo, isto é, definido em termos de características desconectadas com aquelas de um produto ou serviço velho. Os vetores (C), (X) e (Y) são totalmente novos. Os autores lembram que a transição da carruagem a cavalo para o veículo a motor foi uma inovação radical, embora à uma certa extensão, as características do serviço permaneceram as mesmas, isto é, indivíduos eram ainda transportados com certo grau de conforto, segurança e velocidade. Os autores ressaltam que na esfera de consultoria legal, inovação radical poderia ser, por exemplo, a identificação e entrada em nova área de conhecimento, quando ocorreram as primeiras necessidades de leis de patentes, leis de Tecnologia de Informação (TI), espacial, proteção ambiental, etc.
- Inovação de melhoramento — a definição exata de tal inovação não é tão evidente, uma vez que um melhoramento a um serviço pode contemplar diferentes formas. Esse tipo de inovação consiste do melhoramento de certas características, sem mudanças na estrutura do sistema; um ou mais componentes, já existentes, nos vetores (C) ou (X), através de melhoramentos aumentam o valor do vetor (Y), isto é, a diferença é sensível ao mercado.
- Inovação incremental — a estrutura geral do sistema (C), (X) e (Y) permanecem a mesma, mas o sistema de vetores é marginalmente modificado, através da adição de novos elementos a (X) e / ou (C) ou pela substituição de elementos.
- Inovação *Ad Hoc* — essa inovação pode ser definida em termos gerais como a construção interativa (social) de solução à particular problema proposto por um cliente. É na interface cliente / fornecedor que essa forma de inovação é principalmente produzida. De fato, inovações *Ad Hoc* são frequentemente produzidas juntamente pelo provedor de serviço e pelo cliente. A empresa modifica o vetor de competência (C) e particularmente o vetor (X) para atender o cliente; esse processo ajuda a produzir novos conhecimentos e novas competências. Portanto, é também um processo de

aprendizagem.

- Inovação recombinate — esse tipo de inovação é frequente em serviços e é basicamente produzida por novas combinações de várias características finais e técnicas. As inovações são desenvolvidas com base em conhecimentos e tecnologias existentes em serviços anteriores. Portanto, utilizam-se vetores (C) e (X) existentes em outros serviços. Inovação recombinate não opera através de rupturas, mas através de produção contínua e acumulativa de conhecimento.
- Inovação por formalização — esse modelo de inovação não adiciona nem modifica os vetores. A inovação ocorre pela formalização e visibilidade das características facilitando o cliente, assim como internamente, o fornecedor, a compreender o serviço. Esse modelo consiste em por em ordem as características do serviço, especificando-as, fazendo-as mais concretas e dando-as uma forma.

No modelo *Ad Hoc*, proposto por Gallouj e Weinstein (1997), enfatiza-se a contribuição do cliente no processo de inovação em serviços. Entretanto, ainda há vasto campo para pesquisa nessa área. Menor *et al* (2002, p. 154) ressaltam que o impacto do relacionamento cliente-fornecedor, que é comum na maioria dos serviços, o qual é a base para serviços em redes de suprimentos, merece pesquisas mais detalhadas. Entendendo o que o cliente quer e espera, fornecem-se as bases para desenhar o novo serviço que atenda às expectativas do cliente (GOLDSTEIN *et al*, 2002, p. 132).

Segundo Johne e Storey (1998, p. 184), enquanto produtos tangíveis podem ser oferecidos com ou sem elementos de serviços ao cliente, tal apoio é sempre requerido em serviços. Basicamente, todo serviço envolve interação com o cliente. Em vários setores de serviços os elementos interativos são a essência da oferta do serviço. Isso significa que o fornecedor de serviços tem que desenvolver não apenas a forma precisa do serviço, mas, também, a natureza apropriada de interação com clientes. Porque o processo de interação é tipicamente uma parte integral do serviço, o desenvolvimento de um novo serviço é usualmente mais complexo, conceitualmente, que o desenvolvimento de um novo produto tangível.

Matthing *et al* (2004, p. 479-482) apontam que o processo de interação cliente-fornecedor frequentemente ocorre ao mesmo tempo que o cliente experimenta o serviço. Com isso, é problemático obter informação relevante do cliente antecipadamente, adicionando a essa complexidade muitos serviços que, hoje, são interativos, intensivos tecnologicamente, e

envolvidos em relacionamentos. Portanto, o envolvimento com o cliente deve ser mais importante em empresas de serviços que em empresas de produtos tangíveis. Os autores enfatizam, também, que pesquisa com envolvimento de cliente em inovação é interdisciplinar.

Segundo Matthing *et al* (2004, p. 494), os gestores devem ser aconselhados a adotar uma postura proativa e envolver o cliente bem cedo no processo de inovação em serviços. O foco deve ser o de capturar as necessidades latentes dos clientes, e a inovação não deve ser deixada somente com engenheiros. A função de P&D deve ser desenvolvida de forma cruzada, envolvendo engenheiros, marketing, ambientalistas etc.

A inovação em serviço é raramente limitada à mudança nas características de seu serviço. Inovação frequentemente coincide com novos modelos de distribuição de produto, interação com cliente, controle e garantia de qualidade etc. Mas, há grandes diferenças nos modelos específicos envolvidos: o que é importante para introduzir um novo produto no mercado pode ser irrelevante para outros. Oferecer um novo serviço completamente novo difere consideravelmente de oferecer um serviço existente usando um novo canal de distribuição. Na prática, a maioria das inovações parece ser uma mistura de maiores e menores mudanças e adaptações de serviços existentes (HERTOG, 2000, p. 494). Com o propósito de melhor entendimento da diversidade do processo de inovação o autor apresenta o modelo quatro-dimensional de inovação em serviço, representado, como vimos, na Ilustração 2.

De acordo com Hertog (2000, p. 494), produzir um serviço é organizar uma solução para um problema o qual não, principalmente, envolve fornecimento de produtos. É locar capacidades e competências (humana, tecnológica, organizacional) à disposição do cliente e organizar uma solução, a qual pode ser dada com vários graus de precisão. O autor ressalta que um modelo compreensível para entender inovação em serviços, e melhor ainda entender inovação em serviços e outros setores no mesmo *framework*, não está aparente na literatura. Inovação frequentemente coincide com novos meios de distribuição de produto, interação com cliente e controle de qualidade. Portanto, segundo Hertog (2000, p. 494) o modelo quatro dimensionais de inovação em serviços nos permite discutir inovação em termos gerais. E, o autor caracteriza as dimensões como a seguir:

- Dimensão 1: o conceito de serviço

Produtos manufaturados são tipicamente tangíveis e visíveis, diferentemente da maioria

dos serviços. Admitidamente, algumas inovações em serviços são altamente visíveis, especialmente onde é envolvido distribuição de produto. Muitos outros envolvem mais características intangíveis, tais como novas ideias para organizar a solução de um problema. Embora um conceito particular de serviço possa já ser familiar em outros mercados, o fator-chave é ser uma novidade em sua aplicação dentro de um mercado particular. Entretanto, em pesquisa de inovação, há certos problemas sobre se um produto, função ou conceito é realmente novo. Os julgamentos podem variar em se e quando é novo para a empresa fornecedora, novo para o cliente, para a região, mercado nacional ou global e se envolve nova lógica ou conhecimento científico.

- Dimensão 2: a interface com o cliente

O segundo elemento de inovação em serviços é o *design* da interface entre o fornecedor do serviço e os clientes. Essas interfaces são os focos de grandes negócios de inovações em serviços, embora os estudos em inovação, com seu foco em manufatura de massa, têm tendido não olhar detalhadamente as mudanças ocorridas nessas interfaces. A maneira como o fornecedor de serviços interage com seus clientes pode, por si só, ser uma fonte de inovação. Não há ponto claramente identificável onde termina a atividade do fornecedor e inicia a atividade do cliente. Isso é particularmente verdadeiro, quando há interface e sugestões de inovações. Pode ser difícil localizar a inovação dentro do fornecedor ou cliente: é comum, por exemplo, para a empresa fornecedora de serviço, ter sua gerência dentro da empresa cliente por períodos de tempo.

O autor lembra, como exemplo de inovação cliente-interface, o intercâmbio de dados eletrônicos, *Electronic Data Interchange* (EDI), que representa um esforço para estabelecer formato comum para documentos eletrônicos, que permite interações automáticas, incluindo vários elementos de projeto, assim como pedidos de compras e faturamento.

- Dimensão 3: sistema de distribuição do novo serviço

Essa dimensão, envolvendo distribuição do novo serviço e organização, está frequentemente relacionada de modo direto com a dimensão 2 — a ligação entre o fornecedor de serviço e seus clientes. Distribuição é certamente um tipo específico de interação através da interface com o cliente. Entretanto, a dimensão 3 é diferente: refere-se ao arranjo organizacional interno que tem de ser gerenciado para permitir que os trabalhadores desempenhem seus serviços adequadamente, e para desenvolver e oferecer serviços inovadores. Em outras palavras, novos serviços podem requerer novas formas organizacionais, capacidades e perfis interpessoais. O mesmo conceito é

compactuado por Jong e Vermeulen (2003, p. 845).

- Dimensão 4: opções tecnológicas

A quarta dimensão é o centro de muita análise e debates, especialmente considerando o grau no qual empresas de serviços estão dando formato ao desenvolvimento tecnológico. Claramente, inovação em serviço é possível sem inovação tecnológica; tecnologia não é sempre uma dimensão. Porém, na prática, segundo Hertog (2000), há uma larga relação entre tecnologia e inovação em serviços. O autor aponta dois exemplos de inovações com uso de tecnologias: primeiro, sistemas de rastreamento que capacitam o fornecedor de serviço de transporte a monitorar sua frota e então gerenciar melhor seus serviços logísticos; segundo, serviço de TI — setores com longa experiência de investimento em TI são fontes maiores de inovação.

Em seu modelo, Hertog (2000, p. 498) ressalta que qualquer inovação em serviços envolve alguma combinação das acima-mencionadas dimensões de inovação em serviços. E pode ser a combinação das quatro dimensões que caracteriza cada inovação em serviço particular. O peso de cada dimensão individualmente e a importância das várias ligações entre elas varia de acordo com serviços individuais, empresas e inovações.

A dimensão opções tecnológicas também é contemplada por Jong e Vermeulen (2003, p. 846), onde os autores ressaltam que, embora discuta-se que inovação em serviços é frequentemente não tecnológica, isso ainda é centro de muita pesquisa e debate. Segundo os autores, certamente é possível inovação em serviço, sem inovação tecnológica. Contudo, alguns estudos apontam a relação entre tecnologia e inovação de serviços.

2.4.3 Inovação com foco em processos

Segundo o Manual de Oslo (2005, p. 49), uma inovação em processo é a implementação de um novo ou melhoramento significativo em método de produção ou distribuição. Isso inclui significantes mudanças em técnicas, equipamentos e/ou *software*. Pode ser pretendido para diminuir custos unitários de produção ou distribuição, para aumentar qualidade, ou para produzir ou entregar produtos novos ou significativamente melhorados. Os métodos de distribuição preocupam-se com a logística da empresa e englobam equipamentos, *software* e técnicas para receber produtos de fornecedores ou entregar produtos finais. Um exemplo de inovação em logística é a introdução de código de barra ou identificador de rádio frequência

para sistema de acompanhamento e localização da carga. Inovação em processo também inclui novas ou significativamente melhoradas técnicas, equipamentos e *softwares* para apoio a atividades tais quais compra, contabilidade, computação e manutenção. A implementação de nova ou significativamente melhorada Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC) é uma inovação de processo se ela é pretendida para melhorar a eficiência e/ou a qualidade de atividades de suporte à produção.

Wagner (2008, p. 222), analisando fornecedores de serviços logísticos, definiu inovação em processo como a implementação de nova ou melhorada técnica, método e procedimentos, com o objetivo de melhorar continuamente a qualidade do serviço ou reduzir os custos de fornecer um serviço. Isso pode incluir a redução da margem de erro ou do número de bens danificados durante a entrega aos clientes, e o melhoramento da eficiência através da melhor utilização do transporte.

Moreira e Queiroz (2007, p. 11) apontam que inovações em processo são novos elementos introduzidos nas operações de produção ou de serviços da organização — matérias-primas e materiais auxiliares, especificação de tarefa, mecanismo de trabalho e fluxo de informação e equipamentos usados na produção de um produto ou na entrega de um serviço. Muitas das inovações no processo são, também, inovações tecnológicas. As tecnologias de processo são aquelas adaptadas como instrumentais para algum outro fim como melhorias na produção ou no gerenciamento. Podem-se usar tecnologias de processo para melhorar outras tecnologias de produto, o que usualmente é feito. Os autores ressaltam que tecnologias do processo tendem a incluir indivíduos, e mais grupos de *stakeholders*, e assim requerem uma mudança muito mais difícil no sistema. A implementação exige o envolvimento de grupos de interessados num contexto organizacional, como nos casos de tecnologias avançadas de manufatura.

De acordo com Reichstein e Salter (2006, p. 653), mesmo com o conhecimento da importância econômica, a inovação em processo tem recebido menos atenção que a inovação em produto, na literatura de mudança tecnológica. A inovação em processo, entretanto, mantém um elemento central nas principais teorias de inovação e desenvolvimento econômico, tais como ciclo de vida do produto. A inovação em processo pode ser definida como novos elementos introduzidos na produção da organização ou operações de serviços — materiais de processo, especificações de tarefas, mecanismo de trabalho e fluxo de informação, e equipamento usado para produzir um produto ou fornecer um serviço — com o

direcionamento de atingir custos mais baixos e/ou qualidade de produto superior.

Moreira e Queiroz (2007, p. 29) complementam as definições de inovação em processo, ressaltando que a inovação tecnológica de processo consiste na adoção de métodos de produção novos ou significativamente melhorados, incluindo métodos de entrega de produtos. Pode envolver mudanças no equipamento ou na organização da produção e derivar do uso de novo conhecimento. Os novos métodos visam a produzir ou entregar produtos tecnologicamente novos ou aprimorados, que não possam ser produzidos ou entregues com os métodos convencionais de produção, ou aumentar a produção ou eficiência na entrega de produtos existentes.

Por outro lado, Barras (1986, p. 163; 1990, p. 218) ressalta a interação entre inovação em processo e em produto. O autor aponta que essa interação pode ser vista, claramente, no desenvolvimento do setor de computação, desde os anos de 1960. Sucessivas gerações de tecnologias (*mainframes*, minis e microcomputadores), cada uma representa importante inovação em produto a qual tem sido extensivamente melhorada por sequências de inovações em processos.

Reichstein e Salter (2006, p. 654) apontam que entender as fontes de inovação em processo é importante por pelo menos três razões: primeira, inovação em processo é uma importante fonte de aumento de produtividade, e entender os diferentes fatores que causam inovação pode levar ao melhor conhecimento sobre as fontes de desenvolvimento econômico; segunda, inovação em processo pode capacitar a empresa a obter vantagem competitiva; portanto, um melhor entendimento de inovação em processo permite melhor apreciação de como a empresa ganha e mantém vantagem competitiva; terceira, inovação em processo é um elemento importante na política de inovação governamental, e explorar as diferentes circunstâncias que evocam inovação em processo revela o mecanismo que apoia a crescente inovação do setor privado. Os autores ressaltam que, historicamente, mudanças tecnológicas e inovações têm mostrado que inovação em processo pode formatar profundamente o caminho do desenvolvimento industrial. Um exemplo paradigmático é o uso de linha de montagem na produção do “Ford T”. Becheikh *et al* (2006, p. 664) também apontam a importância em entender inovação em processo. Eles lembram que essas inovações são estratégicas dentro das organizações, por permitirem melhoramento de produtividade e desenvolvimento de novos produtos.

De acordo com Reichstein e Salter (2006, p. 656), inovação em processo pode ser classificada em inovação incremental e inovação radical. Eles referem-se à inovação de processo incremental como uma inovação de processo que é nova para a empresa, mas, não é nova para o setor: tais inovações já foram introduzidas no setor pelos concorrentes. A introdução dessas inovações podem produzir mudanças radicais no processo de produção da empresa, mas elas não são novas para o setor. A inovação de processo radical são aquelas inovações de processo desenvolvidas pela empresa e que são novas no setor. Nesse sentido, radical refere-se ao grau de novidade da inovação no setor, enquanto incremental refere-se à inovação que pode ser imitada por outras firmas do setor.

Um aspecto relevante na inovação em processo é a fonte de informação. Segundo Reichstein e Salter (2006, p. 675), o uso de fornecedores como fonte de informação e conhecimento auxilia a inovação em processo. Entretanto, o uso de cliente como fonte externa de conhecimento diminui a probabilidade de ser inovador em processo, diferentemente do uso do cliente em inovação em produto. Porém, isso não necessariamente significa que a informação do cliente reduz a habilidade ou o incentivo da empresa ser inovadora em processo.

Inovação em processo usualmente envolve o uso de TIC e a adoção de novas práticas gerenciais, tais como produção enxuta. Essa análise descritiva mostra que inovação em processo envolve mudanças organizacional e tecnológica no processo da empresa. Portanto, inovação em produto e inovação em processo são interdependentes. Dessa forma a presença das atividades de P&D está associada com inovação em processo, no nível da firma, e o uso de fornecedores como fonte de conhecimento externo está, também, associado com inovação em processo (REICHSTEIN; SALTER, 2006, p. 677). Becheikh *et al* (2006, p. 655) apontam que P&D ajuda a empresa a adquirir, assimilar, transformar novos conhecimentos em novos produtos e/ou novos processos.

2.4.4 Inovações organizacionais e impacto das inovações nas empresas

Segundo o Manual de Oslo (2005, p. 51), uma inovação organizacional é a implementação de novo método organizacional nas práticas de negócios da empresa, local de trabalho da empresa ou nas relações externas da organização. Ela pode ser pretendida para aumentar o desempenho organizacional através da redução de custos administrativos ou custos transacionais, melhorando a satisfação no local de trabalho (e a produtividade dos colaboradores), ganhando acesso a conhecimentos externos ou reduzindo custos de fornecedores. Inovação organizacional, nas práticas de negócios, envolve a implementação de novos métodos para organizar rotinas e procedimentos para conduzir o trabalho. Isso inclui, por exemplo, a implementação de novas práticas para melhorar aprendizagem e conhecimento compartilhada com a empresa. Um exemplo é a primeira implementação de prática para codificar conhecimento, isto é, estabelecimento de banco de dados de melhores práticas, lições e outros conhecimentos, de tal forma que ficam facilmente acessíveis a outros colaboradores da empresa.

De acordo com o Manual de Oslo (2005, p. 52), inovações no local de trabalho envolvem a implementação de novos métodos para distribuir responsabilidade e tomada de decisão entre os colaboradores da empresa para a divisão do trabalho dentro e entre as atividades da firma, assim como novos conceitos para estruturar as atividades, como a integração de diferentes atividades de negócios. Novos métodos organizacionais de relações externas da empresa envolvem a implementação de novas maneiras de organizar as relações com outras firmas ou instituições públicas, como o estabelecimento de novos tipos de colaborações com organizações de pesquisas os clientes, novos métodos de integração com fornecedores, e a contratação, pela primeira vez, de serviços terceirizados.

Moreira e Queiroz (2007, p. 10) apontam que as inovações organizacionais envolvem a estrutura organizacional e os processos administrativos. São relacionadas indiretamente às atividades operacionais e mais diretamente ligadas à gerência da organização. Hurley e Hult (1998, p. 44) ressaltam que a capacidade para inovar é a habilidade da organização para adotar ou implementar novas ideias, processos, ou produtos com sucesso. A cultura de inovação da empresa, quando combinada com recursos e outras características organizacionais, cria uma grande capacidade para inovar.

Segundo Hage (1999, p. 599), apesar da atratividade da ideia de organização criativa e flexível, o tópico de inovação organizacional não tem sido tema central nas pesquisas e teorias organizacionais. Inovação organizacional tem sido definida como a adoção de uma ideia ou comportamento que é novo para a empresa. A inovação pode ser um novo produto, um novo serviço, uma nova tecnologia, ou uma nova prática administrativa. E a inovação pode gerar consequências na prática administrativa. Morillas (2012, p. 33) aponta que no contexto da administração, pode-se definir a palavra impacto como a medida dos efeitos tangíveis e intangíveis (consequência) de uma ação feita por um agente sobre outro. Portanto, deve-se avaliar o impacto da inovação na firma. A avaliação de impactos, de acordo com a Associação Internacional de Avaliação de Impactos (*International Association for Impact Assessment* — IAIA), é o processo de identificar as consequências futuras das ações atuais ou propostas (IAIA, 2012).

Um aspecto relevante a ser considerado é o impacto da inovação na complexidade da divisão da mão-de-obra na organização. É necessário incrementar a habilidade e o treinamento da força de trabalho envolvida com a inovação. Hage (1999, p. 609-610) ressalta que estudos em fábricas constataram consideráveis mudanças na composição da força de trabalho em inovações incrementais e radicais. Embora os números de empregados permanecessem aproximadamente os mesmos, a proporção de pessoal técnico e gerencial aumentou. Em outras palavras, uma constatação crítica foi a redução de pessoal sem habilitação ou com pouca habilitação, sendo substituídos por empregados mais habilitados. O autor observa que há redução da mão-de-obra, quando a inovação é radical e em processo.

Barras (1986, p. 164) também ressalta a importância da habilidade da mão-de-obra na realização da nova tecnologia. O autor ressalta que um fator que afeta a realização do potencial da tecnologia é a adaptabilidade da organização à nova tecnologia; isso inclui a força de trabalho ou resistência gerencial à introdução da nova tecnologia, a extensão na qual os procedimentos de trabalhos podem ser ajustados, e de que forma a força de trabalho pode ser treinada para atender as necessidades de habilidades para o uso da tecnologia.

Segundo Barras (1990, p. 219-225), a falta de pessoal com habilidades e sem treinamentos para manusear a nova tecnologia pode afetar a difusão dela. Entretanto, o autor ressalta que, à medida que a empresa evolui, a força de trabalho adquire um repositório de conhecimento sobre o uso da tecnologia pela experiência, através das mudanças de procedimentos

operacionais, e no caso da tecnologia de informação, em sua crescente aplicação dos *softwares* e base de dados.

Moreira e Queiroz (2007, p. 47-49) enfatizam que a capacidade tecnológica significa obter capacidade de inovar, por intermédio principalmente do domínio das tecnologias em uso. É o estágio prévio e necessário para a ocorrência da inovação. Mesmo para a compra ou o licenciamento de tecnologia externa, ela é fundamental para sua efetiva absorção. A expressão “aprendizagem tecnológica” refere-se aos vários processos pelos quais o conhecimento é adquirido por indivíduos e convertido para o nível organizacional. Existem várias formas práticas de aprendizagem e capacitação. Entre elas, destaca-se o “aprender ao operar” (*learning by operating*). Ou seja, o aprendizado ocorreria à medida que houvesse um processo de realimentação sobre as atividades de produção realizadas. Porém, esse tipo de aprendizagem é automático e passivo, o que o torna insuficiente para a real capacitação. É preciso buscar outras formas de aprendizado como a seguir:

- Aprender ao mudar: refere-se ao aprendizado que ocorre quando uma empresa tenta mudar as características operacionais de forma sistêmica. Nesse processo, a aprendizagem resulta em maior compreensão do tipo específico de tecnologia.
- Aprender pela análise do desempenho: exige a formalização de mecanismo para gerar, registrar, analisar e interpretar as informações oriundas do processo de produção.
- Aprender ao treinar: é uma forma comumente utilizada pelas empresas ao importar equipamentos. No caso de empresas que obtêm o licenciamento de tecnologias estrangeiras, o aspecto do treinamento deve ser enfatizado com a exigência de cursos formais de capacitação.
- Aprender por contratação: a contratação de profissionais especializados representa uma forma eficaz de aprendizagem.
- Aprender por busca: esse é o processo conhecido como transferência de tecnologia. Consiste em uma transação (compra ou venda) dos conhecimentos necessários à produção de bens e serviços (tecnologia) de uma maneira desagregada e de forma a permitir a absorção, adaptação e aprimoramento desses conhecimentos, com elevado grau de autonomia.

A acumulação dessas competências é condição necessária para a mudança em processos, produtos e equipamentos, especialmente em longo prazo. Dougherty (2008, p. 426) ressalta a

importância do conhecimento adquirido pela prática do trabalho profissional. A autora aponta que quando o trabalho é definido como prática profissional, no desenrolar da função, e com o tempo, a sabedoria adquirida na prática facilita o processo de aprendizagem. Mudanças ocorrem com o conhecimento e habilidades acumulados pela prática, e a habilidade cresce em equipe. As pessoas têm responsabilidades pela prática, por fazer certo, e por contribuir, efetivamente, com seu conhecimento próprio.

De acordo com Moreira e Queiroz (2007, p. 166), inovações organizacionais criam uma demanda por novas habilidades em três grandes domínios: o maior uso de habilidades em solução de problemas; habilidades de fazer parte de grupo, ou seja, a habilidade de colaborar operacionalmente em busca de um objetivo comum; e a habilidade de comunicar-se efetivamente com clientes. As empresas associadas às práticas tradicionais de organização definem, de forma mais rigorosa, os trabalhos; existem linhas demarcatórias claras, separando direito e deveres de funcionários e supervisores; o poder de decisão é guardado pelos níveis hierárquicos superiores; a informação flui por meio de canais formais de comunicação. Já, as organizações inovadoras estimulam maior cooperação entre a gerência e os trabalhadores no local de trabalho, promovem maior flexibilidade na organização do trabalho e submetem mais a tomada de decisão e as informações da gerência aos trabalhadores.

Outro aspecto relevante a considerar-se em inovação organizacional é o impacto de inovações radicais. Segundo Hage (1999, p. 613), talvez, o mais interessante e inexplorado, pelo menos em sociologia, é o impacto de inovações radicais e suas consequências para a mudança institucional. As *joint ventures* e os consórcios de pesquisas são, talvez, a maior ilustração dramática, mas, não é a única: o desenvolvimento de computadores e companhias de *softwares* e a criação de departamentos de ciência da computação, a resultante explosão de setores de serviços que surgiram — reparo e manutenção, treinamento. Uma das razões pela qual as economias avançadas são realmente economias de serviços é a proliferação de serviços relativos a todas as inovações de produtos e processos que foram introduzidas.

Moreira e Queiroz (2007, p. 79) enfatizam que as empresas que inovam buscam manter uma estrutura organizacional com poucos níveis hierárquicos e organizam o trabalho em torno de equipes de projetos, o que facilita a coordenação, a comunicação e a cooperação ente seus membros. As equipes fazem uso de uma abordagem de aprendizagem. Clark (1985, p. 250) aponta que a inovação tem uma rica influência na competitividade. Além disso, está claro que

a inovação requer diferente perfil gerencial em diferentes contextos.

2.4.5 Inovações em marketing

De acordo com o Manual de Oslo (2005, p. 49-50), uma inovação em marketing é a implementação de um novo método de marketing, envolvendo significantes mudanças no *design* do produto ou embalagem, canal de vendas, promoção ou apreçamento do produto. Inovações em marketing são direcionadas a atender melhor as necessidades dos clientes, abrir novos mercados, ou novo posicionamento do produto no mercado, com o objetivo de aumentar as vendas. As significantes mudanças no *design* do produto referem-se a mudanças na forma e aparência do produto, que não alteram a funcionalidade do produto ou suas características de uso. Incluem, também, mudanças na embalagem do produto tais quais alimentos, bebidas e detergentes, onde a embalagem é o determinante principal na aparência do produto. Novos métodos de marketing em canal de vendas envolvem primariamente a introdução de novos canais de vendas. Canais de vendas, aqui, referem-se a métodos usados para vender bens e serviços aos clientes, e não, a métodos logísticos (transporte, armazenagem e movimentação de produtos). Exemplos de inovações de marketing em canal de vendas são a introdução, pela primeira vez, dos sistemas de franquias, das vendas diretas ou licenciamento de produtos.

Segundo o Manual de Oslo (2005, p. 50-51), novos métodos de marketing em promoção envolvem o uso de novos conceitos para promover os produtos ou serviços da empresa. Por exemplo, o primeiro uso de uma mídia significamente diferente. A inovação em apreçamento envolve o uso de novas estratégias para definir preços da empresa. Exemplos são os primeiros usos de novo método para variar o preço do bem ou serviço, de acordo com a demanda ou a introdução de novo método, que permite ao cliente escolher a especificação do produto desejado pela Internet e ver o preço do produto escolhido.

Kotler (2003, p. 99) aponta que a inovação não se limita a novos produtos e serviços. Também, envolve o desenvolvimento de novos negócios e de novos processos de negócios. A Nestlé vende café nas cafeterias, mas, foi a Starbucks que imaginou uma nova maneira de vender café no varejo. A Barnes & Noble bolou um novo conceito de livraria física, mas, foi a Amazon que imaginou um sistema brilhante de vendas *on-line*. O autor ressalta que as empresas precisam buscar tanto a melhoria contínua quanto a inovação. A inovação oferece

maior potencial para desenvolver vantagens competitivas duradoras. E os processos convencionais de lançamentos de novos produtos funcionam bem, no caso de melhoria contínua, mas não são eficazes quando se trata de inovação.

Rekettye (2002, p. 47-51) aponta que a inovação incremental não requer uma mudança no comportamento de compra do consumidor, ou em seus hábitos; portanto, o *mix* de marketing permanece o mesmo — exceto pelo fato que é mais adequado para ajustar a demanda do consumidor. Entretanto, os lançamentos de novos produtos revolucionários geralmente requerem inovação em marketing para ter sucesso no mercado. O sistema de distribuição fornece um bom exemplo ilustrativo de inovação em marketing, onde há a necessidade desenvolver novas maneiras de distribuir o produto novo.

Segundo Moreira e Queiroz (2007, p. 212), quanto mais presentes em um setor forem as inovações incrementais, mais tradicional a abordagem de marketing deve ser. No outro extremo, quanto mais as empresas lidarem com inovações radicais em seus produtos, mais as ferramentas de marketing devem ser adaptadas a essas condições. O Quadro 4 mostra algumas implicações para a administração de marketing, envolvendo os dois tipos de inovação. No caso de inovações incrementais, utilizam-se ferramentas de marketing tradicional, ao passo que, quando as inovações são radicais, ferramentas de marketing de inovação e tecnologia são mais adequadas.

Quadro 4 - Marketing e os tipos de inovação

Inovações	Radicais	Incrementais
Interação Marketing e P&D	P&D conduz	Marketing conduz
Tipo de pesquisa de marketing	Usuários pioneiros; observação etnográfica	Levantamentos, grupos focais
Papel da propaganda	Demanda primária; educação de clientes	Demanda seletiva; construção de imagens
Preço	Pode ser <i>premium</i>	Tende a ser mais competitivo

FONTE: Moreira e Queiroz (2007, p. 212)

Segundo Rekettye (2002, p. 54), o processo do ciclo de inovação em marketing tem muitas similaridades com o processo de inovação de bens tangíveis:

- Começa com uma ideia ou invenção de um novo, conceito descontínuo de marketing. O desenvolvimento desse conceito pode ir a diferentes direções e pode aparecer de

diferentes formas.

- Após um tempo, uma dessas formas torna-se dominante. Muitas empresas começam a implementar o mesmo conceito de marketing, envolvendo os mesmos elementos de *mix* de marketing e usando-os de formas similares.
- Quando a forma dominante de marketing aparece, a intenção da empresa é focada em “tecnologia” e em “processo” desse conceito dominante de marketing. A atividade de marketing é, também, exposta à economia de escala. O aumento de eficiência da tecnologia de marketing requer padronização, melhoramento nos processos de criação e no uso dos meios de marketing. As inovações em “tecnologia de marketing” são fortemente conectadas com a forma dominante de marketing. Como no caso de produtos tangíveis, a forma dominante de marketing e a tecnologia tornar-se-ão interdependentes.
- No terceiro estágio, desenvolvimentos adicionais são características do ciclo de inovação em marketing; e esse melhoramento incremental pode ser direcionado ao conceito, por si só, assim como à sua tecnologia.

Becheikh *et al* (2006, p. 656) enfatizam que uma boa estratégia de marketing contribui para o sucesso comercial e para o desenvolvimento de novos produtos e processos; portanto, encorajando as empresas a serem mais inovadoras. Segundo Hurley e Hult (1998, p.52), orientação de marketing e de aprendizagem são antecedentes para inovação. Matthing *et al* (2004, p. 479) também compartilham da ideia, enfatizando que o desenvolvimento de novos serviços tem apoio na complexa tarefa de entender e antecipar as necessidades latentes dos clientes.

A orientação de marketing também é apontada por Flint *et al* (1997, p. 165): os autores enfatizam que os fornecedores têm diversas opções para lidar com as mudanças de necessidades dos clientes. Uma envolve atenção para prever o que o cliente quer, analisando as tendências macroambientais. Outra é criar cenários potenciais futuros baseados na interpretação do macroambiente e o mercado em si, ou seja, inovação competitiva, mercados emergentes, forças esperadas para mudarem as necessidades dos clientes. Terceira: os negócios têm sido encorajados a criarem sistemas de operações que possam responder às mudanças mais rapidamente que a concorrência: respostas rápidas de novos serviços logísticos e componentes de customização de massas refletem essa abordagem.

Outro aspecto relevante a ser considerado, em inovação em marketing, é a importância da

TIC, nesse processo. De acordo com Vilaseca-Requena *et al* (2007, p. 282-283), a TIC é um elemento que melhora a integração de diferentes agentes envolvidos no trabalho do processo de inovação, habilitando suas cooperações e a comunicação, de tal maneira que várias barreiras à inovação são eliminadas. Como uma fonte de informação, a TIC, além do estabelecimento de relacionamento, ajuda a identificar e determinar o grau de atratividade de possíveis estratégias dos parceiros. Também, como um canal de comunicação, a TIC são os caminhos pelos quais a empresa ajusta a comunicação com seus parceiros cooperativos, através da transmissão — ou mesmo, criação — de conhecimento, e quebra de barreiras de tempo, espaço e economia que limitam a efetividade e a eficácia do processo de inovação.

2.4.6 Inovações em serviços logísticos e em logística

Uma inovação não necessita ser nova para o mundo: ela deve ser nova aos olhos do observador. Portanto, inovação em logística é qualquer serviço logístico, desde o básico até o complexo, que é visto como novo e útil para um particular foco de audiência. Essa audiência pode ser interna, onde a inovação melhora a eficiência operacional, ou externa, onde a inovação serve melhor os clientes. Para o cliente, serviço novo e mais prestativo é inovação. Um caso extremo de inovação em serviços logísticos seria um serviço que é novo para o mundo, isto é, nenhum fornecedor ofereceu tal serviço antes. Por exemplo, a mudança inicial no transporte marítimo, com o surgimento do contêiner, foi uma inovação que resultou em larga mudança no setor de transporte. Similarmente, a identificação por rádio frequência tem potencial para mudança radical nos serviços logísticos. Tais inovações podem ser consideradas como inovações radicais. No outro extremo, seriam inovações incrementais, como uma mudança em projeto de embalagem ou implementação de novo sistema de gerenciamento de armazenagem (FLINT *et al*, 2005, p. 115).

Segundo Daugherty *et al* (2011, p. 26), inovação em serviços logísticos refere-se ao novo, à ideia útil, ao procedimento, ou à prática em operações logísticas, que é diferente da prática atual da empresa. Obtê-la é desafiador, entretanto, se conseguir, o potencial de ganhos pode ser significativo. Os autores apontam que a inovação é imperativa para empresas de logísticas servirem o mercado na economia contemporânea. A inovação é crítica para o sucesso de várias organizações, incluindo fornecedores de serviços logísticos. O mesmo é verdadeiro para empresas que vendem produtos: elas podem ganhar vantagem competitiva ao focar em inovações de serviços logísticos. Inovar em serviços logísticos pode ajudar a construir forte

relacionamento com clientes, gerar barreira à concorrência e aumentar a fidelidade do cliente. Embora, a inovação em serviços logísticos possa ser crítica para a organização, pouco se sabe como a inovação logística ocorre.

Os autores Flint *et al* (2005), ao pesquisar sobre o tema, propuseram um modelo, representado na Ilustração 9, de processo de inovação logística; entretanto, não tiveram a intenção de explicar completamente a inovação em logística.

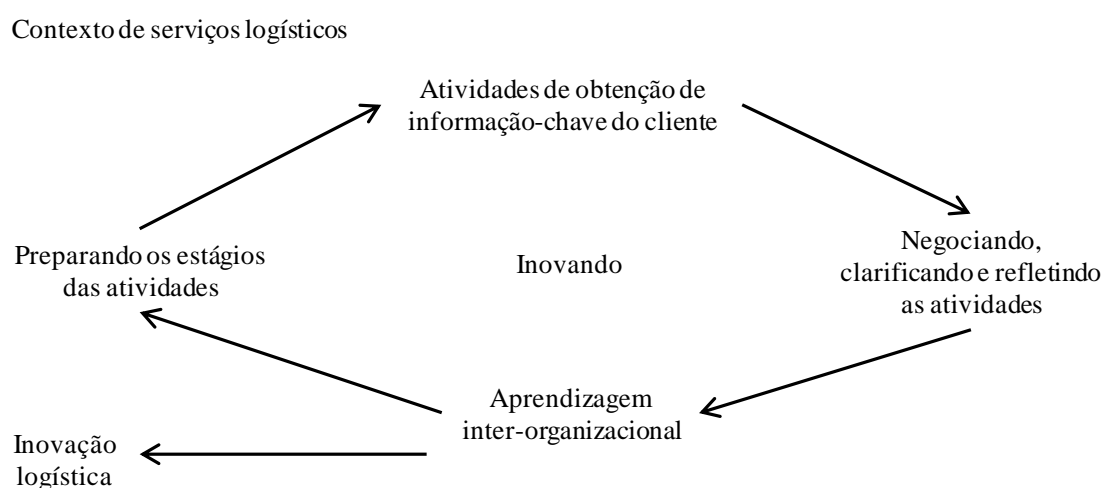


Ilustração 9 - Modelo de processo de inovação logística

FONTE: traduzido de Flint *et al* (2005, p. 127)

De acordo com Flint *et al* (2005, p. 127-136), no modelo proposto, o processo de inovação logística inicia-se com a criação e modificação de ambiente organizacional e treinamento das pessoas para capacitá-las a interagir com o cliente, ouvi-lo e facilitar a ocorrência de inovação. Envolve: treinamento de gestores para conduzir entrevistas, pesquisar e analisar dados, aquisição de recursos tais como sistemas de computadores para análise de dados dos clientes etc. Essa etapa do processo foi chamada pelos autores de “preparando os estágios da atividade”. Outro aspecto de preparar os estágios da atividade pode envolver reestruturação organizacional.

O estágio seguinte, eles chamaram de “atividades de obtenção de informação-chave do cliente”, ou seja, o engajamento direto com clientes focados em buscas de informações relevantes, de necessidades, que poderiam ser resolvidas através de inovação. Esse engajamento pode ocorrer de diversas formas entre o cliente e o Fornecedor de Serviços

Logísticos (FSL) como representados no Quadro 5.

Quadro 5 - Exemplos representativos de atividades de obtenção de informação-chave encontrados no estudo

Atividade (direta)	O que foi feito
Grupos de clientes	Cliente presente ao FSL Cliente ouvindo o FSL Painel cliente e FSL
Entrevistas formais	Um gerente do FSL conduz a entrevista enquanto outro gerente do FSL toma nota
Retirada do cliente	Vários dias fora explorando objetivos estratégicos e processos, informalmente
Reuniões estrategicamente juntas	Reuniões formais com objetivos de alinhar planos estratégicos do cliente e de FSL
Usar conhecimento externo	Usar consultores e ou universidades para conduzir pesquisas qualitativa e quantitativa
Atividade (indireta)	O que foi feito
Ler revistas de negócios	Procurar mudanças de mercado
Participar de conferências do setor	Discutir potenciais mudanças com outros atores do setor
Analisar arquivos de clientes	Procurar mudanças, necessidades e oportunidades
Analisar métricas de desempenho	Procurar oportunidade de inovação com foco no cliente
Monitorar mudanças tecnológicas	Contemplar como mudanças tecnológicas impactarão nos negócios do cliente ou na habilidade do FSL fornecer valor agregado ao cliente
Monitorar mudanças da concorrência	Contemplar a extensão na qual a concorrência oferece melhor serviço às necessidades dos clientes e sugere uma mudança nos valores ao cliente
Compilar o todo	Juntar todas as informações-chave com potencial de mudanças nos valores ao cliente e oportunidades de inovação

FONTE: traduzido de Flint *et al* (2005, p. 133)

De acordo com os autores, a informação sobre valores logísticos desejados pelos clientes é continuamente interpretada, clarificada e negociada com as organizações provedoras de serviços logísticos, sugerindo um conceito socialmente reflexivo de ser inovador e mais fluído. Eles chamaram essa etapa de “negociando, clarificando e refletindo as atividades”. A inovação em serviços logísticos envolve mais que simplesmente criar um ambiente para ouvir o cliente: há necessidade de esforço interno para interpretar a voz do cliente, clarificar continuamente o que é ouvido, trocando ideias para obter o real significado da informação. Em muitos casos, gerentes de diferentes funções obtêm diferentes interpretações dos mesmos dados (FLINT *et al*, 2005, p. 134).

E finalmente, os autores concluem que esse processo contribui para a aprendizagem organizacional e geração de inovação logística. Portanto, eles denominaram essa etapa de “aprendizagem inter-organizacional”, que refere-se aos novos *insights* e entendimentos que emergem juntamente com os gestores dos fornecedores de serviços logísticos e as organizações de clientes. Esses *insights* sobre oportunidades do setor, avanços tecnológicos e possibilidades de melhorias de processos emergem, em parte, porque um adequado estágio foi providenciado para ocorrer a aprendizagem. Segundo Flint *et al* (2005, p. 130), a revisão da literatura sugere que a inovação pode ser direcionada sobre aspectos tecnológicos ou com foco no cliente. Os autores consideraram em suas pesquisas o foco no cliente.

A contribuição do relacionamento dos atores da rede de suprimentos à geração de inovação é objeto de pesquisa, também, de Roy *et al* (2004). Os autores propõem um modelo no qual a geração de inovação na rede de suprimentos, ambas, radical e incremental, é a consequência da interação entre compradores e vendedores, conforme representado na Ilustração 10.

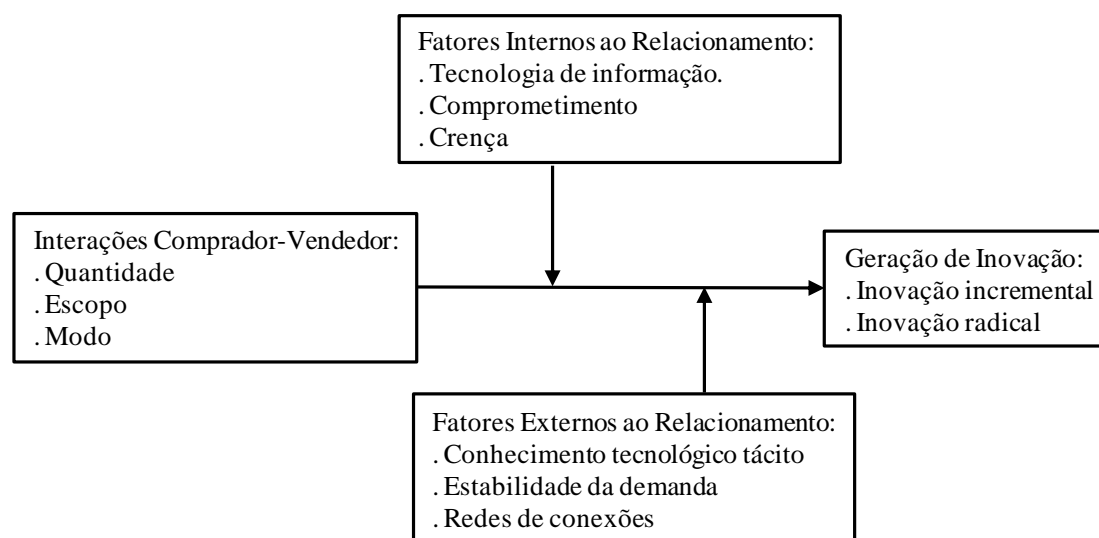


Ilustração 10 - Modelo de geração de inovação no relacionamento da rede de suprimentos

FONTE: traduzido de Roy *et al* (2004, p.64).

Quando Flint *et al* (2005) propuseram seu modelo de processo de inovação em logística e ressaltaram que seus estudos foram limitados a uma pequena amostra, nas entrevistas e observações. Embora elas tenham ajudado a desenvolver o modelo, os autores apontaram que mais pesquisas seriam necessárias para refinar o modelo.

Novas pesquisas foram conduzidas por Flint *et al* (2008), onde os autores ampliaram a amostra, e fizeram profunda revisão bibliográfica. Segundo Flint *et al* (2008, p. 271), a primeira observação foi que o modelo originalmente proposto foi confirmado. Especificamente, a extensão na qual a empresa prepara os estágios para capturar e analisar dados dos clientes contribui para aumentar a coleção de dados e análises dos clientes. Similarmente, quanto maior a extensão de analisar dados dos clientes, maior a extensão na qual a firma engajar-se-á na discussão sobre clientes. E quanto maior a firma engaja-se nessas discussões, maior a aprendizagem do gerenciamento logístico. Finalmente, quanto maior o processo de aprendizagem, maior a extensão da gestão de inovação.

Embora o modelo tenha sido confirmado, Flint *et al* (2008, p. 274) ressaltam a necessidade de mais pesquisas para continuar expandindo o conhecimento em inovação, no contexto de serviços logísticos. Especificamente, pesquisas para saber mais sobre a melhor maneira de obter dados de mudanças em serviços logísticos e rede de suprimentos, tais como relevantes mudanças tecnológicas e mudanças organizacionais nas empresas fornecedoras de serviços logísticos.

Chapman *et al* (2003, p. 640) também ressaltam a importância das mudanças tecnológicas no processo de inovação em serviços logísticos. Os autores apontam que o avanço da tecnologia de informação e seu criativo uso em negócios tem sido de grande valia ao comércio. Para melhorar sua posição no mercado, muitas empresas de logística terão que se ajustar à era da informação: a correta implementação de sistemas de TIC pode ser uma significativa fonte de vantagem competitiva para a organização.

Segundo Grawe (2009, p. 373), a inovação no contexto de logística não tem apenas beneficiado atores no campo da logística — impactaram, também, em marketing, vendas, finanças, e mesmo no consumidor final. Contêineres, *cross-docking*, troca eletrônica de dados, sistemas de radiofrequência, tecnologia de controles de temperaturas são apenas alguns exemplos de como a inovação em logística tem impactado o modo das empresas fazerem negócios. Muitas inovações em logística não são visíveis para a grande comunidade de negócios. Maior entendimento de tais inovações e seus impactos podem ajudar empresas a estabelecer processos direcionados a gerar inovações logísticas.

Grawe (2009, p. 364) propõe um modelo de inovação em logística, como vimos na Ilustração

1, e que serviu, também, de apoio à esta tese. O modelo proposto pelo autor é um modelo específico para inovação em logística. Ele ressalta que os pesquisadores que estudam inovação em logística devem considerar e testar uma variedade de teorias para ajudar a explicar e entender inovação no contexto da logística. De acordo com Grawe (2009, p. 364-370), no modelo proposto, a inovação logística é impactada por fatores ambientais e organizacionais.

Fatores ambientais: (1) organização da mão-de-obra: segundo o autor, a mão-de-obra, fortemente organizada e com muitos poderes, afeta, negativamente, a inovação logística; (2) a concorrência é um fator que afeta positivamente a inovação logística, devido à necessidade de superar a concorrência; a falta de forças competitivas limita a necessidade da empresa em buscar processos ou serviços inovadores; (3) a escassez de capital (economia) afeta, positivamente, ou seja, a falta crônica de capital fornece um incentivo à inovação logística; a inabilidade das empresas para acessar capital força-as a tornarem-se criativas em como usar recursos, liderando-as a inovar em seus processos logísticos e oferta de serviços.

Fatores organizacionais: segundo o autor, a rede de relacionamento afeta, positivamente, a difusão do conhecimento e a obtenção de novas tecnologias, que contribuirão para a inovação logística. Da mesma forma, os recursos gerenciais e financeiros alocados internamente contribuem, positivamente, para a inovação logística.

O impacto do conhecimento em inovação tem sido estudado por vários pesquisadores. De acordo com Chapman *et al* (2003, p. 636), o conhecimento de seus funcionários é o maior capital de uma empresa. Os autores ressaltam, também, que tecnologia e capacidades são manifestações de conhecimentos e que o gerenciamento do conhecimento dentro da organização e no relacionamento inter-organizacional é a chave para desenvolver novas ideias.

2.4.7 Inovação tecnológica e sua trajetória

As inovações tecnológicas dizem respeito a produtos, serviços e tecnologias do processo de produção. Relacionam-se às atividades operacionais e podem referir-se tanto aos produtos como ao processo de produção. O termo tecnologia deriva do grego *techne* (artefato) e *logos* (pensamento, razão), significando, então, o conhecimento sistemático transformado ou

manifestado em ferramentas. Portanto, a tecnologia são ferramentas ou sistemas de ferramentas pelas quais transformamos partes de nosso ambiente, derivadas do conhecimento humano para serem usadas para propósito humano. A inovação tecnológica é uma parte significativa da função de renovação das organizações sociais (MOREIRA; QUEIROZ, 2007, p. 10). Para Suarez (2004, p. 272), a tecnologia é um conglomerado de conhecimentos, alguns dos quais estão inseridos em componentes físicos e equipamentos.

Segundo Sagar e Zwaan (2006, p. 2.601), no setor de energia, a inovação tecnológica é fundamental para proporcionar energia limpa e econômica, mais eficiente com concomitantes benefícios econômicos e ambientais. O desenvolvimento de novas e melhores tecnologias energéticas tem sido, e continuará sendo, relevante para a transição em direção da produção e consumo de energia de forma mais eficiente e limpa. Hillman e Sandén (2008, p. 1.280) ressaltam que alguns problemas ambientais, em particular a mudança climática, não podem ser resolvidos através de mudanças incrementais na tecnologia atual, mas, requerem mudanças radicais de sistemas tecnológicos, tais como sistemas de energia e transporte.

Clark e Wheelright (1993, p. 91-93) apontam que a tecnologia é crítica para a vantagem competitiva da empresa. Nesse contexto, a tecnologia precisa incluir o *know-how* que a firma necessita para criar, produzir, vender e distribuir seus produtos aos clientes. Enquanto alguns desses conhecimentos podem ser baseados em anos de experiências práticas, alguns podem ser derivados de pesquisas científicas. Tal conhecimento é *know-how* — um profundo entendimento de como os produtos ou processos funcionam. O que importa para a competição é a capacidade tecnológica da empresa — sua habilidade para usar seu *know-how* para alcançar resultados específicos em seus produtos e processos. A capacidade tecnológica pode ser desenvolvida internamente através de investimento em pessoas, equipamentos, facilidades, e metodologias, ou através de desenvolvimento de projetos avançados. Mas, a tecnologia pode ser, também, adquirida fora da empresa através de pesquisa em universidade, junção de empresas, licenciamento, e compra de tecnologia.

Taminiau (2006, p. 249) aponta que os regimes tecnológicos contêm trajetórias naturais, as quais têm seus próprios dinamismos e ótimo ponto de desenvolvimento tecnológico. Pavitt (1984, p. 343) descreveu e explicou a caracterização da origem da tecnologia, ou seja, sua trajetória tecnológica, classificando-a em três categorias baseadas nas empresas:

- a) baseadas em fornecedores: empresas com tecnologias baseadas em fornecedores fazem, apenas, pequenas contribuições em seus processos ou produtos tecnológicos. A maioria das inovações vem dos fornecedores de equipamentos e materiais; e as trajetórias tecnológicas são definidas em termos de redução de custos. Portanto, nos setores de empresas com tecnologias baseadas em fornecedores, espera-se uma alta proporção relativa de inovações de processos usados em processos produzidos por outros setores. Essas empresas podem ser encontradas, principalmente, nos setores tradicionais de manufaturas, na agricultura, construção civil, pequenas empresas informais, e no setor de serviços.
- b) intensivas em produção: nesta categoria, empresas inovadoras produzem uma alta proporção relativa de seus processos tecnológicos próprios, nos quais elas utilizam suas próprias fontes de inovações. Essas empresas são, também, relativamente grandes, têm alto nível de diversificação vertical tecnológica em equipamentos relativos a seus próprios processos tecnológicos, e fazem grandes contribuições relativas a todas as inovações produzidas em seus setores principais de atividades. São encontradas nos setores de produtos alimentares, manufatura de metal, construção de navios, veículos a motor, vidro e cimento.
- c) baseadas em ciência: as empresas baseadas em ciência são encontradas, principalmente, nos setores de química e elétrico-eletrônica. Em ambas as empresas, a maior fonte das tecnologias é proveniente de suas atividades de P&D, baseadas, também, no rápido desenvolvimento científico de universidades e outros órgãos. Essas empresas protegem suas inovações através de patentes, conhecimento específico da tecnologia e habilidade específica.

A tipologia de padrão setorial de mudança técnica: baseadas em fornecedores, intensivas em produção e baseadas em ciência, descrita por Pavitt (1984), foi ampliada por Pavitt (1990) para quatro tipos: baseadas em ciência, intensivas em produção, intensivas em informação e fornecedores especializados. Pavitt (1990, p. 20) sintetiza as características desses quatro tipos de trajetórias tecnológicas conforme representado no Quadro 6.

Quadro 6 - Trajetória tecnológicas básicas

	Baseadas em ciência	Intensivas em produção	Intensivas em informação	Fornecedores especializados
Fonte de tecnologia	P&D Laboratório	Produção Engenharia e fornecedores especializados	<i>Software</i> Departamento de sistemas Fornecedores especializados	Firmas pequenas <i>Design</i> Usuários de larga escala
Trajetória	Sinergia Produtos novos Engenharia	Produção eficiente e complexa Produtos relativos	Processamento de informação eficiente e complexa Produtos relativos	Melhoramento nos produtores de bens especializados (Confiabilidade e desempenho)
Grupos típicos de produtos	Eletrônicos Químicos	Materiais básicos Bens de consumo duráveis	Serviços financeiros Serviços Varejo	Maquinaria Instrumentos Químicos especiais <i>Software</i>
Problemas estratégicos para gerenciamento	Ativos complementares Integração (sinergia) Patentes	Patentes e confidencialidade Fusão com mudança rápida de tecnologia Difusão da tecnologia nas divisões Exploração das oportunidades do produto	Patentes e confidencialidade Fusão com mudança rápida de tecnologia Difusão da tecnologia nas divisões Exploração das oportunidades do produto	Encontrar oportunidade tecnológica com os usuários Absorver experiência dos usuários Encontrar nichos de novos produtos ou produtos estáveis

FONTE: traduzido de Pavitt (1990, p. 20)

Jong e Vermeulen (2003, p. 846) argumentaram que inovações em serviços são frequentemente não tecnológicas, e isso está, ainda, no centro de muita análise e debate. Está claro que a inovação em serviço é possível sem a inovação tecnológica. Entretanto, na prática, há grande relacionamento entre tecnologia e inovação em serviços. Exemplos de inovações com fortes componentes tecnológicos incluem sistemas de monitoramento e acompanhamento, possibilitando aos fornecedores de serviços de transportes monitorarem o progresso de suas frotas e gerenciarem seus serviços de transporte mais proximamente. Meyers e Tucker (1989, p. 74) enfatizam que a inovação tecnológica pode ser baseada em tecnologias familiares ao mercado (inovação incremental), ou não familiares ao mercado (inovação radical).

Barras (1986, p. 161) ressalta que há um consenso de que a nova revolução tecnológica será baseada na emergente tecnologia de informação; o que não tem sido bem reconhecido é que o setor chave que adotará essa revolução é o setor de serviços, mais que o setor de manufatura o qual tem dominado as revoluções tecnológicas anteriores. E no setor de serviços a logística é

um grande usuário da tecnologia de informação. An *et al* (2011, p. 3.769) apontam que nas últimas duas décadas, a tecnologia de informação tem melhorado e tem se tornado a maior força direcionadora de inovação na rede de suprimentos. Krishnan e Ulrich (2001, p. 15) compactuam que o desenvolvimento das novas tecnologias de informação está revolucionando o comércio e o desenvolvimento do produto.

Embora a oportunidade de criar uma vantagem competitiva para a empresa através da logística tem inspirado pesquisadores a considerar vários aspectos, conduzindo a altos níveis de desempenho logístico, um conceito amplo de inovação não tem sido contemplado com grandes detalhes, nos periódicos líderes em logística. A literatura não contempla com profundidade o impacto da inovação tecnológica na logística. Porém, um exemplo de inovação tecnológica contemplada é o uso de contêineres no transporte marítimo. O contêiner permite à empresa reduzir os custos de transportes associados à importação e à exportação, Entretanto, esse é apenas um exemplo de inovação tecnológica usada para melhorar operações logísticas. Com o passar do tempo, o setor de logística tem presenciado vários exemplos de inovação tecnológica, desde o motor a vapor, contêineres, troca de dados eletrônicos (EDI), *cross-docking*, identificação por radiofrequências e muitas outras inovações (GRAWE, 2009, p. 361).

De acordo com Hertog (2000, p. 498) e Chapman *et al* (2003, p. 641), para melhorar seu desempenho no mercado, muitas empresas de logística terão de acompanhar a era da informação. Tem sido argumentado e geralmente bem aceito, que a correta implementação da TIC pode ser uma fonte significativa de vantagem competitiva para a empresa. Isso é particularmente verdadeiro para o setor de logística, devido à sua dependência de informação para eficiência operacional. A TIC, em logística, refere-se a *hardware*, *software*, e projetos de redes requeridos para facilitar o processamento e troca. Os componentes relativos à logística incluem: transmissão de satélites, pedidos via Internet, troca de dados eletrônicos, sistema de código de barras, roteadores de veículos, realimentação de inventários, armazenagem automática, sistemas de buscas etc.

Roy *et al* (2004, p. 66) ressaltam, também, a importância da TIC em serviços. Os autores argumentam que a utilização de TIC por empresas compradoras e vendedoras de serviços pode ter impacto significativo em suas interações e geração de inovação. Chapman *et al* (2003, p. 642) apontam que, na França, um sistema de TIC foi desenvolvido para monitorar e

controlar o fluxo de inventário, depois de terem descoberto gargalos nos portos de embarques. Esse é um exemplo de TIC sendo usado para integrar e ligar o planejamento, implementação e controle de atividade tradicionais de inventários, tais quais o recebimento de produto, a estocagem, e o embarque. Bienstock e Royne (2010, p. 271) lembram que a importância dos sistemas de informação integrados com planejamento e controle de serviços logísticos é crítico para a organização.

A origem das maiores tecnologias novas, como a tecnologia de informação, pode ser creditada ao setor de bens de capital, onde produtos fundamentais e inovadores, como computadores, são produzidos. Porém, a transmissão da tecnologia de informação ocorreu de forma lenta, do setor de bens de capital para o setor de serviço. A literatura reconhece três principais tipos de fatores, os quais regulam a adoção ou difusão da tecnologia: o primeiro é a decisão entre preço e desempenho técnico, o qual influencia ambos os custos de investimentos e a lucratividade de adotar a nova tecnologia; o segundo é o risco envolvido no investimento; e o terceiro é a estrutura de mercado da empresa que adotará a inovação tecnológica (BARRAS, 1986, p. 162-163).

Barras (1990, p. 218) aponta que com a produção abundante e barata dos microprocessadores, suas disponibilidades e preços não são mais uma barreira para a adoção virtualmente universal. Duas outras barreiras técnicas ainda permanecem: a primeira é a qualidade, preço e velocidade de desenvolvimento de aplicações de *softwares*; mesmo com algum progresso em desenvolvimento de engenharia de *software*, isso permanece — o componente de tecnologia o qual é de maior intensidade de mão-de-obra e oferece a menor economia de escala tem se tornado também o componente no qual é mais crítico a adoção de tecnologia de informação; a segunda barreira técnica é, ainda, a escassez de infraestrutura compatível e economicamente viável de integração de redes de sistemas, fornecendo capacidade para operar com grande número de interações e ligando empresas.

Conforme Barras (1990, p. 219-234), a informação tecnológica contribuirá, sem dúvida, com a eficiência de muitas organizações. O autor ressalta que a tecnologia de informação é a força direcionadora para a transformação da manufatura para a economia de informação, na qual a mais importante *commodity* a ser produzida e consumida não são os bens de consumo, mas, sim, a informação em seu senso amplo. Como a informação torna-se mais negociável em sua forma eletrônica, aquelas atividades as quais as produzem tornar-se-ão os setores líderes da

economia, assim como o setor de bens de consumo foi no passado.

Segundo Vasconcellos *et al* (2009, p. 570-576), o sucesso da inovação tecnológica está diretamente relacionado com sua aceitação pelo mercado, e um sustentável e adequado valor adicionado à empresa. Agradar o mercado não é suficiente: se a inovação não gerar resultados adequados, os acionistas serão penalizados. Portanto, os resultados precisam ser sustentáveis. Os autores apontam que a aceitação do mercado e o resultado sustentável são influenciados por quatro variáveis:

- Competência tecnológica, como uma função técnica ou científica, e o nível de controle da empresa de tal competência — competência tecnológica são recursos (patentes, equipamentos e infraestruturas), conhecimento das pessoas e habilidades relativas à pesquisa científica, desenvolvimento e engenharia.
- O uso estratégico da competência tecnológica pela empresa, através do gerenciamento tecnológico — a velocidade da evolução tecnológica, junto com o crescimento da concorrência, torna a competência de desenvolver e gerenciar alianças tecnológicas um componente essencial de gerenciamento tecnológico.
- A resistência do mercado em adotar a inovação tecnológica — os utilitários potenciais têm boas razões para serem céticos sobre a nova tecnologia, até que eles tenham provas suficientes do desempenho de sua aplicação. Portanto, muitos preferem adotar a inovação após seu sucesso ser comprovado. Resistências surgem, também, quando há dificuldades para entender e usar a nova tecnologia. O receio de que o fornecedor da inovação não permanecerá no mercado é outro fator de resistência.
- O valor percebido da nova tecnologia pelo mercado — o nível do valor percebido da inovação tecnológica é proporcional à sua relevância em relação à satisfação das necessidades latentes dos clientes.

Kandampully (2002, p. 18) aponta que a inovação, por si só, não beneficia a empresa a não ser que manifeste valor superior no mercado direcionado pelo cliente. Dessa forma, o autor ressalta que a natureza dos negócios, hoje, demanda que as empresas interajam com seus clientes e parceiros, usando tecnologia para fornecer serviços instantâneos através de fronteiras internacionais. Assim sendo, avanços em tecnologia têm significado que o fornecimento de serviços têm se tornado o negócio imperativo no mercado competitivo contemporâneo. O avanço tecnológico tem influenciado diretamente o crescimento e a

importância dos serviços.

A interação da empresa com clientes e parceiros é relevante, no processo de inovação. Roberts (2007, p. 40) aponta que as novas ideias podem ser desenvolvidas na interação com os clientes, em função de suas necessidades potenciais ou da demanda, ou das mudanças tecnológicas. Portanto, segundo o autor, os geradores de ideias para projetos técnicos podem ser cientistas ou engenheiros, pessoas de vendas ou marketing, ou os gestores. Roberts (2007, p. 43) ressalta que de 60% a 80% das inovações tecnológicas de sucesso iniciaram em atividades de respostas às solicitações de clientes, ou seja, forças refletindo orientação de percepção das necessidades dos clientes. O mundo de inovações tem se tornado mais amplo e a integração interna-externa tem se tornado, hoje, o mais importante desafio gerencial. O desafio resultante é que, agora, as inovações têm de ser gerenciadas entre organizações (globalmente), e não mais apenas dentro delas.

De acordo com Ojanen e Chai (2009, p. 166), é necessário focar a inovação como um processo de gerenciamento de conhecimento e um processo de aprendizagem. A inovação deve ser o resultado da geração, aquisição e uso de nova tecnologia ou novas combinações de tecnologias ou outros substantivos investimentos em novos conhecimentos. A vantagem competitiva é fortemente dependente da habilidade de codificar o conhecimento tácito individual em conhecimento coletivo, para fornecer serviços com inovação.

A inovação tecnológica pode fornecer o potencial para alterar o padrão de competitividade de empresas e nações. Pode contribuir para o aumento das vendas corporativas e seus lucros, assim como contribuir para a melhora da segurança individual e nacional. Mas, seu gerenciamento é complexo, envolvendo a integração efetiva de pessoas, processos organizacionais e planejamento (Roberts, 2007, p. 52).

2.5 Síntese da fundamentação teórica

A fundamentação teórica deste estudo permitiu a obtenção de importantes informações que contribuíram para o desenvolvimento desta tese, haja vista, que tal fundamentação teórica está alinhada com o objeto deste estudo que é o impacto da inovação tecnológica nos serviços logísticos e na logística do etanol. Está alinhada, também, com o objetivo geral desta tese, que

consiste na investigação das inovações obtidas em função das mudanças tecnológicas, e quais os impactos dessas inovações tecnológicas nas estruturas das organizações envolvidas na logística do etanol. O conhecimento teórico pertinente à esta tese requer revisão da literatura clássica sobre conceitos de logística de bens e serviços logísticos (organização da logística), fatores de inovações em serviços mais especificamente inovações em logística e serviços logísticos, contemplando, principalmente, o impacto da inovação tecnológica nesse processo. Esses fatores são a linha-mestra que conectam as seções deste capítulo.

Chopra e Meindl (2006) apontam que a empresa pode definir a organização da logística, considerando seus recursos internos ou a utilização de Operadores Logísticos (OL). Eles ressaltam que, atualmente, a maior parte do transporte, armazenagem (e até sistemas logísticos inteiros) está sendo terceirizada por OL. Na Ilustração 11, mostra-se a caracterização da logística, com seus componentes principais: transporte, armazenagem, transbordo, e gestão da TIC, assim como a atuação do OL.

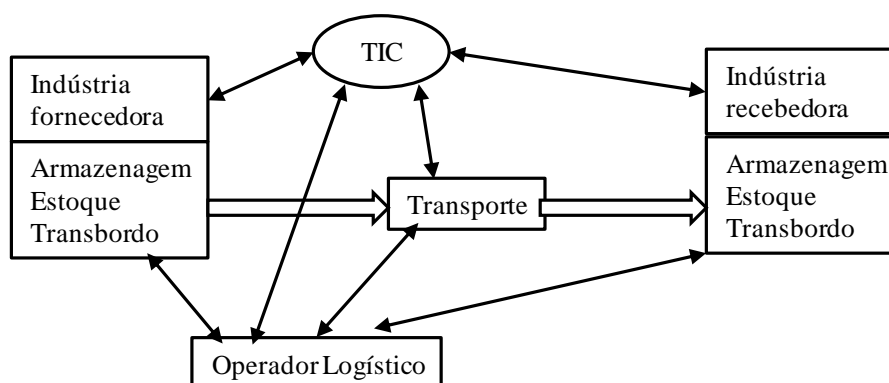


Ilustração 11 - Caracterização da logística empresarial de bens

FONTE: autor 2012

Baseado na fundamentação teórica desta seção, algumas conclusões foram obtidas e colaboraram com o refinamento da questão central da pesquisa, ou seja, como as mudanças tecnológicas contribuem com a inovação na logística do etanol, e quais mudanças organizacionais ocorrem em função dessas inovações tecnológicas. A literatura científica aponta uma carência de estudos relacionados à inovação em serviços logísticos e logística. Embora ressalte a importância da inovação e a importância da logística, o que justifica, sob o ponto de vista acadêmico, a análise deste fenômeno. O próprio modelo de inovação logística que serviu de inspiração para a questão desta pesquisa, modelo de Grawe (2009) —

representado, como vimos, na Ilustração 1, foi baseado em extensa revisão bibliográfica, e o próprio autor recomenda que o modelo seja testado empiricamente.

Outro aspecto constatado na revisão bibliográfica é a pouca referência literária sobre o impacto da tecnologia em inovação logística: menciona-se muito o impacto da TIC, porém, pouco, sobre outras tecnologias, que são, também, relevantes no processo logístico. Foi argumentado que as inovações em serviços são frequentemente não tecnológicas: isso é, ainda, o centro de muita análise e debate. Está claro que inovação em serviço é possível sem inovação tecnológica. Entretanto, na prática, há grande relacionamento entre tecnologia e inovação em serviços. O modelo de Hertog (2000) ressalta a importância da tecnologia; entretanto, esse é um modelo genérico para serviços e não específico para inovação em logística, e o próprio autor lembra a falta de modelos na literatura para compreender melhor inovação em serviços.

Constatou-se, também, na revisão bibliográfica, que, embora a inovação em logística possa ser crítica para a organização, pouco se sabe como a inovação logística ocorre. Ob tê-la é desafiador; entretanto, conseguir-se o potencial de ganhos pode ser significativo. Inovar em serviços logísticos pode ajudar a construir forte relacionamento com clientes, gerar barreira à concorrência e aumentar a fidelidade do cliente. A literatura sugere que a inovação pode ser direcionada sobre aspectos tecnológicos ou com foco no cliente; entretanto, a maioria das pesquisas considera o foco no cliente. Nesta tese, consideram-se, principalmente, os aspectos tecnológicos e seus impactos na inovação logística do etanol.

Adicionalmente, a literatura apontou a importância de focar a inovação como um processo de gerenciamento do conhecimento e um processo de aprendizagem; quanto maior o conhecimento dos funcionários que compõem a organização, maior a extensão da inovação. Portanto, embora a revisão da literatura em conceitos de logística e serviços logísticos, fatores de inovações em logística e em serviços logísticos e inovação tecnológica constituam o corpo principal de conhecimento em que embasa-se este estudo, a revisão da literatura, de forma mais ampla, englobando conceitos de serviços, mercado empresarial, gestão do conhecimento e estrutura organizacional, possibilitou relacionar aspectos relevantes que contribuíram com a pergunta de pesquisa, haja vista que a pergunta de pesquisa contempla, também, o impacto das inovações tecnológicas nas estruturas das organizações envolvidas na logística do etanol.

De acordo com a revisão da literatura, a interface no mercado empresarial ou mercado industrial (*business to business*), ou seja, o contato da empresa com a empresa cliente, constitui fonte rica de ideias inovadoras. São fundamentais para melhorar o desempenho da empresa, o desenvolvimento da capacidade (recursos humanos) e a estrutura organizacional apropriada para inovar. Pesquisas empíricas identificam que as fontes de conhecimentos, ambas, externas e internas à organização, são fontes de inovação. E novos serviços podem requerer novas formas organizacionais, capacidades e perfis interpessoais.

Na Ilustração 12, caracteriza-se como a fundamentação teórica está alinhada com os objetivos da tese.

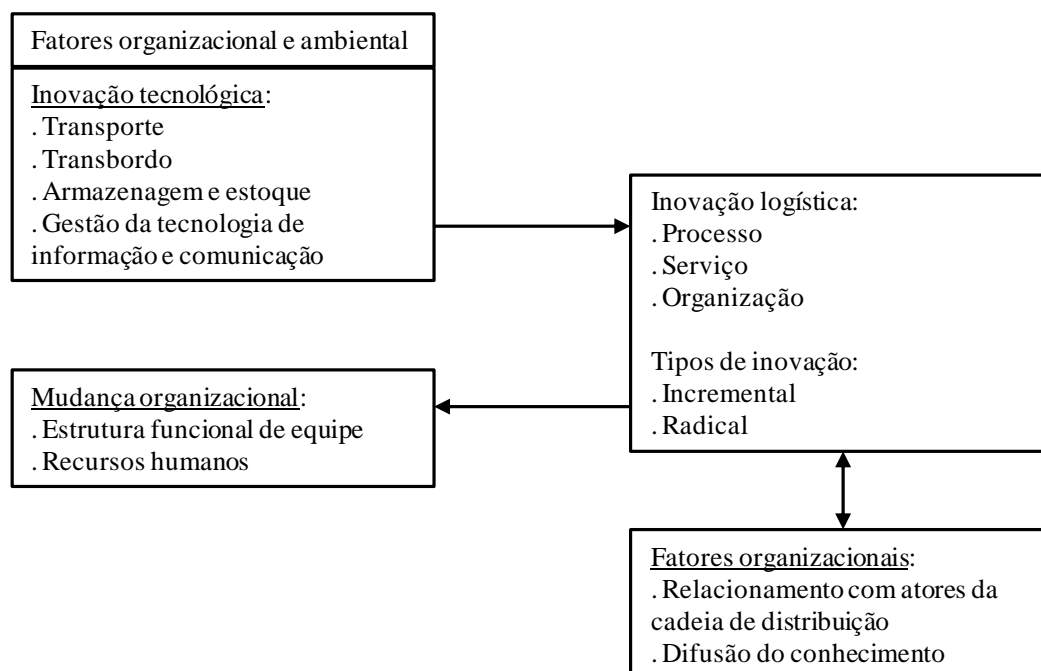


Ilustração 12 - Síntese da fundamentação teórica

FONTE: autor (2012)

Na Ilustração 12, a caracterização da inovação logística está baseada no Manual de Oslo (2005), onde é enfatizado que a inovação em logística está próxima da inovação de processo, de organização ou de serviços. Os tipos de inovação logística, incremental e radical, seguem a definição de Flint *et al* (2005, p. 115), que classificam como inovação incremental qualquer serviço logístico que é visto como novo e útil para um particular foco de audiência. Já, a inovação radical refere-se a um serviço logístico que é novo para o mundo, isto é, nenhum fornecedor ofereceu tal serviço, antes. No bloco inovação tecnológica, a logística está dividida

em transporte, transbordo, armazenagem, estoque, e gestão da tecnologia de informação e comunicação, de acordo com Ballou (2002), Chopra e Meindl (2006). O bloco de inovação tecnológica está baseado, também, nos conceitos de Pavitt (1984; 1990), Clark e Wheelright (1993) e Moreira e Queiroz (2007), com sua trajetória tecnológica e a tipologia de mudança técnica, baseadas em ciência, intensivas em produção, intensivas em informação e fornecedores especializados. O bloco mudança organizacional contempla os tópicos estrutura funcional de equipe e recursos humanos, de acordo com Clark e Wheelright (1993) e Maximiano (2008). Ressalta-se, também, a influência dos modelos de Barras (1986; 1990), Hertog (2000), Grawe (2009) na elaboração da Ilustração 12, síntese da fundamentação teórica.

Com o intuito de ampliar a contribuição a esta tese, na busca de artigos, teve-se a preocupação de reunir pesquisas que apresentaram contribuições diretamente relacionadas com a pergunta de pesquisa ou que tiveram influência no pensamento científico, e no intuito de sintetizar a pesquisa bibliográfica, este pesquisador elaborou a Ilustração 13, identificando as revisões da literatura de particulares interesses e com contribuições relevantes a esta tese.

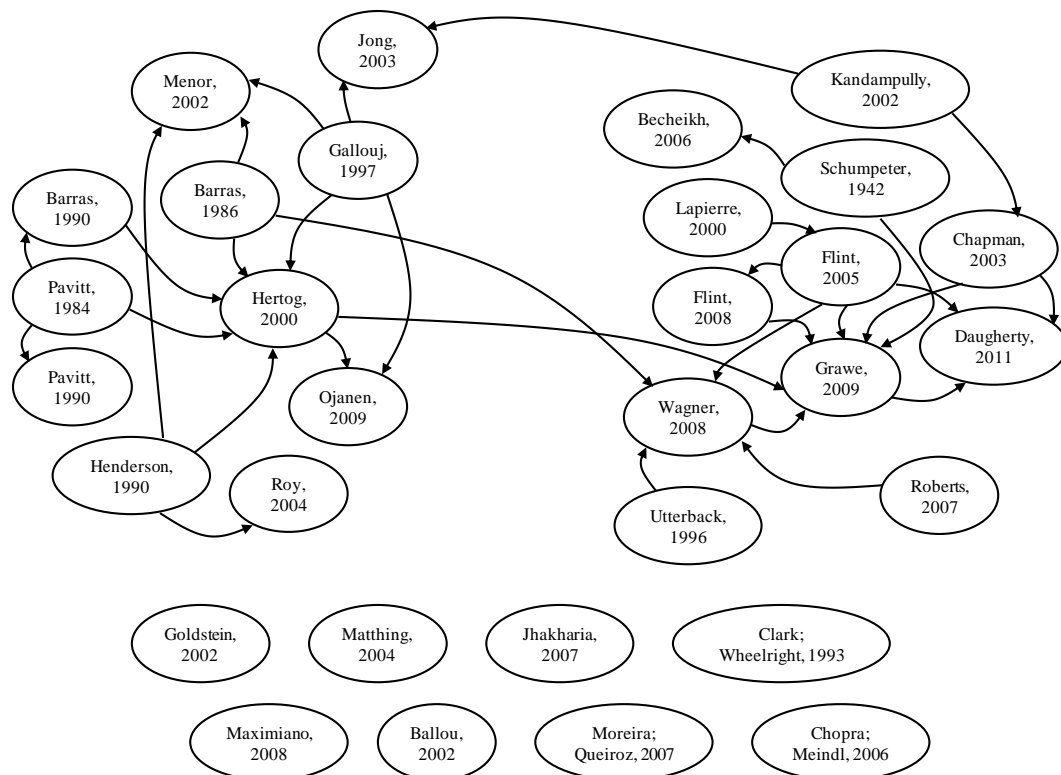


Ilustração 13 - Artigos de particulares interesses

Fonte: autor (2012)

3 A EVOLUÇÃO DO ETANOL NO BRASIL

Este capítulo tem o objetivo de apresentar a evolução do etanol no Brasil, ou seja, uma evolução histórica da produção de etanol e sua participação na matriz energética brasileira. Também, são discutidas a influência do governo brasileiro e sua contribuição no sucesso do etanol; o ciclo do açúcar e seu impacto na economia brasileira; a utilização do etanol combustível, após a emergência do motor de combustão interna como projeto dominante; o impacto do Proálcool, suas etapas e a importância do motor *flexfuel*, na consolidação do etanol, como fonte de energia de propulsão para veículos automotores, também, fazem parte deste capítulo. Por fim, evidencia-se por que a distribuição de etanol é relevante ao tema gestão de inovação em serviços logísticos.

3.1 Os primórdios da produção de etanol no Brasil

A época ou o local do início da cultura da cana-de-açúcar no mundo, não se sabe, ainda, com precisão. Para a maioria dos historiadores, isto ocorreu entre 10 e 12 mil anos atrás, e data de 3.000 a. C., o caminho percorrido da Península Malaia e Indochina até a Baía de Bengala. Foi introduzida, na China, por volta de 800 a. C., e o açúcar cru já era produzido em 400 a. C., mas, somente a partir de 700 d. C., o produto começou a ser comercializado. O primeiro processo de cana-de-açúcar, que consistia em esmagar e ferver o bastão para dar origem ao melão, foi registrado em 300 d. C., em um documento religioso hindu (SEABRA, 2008).

Componente básico da dieta humana, o açúcar é constituído de sacarose e foi introduzido no mundo ocidental pelos árabes durante a Idade Média, como especiaria de alto valor. O açúcar de cana começou a ser produzido por Portugal a partir do cultivo, em suas colônias no Atlântico, e com a ampla expansão da cultura no novo mundo tropical, transformou-se de produto de uso restrito ao consumo das elites, em mercadoria de largo valor em todo o mundo. O açúcar foi importantíssimo para a formação da economia brasileira, representando mais do que o ouro ou outro produto qualquer. O açúcar continua sendo um produto importante na economia brasileira. Tal importância, observa-se, também, em muitos outros países, onde a agroindústria foi e continua sendo um elemento central de atividade econômica (BNDES; CGEE, 2008, p. 105).

Em 1532, a cana-de-açúcar chega ao Brasil, por ordem do rei D. Manuel, e é introduzida na Capitania de São Vicente pelo governador-geral Martim Afonso de Souza, dando início ao “Ciclo do Açúcar”. Em 1600, o Brasil era o maior produtor mundial de açúcar, mas, nos séculos seguintes, houve um grande aumento da produção no Caribe, além do desenvolvimento da tecnologia de obtenção do açúcar a partir da beterraba, no século XIX, na Europa (SEABRA, 2008, p. 32). Segundo Leite *et al* (2009, p. 655), desde o tempo colonial, a cana-de-açúcar tem influenciado a economia brasileira.

No século XIX, o Brasil, que já tinha sido o maior produtor mundial de açúcar, caiu para o quinto lugar, ficando com apenas 8% da produção mundial. Os engenhos produziam o açúcar, e como produto secundário, a cachaça. Já, no século XX, com o declínio do ciclo do café, houve a retomada do cultivo da cana para produzir açúcar para o mercado interno. A produção de açúcar aumentou, e para contornar a crise provocada pela multiplicação de centros produtores de usinas com destilarias, em 1933, foi criado, no Brasil, o Instituto do Açúcar e do Alcool (IAA) (UNICA, 2011).

Além do açúcar e da cachaça, o Brasil já produzia etanol. Segundo o CGEE (2009, p. 92), as unidades processadoras de cana são classificadas em usinas (unidades produtoras de açúcar), usinas com destilarias anexas (unidades produtoras de açúcar e etanol) e destilarias autônomas (unidades produtoras de etanol). A tecnologia de produção de etanol e açúcar é muito semelhante, do ponto de vista de processos, em todas as usinas brasileiras; há variações nos tipos e qualidades dos equipamentos, controles operacionais, e principalmente, nos níveis gerenciais. Nas unidades mais bem gerenciadas, existe uma boa integração entre as áreas agrícola e industrial das usinas, o que permite otimizar toda a cadeia produtiva. Portanto, há influência da produção de açúcar na produção de etanol: ambos os produtos, no Brasil, utilizam a mesma matéria-prima, ou seja, a cana-de-açúcar.

A cultura da cana-de-açúcar é uma das culturas mais antigas do Brasil: data do século XVI, e os usineiros sempre gozaram de poder econômico e forte influência política. Por isso, e porque o setor sempre foi visto como importante fonte de divisas, o governo subvencionava-o, e desde a década de 1930, um órgão público, o IAA, cuidava das políticas públicas pró-açúcar, e fazia o papel de coordenador da produção, especialmente pelo uso de cotas de produção e de exportação. Ainda assim, o setor enfrentou diversas flutuações de preços. O

Brasil possuía duas grandes regiões produtoras: o Nordeste (nos estados de Pernambuco e Alagoas, principalmente) e o Centro-Sul (nos estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Espírito Santo, principalmente) (BARROS; MORAES, 2002).

A utilização do etanol como combustível, no Brasil, já era conhecida há quase 100 anos, desde o início do século XX. Após a emergência do motor de combustão interna como projeto dominante, o etanol passou a ser considerado como complemento ou alternativa do petróleo. Em 1903, o I Congresso Nacional sobre Aplicações Industriais do Álcool recomendou o desenvolvimento de infraestrutura para produzir etanol automotivo no Brasil. A Estação Experimental de Combustível e Minério — que mais tarde passaria a ser conhecida como Instituto Nacional de Tecnologia — foi criada, em 1920, e efetuou vários testes, com sucesso, da utilização de etanol como combustível para automóvel, chamado de álcool-motor. O objetivo inicial era a substituição da gasolina derivada do petróleo, um produto importado, e cujo preço tendia a subir. Vários pioneiros promoveram o uso do álcool-motor, usando-o como combustível em carros de corridas daquela época. Baseado nessas experiências, em 1931, o governo brasileiro implementou uma mistura compulsória de pelo menos 5% de etanol anidro na gasolina (Decreto 19.717, assinado pelo Presidente Getúlio Vargas), com o objetivo de reduzir o impacto da dependência total do combustível derivado do petróleo (BNDES; CGEE, 2008).

De acordo com Vian (2002), a partir da década de 1950, a produção de São Paulo tomou a dianteira. Em 1959, os usineiros paulistas fundaram a Cooperativa Central de Produtores de Açúcar e Álcool de São Paulo (Copersucar), que tornou-se seu agente comercial e financiador. Com a Copersucar, os usineiros passaram a controlar todas as atividades ligadas à produção de açúcar e de álcool, desde a fabricação de equipamentos até a comercialização dos produtos finais. A criação da Copersucar facilitou o financiamento e marketing no setor sucroalcooleiro, unindo os fazendeiros, usineiros e refinadores. A Ilustração 14 representa a área principal ocupada pelo plantio de cana-de-açúcar no Brasil.

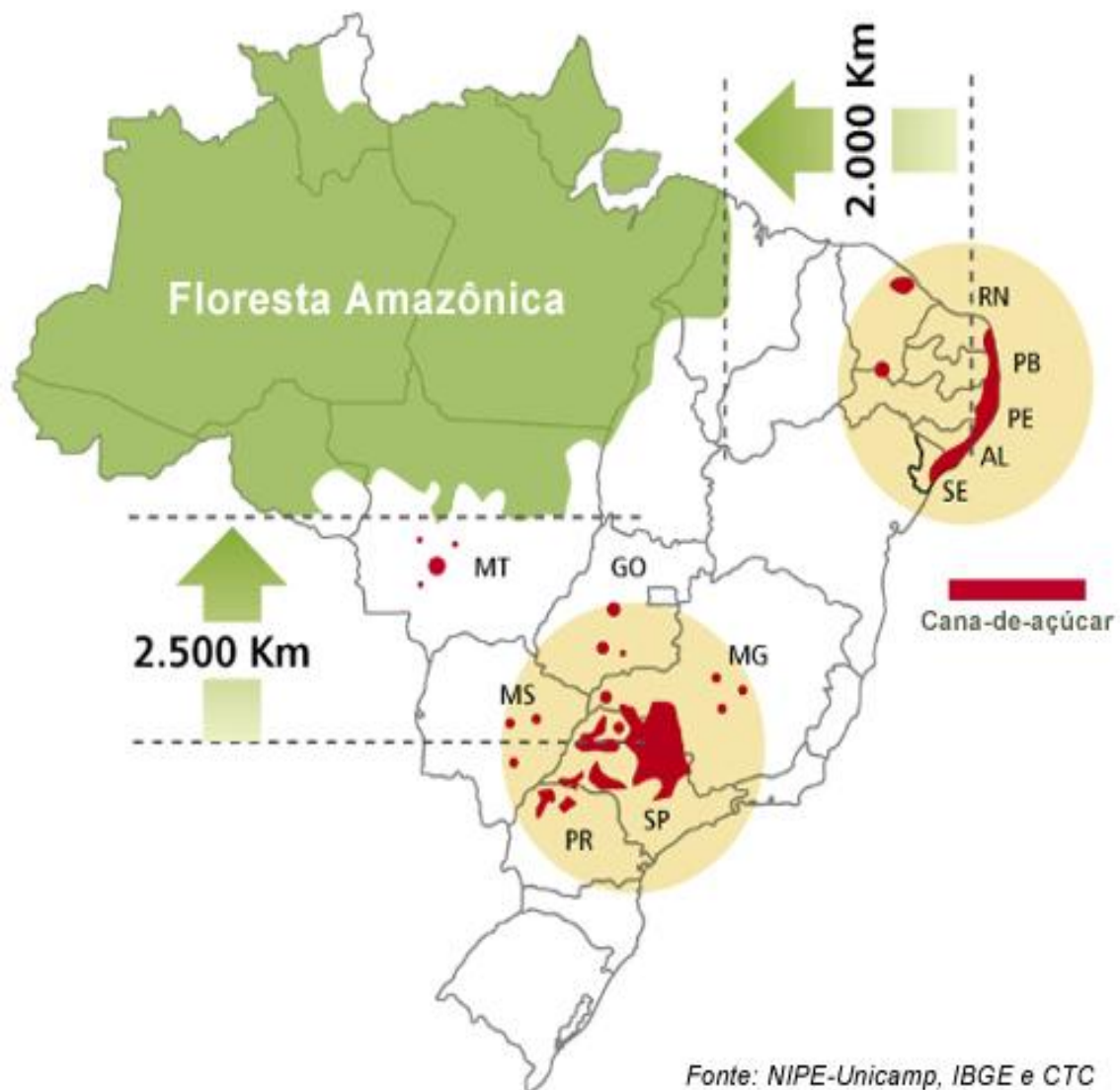


Ilustração 14 - Cana-de-açúcar no Brasil

FONTE: Dolnikoff (2008)

Já, a Ilustração 15 representa a área total ocupada por cana-de-açúcar no Brasil, com mais detalhamento.



Ilustração 15 - Cana-de-açúcar total no Brasil

FONTE: CGEE (2009)

De acordo com Marjotta-Maistro (2002), no decorrer do século XX, o setor sucroalcooleiro esteve sob forte presença da intervenção estatal. Essa intervenção foi implementada a partir da década de 1920, quando a produção de açúcar em São Paulo passou a expandir-se. Esse aumento foi acompanhado por uma redução da demanda externa, devido à crise de 1929-1930. Nesse contexto, os participantes do setor sucroalcooleiro passaram a reivindicar do governo um mecanismo que lhes garantissem um controle de preço e quantidades. Esse mecanismo veio sob a forma de um sistema de quotas de produção, consolidando a intervenção estatal no setor. Entre as décadas de 1930 e 1960, a intervenção governamental priorizou o estabelecimento de quotas de produção, tabelamento de preços e controle da comercialização. Nesse período, em 1933, como já mencionado anteriormente, tem-se a criação do IAA, para que fosse o principal órgão planejador do setor.

A produção de etanol no Brasil foi regulamentada com a criação do IAA cuja função era administrar e proporcionar o desenvolvimento do setor sucroalcooleiro, coordenando a produção de etanol e açúcar, definindo cotas de produção e preço (MARJOTTA-MAISTRO,

2002). Sob a administração do IAA, a produção de etanol cresceu. De acordo com Hira e Oliveira (2009), o número de destilarias produzindo etanol combustível saltou de 1, em 1933, para 54, em 1945. A produção de petróleo e derivados, no Brasil, não era suficiente para atender o mercado local. O abastecimento dependia de importação, e na década de 1960, a dependência energética era assunto de segurança nacional. Autonomia e segurança energética eram pré-requisitos. Hira e Oliveira (2009) ressaltam que, em 1966, uma norma governamental encoraja o uso de até 25% de etanol na gasolina; entretanto, não foi implementado. Leite (1990) enfatiza que, em 1975, já havia tecnologia, nas usinas, para a produção de etanol combustível de alta qualidade.

A influência governamental foi forte no setor sucroalcooleiro. Vian (2002) enfatiza que o primeiro dispositivo de intervenção forte foi a publicação de uma resolução do Ministério da Agricultura, criando a Comissão de Estudos sobre o Álcool Motor (CEAM), com o objetivo de estudar e incentivar a produção de álcool anidro para misturar à gasolina, com vistas à diminuição do excedente de açúcar, e para minimizar a importação de derivados de petróleo. Posteriormente, foram necessárias medidas mais abrangentes de controle que seriam implementadas com o decreto 20.401, de 15 de Setembro de 1931, através do qual adotavam-se medidas para a defesa da indústria e do comércio do açúcar.

Portanto, o etanol tem sido usado como aditivo da gasolina, no Brasil, desde a década de 1930. Sabia-se que 20% era a taxa máxima de adição de etanol que evitava alterações nos motores (LEITE, 1990, p. 655). Após um período próspero na década de 1960, ao fim do qual passou por uma modernização das usinas e realizou investimentos em pesquisa, o setor sucroalcooleiro deparou-se com superprodução e preços baixos do açúcar, no mercado internacional, no início dos anos 1970.

O etanol apresentou-se como boa alternativa aos usineiros, e também, como uma alternativa energética nacional. Até o fim dos anos 1970, a prospecção de petróleo, em solo brasileiro, esteve inteiramente a cargo de uma estatal, a Petrobras, que era uma das 50 maiores empresas do mundo. Entretanto, à época, essa atividade era muito reduzida, com o Brasil importando 80% de suas necessidades de petróleo (LEITE, 1990; HIRA; OLIVEIRA, 2009). Além da prospecção, realizada, também, em outros países, especialmente no Iraque, a Petrobras também era responsável pela importação de petróleo e detinha o monopólio do refino de derivados, os quais repassava às distribuidoras presentes no Brasil, como Exxon e Shell.

Apesar de fundada em 1950, a Petrobras só viria a estabelecer-se como uma distribuidora de combustível, em 1971, a qual rapidamente tornou-se uma das maiores.

De acordo com Barros e Moraes (2002) e Figueiredo (2006, p. 17), quando do primeiro choque do petróleo, em 1973, o Brasil experimentava um crescimento sem precedentes, chamado de “milagre brasileiro”. Sua indústria modernizava-se às custas da importação de maquinário. O balanço de pagamentos era deficitário, e sustentado por empréstimos internacionais a juros baixos. A classe média estava em plena expansão; as cidades cresciam — as maiores desordenadamente —, e o transporte era iminentemente rodoviário, fruto de políticas públicas da década de 1950, assentadas sobre a premissa do petróleo barato. Aliás, a indústria automobilística era vista como o principal setor do “milagre”.

3.2 Expansão da produção de etanol e a importância do Proálcool

A coincidência entre preços baixos do açúcar e a pressão do aumento dos preços de petróleo sobre a balança comercial brasileira, mais a tradição do uso de etanol anidro como aditivo, tornavam-no uma opção atraente para solucionar os dois problemas (VIAN, 2002). O resultante *lobby* dos usineiros encontrou um governo preocupado com o ajuste das contas externas e com a segurança energética do país, e assim, em 1975, o governo do Presidente Geisel lançou o Programa Nacional do Álcool (Proálcool), o qual, oficialmente e entre outros objetivos, visava a tornar o Brasil menos dependente do petróleo. Goldemberg *et al* (2008, p. 2.086) aponta que o Proálcool foi estabelecido, em 1975, com o propósito de reduzir as importações de petróleo através da produção de etanol da cana-de-açúcar. A produção de etanol aumentou de 0,6 milhão de metro cúbico, em 1975, a 18 milhões de metros cúbicos, na safra de 2006-2007.

Vian (2002) ressalta que o Proálcool foi um entre outros programas lançados, à época, com esse objetivo, e mesmo nele, a fonte de etanol não estava restrita à cana-de-açúcar; outras opções eram a mandioca e o sorgo sacarino. Na prática, porém, o Proálcool foi o programa a receber mais atenção e recursos, e tentativas de produzir etanol a partir de fontes distintas da cana-de-açúcar falharam ou foram esquecidas. Lopes (2009) enfatiza que, em 1975, houve aumento significativo da produção de etanol combustível, com o incentivo governamental que promoveu o Proálcool.

O Proálcool não era unanimidade, com coalizões poderosas a favor e contra; entre os últimos, contavam-se o BACEN (Banco Central) e a Petrobras (HIRA; OLIVEIRA, 2009). Entretanto, em 1976, a Petrobras utiliza sua estrutura de distribuição de gasolina, e ajusta-a para coletar o etanol, misturá-lo e vendê-lo às distribuidoras (MARJOTTA-MAISTRO, 2002). An *et al* (2011, p. 3.763) apontam que, após a conversão da biomassa na biorefinaria, o biocombustível pode compartilhar alguns aspectos dos sistemas usados para distribuir combustíveis derivados do petróleo. De acordo com Leite (1990), em 1975, a rede de suprimentos de gasolina poderia ser facilmente adaptada, praticamente sem custos adicionais, para a distribuição de etanol. Em 1978, o índice de mistura de etanol anidro à gasolina era de quase 20%.

De acordo com Szmrecsányi e Moreira (1991), Marjotta-Maistro (2002) e Carvalho e Mariano (2008), o Proálcool definiu alguns dispositivos para atingir seus objetivos. Primeiro, a Petrobras deveria absorver toda a produção de etanol anidro, para adicioná-lo à gasolina, à taxa de até 20%, compondo a chamada gasolina “C”. Aqui, houve uma alteração da cadeia de suprimentos, com a ampliação da estrutura de captação de etanol da Petrobras. O segundo dispositivo foi o estabelecimento de linhas de crédito, a juros baixos (subsidiados), para estimular a instalação e ampliação de destilarias, sejam anexas a usinas de açúcar, sejam especializadas em etanol, ditas autônomas.

Segundo Araújo e Ghirardi (1986) e Szmrecsányi e Moreira (1991), naquela época, o aumento da produção proveio, principalmente, das destilarias anexas, que apresentavam capacidade ociosa, especialmente após a queda vertiginosa dos preços do açúcar, em 1975-1976. De fato, os produtores de açúcar viam as medidas do Proálcool como uma válvula de escape ao excesso da oferta de açúcar. Diversos atores externos à cadeia de açúcar buscaram estabelecer destilarias autônomas, aproveitando os incentivos creditícios já citados. Vários deles provinham de outros ramos econômicos ou eram produtores de outros produtos agrícolas. Entretanto, a velocidade de aprovação dos financiamentos era baixa, devido à pouca fé da área econômica do governo no programa. Mesmo assim, a produção passou de 600 milhões de litros, em 1974, para 3,4 bilhões, em 1980. Apesar do aumento da participação do álcool na matriz energética, o consumo de petróleo também aumentou no período, principalmente por conta do crescimento da economia, e pela falta de medidas efetivas para a economia de derivados.

De acordo com Barzelay (1986), Vian (2002) e Baccarin (2005), setores do governo viam nos automóveis movidos exclusivamente a etanol hidratado, dito E100, uma saída para o aumento da participação do álcool na matriz energética. A viabilidade técnica do motor E100 havia sido demonstrada por pesquisadores, num órgão estatal de pesquisa de excelência, o CTA (Centro Técnico Aeroespacial), em trabalhos desenvolvidos, desde o ano de 1973 (FIGUEIREDO, 2006, p. 65). O próprio Presidente Geisel testemunhou uma demonstração do motor, em meados de 1975, o que, supõe-se, influenciou-o a tornar-se um entusiasta do álcool como combustível.

Segundo Barzelay (1986) e Figueiredo (2006, p. 65), essa pesquisa revelou que uma série de componentes necessitava de modificações para resistir à corrosão provocada pelo álcool. Também, foram desenvolvidos alguns novos componentes. Em 1976, o CTA adaptou os motores de três carros e os fez trafegar 8.000 km, cada um, para demonstrar a confiabilidade do novo motor. O CTA dispôs-se, inclusive, a licenciar sua tecnologia a montadoras e a treinar oficinas mecânicas na conversão de motores. As pesquisas do CTA serviram de base para os requisitos de credenciamento de retíficas de conversão de motores. Empresas estatais com numerosas frotas converteram-nas para motores E100. Como os postos de combustível ainda não distribuía etanol hidratado, essas empresas precisavam armazenar seus próprios estoques daquele combustível. Taxistas seguiram o mesmo caminho. Não é claro, entretanto, o quanto as montadoras aproveitaram o conhecimento desenvolvido no CTA, ainda que a associação de fabricantes de veículos tenha assinado um protocolo de transferência de tecnologia.

Apesar de confirmarem a viabilidade técnica do desenvolvimento dos motores E100, e até encomendarem às suas matrizes projetos de motores E100, as subsidiárias das multinacionais automotivas não demonstravam muito empenho em converter suas linhas de produção, apesar das sinalizações do governo de que estimularia os consumidores, fixando, num patamar baixo, o preço do álcool hidratado, por meio de subsídios. A exceção foi uma montadora recém-instalada no Brasil, a italiana FIAT, a qual lançou o primeiro carro E100, no Brasil, em 1979. Também, foi nesse ano que a Petrobras instalou as primeiras bombas de etanol hidratado, no Brasil. Em abril de 1980, já eram 1.700 os postos autorizados a comercializar etanol (BARZELAY, 1986; FIGUEIREDO, 2006, p. 67).

Em 1979, o segundo choque do petróleo comprometeu, de vez, o balanço de pagamentos brasileiro, pois só o petróleo passou a responder por 46% das despesas externas. Além desse choque comercial, o país também experimentou um choque financeiro, pois boa parte da dívida externa estava atrelada a juros flutuantes, e o aumento dos juros americanos, no fim da década de 1970, provocou um aumento considerável no patamar dos juros pagos pelo Brasil. O governo, agora do Presidente Figueiredo, decretou uma “operação de guerra”, para lidar com o problema, e criou comissões para integrar o trabalho de diversas agências governamentais, os quais padeceram de fragmentação, na iniciativa anterior (BARROS; MORAES, 2002; VIAN, 2002, p.94; BACCARIN, 2005).

Em medidas que ficaram conhecidas como a segunda fase do Proálcool, o governo estipulou um novo objetivo de produção, a ser atingido em 1985, e destinou a quantia de 5 bilhões de dólares (da época), para investimentos em novas instalações de produção e distribuição nos seis anos seguintes. Aos produtores, também foi garantida uma equivalência mais vantajosa, entre os preços do açúcar e do álcool, capaz de dissuadi-los de deslocar a produção para o primeiro (SZMRECSÁNYI; MOREIRA, 1991; VIAN, 2002). Também, determinou-se o aumento do teor de etanol, na gasolina “C”, para até 25%. Desta vez, as linhas de crédito do governo tinham como alvo principal as destilarias autônomas para a produção de etanol hidratado (VIAN, 2002).

O produto, etanol anidro, foi misturado na gasolina em várias proporções, até 25% (E25 — 25% de etanol e 75% de gasolina). A produção de etanol anidro aumentou de 220 milhões de litros, em 1975, para 2,8 bilhões de litros, em 1979 (LEITE *et al*, 2009, p. 656). O Proálcool consolidou o etanol anidro como complemento da gasolina, mas, apesar de incentivar o consumo do etanol hidratado em substituição à gasolina, fracassou, nesse intento, só alcançado com o advento do motor *flexfuel*, no início do século XXI, processo, aliás, ainda em andamento, conforme será analisado nos capítulos seguintes.

3.3 Influência governamental na rede de suprimentos de etanol

De acordo com Vian (2002), as políticas dessa nova etapa também afetaram o lado da demanda. Primeiro, o governo garantiu que o preço do etanol hidratado seria de, no máximo, 65% do da gasolina, por conta do maior consumo de etanol para rodar a mesma distância. Os

prazos para a aquisição de veículos E100 foram alongados, e a taxa de registro e o principal imposto sobre automóveis, reduzidos. Os postos de combustível foram obrigados a oferecer etanol hidratado. As medidas governamentais de 1979 encorajaram as montadoras a iniciar a produção de carros E100, e a resposta dos consumidores foi boa: em 1980, cerca de 28% dos automóveis novos licenciados já era E100. Os consumidores também levaram em consideração os prognósticos de aumento do preço da gasolina, especialmente após o início da guerra Irã-Iraque, em 1980, pois o Brasil importava cerca de 40% de suas necessidades do Iraque. Também, teve contribuição importante o orgulho sentido pelos brasileiros pelo uso de veículos e combustível produzidos em seu país, estimulado, em parte, por constantes peças publicitárias do governo.

Segundo Baccarin (2005) e Figueiredo (2006), já, em 1980, a crise econômica decorrente da recessão mundial mostrou sua face, e a inflação iniciou uma trajetória ascendente que afligiria o país por toda aquela década e metade da seguinte. A economia brasileira encolheu, em 1981 e em 1983, e teve, apenas, um leve crescimento, em 1982. As vendas de automóveis caíram, consideravelmente, nesses anos. Então, as montadoras viram, nas facilidades para aquisição de carros E100, uma esperança de recuperação das vendas. O E100 deixou de ser mais uma opção, para ser o foco das montadoras. Entretanto, a primeira geração de veículos E100 foi lançada, quando as pesquisas das montadoras ainda não estavam amadurecidas. Assim, os primeiros compradores sofreram com problemas mecânicos recorrentes, baixa confiabilidade e desempenho inferior. Esses problemas afetavam, especialmente, os proprietários de veículos convertidos, porque muitas retíficas não tinham treinamento adequado para a conversão, apesar da preocupação do governo em capacitá-las: em abril de 1980, 63 retíficas haviam sido credenciadas, em 28 cidades. Semelhantemente, as oficinas mecânicas ainda estavam despreparadas para lidar com os problemas do novo motor.

De acordo com Araújo e Guirardi (1986) e Sperling (1990), os rumores sobre os problemas com veículos E100, propagados, principalmente, por seus usuários mais antigos, os taxistas, chegaram a provocar a queda vertiginosa da venda de veículos a álcool, ao longo do ano de 1981. Também, contribuiu para essa queda, a percepção de que ainda não se podia confiar na disponibilidade do etanol. De fato, houve problemas de suprimento de etanol, a partir de julho de 1981, impactando o teor acrescentado à gasolina, o qual chegou próximo de zero, alguns meses depois, provocando problemas na regulagem dos motores a gasolina “C” (FIGUEIREDO, 2006). As baixas nas vendas estimularam a solução dos problemas técnicos,

e o automóvel E100 tornou-se um sucesso de vendas, chegando a atingir 96% dos automóveis de passeio novos vendidos em 1985.

Shikida e Bacha (1998) ressaltam que, na safra de 1984-85, a produção de etanol já era de 9,25 bilhões de litros. O perfil da produção setorial modificou-se bastante, em 1974-75. Naquela safra, a distribuição foi de 88,7% para o açúcar e 11,3% para o etanol, enquanto, em 1984-85, foi de 41,2% para o açúcar e 58,8% para o etanol. Ainda assim, em termos físicos, a produção de açúcar expandiu-se 33%, nesse período. Já, a de álcool expandiu-se em 869% para o anidro e 1.648% para o hidratado. Nacionalmente, a expansão das lavouras e da produção deu-se a taxas de, respectivamente, 2,25% a.a. e 2,64% a.a., no período de 1977 a 1985. Esse crescimento deveu-se, em grande medida, ao avanço das lavouras de cana-de-açúcar sobre pastagens e lavouras de café, para produção de etanol hidratado por destilarias autônomas, fazendo-as espalhar-se por regiões não produtoras do estado de São Paulo e por estados vizinhos. Surgiram novos empresários no setor sucroalcooleiro e vários deles obtiveram expressivos ganhos de produtividade, deixando para trás os produtores tradicionais.

Como consequência, a expansão provocou a desconcentração econômica do setor produtivo de etanol. Ou seja, a integração vertical para trás foi a norma na expansão da cana nesse período, consagrando a prática comum no setor sucroalcooleiro (anterior ao Proálcool). Na fase posterior ao Proálcool, a liberação estatal junto ao setor, permitindo que as empresas decidissem quanto produzir e comercializar, gerou conflito entre agentes, notadamente entre o Centro-Sul e o Nordeste. Em razão disso, surgiu a dicotomia entre os interesses dos usineiros nordestinos e paulistanos, que marcaram a produção até os anos de 1990, quando ela foi resolvida com a perda significativa da importância relativa do primeiro em prol do segundo e das novas áreas (Centro-Oeste e Minas Gerais) (VIAN, 2002, p. 90). Da safra 1976-77 à safra 1989-90, o crescimento do rendimento agroindustrial foi de 0,52% a.a., no Nordeste, ao passo que foi de 4,56% a.a., no Centro-Sul (VIAN, 2002; BACCARIN, 2005).

Segundo Barros e Moraes (2002), nessa fase, os centros de decisão a respeito de produção, distribuição e atividades financeiras assumiram formatos definitivos, com redução dos conflitos entre as agências governamentais. Também, ocorreu de o Ministério da Indústria e Comércio assumir posição hegemônica, no centro das decisões. Os conflitos entre agentes governamentais eram solucionados pelo próprio presidente da República. Nesse cenário, os atores privados podiam canalizar suas demandas para interlocutores específicos, a fim de

concretizar seus interesses.

Conforme apontado nas pesquisas de Sperling (1990), Baccarin (2005) e Nass *et al* (2007), em 1985, o Brasil voltou a ter um presidente civil no poder, e o regime político voltou a ser uma democracia representativa. Os grupos políticos que ascenderam ao poder tinham suas próprias agendas, e pouco compromisso com as políticas públicas anteriores. O primeiro parlamento eleito após a redemocratização foi incumbido de reescrever a Constituição. A nova carta magna reduziu o papel do Estado como interventor na economia, de modo que sua ação de planejamento passou a ter caráter apenas indicativo. O poder do Congresso também foi reforçado, voltando, inclusive, a ser o responsável pela aprovação do Orçamento da União. Nessa linha, a nova Constituição ampliou a influência do Congresso sobre o orçamento federal, bem como a importância dos estados no balanço de poder, em relação ao governo federal. Também, foi consagrado o monopólio da União sobre o petróleo e seus derivados. É importante ressaltar que, à época, o parlamento tinha poucas informações sobre a inserção do etanol na matriz energética nacional.

Segundo Shikida e Bacha (1998), Marjotta-Maistro (2002) e Baccarin (2005), ao longo da década de 1980, a crise fiscal do estado brasileiro agravou-se. A necessidade de gerar superávits fiscais para arcar com o serviço da dívida retirou investimentos públicos da administração direta e das estatais, e provocou cortes nos subsídios diretos. A política salarial da época reduziu o poder de compra dos salários, reduzindo o consumo de bens duráveis e não duráveis, e os juros altos dificultavam o crédito. O país chegou a decretar moratória unilateral da dívida externa, em 1987 e em 1989. A precária situação financeira fez-se sentir na trajetória dos investimentos públicos no Proálcool: de 1976 a 1981, foram de 70% os recursos consumidos no programa; de 1982 a 1986, quase 40%; depois de 1986, os investimentos feitos provieram, basicamente, do setor privado. Os subsídios aos financiamentos da cultura da cana também sofreram redução, a partir de 1984, acompanhando a tendência generalizada de redução de subsídios agrícolas. A redução do investimento público, entretanto, não teria, por si só, levado à estagnação produtiva verificada entre 1985 e 1990, já que a capacidade produtiva era bem superior à produção. Ocorre que, a partir de 1985, o governo reduziu o preço pago pelo etanol aos produtores, em consonância ao que se deu com outras tarifas públicas, a uma velocidade mais significativa que a experimentada pela redução dos custos de produção. O governo também ampliou o prazo de compra do álcool, forçando os produtores a bancar os custos de estocagem, antes sob a responsabilidade da

Petrobras, e fixou o preço da cana abaixo dos custos de produção.

No clima de maior liberdade de expressão reinante à época, esses movimentos ensejaram a contestação do Proálcool. Houve um debate intenso a respeito da continuidade do Proálcool, nos anos de 1985 e 1986. A opinião pública, informada por uma imprensa agora livre sobre os subsídios, endividamento das usinas, a sonegação fiscal e os problemas trabalhistas, tinha uma visão extremamente negativa do Proálcool. Entre os defensores do Proálcool, o discurso era pró-continuidade do programa, mas com redução do ritmo de expansão, preservando, assim, os interesses dos participantes. No fim da década de 1980, uma proposta que realizaria aquele objetivo, atendia a Petrobras e contava com a simpatia tanto dos adversários quanto dos partidários do Proálcool era a redução do ritmo de venda dos automóveis E100, que, de 1984 a 1987, superou a fração de 90% de automóveis novos. A redução ocorreria em breve, mas em virtude de uma crise de confiança (BARROS; MORAES, 2002; BACCARIN, 2005; ANFAVEA, 2011).

Ao contrário da produção, que estacionou, o consumo de etanol só crescia, devido à boa aceitação dos carros E100. Em 1989, o déficit entre produção e consumo foi de 1,2 bilhões de litros, e em 1990, de 1,7 bilhões. Foram determinadas sucessivas reduções no teor de etanol da gasolina “C”, mas não se evitou a necessidade de importação de etanol e até de metanol. A escassez de álcool nas bombas repercutiu negativamente entre os proprietários de automóveis, os quais também sentiram o aumento do preço do álcool relativo ao da gasolina. As vendas de carros E100 passaram a apresentar uma trajetória de queda: em 1990, só 11,6% dos veículos novos eram E100 (BACCARIN, 2005; ANFAVEA, 2011).

Segundo Shikida e Bacha (1998) e Macedo (2007), o Proálcool estimulou alguns desenvolvimentos técnicos. Entre 1975 e 1985, a ênfase foi em produtividade industrial, para atender ao aumento da demanda. A partir de 1980, a eficiência de conversão de sacarose em etanol recebeu mais atenção. São notáveis os ganhos em rendimento fermentativo e extração do etanol produzido. Houve estímulos à pesquisa agrícola relacionada à cana para obtenção de maior produtividade.

Macedo (2007, p. 80) ressalta que é importante destacar os principais avanços tecnológicos, entre 1980 e 2000, relacionados a seguir:

- A introdução em larga escala de variedades de cana desenvolvidas no Brasil, principalmente pelos programas do Centro de Tecnologia Canavieira (CTC) — Copersucar e do Planalsucar;
- O desenvolvimento do uso integral da vinhaça na ferti-irrigação;
- Controles biológicos na produção da cana;
- Desenvolvimento do sistema de moagem com quatro rolos;
- Tecnologia para operação de fermentações “abertas” de grande porte;
- Aumento na produção de energia elétrica na indústria (autossuficiência);
- Uso final: especificações de etanol; motores E-100; transporte, mistura e armazenamento de etanol;
- Otimização do corte, carregamento e transporte da cana;
- Mapeamento do genoma da cana; transformações genéticas;
- Mecanização da colheita;
- Obtenção de excedentes de energia elétrica e venda para a concessionária;
- Avanços em automação industrial;
- Avanços no gerenciamento técnico (agrícola e industrial);
- A introdução dos motores *flexfuel*.

Goldemberg *et al* (2004, p. 301) ressaltam que, através da experiência brasileira com o etanol, a economia de escala e os avanços tecnológicos lideram em direção ao aumento de competitividade dessa alternativa renovável, que é o etanol, reduzindo o *gap* com os combustíveis fósseis convencionais.

3.4 Impactos da década de 1990: desregulamentação — novas estratégias competitivas

De acordo com Marjotta-Maistro (2002), a década de 1990 iniciou-se com uma hiperinflação, controlada somente a partir de 1994. Ela foi marcada pela abertura do mercado brasileiro ao comércio internacional e pela redução da intervenção do Estado na economia. Vários setores viram-se forçados a modernizar-se para enfrentar a concorrência externa, mas havia confiança na retomada de investimentos motivada pela abertura comercial. O Estado brasileiro foi gradualmente reformulado, e adotou uma postura mais orientadora e fiscalizadora que normativa para os assuntos econômicos, visando a desonerar o Estado e introduzir a

competição. Essas mudanças ocorreram num contexto mundial no qual prevalecia o ideário liberal e globalizante, baseado em privatizações, flexibilizações e aberturas de mercado. O processo de desestatização brasileiro afetou, principalmente, os setores de infraestrutura.

Em 1990, o Governo Federal voltou a taxar normalmente os veículos E100, o que resultou no aumento de seu preço. Com automóveis a preços menos atrativos, gasolina a preços competitivos, e a crise de confiança no abastecimento de etanol, os consumidores desinteressaram-se pelos veículos E100, e as montadoras reduziram sua produção, de modo que a venda de veículos desse tipo ficou abaixo de 2%, de 1996 a 2001 (BRILHANTE, 1997; SHIKIDA; BACHA, 1998; ANFAVEA, 2011). Conforme Dolnikoff (2008, p. 64), no mesmo ano de 1990, iniciou-se a desregulamentação do setor com a extinção do IAA. Entretanto, a frota remanescente de carros E100 não foi rapidamente substituída, uma vez que a crise inflacionária e a pouca disponibilidade de crédito ao consumidor dificultavam a aquisição de novos veículos, aumentando o tempo médio de uso da frota brasileira em geral, no fim dos anos de 1990.

Em compensação, o consumo de etanol anidro cresceu notavelmente, entre 1992 e 2005, e como consequência, sua produção (CARVALHO; MARIANO, 2008; UNICA, 2010). Isto deveu-se aos sucessivos aumentos do teor de etanol anidro na gasolina “C”, promovidos por decreto pelo Governo, bem como às compras deste para a formação de estoques (MARJOTTA-MAISTRO, 2002), além do crescimento da frota de automóveis à gasolina, decorrente, principalmente, do estímulo à venda de automóveis de baixa cilindrada (FURTADO *et al*, 2008; BASTIN *et al*, 2010). Combinados, esses efeitos resultaram em consumo total de etanol moderadamente crescente, até 1996, entre estável e decrescente, até 1998, e expressivamente decrescente, entre 1998 e 2001 (CARVALHO; MARIANO, 2008).

O Governo Federal aplicou uma série de medidas para desregulamentar o setor de combustíveis. Inicialmente, permitiu a entrada de mais empresas na atividade de distribuição, permitiu a constituição de postos de abastecimento não controlados por distribuidoras (DOLNIKOFF, 2008), e suprimiu o ressarcimento às distribuidoras de custos de frete e de armazenagem. Como o custo de aquisição dos combustíveis das refinarias era determinado quase que totalmente pela Petrobras, as distribuidoras foram obrigadas a rever suas estruturas logísticas, a fim de controlar seus custos totais (ARAÚJO; GHIRARDI, 1986).

Em 1996, deu-se a liberação dos preços da gasolina automotora (MARJOTTA-MAISTRO, 2002, p. 46). E em 1997, uma lei federal liberou a entrada de empresas em qualquer segmento do setor de combustíveis (exploração, produção, refino, comercialização, transporte, importação e exportação), com o objetivo de aumentar o grau de competição em todos esses segmentos (NUNES; GOMES, 2005). Com a possibilidade de entrada no setor de empresas internacionais, e a maior abertura da economia ao comércio internacional, fazia-se necessário, também, compatibilizar os preços internos dos derivados do petróleo aos preços internacionais (SZMRECSÁNYI; MOREIRA, 1991). Em 1997, o preço do etanol anidro fornecido pelos produtores foi liberado, e em 1999, os preços ao consumidor da gasolina “C” e do etanol hidratado (BARROS; MORAES, 2002).

Segundo Marjotta-Maistro (2002, p. 29), Vian (2002) e Baccarin (2005), com a extinção do IAA, algumas de suas atribuições passaram a outros órgãos. Ao longo dos anos 1990, esses órgãos eliminaram os mecanismos de controle e planejamento da produção. Em particular, as negociações entre produtores de etanol e distribuidores de combustível passaram a dar-se a partir da disponibilidade de etanol nas unidades produtivas, a qual dependia da velocidade de produção da unidade ao longo da safra.

O preço permaneceu fixado pelo governo. As distribuidoras não estavam dispostas a pagar o preço fixado pelo governo. Em meio a acusações de formação de cartel por parte das distribuidoras, e confiando no prazo de liberação total de preços estabelecido pelo governo, vários produtores fecharam contratos de venda abaixo do preço oficial. A volta atrás do governo quanto à liberação de preços, e sua tentativa de coibir as negociações diretas (sem intervenção da mesa de comercialização) foi combatida com medidas judiciais dos produtores de etanol. Essa experiência de 1998, e a iminência da liberação de preços, levaram os produtores a buscar formas mais coordenadas de ação. Primeiro, tentou-se reduzir a produção da safra seguinte, com sucesso misto. Segundo, já, em 1999, alguns produtores associaram-se em grupos de comercialização, para desovar estoques, aumentar seu poder de negociação com as distribuidoras, e distribuir equitativamente a produção entre seus associados. Em suma, foi uma espécie de reconstituição da extinta mesa de comercialização do Governo. Os resultados logo vieram na forma de aumentos contínuos naquela mesma safra. Entretanto, as duas primeiras empresas criadas com essa finalidade foram caracterizadas como cartéis pelos órgãos públicos de defesa econômica, e logo foram extintos. Mas, a ideia subsistiu, e grupos de comercialização menores foram criados em seguida.

As dificuldades do setor sucroalcooleiro só não foram maiores, na década de 1990, por conta das boas condições do comércio internacional de açúcar. A participação brasileira no comércio mundial de açúcar passara de cerca de 9%, à época do lançamento do Proálcool, a menos de 5%, no fim da década de 1980: o Proálcool é considerado a causa dessa queda. De fato, por volta de 1990, a produção de etanol absorvia 66% da cana produzida, enquanto o açúcar, 34%. Entre 1990 e 2002, a produção brasileira total de açúcar mais que dobraria. Isto deveu-se, quase que totalmente, ao aumento das exportações, as quais quintuplicaram, entre 1992 e 1999. No início da década de 1990, as exportações de açúcar correspondiam a cerca de 21% da produção. A distribuição dos mercados das exportações brasileiras também tornou-se bem diferente da anterior ao Proálcool. Três fatores contribuíram para esse quadro: primeiro, os preços internacionais do açúcar começaram a subir, após 1985, e ao longo da década de 1990, o comércio mundial de açúcar cresceu a taxas superiores às de sua produção; depois, com o fim do IAA, as cotas oficiais de produção de açúcar foram suprimidas, o que significava que qualquer empresa estava livre para produzi-lo; muitas destilarias autônomas converteram suas plantas para também produzir açúcar; esse movimento vinha ocorrendo desde a segunda metade da década de 1980, mas era restringido pela existência das cotas de produção de açúcar, as quais precisavam ser adquiridas de outros produtores; em alguns estados, os produtores se aliaram aos governos locais, e lograram obter a liberação das cotas, depois estendida a todo o país; mas essa diversificação só compensou as adversidades com o etanol no mercado interno porque os produtores foram estimulados a alcançar novos mercados externos quando as cotas de exportação foram extintas e as exportações, liberadas. Entra em ação, então, o terceiro fator: o custo de produção tornou-se decisivo para aumentar o acesso aos mercados externos, e os custos de produção das principais regiões produtoras brasileiras eram os melhores do mundo (VIAN, 2002; BACCARIN, 2005; FURTADO *et al*, 2008).

De acordo com Barros e Moraes (2002), ao longo do período em foco, os atores do setor sucroalcooleiro precisaram adaptar-se ao novo ambiente institucional, no qual as decisões dependiam da negociação entre os envolvidos. Há um contraste com o período anterior, onde tinham acesso aos canais centralizados do processo decisório, ou seja, os altos escalões do Governo Federal, e no qual as ligações pessoais eram mais importantes que as instituições. Na arena política nacional, foi criada, em 1996, por influência dos sindicatos de produtores de São Paulo, a Frente Parlamentar do Setor Sucroalcooleiro, reunindo parlamentares de diversos

partidos. O setor também percebeu que as cidades (população, trabalhadores e governo) adquiriram importância na decisão política, por sua capacidade de influenciar os governadores. De seu lado, os governadores e prefeitos passaram a envolver-se com os assuntos da agroindústria canavieira, por atribuírem-lhes importância para a geração de renda e de empregos. Em particular, os governos estaduais eram mais sensíveis que o Governo Federal a problemas sociais e econômicos, como desemprego (industrial e rural), migração para centros urbanos, geração de renda e poluição, porque afetam seus estados diretamente. Além de poderem criar incentivos ao setor, os governadores podiam, no novo arranjo institucional, defender os pleitos do setor junto ao Parlamento e ao Governo Federal. Entretanto, a compreensão da mudança institucional não era unânime, no setor sucroalcooleiro, o que resultava em algumas críticas de “abandono” do setor.

Segundo Barros e Moraes (2002), Vian (2002) e Baccarin (2005), o Proálcool foi oficialmente extinto em 1991. O impacto da desregulamentação sobre um setor regulamentado havia 60 anos, e que desconhecia a concorrência de preços, foi tremendo. O setor acabou por fragmentar-se em interesses, segundo características geográficas, ligações políticas e força financeira. Não havia consenso nem mesmo a respeito da própria desregulamentação. Os agricultores de regiões mais produtivas e os proprietários de usinas ou destilarias mais competitivas tinham menos resistência à desregulamentação, porque esperavam a melhoria de suas posições no mercado, após a eliminação de concorrentes menos competitivos, ainda que com preços mais baixos. Havia, também, uma cisão entre os produtores exclusivos de etanol e os que também produziam açúcar. Estes últimos tinham boas perspectivas sobre a produção de açúcar, enquanto a de etanol caíra, como descrito antes. Os produtores exclusivos de etanol tendiam a preferir a continuidade da regulamentação pública. Em alguns casos, o apoio dependeu até da conjuntura. Na primeira metade da década, com os preços do açúcar em bom patamar, os empresários favoreceram a produção de açúcar, e preocuparam-se menos com a ação pública de sustentação do álcool combustível. No fim da década de 1990, com baixos preços do açúcar, os empresários mobilizaram-se para obter sustentação para o complexo, buscando, principalmente, novas regalias para o etanol. Mas, o máximo que conseguiram foi adiar, por dois anos, a liberação total de preços na cadeia sucroalcooleira, a qual estava, originalmente, programada para 1997, mas só veio a ocorrer, de fato, em 1999.

O próprio setor sucroalcooleiro passou por diversas adaptações. Primeiro, houve a conversão de diversas destilarias autônomas para também produzir açúcar, portanto, diversificando sua

produção. Outro movimento foi o remanejamento de investimentos privados de produtores de cana do Nordeste para regiões de “fronteira” da cana, no Centro-Sul. Isso deveu-se a dificuldades de ordem geográfica para mecanizar as lavouras de cana no Nordeste, e assim, aumentar sua produtividade. Naquele período, também foi notável a tendência à concentração da produção industrial. Ao mesmo tempo, muitas unidades industriais não conseguiram sobreviver aos desafios do novo ambiente competitivo, e com dificuldades financeiras, foram compradas ou decretaram falência (PAULILLO *et al*, 2007).

Finalmente, por volta do fim da década de 1990, num exemplo de articulação de interesses no seio do setor, os produtores de cana e os industriários do açúcar e etanol de São Paulo, a maior região produtora, conceberam um sistema para a remuneração dos primeiros. Esse tema havia gerado intensos embates entre os dois grupos de atores ao longo da década, após o fim dos controles de preços pelo governo. O sistema leva em conta a pureza do caldo da cana, mas, também, os preços do açúcar e do álcool nos mercados interno e externo, de modo que o produtor de cana passou a auferir parte dos rendimentos decorrentes da venda dos produtos finais. O sistema, projetado para ser revisto a cada safra, foi fundamental para reduzir os conflitos entre os produtores de cana e os industriais. Apesar de reger as transações no estado de São Paulo, foi tomado como referência por produtores de outros estados (PAULILLO *et al*, 2007). Gradativamente, a produção de etanol cresceu no Brasil, conforme relatado na Tabela 1.

Tabela 1 - Produção brasileira de açúcar e etanol

Ano Safra	Produção de Açúcar em toneladas	Produção de Etanol em mil litros
1990/1991	7.365.344	11.716.180
1991/1992	8.604.321	12.726.180
1992/1993	10.066.490	11.675.506
1993/1994	10.269.996	11.276.370
1994/1995	12.618.165	12.682.373
1995/1996	13.522.129	12.578.315
1996/1997	14.802.380	14.344.128
1997/1998	14.880.691	15.396.463
1998/1999	17.942.109	13.848.033
1999/2000	19.387.515	13.021.804
2000/2001	16.256.105	10.593.035
2001/2002	19.218,011	11.536.034
2002/2003	22.567.260	12.623.225
2003/2004	24.925.793	14.808.705
2004/2005	26.621.221	15.416.668
2005/2006	25.905.723	15.946.994
2006/2007	29.882.443	17.719.209
2007/2008	31.026.170	22.526.824
2008/2009	31.049.206	27.512.962
2009/2010	34.090.104	27.391.040
2010/2011	37.989.000	27.376.000

FONTE: elaborado pelo autor com informações de UNICA (2011; 2013)

3.5 A relevância do motor *flexfuel* na consolidação do etanol como fonte de energia de propulsão para veículos automotores

O sistema de propulsão para veículos sofreu diversas transições tecnológicas. Os primeiros automóveis foram construídos adicionando motores a derivados de petróleo, motores a vapor e motores elétricos aos triciclos e carruagens. Em relação ao motor à gasolina, duas trajetórias foram seguidas: a primeira trajetória foi adicionar motores à gasolina a bicicletas e triciclos; a segunda foi adicionar motores à gasolina a carruagens. Com a evolução o carro à gasolina, teve-se que superar diversos gargalos técnicos, devido à característica do motor de combustão interna. Durante a partida, o motor tinha de ser desacoplado da transmissão: esse problema foi solucionado com a embreagem. Os primeiros automóveis tinham dificuldades para partir, pois a partida era manual: esse problema foi solucionado com a adição da bateria elétrica, na partida (GEELS, 2005). E o carro com motor de combustão interna à gasolina venceu a

batalha competitiva contra os demais motores.

Do motor à gasolina ao motor a etanol, a transição tecnológica foi mais suave. Iniciou-se com mistura de etanol e gasolina. Foram necessárias algumas adaptações, como o aumento da taxa de compressão do motor e a adição do segundo carburador (BASTIN *et al*, 2010). De acordo com Yu *et al* (2010), o combustível etanol tem potencial para aumentar o desempenho do motor devido à alta octanagem. Bastin *et al* (2010) ressaltam outras adaptações importantes, que ocorreram em 1981: uso de níquel em bomba de combustão e carburador, uso de revestimento no tanque de combustível, tudo isso para evitar a corrosão causada pelo etanol. Essas mudanças foram importantes para o sucesso do motor 100% a etanol.

A evolução dos motores à gasolina misturada com etanol e do motor 100% a etanol contribuiu para o projeto do motor *flexfuel*. No desenvolvimento do motor *flexfuel*, uma das mais relevantes decisões técnicas está relacionada com a definição da taxa de compressão do motor. Devido à alta octanagem do etanol, comparado à gasolina, o uso do combustível etanol tem permitido as montadoras de automóveis projetarem motores com maiores taxas de compressão, e conseqüentemente, melhorar o desempenho do motor (NASCIMENTO *et al*, 2010). Yu *et al* (2010) ressaltam que os motores *flexfuel* brasileiros são projetados para operarem com gasolina, etanol ou qualquer mistura deles.

Em 1985, o sensor de fluido foi colocado fora do tanque de combustível: inovação importante, também, para o motor *flexfuel*; e foi desenvolvida a partida automática a frio, que resolveria, futuramente, o problema de partida do motor a etanol no frio. Outra inovação tecnológica importante foi a substituição dos carburadores por sistema de injeção eletrônica, e posteriormente injeção eletrônica multiponto (BASTIN, 2010). Yu *et al* (2010) ressaltam que a conjunção desses três fatores — tecnologia de veículo a etanol, distribuição de etanol e tecnologia de sistema digital de injeção de combustível — alavancaram o desenvolvimento dos veículos *flexfuel*. O motor *flexfuel* requer o reconhecimento do combustível. Através de sensores eletrônicos, o sistema de gerenciamento do motor reconhece o combustível, e automaticamente, ajusta os parâmetros do motor.

Com o carro *flexfuel* o etanol consolidou-se como importante fonte de energia de propulsão para veículos automotores, aumentando, conseqüentemente, a demanda de etanol carburante. Para atender a crescente demanda do produto, novas áreas de plantio de cana-de-açúcar e

destilarias de etanol estão surgindo, principalmente, na região centro-sul do Brasil, mudando o perfil da distribuição do produto. Esse fenômeno serviu, também, de inspiração para a pesquisa de inovação em serviços logísticos e logística desta tese.

De acordo com Vian (2002), Nass *et al* (2007) e Paulillo *et al* (2007), os anos 2000 iniciaram-se com tendências de alta nos preços dos combustíveis. Primeiro, a liberação de preços do etanol anidro, em 1999, provocou forte alta, impactando, também, o preço gasolina “C”. Depois, ressurgiram abalos e oscilações no preço do petróleo. Inicialmente, a resposta brasileira deu-se pela pelo gás natural, que ganhava expressão na matriz energética brasileira. O governo concedeu incentivos para automóveis movidos a gás natural, e proprietários de veículos que percorrem longas distâncias, especialmente taxistas, converteram-nos em veículos bicomcombustíveis. Pelo lado dos consumidores, a prática do “rabo de galo” (usar etanol hidratado em motores preparados somente para gasolina) tornou-se mais comum, assim como a conversão de motores a gasolina para E100.

Foi, porém, outro tipo de automóvel bicomcombustível que resgatou o papel relevante do etanol na matriz energética brasileira. O automóvel de combustível duplo, popularmente conhecido no Brasil como “*flex*”, foi introduzido pela Ford, em caráter experimental, na Califórnia e no Canadá, em 1985. O desenvolvimento iniciou-se em 1982, como uma resposta à insuficiência de postos de abastecimento com metanol disponível. Em 1993, a Ford lançou o primeiro modelo de linha com aquela tecnologia. Àquela época, os custos de produção de um modelo *flex* eram mais altos que o de um modelo equivalente movido à gasolina (NICHOLS, 2003).

De acordo com Bastin *et al* (2010), Yu *et al* (2010) e ANFAVEA (2011), a filial americana do fabricante de peças automotivas Bosch detinha, desde 1988, uma tecnologia de motores bicomcombustíveis, baseada no acréscimo de um componente mecânico, o sensor capacitivo. A partir de 1992, um grupo brasileiro de pesquisa passou a desenvolver uma solução para o mercado brasileiro, em parceria com a General Motors. Mas a solução mecânica apresentava inconvenientes, parte por conta do acréscimo que provocaria no preço dos veículos, e parte, porque seu funcionamento era prejudicado pela presença de água no etanol brasileiro, sem falar nos custos operacionais incorridos pelas montadoras pelo acréscimo de outro componente ao motor. Com a publicação de um relatório da Bosch sobre sua tecnologia, em 1994, a Magnetti Marelli (fabricante de peças automotivas, pertencente ao grupo italiano FIAT) dá início ao desenvolvimento de sua própria versão, baseada, principalmente, em

controle por *software* e em sensores já presentes no motor. A partir de 2000, com os altos preços do petróleo, e notícias de um renovado interesse dos consumidores pelo etanol, aumentou o interesse das montadoras pelo lançamento de modelos *flex*. Em conjunto, lograram aprovar um padrão de emissões para esse tipo de veículo, e fizeram gestões junto ao Governo Federal para conceder aos veículos *flex* vantagens fiscais anteriormente concedidas a veículos E100. Em 2003, a Volkswagen lançou o primeiro automóvel *flex* no mercado brasileiro, sendo logo seguida pelas outras montadoras (Yu *et al*, 2010, p. 1.254). Em pouco tempo, as vendas de automóveis *flex* atingiram 20% dos automóveis novos vendidos, e têm ficado acima de 80% desde 2007. Com isso, o consumo de etanol hidratado passou a crescer, aceleradamente, desde 2003, atingindo, já, em 2007, os níveis de meados da década de 1990, conforme relatado na Tabela 2.

Tabela 2 - Produção brasileira de etanol anidro e etanol hidratado

Ano Safra	Produção de etanol hidratado em mil litros	Produção de etanol anidro em mil litros
1990/1991	10.228.583	1.286.568
1991/1992	10.729.389	1.986.791
1992/1993	9.459.117	2.216.389
1993/1994	8.753.778	2.522.592
1994/1995	9.811.770	2.870.603
1995/1996	9.579.015	2.999.300
1996/1997	9.756.561	4.587.567
1997/1998	9.729.931	5.666.532
1998/1999	8.183.908	5.664.125
1999/2000	6.903.720	6.118.084
2000/2001	4.972.071	5.620.964
2001/2002	5.070.936	6.465.098
2002/2003	5.706.759	7.015.466
2003/2004	5.896.655	8.912.050
2004/2005	7.112.218	8.304.450
2005/2006	8.108.448	8.838.546
2006/2007	9.418.202	8.301.007
2007/2008	14.333.355	8.193.469
2008/2009	18.176.619	9.336.343
2009/2010	18.095.461	9.295.579
2010/2011	19.053.000	8.323.000

FONTE: elaborado pelo autor baseado em informações de UNICA (2011; 2013)

Segundo Paulillo *et al* (2007) e Bastin *et al* (2010), o programa de incentivo ao uso do etanol ganha força definitiva, quando o governo, em 2002, estende os mesmos benefícios fiscais do carro a álcool ao carro com motor *flexfuel*: aumenta, definitivamente, a retomada do consumo

de etanol. Portanto, o motor *flexfuel* teve papel fundamental na consolidação do etanol como combustível nos automóveis brasileiros, conforme relatado na Tabela 3.

Tabela 3 - Licenciamento de automóveis e veículos comerciais leves

Ano	Gasolina	Álcool	<i>Flexfuel</i>	Total
1980	626.467	240.643		867.110
1981	344.467	136.242		480.709
1982	365.434	232.575		598.009
1983	78.618	579.328		657.946
1984	33.482	565.536		599.018
1985	28.655	645.551		674.206
1986	61.916	697.049		758.965
1987	31.190	458.683		489.873
1988	77.312	566.482		643.794
1989	260.821	399.529		660.350
1990	542.855	81.996		624.851
1991	546.258	150.982		697.240
1992	498.927	195.503		694.430
1993	764.598	264.235		1.028.833
1994	1.127.485	141.834		1.269.319
1995	1.557.674	40.706		1.598.380
1996	1.621.968	7.647		1.629.615
1997	1.801.688	1.120		1.802.808
1998	1.388.734	1.224		1.389.958
1999	1.122.229	10.947		1.133.176
2000	1.310.479	10.292		1.320.771
2001	1.412.420	18.335		1.430.755
2002	1.283.963	55.961		1.339.924
2003	1.152.463	36.380	48.178	1.237.021
2004	1.077.945	50.949	328.379	1.457.379
2005	697.004	32.357	812.104	1.541.465
2006	316.561	1.863	1.430.334	1.748.758
2007	245.660	107	2.003.090	2.248.857
2008	217.021	84	2.329.247	2.546.352
2009	221.709	70	2.652.298	2.874.077
2010	280.704	50	2.876.173	3.156.927
2011	376.998	51	2.848.071	3.225.120

FONTE: elaborado pelo autor baseado em informações de UNICA (2010; 2013) e ANFAVEA (2011)

Segundo Nascimento *et al* (2010), os veículos *flexfuel* já contam, aproximadamente, 90% das vendas anuais de carros, e aproximadamente 33% da frota nacional já é composta de carros *flexfuel*. Outros 7% rodam, exclusivamente, com etanol hidratado. O consumidor brasileiro parece estar satisfeito com seu modelo amigável de escolher que combustível comprar na

bomba dos postos de combustíveis, ao invés de escolher, definitivamente, o combustível, no ato da compra do carro, como faziam antes, quando os carros eram apenas disponíveis para etanol ou gasolina (com proporção fixa de mistura de 20% a 25% etanol e gasolina). E como ressaltam Nascimento *et al* (2010), o consumo de etanol tem aumentado, rapidamente, devido ao carro *flexfuel*.

3.6 A logística de distribuição do etanol

O álcool etílico, ou etanol, é produzido, no Brasil, por usinas e destilarias espalhadas por boa parte do solo brasileiro. Segundo dados da Resolução nº 36 da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, geralmente o etanol é elaborado sob duas formas, quanto à quantidade de água em sua composição: o álcool etílico hidratado, contendo aproximadamente 6,2% a 7,4% de água, e o álcool etílico anidro, com apenas 0,7% de água.

Conforme informação da União da Indústria de Cana-de-Açúcar (UNICA, 2010), o Brasil possui duas regiões de concentração do etanol, sendo um polo, no nordeste brasileiro, e o outro, na região centro-sul do país.

Além de suprir etanol ao mercado interno, o produto brasileiro também tem papel significativo no suprimento global do produto. Segundo Gonçalves (2007), a complexidade e interdependência da internacionalização das operações exigem uma infraestrutura adequada de transporte. Portanto, a logística agrega valor por distribuição. Agregar valor por distribuição significa atribuir valor a um bem ou serviço não apenas por sua funcionalidade, típico dos processos de agregar valor por manufatura, mas por estar disponível de acordo com as necessidades dos clientes. Stock *et al* (1998) lembram que a logística deve ser tratada como uma variável tecnológica que pode prover à empresa uma vantagem competitiva.

O Brasil, por ser um país de extensão continental, torna a rede de distribuição de etanol muito complexa. A distribuição do produto é feita em uma cadeia que se inicia na indústria alcooleira, nas usinas e destilarias, chegando até o mercado consumidor, que pode estar nas distribuidoras de combustíveis, na indústria de alimentos (bebidas), na indústria químico-farmacêutica e na indústria alcoolquímica.

A indústria de distribuição de combustíveis é o maior mercado consumidor do etanol, seguido pela indústria de bebidas; em terceiro lugar, encontra-se a indústria químico-farmacêutica, responsável pelo álcool etílico utilizado para limpeza. A indústria cosmética também utiliza boa parte do álcool para a fabricação de perfumes. Por último, o etanol também é utilizado no setor alcoolquímico, especialmente na indústria de polímeros (DOLNIKOFF, 2008, p. 44). Entretanto, em busca de fontes alternativas ao petróleo, a indústria química vê, no etanol, uma boa saída, para substituir o eteno pelo eteno-álcool do etanol da cana-de-açúcar. Portanto, o setor alcoolquímico tem grande potencial de crescimento.

Marques (2010, p. 72) aponta que o etanol é uma substância homogênea e reativa, que pode ser utilizada como insumo em diversos processos tradicionalmente petroquímicos. O autor relaciona, no Quadro 7, os principais processos utilizados na transformação do etanol para o setor álcool-químico.

Quadro 7 - Principais processos utilizados na transformação do etanol

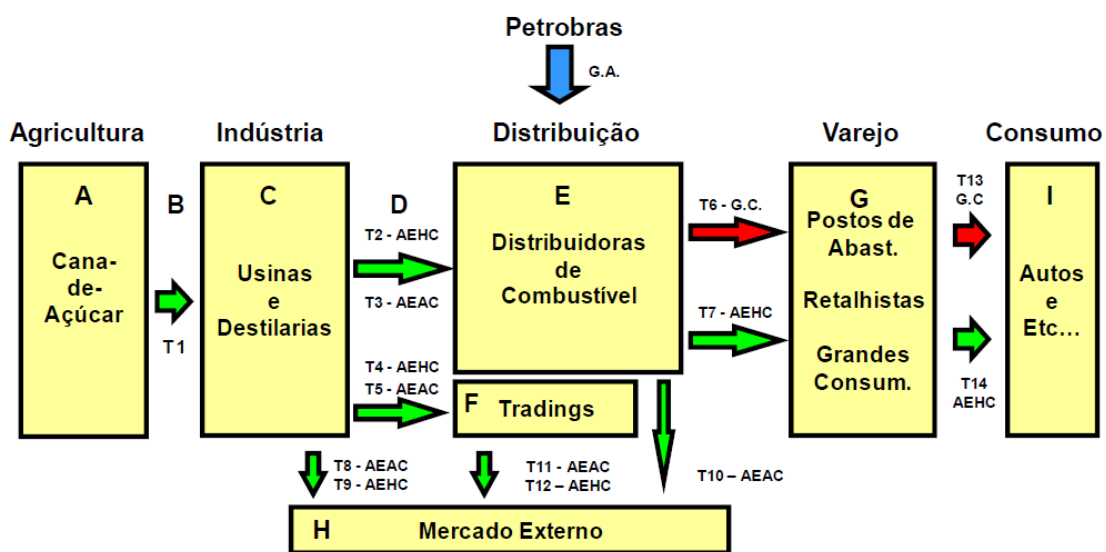
Processos	Principais produtos	Aplicação típica
Desidratação	Eteno Propeno Etilenoglicol	Resinas plásticas Solventes Éter etílico Fibras têxteis
Desidrogenação Oxigenação	Acetaldeído	Ácido acético Acetatos Corantes
Esterificação	Acetatos Acrilatos	Solventes Fibras têxteis Adesivos
Halogenação	Cloreto de etila	Fluídos refrigerantes Produtos medicinais Resinas plásticas
Amonólise	Dietilamina Monoetilamina	Inseticidas Herbicidas
Desidrogenação Desidratação	Butadieno	Borrachas sintéticas

FONTE: Marques (2010, p. 72)

A logística de distribuição do etanol, a qual é estudada nesta tese, refere-se à distribuição de etanol combustível. Segundo a UNICA (2010, p. 159), no momento atual, a interface tecnológica motor-combustível, historicamente desenvolvida como uma relação simbiótica entre os setores automotivos e de refino de petróleo, passa a ser desafiada pelo interesse nos biocombustíveis, em particular o etanol. Entretanto, no contexto global em que atua o setor automotivo, os derivados de petróleo ainda representam 97% dos combustíveis consumidos

por motores, o que torna a viabilização de qualquer combustível alternativo fortemente dependente do aproveitamento da infraestrutura industrial já estabelecida para transporte, estocagem e distribuição de gasolina e diesel.

Dolnikoff (2008, p. 45) observa que existe um subsistema da indústria de distribuição de combustíveis, chamado de subsistema do etanol carburante, apontando a utilização do combustível etanol em relação à gasolina utilizada pelos veículos automotores no Brasil, conforme demonstrado na Ilustração 16.



G.A. : Gasolina A AEAC: Álcool Etílico Anidro Carburante
G.C.: Gasolina C AEHC: Álcool Etílico Hidratado Carburante

Ilustração 16 - O subsistema do etanol carburante

FONTE: Dolnikoff (2008, p. 45).

Segundo Mapa (2007), citado em Dolnikoff (2008), a cana-de-açúcar e o etanol são produzidos, geralmente, em grandes propriedades rurais, como mostra a figura acima, pelo agente A, e a destilaria é o local específico para a produção do granel líquido etanol, representado na figura acima, pelo agente C. No Brasil, existem 240 usinas mistas, produzindo álcool e açúcar, 106 produtoras específicas de álcool, e apenas 14 produtoras de açúcar. Em termos de volume, São Paulo é o maior estado produtor. O principal meio de transporte do etanol são as distribuidoras de combustíveis, indicados pelos agentes T2 e T3. A exportação do etanol é feita pelas chamadas *trading companies*, representadas pelo agente F,

ainda na Ilustração 16. Ela possui papel articulador, efetivando a aquisição e venda dos produtos no mercado externo. São exemplos de empresas neste ramo a Cargill, Coimex, Noble Group, Glencore e LDCommodities (Dreyfus).

É interessante observar como processam o armazenamento e transporte de etanol no Brasil, onde, segundo o BNDES e o CGEE (2008), quase dois bilhões de litros são movimentados mensalmente, a partir de mais de 350 unidades produtoras, com sistemas diversificados de modais de transporte e armazenamento intermediário. Destacam-se, nesse sistema, nove terminais de coleta de etanol, nas principais regiões produtoras: estados de São Paulo, Goiás, Paraná e Sergipe, com capacidade total de armazenagem de 90 milhões de litros. Conforme representado na Ilustração 17, o etanol é enviado para os terminais coletores ou bases primárias das distribuidoras, utilizando o modal rodoviário. Dos terminais coletores, o etanol é enviado às bases primárias, utilizando os modais ferroviário, fluvial e dutoviário, dependendo da disponibilidade e viabilidade econômica. Nas bases primárias, o etanol anidro é misturado à gasolina, que vem diretamente das refinarias. Das bases primárias, a gasolina misturada com etanol anidro e o etanol hidratado são distribuídos para as bases secundárias das distribuidoras ou diretamente aos postos revendedores, através de modais rodoviário, ferroviário, fluvial e dutoviário. Entretanto, cerca de 70% do transporte é efetuado através do modal rodoviário.

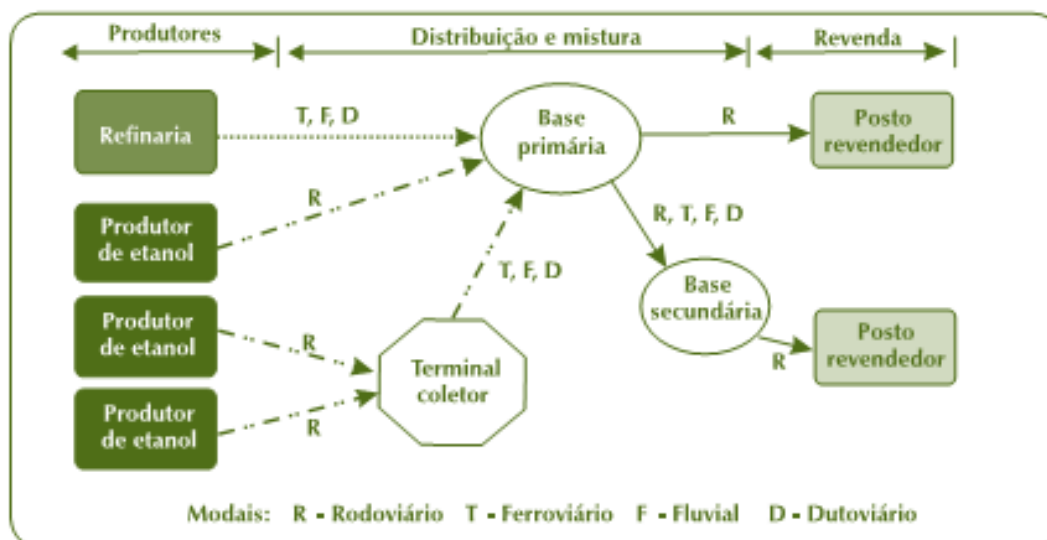


Ilustração 17 - Bases de distribuição

FONTE: BNDES e CGEE (2008)

Marjotta-Maistro (2002) ressalta que o etanol hidratado para fins combustíveis é adquirido pelas distribuidoras e direcionado para os postos de revenda, localizados em todas as regiões do país (cerca de 29 mil postos, no início de 2002). As distribuidoras de combustível associadas ao Sindicato Nacional de Combustível e de Lubrificantes (Sindicom) são as que representam a maior participação no mercado. De acordo com o Sindicom (2011), em 2010, suas associadas representavam cerca de 38 mil postos.

Há, também, a movimentação de etanol para atender o mercado externo, cuja exportação, em 2011, foi de 1,9 bilhões de litros (UNICA, 2013). Na exportação, o etanol é transportado das usinas aos armazéns de graneis líquidos, nos portos, principalmente, de Santos e Paranaguá. O Gráfico 1, com dados obtidos pela UNICA (2010; 2013) representa o volume total de etanol exportado entre os anos de 2001 a 2011.

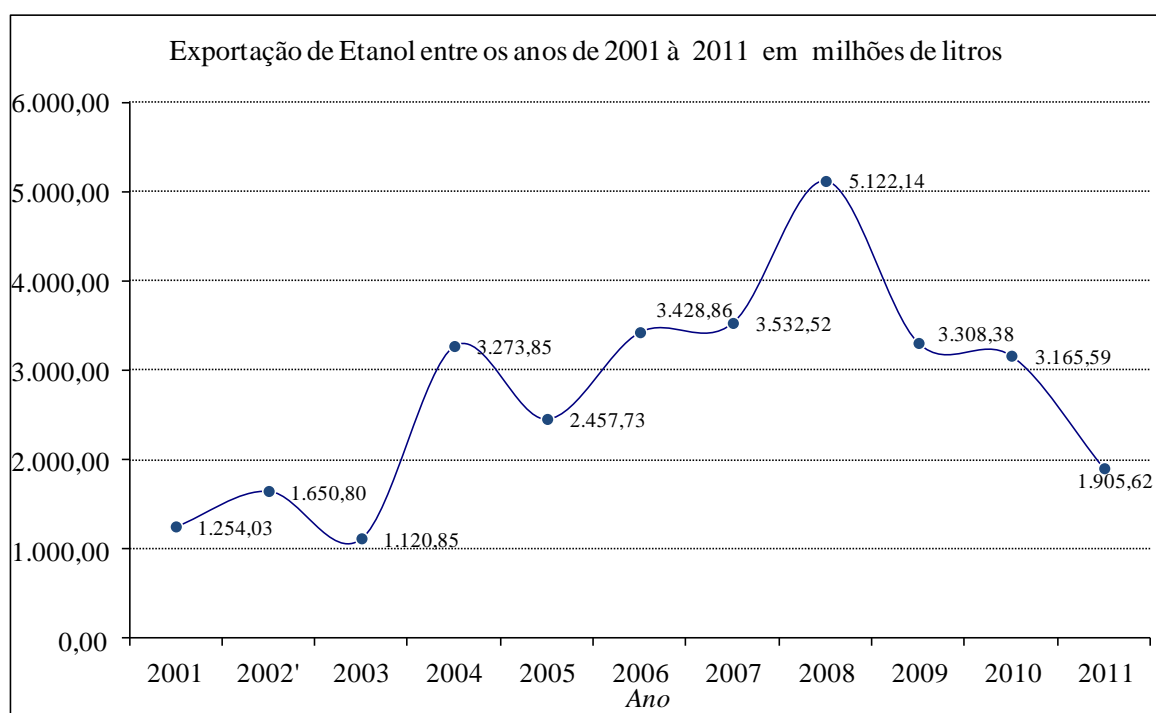


Gráfico 1 - Exportação de etanol entre os anos de 2001 a 2011

FONTE: o autor — baseado em informações da UNICA (2010; 2013)

Predomina, também, nas exportações, o modal rodoviário como transporte interno do etanol. O canal de distribuição de etanol, tanto para atender o mercado interno como as exportações, será ampliado com a instalação de dutos, visando a aperfeiçoar o processo de distribuição

(UNIDUTO, 2010). De acordo com o CGEE (2009, p. 226), o transporte de bioetanol, no país, por meio de dutos, é insignificante, não tendo alcançado 2% do total transportado, em 2007. O modal rodoviário, por sua vez, responde por cerca de 90% do escoamento do combustível renovável. Tal domínio do transporte rodoviário mostra-se completamente incompatível com os volumes de bioetanol, para o mercado interno e as exportações. O crescimento das exportações de etanol, verificado a partir de 2003, passando de cerca de 1 bilhão de litros para cerca de 5 bilhões de litros, em 2008, expôs o déficit do país em relação à sua infraestrutura logística interna e externa, e não somente no que diz respeito ao escoamento do etanol.

Segundo o CGEE (2009, p. 227), para atender a demanda crescente de etanol, tanto para o mercado interno, quanto para o externo, é necessária uma nova logística para o escoamento do produto, que priorize as dutovias e a multimodalidade de transporte, utilizando, completamente, os modais hidroviário, ferroviário, e quando necessário, o rodoviário. A infraestrutura logística é relevante ao processo de distribuição de etanol.

De acordo com o BNDES e o CGEE (2008, p. 57), muitos países entendem que o etanol deve e pode ser parte da matriz energética, mas apontam para a barreira da infraestrutura para resolvê-la. Em geral, condições para transportar e armazenar etanol não são significativamente diferentes das usadas para combustíveis feitos de petróleo. Há, entretanto, três fatores a considerar: a sazonalidade da produção de etanol, a distribuição geográfica de sua produção e a compatibilidade dos materiais de tanques e tubulações que entrarão em contato com o etanol e suas misturas.

De acordo com o CGEE (2009, p. 533), para atender a demanda crescente de etanol, até o ano de 2025, há necessidade de expansão da área de plantio da cana-de-açúcar fora das regiões, onde, atualmente, concentra-se o essencial da produção de etanol (os estados de São Paulo e a faixa litorânea da região Nordeste, entre os estados de Alagoas e Rio Grande do Norte), ou seja, expandir, principalmente, para a região Centro-Oeste e o interior do Nordeste. Portanto, com a expansão da área de plantio e produção de etanol, a barreira da infraestrutura torna-se mais expressiva.

Para vencer essa barreira, o sistema multimodal precisa ser melhor entendido e conhecido pelos profissionais da área de logística; há a necessidade de se desenvolver cultura

multimodal com a utilização dos diferentes modais de transporte de modo integrado e otimizado (CGEE, 2009, p. 227): isso faz-se, principalmente, com inovação nos serviços logísticos. De acordo com Grawe (2009, p. 360), a inovação tem sido amplamente definida como uma ideia, prática, ou objeto que é percebido como novo. E a inovação logística refere-se a qualquer serviço logístico que é visto como novo e útil a um particular foco de audiência. O autor ressalta que a inovação logística pode ser muito básica ou muito complexa e pode ser aplicada à operação interna ou serviços com parceiros de negócios. Portanto, o estudo da logística de distribuição de etanol tem muito a contribuir à teoria da gestão da inovação.

Segundo Rajagopal *et al* (2009), a pesquisa em nova forma de transportar combustíveis está contribuindo para desenvolver um novo paradigma em inovação, comercialização e regulamentação. Os autores apontam que baixo custo de produção não é suficiente para assegurar a adoção de biocombustíveis. Os serviços logísticos têm impacto significativo nesse processo. Por exemplo: o etanol não é compatível para ser transportado em dutos que transportam gasolina, por conta de sua propriedade higroscópica; então, é transportado de trem, caminhão e via marítima. A demanda para o etanol não atingiu uma escala suficiente, que justifique investimento em infraestrutura dedicada de dutos para etanol, o qual é a forma mais barata de transporte. Entretanto, o primeiro movimento de transporte de etanol via dutos começou a ocorrer no final de 2008.

Neste capítulo, descrevemos a evolução do etanol no Brasil e a relevância da logística para o sucesso da distribuição do etanol. A alta utilização do modal rodoviário ainda é uma barreira a ser vencida. Há necessidade de desenvolver-se cultura multimodal com a utilização dos diferentes modais de transporte de modo integrado e otimizado, assim como fomentar a inovação nos serviços logísticos. Esses temas estão mais detalhados na análise consolidada das empresas pesquisadas, no Capítulo 5, e nas análises individuais das empresas pesquisadas, Apêndice 2, desta tese.

4 METODOLOGIA DE PESQUISA

4.1 Escolha do método de pesquisa

De acordo com Campomar (1991, p. 95), a metodologia, ou método científico, assume grande importância nas pesquisas acadêmicas e sem ela os resultados das investigações seriam de difícil aceitação. O método científico é a forma encontrada pela sociedade para legitimar um conhecimento adquirido empiricamente, ou seja, quando um conhecimento é obtido pelo método científico, qualquer pesquisador que repita a investigação nas mesmas circunstâncias, obterá os mesmos resultados, desde que os mesmos cuidados sejam tomados. Pode-se dizer, então, que o método científico de pesquisa é um conjunto de passos específica e claramente determinados para a obtenção de um conhecimento, passos estes aceitos pelas pessoas que estudaram e militaram na área que foi realizada a pesquisa.

Segundo Eisenhardt (1989, p. 532), o desenvolvimento de teoria é uma atividade central na pesquisa organizacional. Tradicionalmente, autores têm desenvolvido a teoria, combinando observações de literatura existente, senso comum e experiência. Entretanto, a ligação com dados atuais tem sido tênue: a autora ressalta que é a conexão com a realidade empírica que permite o desenvolvimento da teoria relevante, testável e válida.

Portanto, o modelo analítico desta pesquisa envolve o levantamento de fundamentação teórica por meio de pesquisas bibliográficas e técnica de monitoramento, integrando os resultados com o método qualitativo do estudo de caso múltiplo. “O uso de métodos qualitativos tem crescido em importância nas pesquisas acadêmicas em Administração, e entre eles, o Estudo de Casos merece destaque por sua qualidade.” (CAMPOMAR, 1991, p. 96).

Com o intuito de sintetizar a pesquisa bibliográfica, este pesquisador elaborou o Quadro 8, identificando as revisões da literatura de particulares interesses e com contribuições relevantes a esta tese.

Quadro 8 - Resumo da revisão da literatura de particular interesse

Autor(es)	Ano	Título	Periódico / livro
Ballou	2002	Gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial	Bookman
Barras	1986	Towards a theory of innovation in services	Research Policy
Barras	1990	Interactive innovation in financial and business services	Research Policy
Becheikh <i>et al</i>	2006	Lessons from innovation, empirical studies in the manufacturing sector	Technovation
Chapman <i>et al</i>	2003	Innovation in logistic services and the new business model: a conceptual framework	International Journal of Physical Distribution & Logistics Management
Chopra e Meindl	2006	Gerenciamento da cadeia de suprimentos	Prentice Hall
Clark e Wheelright	1993	Managing new product and process development	Free Press
Daugherty <i>et al</i>	2011	Organizational structure and logistics service innovation	The International Journal of Logistics Management
Flint <i>et al</i>	2005	Logistic Innovation: a customer value-oriented social process	Journal of Business Logistics
Flint <i>et al</i>	2008	Exploring processes for customer value insights, supply chain learning and innovation: an international study	Journal of Business Logistics
Gallouj e Weinstein	1997	Innovation in services	Research Policy
Goldstein <i>et al</i>	2002	The service concept: the missing link in service design research	Journal of Operations Management
Grawe	2009	Logistics innovation: a literature-based conceptual framework	The International Journal of Logistics Management
Henderson e Clark	1990	Architectural Innovation: The Reconfiguration of Existing	Administrative Science Quarterly
Hertog	2000	Knowledge-intensive business services as co-producers of innovation	International Journal of Innovation Management
Jharkharia e Shankar	2007	Selection of logistics services provider	OMEGA — The International Journal of Management Science
Jong e Vermeulen	2003	Organizing successful new service development: a literature review	Management Decision
Kandampully	2002	Innovation as the core competence of a service organization: the role of technology and networks	European Journal of Innovation Management
Lapierre	2000	Customer-perceived value in industrial contexts	Journal of Business & Industrial Marketing
Matthing <i>et al</i>	2004	New service development: learning from and with customers	International Journal of Service Industry Management
Maximiano	2008	Teoria Geral da Administração	Atlas
Menor <i>et al</i>	2002	New service development: areas for exploitation and exploration	Journal of Operations Management
Moreira e Queiroz	2007	Inovação organizacional e tecnologia	Thomson Learning
Ojanen <i>et al</i>	2009	Innovation management in the technology-related knowledge-intensive business services	International Journal Entrepreneurship and innovation management
Pavitt	1984	Sectorial patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory	Research Policy
Pavitt	1990	What we know about the strategic management of technology	California Management Review
Roberts	2007	Managing invention and innovation	Industrial Research Institute
Roy <i>et al</i>	2004	Innovation Generation in Supply Chain Relationships: A Conceptual Model and Research Propositions	Journal of the Academy of Marketing Science
Shumpeter	1942	Capitalism, Socialism and Democracy	Harper
Utterback	1996	Mastering the dynamics of innovation.	Harvard Business School Press
Wagner	2008	Innovation Management in the German transportation industry	Journal of Business Logistics

FONTE: o autor (2012)

Segundo Porter (1991), monitoramento é olhar, observar, verificar e atualizar-se com o desenvolvimento numa área de interesse bem definida. Monitoramento significa pesquisar o

ambiente apropriado para obter informação pertinente. Essa informação pertence a particular tecnologia — monitoramento tecnológico — na qual se pode obter informação histórica do desenvolvimento tecnológico, informação atual do estado da arte e informação de perspectivas futura.

De acordo com Yin (2001, p. 19), o estudo de caso representa a estratégia preferida quando se colocam questões do tipo “como” e “porquê”, quando o pesquisador tem pouco controle sobre os eventos e quando o foco se encontra em fenômenos contemporâneos inseridos em algum contexto da vida real. Pode-se complementar esses estudos de casos com estudos “exploratórios” e “descritivos”. Portanto, esta estratégia encaixa-se bem a esta pesquisa cujo objeto de estudo é um fenômeno contemporâneo: **o impacto da inovação tecnológica na inovação nos serviços logísticos e na logística do etanol**. E também com a questão de pesquisa: **como as mudanças tecnológicas contribuem com a inovação na logística de etanol e, quais mudanças organizacionais ocorrem em função dessas inovações tecnológicas?**

A questão de pesquisa tem como apoio os modelos teóricos básicos representados, respectivamente, pelas Ilustrações 1 e 2, descritas no Capítulo 1. Esta pesquisa está delimitada conforme representação da Ilustração 18 e pode ser interpretada da seguinte forma: no universo da logística de distribuição do etanol, o foco está na logística das grandes empresas produtoras de etanol e nas empresas operadoras logísticas. Consequentemente, no mercado empresarial, também conhecido como mercado industrial ou B2B. Portanto, a pesquisa avalia as mudanças tecnológicas nessas empresas e as mudanças organizacionais ocorridas em funções dessas inovações, para alcançar o objetivo da tese.

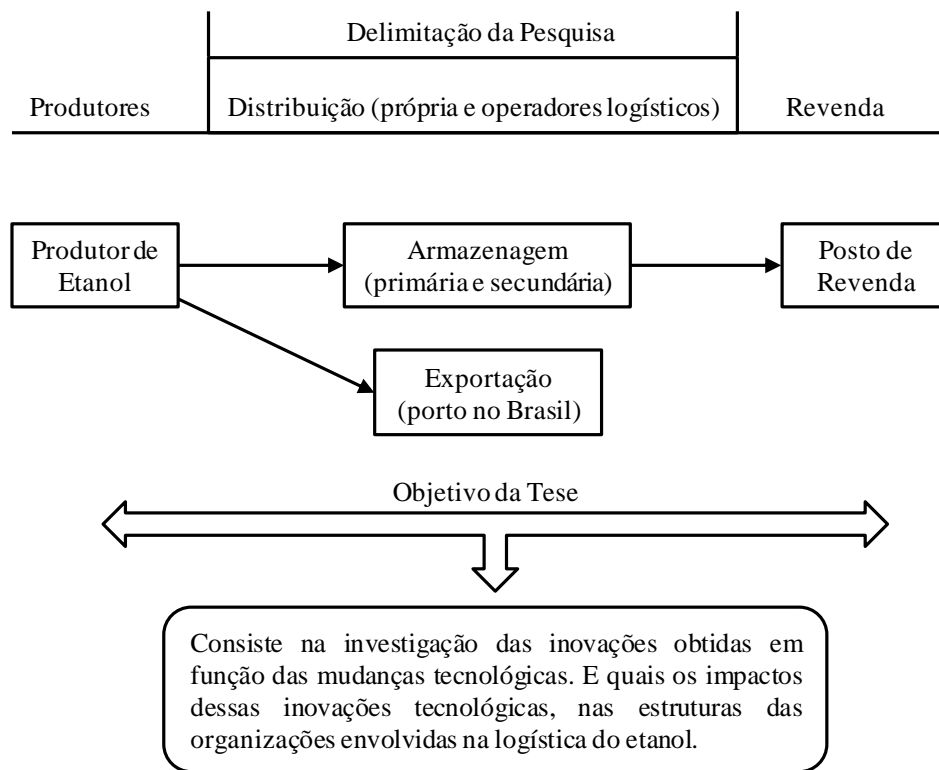


Ilustração 18 - Diagrama de delimitação da pesquisa

FONTE: o autor (2012)

Yin (2001, p.27) ressalta que o estudo de caso conta com muitas das técnicas utilizadas pelas pesquisas históricas, mas acrescenta duas fontes de evidências que usualmente não são incluídas no repertório do historiador: observação direta e série sistemática de entrevistas. Embora os estudos de caso e as pesquisas históricas possam sobrepor-se, o poder diferenciador do estudo de caso é sua capacidade de lidar com uma ampla variedade de evidências — documentos, artefatos, entrevistas e observações. Estudos de caso são ricas descrições empíricas de exemplos particulares de fenômenos que são tipicamente baseados em variedades de fontes de dados (EISENHARDT; GRAEBNER, 2007, p. 25).

Campomar (1991, p. 97) aponta que, primeiramente, é necessário definir-se claramente o problema a ser pesquisado, deixando claro que o estudo de caso é a estratégia adequada para resolver esse problema. Depois, deverá ser desenhada a estrutura da coleta de dados e a apresentação das perguntas principais, decidindo-se por um único ou múltiplos casos, lembrando que o uso de mais de um caso deverá ser determinado pela conveniência e oportunidade, e não para aumentar a possibilidade de inferências.

Este pesquisador optou pelo estudo de caso múltiplo em virtude do estado recente de pesquisa e a necessidade de maior profundidade em pesquisas de inovação em serviços logísticos. Construir teoria a partir de estudo de caso é uma estratégia de pesquisa que envolve o uso de um ou mais casos (EISENHARDT, 1989, p. 534; YIN, 2001, p. 33). A noção central é usar os casos como a base pela qual desenvolve-se a teoria indutiva. De acordo com Eisenhardt e Graebner (2007), construir teoria através de estudos de caso implica a lógica da replicação. Isto é, cada caso serve como um experimento distinto, formando uma unidade analítica. Como séries de experimentos de laboratórios, estudo de caso múltiplo são experimentos discretos que servem como replicações, contrastes, e extensões para a teoria emergente. Mas, enquanto experimentos de laboratórios isolam o fenômeno de seu contexto, estudos de caso enfatizam a riqueza, o contexto do mundo real no qual o fenômeno acontece. Teorias construídas através de estudo de caso múltiplo tipicamente são mais robustas, generalizadas, e testadas que teorias construídas através de estudo de caso simples.

O estudo de caso múltiplo desta pesquisa é de caráter exploratório e descritivo. Segundo Mattar (2001, p.18), a pesquisa exploratória tem o objetivo de gerar mais conhecimento sobre determinado assunto, e por isso, é indicada no início da investigação, quando há poucas informações. Mesmo quando já existam conhecimentos do pesquisador sobre o assunto, a pesquisa exploratória também faz-se útil, pois, para um mesmo fato, poderá haver inúmeras explicações alternativas. É o tipo de pesquisa que desenvolve e modifica conceitos para a caracterização do problema. De acordo com Edmondson e McManus (2007, p.1177), quanto menos sabe-se sobre um fenômeno na literatura organizacional, mais deve-se utilizar pesquisa exploratória.

Mattar (2001, p. 24) ressalta que a pesquisa descritiva é indicada, quando a investigação tem por objetivo descrever as características de um fenômeno, identificar comportamentos de uma população ou verificar a relação entre variáveis. As pesquisas descritivas são caracterizadas por possuírem objetivos bem definidos, serem bem estruturadas e dirigidas para a solução de problemas ou avaliação de alternativas de curso de ação.

Estudos de caso podem acomodar uma rica variedade de fontes de dados, incluindo entrevistas, dados de arquivos, dados de pesquisas, e observações. Através das pesquisas qualitativas é possível explorar melhor o fenômeno (EISENHARDT, 1989, p. 534). Para Yin

(2001), uma das mais importantes fontes de informações são as entrevistas. À medida que um entrevistado relata um fato, o bom ouvinte escuta as palavras exatas utilizadas, captura o humor e os componentes afetivos, e compreende o contexto a partir do qual o entrevistado está percebendo o mundo.

As entrevistas auxiliam muito, nos trabalhos de investigação, pois grande parte das experiências e dos conhecimentos adquiridos não está registrada. Temos acesso a valiosas informações, adquiridas, por vezes, em consequência de posição privilegiada dos entrevistados, apenas por intermédio da realização de entrevistas.

Eisenhardt (1989, p. 533) propõe um roteiro para construir teoria, baseado em pesquisa de estudo de caso, representado no Quadro 9.

Quadro 9 - Processo de construção de teoria através de pesquisa de estudo de caso

Etapa	Atividade	Razão
Iniciando	Definição da questão de pesquisa	Concentrar esforços
Selecionando os casos	Nem a teoria, nem a hipótese especificam a população Amostra teórica, não randômica	Reter flexibilidade teórica Concentrar esforços nos casos teóricos úteis, aqueles que replicam ou ampliam teoria preenchendo categorias conceituais
Habilitando instrumentos e protocolos	Métodos de coleta múltipla de dados	Visão sinérgica de evidências
Entrando no campo da pesquisa	Coleta de dados e análises incluindo notas de campo Método de coleta flexível e oportunista	Velocidade de análise e revelação de ajustes válidos aos dados coletados
Analisando dados	Análises dentro do caso Pesquisa cruzada usando técnicas divergentes	Ganho de familiaridade com os dados e geração de teoria preliminar
Moldando hipóteses	Tabulação interativa de evidências para cada construção Procurar evidências para “porque” relacionamentos atrasados	Moldar definição de construção, validade e, medição Confirmar, ampliar, e moldar teoria Construir validade interna
Envolvendo literatura	Comparação com literatura conflitante Comparação com literatura similar	Construir validade interna, elevar nível teórico, definição de construção de modelagem Modular generalidade, melhorar definição de construção, e elevar o nível teórico
Fechamento	Saturação teórica quando possível	Finalizar processo quando o melhoramento marginal torna-se pequeno

FONTE: traduzido de Eisenhardt (1989, p. 533)

Por outro lado Edmondson e McManus (2007, p. 1156) propõem roteiro mais simplificado, entretanto, que complementa o proposto por Eisenhardt (1989, p. 533), conforme

representado no Quadro 10.

Quadro 10 - Quatro elementos-chave de projeto de pesquisa de campo

Elemento	Descrição
Questão de pesquisa	Foco no estudo Limita o campo de pesquisa, tamanho controlável Direciona matéria de significância prática e teórica Direciona à um projeto viável, isto é, a questão pode ser respondida
Trabalho anterior	O estado da literatura Existência de pesquisa teórica e empírica que pertence ao tópico do estudo atual Identificação de questões não respondidas, áreas inexploradas, construções relevantes e áreas de baixos acordos.
Projetando a pesquisa	Tipo de dados a ser coletados Ferramentas de coletas de dados e procedimentos Tipo de análise planejada Procura / seleção de locais para coletas de dados
Contribuição à literatura	A teoria desenvolvida como resultado do estudo Novas ideias que contestam sabedoria convencional, integrar o fluxo de pesquisa anterior para produzir um novo modelo, ou refinar entendimento do fenômeno Qualquer achado prático da pesquisa que pode ser sugerido pelo pesquisador

FONTE: traduzido de Edmondson e McManus (2007, p. 1156)

Em todo método de pesquisa, há vantagens e desvantagens a serem consideradas no uso do método. Portanto, há que considerar-se alguns critérios para julgar a qualidade do projeto de pesquisa. Segundo Yin (2001, p. 56), quatro testes vêm sendo comumente utilizados para determinar-se a qualidade de qualquer pesquisa social empírica. Uma vez que os estudos de caso representam uma espécie desses estudos empíricos, os quatro testes, demonstrados a seguir, são importantes para a pesquisa de estudos de caso:

- Validade do constructo — estabelecer medidas operacionais corretas para os conceitos que estão em estudo;
- Validade interna (apenas para estudos explanatórios ou causais, e não para descritivos ou exploratórios) — estabelecer uma relação causal, por meio da qual são mostradas certas condições que levem a outras condições, como diferenciada de relações espúrias;
- Validade externa — estabelecer o domínio ao qual as descobertas de um estudo podem ser generalizadas;
- Confiabilidade — demonstrar que as operações de um estudo, como os procedimentos de coletas de dados, podem ser repetidas, apresentando os mesmos valores.

4.2 Escolha dos casos e planejamento da pesquisa

Segundo Eisenhardt (1989, p. 535) e Eisenhardt e Graebner (2007, p. 27), estudos de caso múltiplo possibilitam explorações mais amplas de questões de pesquisas e elaboração de teoria. Entretanto, embora casos múltiplos resultem em teorias melhores, a escolha dos casos é mais complicada. A escolha é feita mais pela contribuição ao desenvolvimento da teoria. Ou seja, casos múltiplos são escolhidos por razões teóricas tais como replicação, extensão da teoria, replicação contrária, e eliminação de alternativa de explanação.

Eisenhardt (1989, p. 536) aponta que a seleção dos casos é um aspecto importante para construir teoria em estudo de caso, e o conceito de população é crucial, porque escolher a população apropriada controla as variações externas e ajuda a definir o limite para generalizar os achados. Os casos devem ser escolhidos para replicar casos anteriores ou ampliar a teoria emergente, ou eles devem ser escolhidos para preencher categorias teóricas e fornecer exemplos de tipos polares. Portanto, a meta da amostra teórica é escolher casos para replicar ou ampliar a teoria emergente.

Na escolha dos casos, a amostragem de empresas foi elaborada de forma não probabilística e intencional. Triviños (1987, p. 132) aponta que a pesquisa qualitativa, de fundamentação teórica, pode usar recursos aleatórios para fixar a amostra, isto é, procurar uma espécie de representatividade do grupo maior dos sujeitos que participarão no estudo. Porém, não é, em geral, preocupação dela a quantificação da amostra.

Foram escolhidas quatro empresas, sendo duas empresas operadoras logísticas, Stolthaven e Logum, e duas grandes empresas produtoras de etanol, Copersucar e Raízen. A intenção da escolha dos casos é contribuir de forma mais abrangente para a ampliação da teoria emergente (inovação na logística do etanol). Haja vista que as empresas produtoras de etanol têm seus sistemas logísticos estabelecidos, entretanto utilizam-se, também, de operadores logísticos para executarem suas atividades logísticas, seja parcial ou totalmente. Portanto, pesquisando-as sob a óptica das empresas produtoras e sob a óptica dos operadores logísticos pode-se ampliar o leque de informações que contribuirão para atingir o objetivo do estudo, o qual consiste na investigação das inovações obtidas em função das mudanças tecnológicas. E quais os impactos dessas inovações tecnológicas, nas estruturas das organizações envolvidas na logística do etanol.

A Stolthaven é uma empresa operadora logística especializada em armazenagem e manuseio de graneis líquidos. A empresa pertence ao grupo norueguês Stolt Nilsen, que tem armazéns de terminais marítimos nos Estados Unidos da América, na Europa, na China, em Singapura e no Brasil. A Stolthaven atua no Brasil há 28 anos e está localizada no porto de Santos, na Alemoa, com acesso imediato ao complexo Anchieta-Imigrantes.

A empresa fornece serviços de armazenagem de graneis líquidos, principalmente, para exportação e importação, tem capacidade de armazenagem de 133.725 metros cúbicos, distribuídos em 89 tanques de capacidades variadas. A Stolthaven pode armazenar uma grande variedade de produtos líquidos, principalmente, etanol, derivados de petróleo, biodiesel, químicos, óleos vegetais e minerais. Entretanto, o produto com maior volume de armazenagem é o etanol, conforme ressaltou o supervisor de atendimento ao cliente. Os tanques estão localizados em área portuária secundária e estão conectados ao píer de atracação de navios, em área portuária primária na Alemoa, através de 9 tubulações, sendo 4 tubulações construídas em aço inoxidável, com diâmetro de 10 polegadas, e 5 tubulações, com diâmetro de 8 polegadas. No píer da Alemoa, a empresa tem 3 berços de atracação de navios, o que possibilita a operação simultânea de 3 navios.

A Stolthaven trabalha seguindo as normas brasileiras e internacionais de padrões de segurança e qualidade, mantendo atualizados seus certificados de qualidade, segurança e meio ambiente, segundo as normas internacionais. Atualmente, a empresa possui os seguintes certificados: ISO 9001: 2000, ISO 14001: 2004, OHSAS: 18001. Além do credenciamento junto ao CDI-T (Instituto de terminais de distribuição de produtos químicos), órgão regulador Europeu, possui, também, registro junto ao FDA (*Food & Drug Administration*) dos Estados Unidos da América (STOLTHAVEN, 2012).

O outro operador logístico, a Logum Logística S. A., é a empresa responsável pela construção e operação do sistema logístico de etanol, que envolve: transporte, transbordo, armazenagem, operação de portos e terminais terrestres. Envolverá, também, transportes multimodais: dutos, hidrovias (barcaças), rodovias (caminhões-tanque) e cabotagem (navios). A empresa foi criada no dia 1º de março de 2011, para ser responsável pela implantação deste abrangente e integrado sistema logístico multimodal de transporte e armazenagem de etanol. A nova empresa é resultado da integração dos projetos de logística de etanol da Uniduto, CentroSul e

PMCC Projetos de Transportes de Álcool S. A. A Logum é resultado de um projeto inovador do empresariado brasileiro dos setores de engenharia, energia e transporte. Seis empresas — Camargo Corrêa Construções e Participações (10%), Copersucar (20%), Raízen (20%), Odebrecht Transporte Participações (20%), Petrobras (20%) e Uniduto logística (10%) — são as responsáveis por reunir em uma única rede, três projetos individuais de alcooldutos, que envolvia, além de dutos, complexos sistemas de transporte por hidrovias, rodovias, cabotagem, além de operações em terminais aquaviários, portos e armazéns (LOGUM, 2012).

A Copersucar foi criada em 1959. Conhecida, inicialmente, como Cooperativa Central, à época, detinha apenas dez unidades produtoras paulistas e duas entidades cooperativas regionais, a Coopira e a Coopereste. Ao longo de sua história, a cooperativa teve participação fundamental no processo de modernização da agroindústria da cana-de-açúcar. Compartilhou a liderança e o patrocínio de notáveis avanços na reorganização do setor e no desenvolvimento de tecnologias, que elevaram o Brasil à posição de vanguarda na competitividade mundial de açúcar e etanol.

Desde sua origem, novas unidades produtoras passaram a integrar a empresa, comprovando a eficácia de seu modelo de negócio. Hoje, conta com 48 unidades produtoras sócias, pertencentes a 26 grupos econômicos. Recentemente, a Copersucar associou-se a outros grupos empresariais, por meio da Logum Logística S. A., para a realização de investimentos em logística. Trata-se da criação de um sistema integrado de distribuição de etanol, com a construção e desenvolvimentos de polidutos, interligando as regiões produtoras aos maiores centros consumidores.

Em 2008, a empresa tornou-se uma empresa de sociedade anônima de capital fechado, a Copersucar S. A. Hoje, é a maior comercializadora brasileira de açúcar e etanol integrada à produção, com participação de 18% do mercado brasileiro. É, também, uma das maiores do mundo no segmento. O modelo de negócio permite que a empresa detenha a gestão de todos os elos da cadeia de açúcar e etanol, desde o acompanhamento da safra, no campo, até os mercados finais, incluindo as etapas de armazenamento, de transporte e de comercialização. A Copersucar tem exclusividade na comercialização dos volumes de açúcar e etanol produzidos por 48 unidades produtoras sócias, localizadas nos estados de São Paulo, Paraná, Minas Gerais e Goiás. Adicionalmente, comercializa, em regime não exclusivo, a produção de açúcar e etanol de cerca de 50 unidades produtoras não sócias (COPERSUCAR, 2012).

A outra empresa produtora de etanol, a Raízen, é uma empresa resultante do processo de integração dos negócios da Royal Dutch Shell e da Cosan S.A., com 50% de participação de cada empresa. A empresa está entre as cinco maiores companhias do Brasil, em faturamento. Com 24 usinas, a Raízen tem capacidade de produção de 2,2 bilhões de litros de etanol por ano, 4,4 milhões de toneladas de açúcar e tem 900 MW de energia elétrica a partir do bagaço da cana. A empresa possui 53 terminais de distribuição e comercializa aproximadamente 22 bilhões de litros, para os segmentos de transporte e indústria e para sua rede formada por 4.700 postos de combustível com as marcas Shell e Esso, e tem 750 lojas de conveniência. Destaca-se como uma das mais competitivas empresas na área de energia sustentável do mundo (RAÍZEN, 2012).

O nome Raízen é a união de duas forças, raiz e energia. A primeira remete à parte das plantas que extrai nutrientes e água, necessários para a vida, e a outra, ao fator crítico para qualquer dinâmica, ou seja, energia. A empresa tem como missão prover soluções de energia sustentável, através de tecnologia, talento e agilidade, maximizando valor para os clientes, acionistas e contribuindo para a sociedade. E tem como visão ser reconhecida, globalmente, pela excelência no desenvolvimento, produção e comercialização de energia sustentável.

O potencial inovador da empresa está, também, no processo de fabricação do etanol. A empresa inovou ao instalar peneiras moleculares em suas usinas. Esses equipamentos permitem a obtenção do etanol anidro, sem a necessidade da utilização do desidratante ciclohexano, técnica que permite a obtenção de um produto puro e não poluente.

A Raízen exporta parte de sua produção de etanol, composto por álcool para fins industriais, álcool neutro e etanol carburante. Os principais clientes são empresas de exportação e importação, que distribuem o produto a diversos países. No mercado interno, a empresa comercializa, principalmente, etanol anidro e hidratado carburante, por meio de sua rede de postos Shell, além de outros distribuidores de combustíveis no Brasil, como a Petrobras Distribuidora S. A., Texaco Brasil S. A., Cia Brasileira de Petróleo Ipiranga, entre outros (RAÍZEN, 2012).

No planejamento da pesquisa, foi contemplado o protocolo de pesquisa. Campomar (1991, p. 97) ressalta a importância da preparação de um protocolo, relacionando as atividades a

serem realizadas e os procedimentos a serem seguidos. Deverão ser determinados os instrumentos para a coleta de dados, os quais, normalmente, poderiam ser literatura, documentos de arquivo, entrevistas, observação, experiências, e mesmo, artefatos. Segundo Yin (2001, p. 95), o ponto central do protocolo é um conjunto de questões substantivas que refletem a investigação real.

Portanto, o planejamento da pesquisa foi elaborado, em função dos objetivos geral e específico desta tese; buscou-se investigar as inovações obtidas em função das mudanças tecnológicas e quais os impactos dessas inovações nas estruturas das organizações envolvidas na logística do etanol. Buscou-se, também, identificar as inovações tecnológicas na logística do etanol para o mercado interno e exportação, e analisar como a rede de relacionamento afeta a difusão do conhecimento e a obtenção de novas tecnologias. Nesse sentido, esta pesquisa apoia-se nos modelos de Hertog (2000) e Grawe (2009), assim como nas pesquisas de Barras (1986; 1990), Pavitt (1990), Clark e Wheelright (1993), Ballou (2002), Flint *et al* (2005), Moreira e Queiroz (2007) e Maximiano (2008). Portanto, foram abordados nas entrevistas os subtemas representados na Ilustração 19.

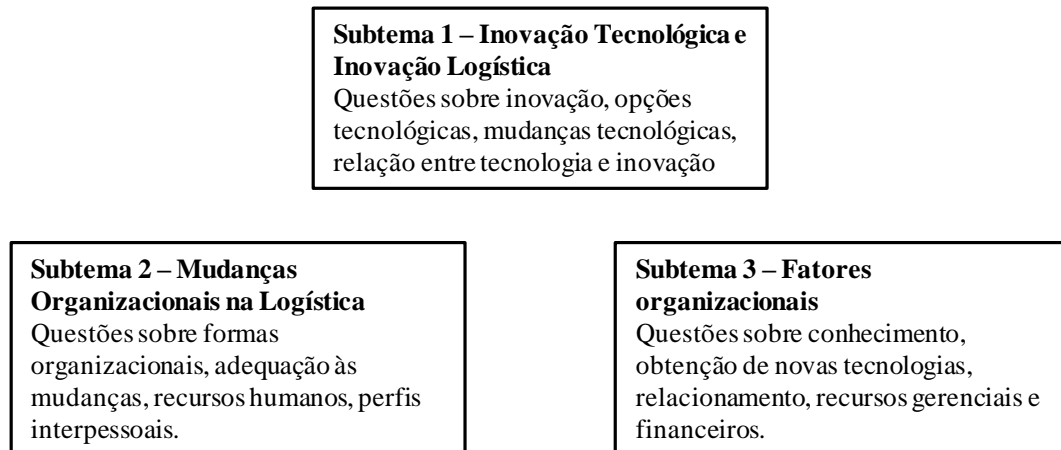


Ilustração 19 - Estrutura do protocolo de pesquisa

FONTE: o autor (2012)

No primeiro bloco, utilizam-se questões com o propósito de identificar o papel da inovação na organização, as opções tecnológicas e as mudanças tecnológicas, e para, principalmente, identificar a relação entre tecnologia e inovação na logística do etanol. As bases teóricas para as questões do bloco 1 são apoiadas no modelo de inovação logística de Grawe (2009,

p. 364), no modelo quatro dimensionais de inovação em serviços de Hertog (2000, p. 495), e nas pesquisas de Barras (1986; 1990), Pavitt (1990), Clark e Wheelright (1993), Ballou (2002), Flint *et al* (2005) e Moreira e Queiroz (2007).

No segundo bloco, utilizam-se questões com o intuito de avaliar as mudanças organizacionais decorrentes das inovações tecnológicas; são questões sobre novas formas organizacionais para adequar-se às mudanças tecnológicas, capacitação de recursos humanos, necessidades de treinamentos, novos perfis interpessoais. A base teórica principal é a dimensão 3 do modelo de quatro dimensões de Hertog (2000, p. 495), e as pesquisas de Clark e Wheelright (1993) e Maximiano (2008).

No terceiro e último bloco, utilizam-se questões com o objetivo de identificar fatores organizacionais relevantes que facilitam a obtenção de novas tecnologias, e conseqüentemente, a inovação na logística do etanol. São questões sobre difusão do conhecimento, obtenção de novas tecnologias, rede de relacionamento como fator de obtenção de conhecimento e tecnologia, recursos gerenciais e financeiros que facilitam esse processo. A base teórica, principal, é o modelo de inovação logística de Grawe (2009, p. 364).

Depois de elaboradas as questões de pesquisa, baseadas na estrutura do protocolo de pesquisa, e escolhidas as empresas para iniciá-la, este pesquisador testou o questionário por meio de entrevistas com dois especialistas com relevante conhecimento no setor de etanol. O primeiro especialista entrevistado foi o diretor de comercialização da ADN Corretora - Logística - Futuros, empresa especializada em comercialização e distribuição de etanol para o mercado local e exportação. Ele tem mais de 40 anos de experiência no setor, e anteriormente, trabalhara durante 35 anos na Coopersucar.

O segundo especialista entrevistado foi o diretor e proprietário da M Saraiva, empresa de gestão de operações logísticas e que detém 33% de um terminal de armazenagem de etanol em Uberlândia (MG), cuja função estratégica é coletar o etanol que vem de Goiás, via rodoviária, e distribuir para Betim (MG) e Paulínia (SP) por via ferroviária, através da Ferrovia Centro Atlântica (FCA), reduzindo o custo de distribuição do etanol através da multimodalidade. Essas duas pesquisas foram importantes para apurar e ajustar o questionário. A versão mais aprimorada do protocolo de pesquisa, incluindo as questões de pesquisa, para coleta e análise dos dados, encontra-se no apêndice 1 desta tese.

4.3 Coleta e análise dos dados

Estudos de casos podem acomodar uma rica variedade de fontes de dados, incluindo entrevistas, dados de arquivos, dados de pesquisas e observações. O desafio dos dados de entrevistas é evitar as tendências. Uma abordagem-chave é usar numerosos informantes de alto conhecimento que observem o fenômeno de diversas perspectivas. Esses informantes podem incluir atores organizacionais de diferentes níveis hierárquicos, áreas funcionais, grupos e geografias, assim como atores de outras organizações e observadores externos como analistas de mercado (EISENHARDT; GRAENER, 2007, p.28).

O estudo de caso requer observação direta do comportamento dos atores por um observador treinado e com julgamento crítico sobre o que observar e seu significado. Portanto, como em outros métodos qualitativos, o estudo de caso depende da percepção do pesquisador, da interpretação das informações. Entretanto, diferentemente de outros métodos qualitativos, o estudo de caso baseia-se em numerosas fontes de dados para triangular essa percepção e significados dentro de um contexto mais amplo (BONOMA, 1985, p. 204).

Segundo Campomar (1991, p. 97), as análises deverão ser feitas, principalmente, por analogias, contendo comparações com teorias, modelos e outros casos. As conclusões deverão ser específicas, com possíveis inferências (não estatísticas) e explicações, permitindo que as generalizações sejam usadas como base para novas teorias e modelos. Não se deve esquecer que as limitações gerais inerentes ao método, e as específicas que aparecem em cada pesquisa, deverão estar claramente expostas. Eisenhardt (1989, p. 539) ressalta que a análise de dados é o coração da construção da teoria, no estudo de caso, mas é, também, a maior dificuldade e a parte menos codificada do processo.

Nesta pesquisa, foram utilizados dados primários e secundários (MATTAR, 2001, p. 48), os quais são definidos a seguir:

- Dados primários são aqueles que não foram coletados anteriormente, estando ainda na posse dos pesquisadores e que têm o propósito de atender às necessidades específicas da pesquisa em andamento. Portanto, consideraram-se como fonte de dados primários os gestores das empresas pesquisadas.

- Dados secundários são aqueles que já foram coletados, tabulados, ordenados, e às vezes, até analisados, e estão catalogados à disposição dos interessados. Portanto, na obtenção de dados secundários para esta tese, foram utilizados artigos acadêmicos, livros, *websites*, teses, dissertações e documentos.

Na execução da coleta de dados, foi feita, também, uma preparação para as entrevistas, onde buscaram-se informações, em fontes primárias e secundárias, das empresas pesquisadas. Essas informações foram obtidas, principalmente, nos *websites* das empresas e em entrevistas com os consultores da ADN Corretora - Logística - Futuros, empresa especializada em comercialização e distribuição de etanol para o mercado local e exportação, e com o diretor e proprietário da M Saraiva, empresa de gestão de operações logísticas. Essa preparação contribuiu para o processo de coleta de dados através das entrevistas com os gestores (fonte primária) das quatro empresas pesquisadas.

A coleta de dados, nas empresas pesquisadas, envolveu entrevistas, em cada empresa, com dois a quatro gestores. A cada entrevista, foram explicados os conceitos teóricos incluídos no protocolo de pesquisa, que se encontra no Apêndice 1 desta tese, assim como o objetivo da pesquisa. As entrevistas foram executadas durante seis meses, de junho a novembro de 2012. Houve a preocupação de entrevistar gestores com profundo conhecimento de suas organizações, seus projetos, e principalmente, com envolvimento no dia a dia da empresa. Todas as entrevistas foram presenciais e nos locais de trabalho dos gestores. Os dados foram coletados através de entrevistas semiestruturadas e com perguntas abertas. Segundo Triviños (1987, p. 152), embora a estruturação da entrevista auxilie na coleta de informações, a pesquisa semiestruturada permite, geralmente, a ampliação do campo de interrogativa, além dos questionamentos básicos.

Foram dez entrevistas, nas quatro empresas, além das duas entrevistas com os dois consultores (ADN Corretora e M Saraiva). As entrevistas, na empresa Stolthaven, foram conduzidas no escritório da empresa, no terminal marítimo, no bairro da Alemoa, em Santos, e participaram delas os seguintes gestores: gerente de engenharia, gerente de recursos humanos, gerente de operações e supervisor de atendimento ao cliente. As entrevistas, na Logum, foram executadas no escritório da empresa, no Rio de Janeiro, e participaram delas o gerente de soluções logísticas e o supervisor de logística. Na Copersucar, as entrevistas foram conduzidas em seu escritório de São Paulo, com a participação do gerente de logística e do

supervisor de logística. E completando as empresas pesquisadas, foram executadas as entrevistas no escritório da Raízen, em São Paulo, com o diretor de *trading* e o diretor de logística. No Quadro 11, sintetizam-se as entrevistas, das quatro empresas, com o período de entrevistas e as funções dos entrevistados.

Quadro 11 - Coleta de dados: empresas participantes das entrevistas

Empresa	Início	Término	Função dos entrevistados
Stolthaven	Junho 2012	Setembro 2012	Gerente de engenharia Gerente de recursos humanos Gerente de operações Supervisor de atendimento ao cliente
Logum	Outubro 2012	Novembro 2012	Gerente de soluções logísticas Supervisor de logística
Copersucar	Junho 2012	Novembro 2012	Gerente de logística Supervisor de logística
Raízen	Julho 2012	Outubro 2012	Diretor de <i>trading</i> Diretor de logística

FONTE: o autor (2012)

As entrevistas duraram, em média, uma hora e meia, totalizando aproximadamente 15 horas de entrevistas, nas quatro empresas pesquisadas. O processo de entrevista foi facilitado pelo conhecimento acadêmico dos entrevistados, todos com curso superior e a maioria com pós-graduação em administração de empresas, e até, com experiência didática em universidade (gerente de soluções logísticas da Logum). As entrevistas foram todas presenciais e não foram gravadas, entretanto, foram transcritas em até 12 horas, após as entrevistas, para evitar perda de conteúdo.

A análise dos dados teve como meta a ampliação da teoria emergente, conforme aponta Eisenhardt (1989, p. 536). Os dados coletados foram analisados à luz da literatura pesquisada, ou seja, foram analisados de forma consolidada sobre os modelos teóricos, conforme descrito no Capítulo 5, “análise consolidada dos casos”, no Capítulo 6, “contribuições”, no Capítulo 7, “conclusões”, e no Capítulo 8, “comentários finais”.

5 ANÁLISE CONSOLIDADA DOS CASOS

Neste capítulo, é apresentada a análise conjunta das pesquisas efetuadas nas empresas pesquisadas (Stolthaven, Logum, Copersucar e Raízen), tendo-se, como base, os modelos teóricos e estudos utilizados nesta tese. Nas quatro empresas pesquisadas, constatou-se que há conhecimento do conceito de inovação, e principalmente, as empresas reconhecem a relevância da inovação na logística do etanol. Entretanto, não há uma preocupação em distinguir inovação de melhoramento contínuo, ou de classificar as inovações em incrementais ou radicais.

Na Stolthaven, os gestores definem inovação como algo novo, desenvolvido e diferente do que é comum no dia a dia da organização: eles relacionam a melhoria contínua às práticas de qualidade. De acordo com o supervisor de logística da Copersucar, inovação é uma novidade ou melhoramento contínuo significativo na distribuição de etanol, com o objetivo de reduzir o custo logístico e atender melhor seus clientes corporativos. Para o diretor de *trading* da Raízen, inovação é um melhoramento significativo no processo ou na gestão de entrega de etanol, sendo novo para o setor, mesmo que já seja conhecida em outros setores (setor de distribuição de petróleo), a busca de método mais eficiente de distribuição do etanol. De acordo com Daugherty *et al* (2011, p. 26), a inovação em serviços logísticos refere-se à nova ideia útil, procedimento, ou prática em operações logísticas, que é diferente da prática atual da empresa.

Os gestores da Logum ressaltaram que a inovação é fortemente incentivada pela alta gerência da empresa, e eles consideram a inovação algo que é novo e cujo resultado agrega valor ao processo. Nesse contexto, eles afirmaram que o projeto da Logum é uma inovação radical por tratar-se de processo inédito, pioneiro e único no Brasil, tratando-se de distribuição de etanol através de dutos. Flint *et al* (2005, p. 115) informam que a inovação logística pode ser incremental e radical; eles classificam como inovação incremental qualquer serviço logístico, desde o básico até o complexo, que é visto como novo e útil para um particular foco de audiência. Essa audiência pode ser interna, onde a inovação melhora a eficiência operacional, ou externa, onde a inovação serve melhor o cliente. Já, a inovação radical refere-se a um serviço logístico que é novo para o mundo, isto é, nenhum fornecedor ofereceu tal serviço antes.

Segundo Jong e Vermeulen (2003, p. 846), foi argumentado que inovações em serviços são frequentemente não tecnológicas: isso ainda é o centro de muita análise e debate. Está claro que inovação em serviço é possível sem inovação tecnológica. Entretanto, na prática, há grande relacionamento entre tecnologia e inovação em serviços. Nesta pesquisa de campo, foi constatado que a maioria das inovações logísticas tem a inovação tecnológica como fator preponderante. Clark e Wheelright (1993, p. 91-93) apontam que a tecnologia é crítica para a vantagem competitiva da empresa: o que importa para a competição é a capacidade tecnológica da empresa — sua habilidade de usar seu *know-how* para alcançar resultados específicos em seus produtos e processos.

5.1 Inovações em transporte e transbordo nas empresas pesquisadas consolidadas

O supervisor de atendimento ao cliente da Stolthaven apontou que o modal rodoviário ainda é o mais utilizado na logística do etanol. Portanto, a utilização de **caminhões-tanque bitrem e rodotrem** foi considerada, pelos gestores da empresa Stolthaven, que é operadora logística, e pelos gestores das empresas Copersucar e Raízen, que são produtores de etanol, uma importante inovação logística. A duplicação do compartimento de carga, dobrando a capacidade de transporte de etanol em relação ao caminhão-tanque com apenas um compartimento de carga e a mudança da figura geométrica do tanque foram inovações tecnológicas que permitiram diminuir o frete unitário do etanol, reduzindo o custo do transporte.

O supervisor de logística da Copersucar ressaltou que, em princípio, houve restrição ao uso do caminhão-tanque bitrem, que é composto pelo cavalo mecânico e dois semirreboques com capacidade de carga de 45.000 litros de etanol, e ao uso do caminhão-tanque rodotrem, que é composto pelo cavalo mecânico e dois semirreboques, com capacidade de carga de 60.000 litros de etanol. Havia preocupação com a estabilidade do conjunto formado pelo cavalo mecânico e pelo semirreboque, devido ao tamanho e às articulações. Entretanto, a utilização de sistemas de controle de estabilidade para regular a articulação do semirreboque, desenvolvidos pelas montadoras de caminhões e a utilização de freios ABS eliminou essa restrição.

A construção de dutos para transporte de etanol foi uma importante inovação tecnológica relatada pelos gestores da Logum (operador logístico) e da Copersucar e Raízen, que são produtores de etanol e têm participação na composição da empresa Logum. Segundo Bowersox *et al* (2006, p. 282-286), nos Estados Unidos da América, os dutos representam parte significativa de seu sistema de transporte. Os principais produtos transportados por dutos são: derivado do petróleo, gás natural, etanol. Os dutos podem operar 24 horas, durante sete dias por semana, e são limitados somente para mudança de produto transportado ou pela manutenção. Eles são limitados, também, em relação aos tipos de produtos que podem ser transportados, pois apenas permitem a vazão de gases, líquidos ou semifluidos.

O sistema logístico de etanol da Logum atravessará 45 municípios, ligando as principais regiões produtoras de etanol, nos estados de São Paulo, Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso do Sul, ao principal ponto de armazenamento e distribuição em Paulínia (SP). Parte deste sistema integrado será composto por um duto de longa distância, cerca de 1.300 quilômetros, que interligará as regiões de Jataí (GO) e Paulínia (SP). O empreendimento será integrado ao sistema de transporte hidroviário com utilização de barcas, na bacia Tietê-Paraná. A obra iniciou-se com o primeiro trecho de construção entre Ribeirão Preto e Paulínia, e a construção do terminal de Ribeirão Preto, em São Paulo. Seu início foi em novembro de 2010 e seu término estava previsto para março de 2013 (LOGUM, 2012).

O gerente de soluções logísticas da Logum considera a operação da empresa pioneira e única, tratando-se de distribuição de etanol no Brasil. O etanol será coletado em vários pontos de origem e através de processo de multimodalidade envolvendo dutos, modal hidroviário, modal rodoviário, cabotagem, e será distribuído às bases de distribuição de combustíveis e portos, agregando valor ao serviço de distribuição do produto e a um custo inferior ao modal rodoviário que predomina na matriz de transporte, e conseqüentemente, reduzindo o custo logístico. Segundo Ballou (2002), Hutt e Speh (2004) e Ballou (2006), o transporte é o componente mais importante do custo logístico, na maior parte da empresa. Chopra e Meindl (2006) ressaltam que, no processo logístico, a escolha do melhor modal de transporte impacta significativamente nos custos.

Outra inovação tecnológica relevante, relatada pelos gestores da Copersucar e Raízen, foi o **sistema de rastreamento de caminhões-tanque**, permitindo a localização instantânea dos veículos da frota, facilitando o controle de estoque de etanol.

O gerente de logística da Raízen relatou uma mudança de processo de transporte importante: a inclusão do **modal ferroviário**. O modal ferroviário e o modal rodoviário são utilizados na distribuição do etanol dos centros coletores às distribuidoras e outros clientes organizacionais.

O transbordo é outro componente logístico que as empresas pesquisadas dedicaram muita atenção, principalmente pelo impacto de custos dele no transporte. As quatro empresas pesquisadas relataram inovações tecnológicas no **controle de carregamento (e descarga) de caminhões-tanque**. O gerente de engenharia da Stolthaven apontou que a empresa adotou o uso de instrumentos de automatização para carregamento de caminhões-tanque, que são compostos por integradores eletrônicos interligados ao medidor de vazão de etanol, controlando a vazão e o volume transbordado. O supervisor de logística da Copersucar lembrou que a substituição do sistema anterior, por meio de pesagem, pelo sistema de controle automático de fluxo da carga e descarga de etanol contribuiu para reduzir o tempo de transbordo, que tem impacto no custo do transporte.

A empresa Stolthaven relatou duas inovações tecnológicas, que não foram relatadas pela Logum nem pela Copersucar e Raízen, que são **os braços de carregamentos de caminhões-tanque e os variadores de frequência para carregamento de caminhões-tanque de etanol**. O gerente de operações declarou que o braço de carregamento, além de agilizar o transbordo, contribui para a segurança da operação, pois é dotado de sistema de dissipação de energia estática e coleta de vapor de etanol. O gerente de engenharia apontou que os variadores de frequência atuam na frequência do motor, controlando, também, a vazão de etanol, e evitando o acúmulo de energia estática: evitar a energia estática é um importante fator de segurança no transbordo do etanol, porque reduz o risco de incêndio.

Uma inovação tecnológica em transbordo que será exclusiva da Logum, até porque envolve duto, é o **sistema de monoboia**. O sistema consistirá de dutos flexíveis que serão conectados, no mar, a uma boia, que, por sua vez, será conectada aos dutos flexíveis dos navios para o transbordo do etanol. Segundo os gestores de logística da Logum, essa inovação permitirá a operação de navios de grande porte, reduzindo o custo unitário do transporte marítimo do produto.

As inovações acima relatadas envolvem mudanças tecnológicas. Entretanto, houve uma

inovação logística apontada pela Stolthaven, Copersucar e Raízen que não envolveu inovação tecnológica: o **agendamento de caminhões-tanque**. Esse agendamento é programado pela usina, com participação do armazém recebedor e da transportadora: os caminhões-tanque agendados chegam ao ponto de carga ou descarga no horário marcado, evitando filas e reduzindo o tempo total de transbordo. A mudança foi no processo de recebimento do produto e envolveu planejamento conjunto dos atores do canal de distribuição.

Nas pesquisas das inovações logísticas, foram encontradas inovações de processo, de organização e de serviços. Segundo o Manual de Oslo (2005), é enfatizado que inovação em logística está próxima de inovação de processo, de organização ou de serviços. A seguir, serão descritos os tipos de inovações encontradas na pesquisa de campo. Entretanto, segundo o Manual de Oslo (2005, p. 53), é importante, para efeito de pesquisa, ser capaz de distinguir os tipos de inovação. Porém, pode ser difícil, em termos de tipos de atividades de inovação, caracterizar tais inovações como um tipo simples.

As seguintes inovações: controle de carregamento de caminhões-tanque, variadores de frequência para carregamento de caminhões-tanque, braços de carregamento de caminhões-tanque, agendamento de caminhões-tanque, caminhões-tanque bitrem e rodotrem, sistema de rastreamento de caminhões — foram classificadas como inovação em processo. Segundo o Manual de Oslo (2005, p. 49), uma inovação em processo é a implementação de um novo melhoramento significativo em método de produção ou de distribuição; isso inclui significantes mudanças em técnicas, equipamentos e/ou *softwares*. Moreira e Queiroz (2007, p. 29) complementam as definições de inovação em processo, ressaltando que a inovação tecnológica de processo consiste na adoção de métodos de produção novos ou significativamente melhorados, incluindo o método de entrega do produto. Pode envolver mudanças no equipamento ou na organização da produção e derivar do uso de novo conhecimento.

Essas inovações de processo foram consideradas inovações incrementais, pois tratam-se de inovações novas para suas respectivas empresas, entretanto de conhecimento no mercado. De acordo com Reichstein e Salter (2006, p. 656), inovação de processo incremental é uma inovação de processo que é nova para a empresa, mas não é nova para o setor.

As inovações tecnológicas da construção de dutos para transporte de etanol e da monoboia

foram consideradas inovações em serviço, processo e organização, ou seja, caracterizaram-se os três tipos de inovação preponderante em inovação logística: inovação em serviço, porque o duto possibilitará a entrega do etanol num modal novo para o etanol no Brasil, cuja matriz de transporte dominante, no momento, é o transporte rodoviário. De acordo com Hertog (2000, p. 494), a inovação em serviço é raramente limitada à mudança de características de serviço por si só, frequentemente coincide com novos modos de distribuição do produto. Podemos considerar como inovação em processo, também, porque, conforme o Manual de Oslo (2005), uma inovação em processo é a implementação de um novo ou melhoramento significativo em método de produção ou distribuição: isso inclui significantes mudanças em técnicas, equipamentos e/ou *softwares*, o que ocorre no projeto dos dutos. E como inovação organizacional; conforme o Manual de Oslo (2005, p. 51), uma inovação organizacional é a implementação de novo método organizacional nas práticas de negócios da empresa, ganhando acesso a conhecimentos externos ou reduzindo custos de fornecedores; nesse caso, o duto reduzirá os custos de fornecedores de serviços logísticos para a distribuição do etanol.

O sistema de monoboia foi identificado, na pesquisa de campo, como uma inovação incremental para o transbordo de etanol, haja vista, que a tecnologia da monoboia já é conhecida na logística de derivados de petróleo. Entretanto, a construção dos dutos foi considerada pela Logum como uma inovação radical, por ser pioneira no Brasil. Vale lembrar que, segundo Flint *et al* (2005, p. 115), a inovação radical refere-se a um serviço logístico que é novo para o mundo, isto é, nenhum fornecedor ofereceu tal serviço antes. E de acordo com Bowersox *et al* (2006, p. 282-286), nos Estados Unidos da América, os principais produtos transportados por dutos são: derivados do petróleo, gás natural, etanol.

Já, a utilização do modal ferroviário foi considerada uma inovação incremental; a tecnologia já era de conhecimento em outros setores (derivados do petróleo), e na inovação em serviço (nova forma de distribuição) e em organização (novo método organizacional na prática do negócio e redução de custo logístico pelo fornecedor de serviços).

As inovações logísticas que envolveram inovações tecnológicas foram baseadas em fornecedores e suas trajetórias tecnológicas foram em termos de confiabilidade, desempenho e redução de custo. Segundo Pavitt (1984, p. 343), empresas com tecnologia baseadas em fornecedores fazem apenas pequenas contribuições em seus processos tecnológicos. A maioria das inovações vem dos fornecedores de equipamentos e materiais; as trajetórias

tecnológicas são definidas em termos de redução de custo; essas empresas podem ser encontradas no setor de serviços. Pavitt (1990, p. 20) completou, ressaltando que a trajetória tecnológica existe, também, em termos de melhoramento nos produtos de bens especializados (confiabilidade e desempenho).

O gerente de operações da Stolthaven lembrou que as inovações tecnológicas implantadas pela empresa foram adquiridas através de fornecedores externos, que, em visitas técnicas ao departamento de engenharia, apresentaram as novas tecnologias em sistema de medição e controle de vazão para grânéis líquidos, especialmente o etanol. Houve melhora do desempenho operacional e redução do custo logístico.

Já, o supervisor de logística da Copersucar apontou que as inovações tecnológicas nos caminhões-tanque (bitrem e rodotrem) e o sistema de rastreamento dos veículos foram provenientes das montadoras de caminhões. Os instrumentos utilizados no sistema de controle e medição de fluxo foram fornecidos por empresas externas, que são especializadas em controle de processo; com isso, reduziu-se o tempo de transbordo e da análise da qualidade do etanol. Essas inovações tiveram como objetivo principal a redução de custos e a melhora na eficiência do processo logístico.

O diretor de logística da Raízen informou que as inovações tecnológicas foram provenientes de fornecedores externos, empresas fornecedoras de instrumentos, entretanto as ideias dos projetos têm, como base, sistemas já utilizados no setor de distribuição de derivados do petróleo. O objetivo principal das inovações é a redução do custo logístico. O diretor de *trading* da Raízen foi enfático ao afirmar que a inovação tecnológica, na logística de distribuição do etanol, será fundamental para definir se o Brasil vai dar um grande passo, na consolidação do etanol como combustível dominante, ou se vai estagnar.

No Quadro 12, encontram-se sintetizadas as inovações logísticas em transporte e transbordo encontradas na pesquisa de campo, as classificações das inovações e as caracterizações das origens tecnológicas.

Quadro 12 - Inovação consolidada em transporte e transbordo

Empresa	Inovação implantada e (*) inovação futura — classificação da inovação — fonte de mudança e trajetória tecnológica
Stolthaven	<p>Controle de carregamento de caminhões-tanque Variadores de frequência para carregamento de caminhões-tanque Braços de carregamentos de caminhões-tanque Agendamento de caminhões-tanque Caminhões-tanque bitrem e rodotrem</p> <p>Todas essas inovações foram incrementais e, basicamente, em processos. As fontes de tecnologias foram externas (fornecedores de instrumentos e equipamentos) e as trajetórias tecnológicas foram em termos de confiabilidades, desempenhos e reduções de custos (Exceto o agendamento de caminhões-tanque, cuja inovação não envolveu mudança tecnológica)</p>
Logum	<p>Construção de dutos para transporte de etanol. Inovação radical e envolve inovação em serviço, processo e organização. A fonte de tecnologia é externa; fornecedores de materiais, equipamentos e instrumentos. E, a trajetória tecnológica foi em termos de redução de preço, confiabilidade e desempenho.</p> <p>Controle de carregamento de caminhões-tanque. Inovação incremental, basicamente, em processo, com fonte de tecnologia externa e trajetória tecnológica em termos, basicamente, de redução de custo.</p> <p>(*) Sistema de monoboia. Inovação incremental, basicamente, em processo, serviço e organização. Fonte de tecnologia externa (fornecedores de equipamentos) e trajetória tecnológica em termos de redução de preço, confiabilidade e desempenho.</p>
Copersucar	<p>Caminhões-tanque bitrem e rodotrem. Sistema de rastreamento de caminhões Controle de carregamento de caminhões-tanque. Essas inovações foram incrementais e, basicamente, em processos. As fontes de tecnologias foram externas (fornecedores de instrumentos e equipamentos) e as trajetórias tecnológicas foram em termos de confiabilidades, desempenhos e reduções de custos.</p> <p>Agendamento de caminhões-tanque. Inovação incremental em processo sem envolvimento de mudança tecnológica</p> <p>(*) Construção de dutos para transporte de etanol. Inovação radical e envolve inovação em serviço, processo e organização. Fonte de tecnologia externa; fornecedores de materiais, equipamentos e instrumentos. E, trajetória tecnológica em termos de redução de preço, confiabilidade e desempenho.</p>
Raízen	<p>Utilização de modal ferroviário. Inovação incremental, basicamente em serviço e organização (mudança de modal rodoviário para ferroviário em alguns trechos).</p> <p>Caminhões-tanque bitrem e rodotrem Sistema de rastreamento de caminhões Controle de carregamento de caminhões-tanques. Essas inovações tecnológicas, nos caminhões, foram incrementais e, basicamente, em processos. As fontes de tecnologias foram externas (fornecedores de instrumentos e equipamentos) e as trajetórias tecnológicas foram em termos de confiabilidades, desempenhos e reduções de custos.</p> <p>Agendamento de caminhões-tanque. Inovação incremental em processo sem envolvimento de mudança tecnológica.</p> <p>(*) Construção de dutos para transporte de etanol. Inovação radical e envolve inovação em serviço, processo e organização. Fonte de tecnologia externa; fornecedores de materiais, equipamentos e instrumentos. E, trajetória tecnológica em termos de redução de preço, confiabilidade e desempenho.</p>

FONTE: o autor — elaborado a partir de informações das empresas pesquisadas (2012)

5.2 Inovações em armazenagem e estoque nas empresas pesquisadas consolidadas

A preocupação com o controle de estoque ficou bem evidenciada na pesquisa de campo: as quatro empresas pesquisadas relataram inovações tecnológicas no sistema de medição e controle de estoque, com a utilização de **instrumentos em tanques de armazenagem**. Os gerentes de engenharia e operação da Stolthaven informaram que a instalação de radares nos tanques de etanol permitiu medição automática do estoque do produto, agilizando o processo logístico. Esses radares e o *software* de telemetria, usado no processo de controle do estoque, foram adquiridos de fornecedores externos.

O gerente de soluções logísticas da Logum também informou que o sistema de medição dos tanques será efetuado através de telemetria, e os instrumentos estão sendo fornecidos por empresas especializadas em instrumentação de processo. O supervisor de logística da Copersucar lembrou que, nos tanques das usinas pertencentes ao grupo, foram instalados instrumentos de medição e controle de volume de etanol. O diretor de logística da Raízen apontou, como inovação tecnológica, a instalação de instrumentos para controle de nível e temperatura nos tanques de armazenagem de etanol. Todos os instrumentos são digitais, possibilitando a verificação precisa do estoque e permitindo uma operação de armazenagem mais segura; da mesma forma que nas demais empresas, os instrumentos foram adquiridos de fornecedores externos.

Além dos instrumentos em tanques de armazenagem, os gestores da Stolthaven relataram duas outras inovações tecnológicas:

- Mudança no **método de construção de tanques**: montagem do tanque no sentido inverso (iniciando pelo teto), quando comparado com o processo anterior, com redução de 20% no tempo de construção e redução no custo de montagem. Os instrumentos e equipamentos utilizados foram fornecidos pelas empresas montadoras de tanques.
- **Válvulas de injeção automática de nitrogênio**, mantendo automaticamente nitrogênio gasoso entre a superfície líquida do etanol e o teto do tanque, com melhora significativa na qualidade e segurança do produto. Nessa inovação, também os instrumentos foram fornecidos por empresas externas.

As inovações em armazenagem e estoque foram consideradas inovações em processos. Moreira e Queiroz (2007, p. 11) apontam que inovações em processos são novos elementos introduzidos nas operações de produção ou de serviços da organização: muitas das inovações no processo são, também, inovações tecnológicas. As tecnologias de processo são aquelas adaptadas como instrumentais para algum fim como melhorias na produção ou no gerenciamento. Essas inovações são incrementais, haja vista, que a tecnologia empregada é de conhecimento em outros setores.

Os gestores das empresas pesquisadas apontaram que a origem das tecnologias foram os fornecedores de instrumentos e equipamentos, e teve como principais objetivos a redução do custo logístico e a melhora do processo de distribuição de etanol. Caracteriza-se, também, a origem da tecnologia, de acordo com Pavitt (1984, p. 343; 1990, p. 20), com fontes de tecnologias externas e em termos de confiabilidade, desempenho e redução de custos. O Quadro 13 sintetiza a inovação consolidada em armazenagem e estoque.

Quadro 13 - Inovação consolidada em armazenagem e estoque

Empresa	Inovação implantada e (*) inovação futura — classificação da inovação — fonte de mudança e trajetória tecnológica
Stolthaven	Método de construção de tanques de armazenagem Válvulas de injeção automática de nitrogênio Instrumentos em tanques de armazenagem
Logum	(*) Instrumentos em tanques de armazenagem
Copersucar	Instrumentos em tanques de armazenagem
Raízen	Instrumentos em tanques de armazenagem
	Todas essas inovações foram incrementais e em processos. As fontes de tecnologias foram externas (fornecedores de instrumentos e equipamentos) e as trajetórias tecnológicas foram em termos de confiabilidades, desempenhos e reduções de custos.

FONTE: o autor — elaborado a partir das informações coletadas nas empresas pesquisadas (2012)

5.3 Inovações em tecnologia de informação e comunicação nas empresas pesquisadas consolidadas

Nas quatro empresas pesquisadas, foi possível constatar a inovação logística em TIC. Os gestores da Stolthaven informaram que a inovação em TIC possibilitou a melhora das informações, contribuindo para o fluxo mais homogêneo do transporte do etanol ao terminal da empresa, no porto de Santos. Eles lembraram que a empresa vai investir, nos próximos anos, na ampliação do sistema de TIC, concomitantemente com a ampliação das

instrumentações para transbordo e armazenagem, possibilitando a automação das operações em seu terminal de armazenagem. Chapman *et al* (2003, p. 640) apontam que, para melhorar sua posição no mercado, muitas empresas de logística terão de ajustar-se à era da informação: a correta implementação de sistemas de TIC pode ser uma significativa fonte de vantagem competitiva para a empresa.

O gerente de soluções logísticas da Logum informou que uma inovação importante que contribui para a melhora da logística do etanol é a integração dos instrumentos de medição de fluxo no transbordo e dos instrumentos de medição e controle de estoque, com o *software* de sistema de gestão e *supply chain*. A Logum utiliza o SAP (*System, Applications, and Products in data Process* — sistemas, aplicativos e produtos em processamento de dados). Ele lembrou que essa tecnologia já era utilizada nos sistemas de distribuição de gasolina. Barras (1986, p. 161) ressalta que há um consenso de que a nova revolução tecnológica será baseada na tecnologia de informação e que o setor-chave que adotará essa revolução é o setor de serviço.

Na Copersucar, o gerente de logística apontou que importante inovação em TIC ocorreu com a instalação de *software* que permite a gestão do controle de estoque e distribuição de etanol. A empresa utiliza o *software* de aplicativo empresarial da SAP, modelo LES (*Logistic Execution System*). An *et al* (2011) informaram que, nas últimas duas décadas, a tecnologia de informação tem melhorado e tem se tornado a maior força direcionadora de inovação, na rede de suprimentos.

O diretor de logística da Raízen ressaltou a importância da TIC na inovação logística. Uma das inovações foi em gestão, possibilitada por *software* que permite a melhora da coleta rodoviária entre usinas e centros coletores. Essa inovação permitiu otimizar o transporte rodoviário. Os caminhões-tanques que transportam etanol das usinas aos centros coletores retornam às usinas transportando diesel para consumo interno. Com isso, houve melhor aproveitamento da frota rodoviária e redução no frete, reduzindo os custos logísticos, e consequentemente, contribuindo para a melhora da competitividade do etanol.

Outra inovação em TIC foi a utilização de *software* que permite controlar e informar o estoque em tempo real, desde as usinas até os centros coletores e as bases das distribuidoras. Segundo Barras (1990, p. 219-234), a informação tecnológica contribuirá, sem dúvidas, com a eficiência de muitas organizações. O diretor de *trading* da Raízen lembrou a importância de

conhecer, em tempo real, o estoque de toda a rede de distribuição de etanol. Os diretores entrevistados corroboram a relevância da mudança tecnológica na inovação logística, porque agiliza o processo, e conseqüentemente, reduz o custo total da logística. Fator vital para o sucesso da distribuição de etanol. Eles apontaram que essas novas ideias nasceram, principalmente, pela prática deles e pela transferência de conhecimento do setor logístico do petróleo para o setor logístico do etanol.

Essas inovações em TIC podem ser classificadas, basicamente, em inovações em processo. De acordo com o Manual de Oslo (2005, p. 49), a implementação de nova ou significativamente melhorada tecnologia de informação e comunicação é uma inovação de processo, se ela é pretendida para melhorar a eficiência e/ ou a qualidade de atividades suporte à produção. E a logística é uma atividade suporte à produção. Essas inovações são incrementais, haja vista, que a TIC já é de conhecimento de outros setores, conforme ressaltado pelos gestores da Raízen. Segundo Pavitt (1990, p. 20), a tipologia de padrão setorial de mudança técnica em TIC é intensiva em informação. *Software*, departamento de sistemas e fornecedores especializados são fontes de tecnologia. A trajetória tecnológica é, em termos de processamento de informação, eficiente e complexa.

5.4 Fatores organizacionais e ambientais que contribuíram para a inovação logística

Fatores organizacionais

Constatou-se, na pesquisa, a contribuição de fatores organizacionais e ambientais para as mudanças tecnológicas que foram preponderantes na inovação logística. Dos fatores organizacionais, a **relação com os atores da cadeia de distribuição**, incluindo o **cliente organizacional** e com a **rede de relacionamento** contribuíram para a **difusão do conhecimento** e para o processo de inovação. Danneels (2002, p. 1.104) corrobora o conceito de que a rede de relacionamento contribui para o processo de inovação, quando aponta que um produto (ou serviço) é constituído da integração de mercados e tecnologias.

O gerente de engenharia da Stolthaven relatou que, através de visitas técnicas, participação de feiras e congressos, onde participavam os atores da cadeia de distribuição, ele obteve

informações relevantes sobre inovações tecnológicas em instrumentação para controle e medição de fluxo de líquidos e gases, que foram utilizadas no projeto dos braços de carregamentos de caminhões-tanque de etanol, variadores de frequência e controle de carregamento. As informações sobre as inovações tecnológicas em instrumentação para medição de líquidos, os radares e *softwares* de telemetria usados para medição e controle de estoque de etanol, foram obtidas em congresso internacional, além das visitas de fornecedores. De acordo com Kandampully (2002, p. 21), desenvolver, usar e alavancar conhecimento são essenciais para todas as organizações. O conhecimento é a base primária para adicionar valor nas empresas contemporâneas.

Os gestores da Stolthaven informaram que o agendamento de caminhões-tanque, para carga ou descarga de etanol, com horário marcado, surgiu após contatos com os clientes organizacionais e com os atores da cadeia de distribuição, principalmente os transportadores. Vale ressaltar que essa inovação foi a única encontrada na pesquisa, onde não houve mudança tecnológica: a inovação ocorreu, apenas, no processo de recebimento do produto. Os gestores da empresa lembraram, também, que importante inovação em tecnologia de informação e comunicação nasceu em função de diversas reuniões com os gerentes da Stolthaven e os gestores das empresas envolvidas na cadeia de distribuição de etanol.

De acordo com o gerente de engenharia da Stolthaven, essas inovações tecnológicas foram possíveis devido ao apoio dos **recursos gerenciais** e dos **recursos financeiros** da empresa. A empresa aloca recursos financeiros para desenvolvimento e implantação de projetos inovadores. Uma vez implantada a nova tecnologia, busca-se a difusão do conhecimento, através de pessoas-chave do projeto para facilitar a aprendizagem dos demais. Caniels e Romijn (2008, p. 349) apontam a importância da transferência do conhecimento na cadeia de suprimentos; a cadeia de suprimentos é para ser concebida como um aprendizado organizacional. Em particular, o processo de aprendizagem é a força direcionadora no desenvolvimento da cadeia.

Os fatores organizacionais, acima mencionados, também foram encontrados na Logum. O gerente de soluções logísticas ressaltou a importância da rede de relacionamento para adquirir conhecimento necessário às inovações. Ele apontou que boa parte dos gestores da empresa detém conhecimentos adquiridos de suas funções anteriores, de outras organizações especializadas em logísticas de combustíveis. Há incentivo organizacional e ambiente

propício para a troca de conhecimento: as fontes de conhecimento, as novas tecnologias, o contato com as empresas da rede de suprimentos de etanol, ou seja, o relacionamento, e o apoio gerencial, todos, contribuem para a geração de inovação.

Na Copersucar, os gestores entrevistados relataram a importância da rede de relacionamento e do conhecimento no processo de inovação. Ojanen e Chai (2009, p. 164) ressaltam a relevância do conhecimento no processo de inovação, as fontes de conhecimentos, ambas, externas e internas à organização, são fontes de inovação. Nesse sentido, na Copersucar, há integração dos colaboradores da empresa com os demais colaboradores das empresas que compõem a rede de suprimentos de etanol, principalmente com os operadores logísticos e órgãos afins. A rede de relacionamento facilita a difusão do conhecimento e a obtenção de novas tecnologias. Há recursos gerenciais e financeiros da alta gerência de uma forma geral, entretanto, não especificamente para inovação.

A rede de relacionamento também é um fator fundamental para a Raízen. A empresa tem participação efetiva no SINDICOM, e na UNICA (União da Indústria de Cana-de-Açúcar). Nessas reuniões, são discutidas, entre outros assuntos, as novas tecnologias para o processo logístico de distribuição de combustíveis, incluindo o etanol. A Raízen participa, também, de grupos de trabalhos. O diretor de logística ressaltou que ele é o representante da empresa no CISLOG (Centro de Inovação em Sistemas Logísticos), do Departamento de Engenharia da Universidade de São Paulo (POLI-USP), havendo incentivo da alta gerência e recursos financeiros para obtenção de novas tecnologias.

A Raízen incentiva, também, a difusão do conhecimento, na implementação da nova tecnologia e na fomentação de inovações. Há, inclusive, uma premiação a funcionários para inovação e difusão do conhecimento. Os diretores ressaltaram que, nas inovações logísticas da distribuição de etanol, é fundamental a gestão do conhecimento, a rede de relacionamento, as novas tecnologias — vindas, principalmente, de outros setores, e os apoios financeiro e gerencial da empresa. Eles ressaltaram que a Raízen mantém um centro de excelência, em Paulínia, para inovação. Segundo Grawe (2009, p. 364), os seguintes fatores organizacionais contribuem para o processo de inovação: conhecimento, tecnologia, rede de relacionamento, recursos financeiros e recursos gerenciais.

Fatores ambientais

Os fatores ambientais mais lembrados nas entrevistas foram a **concorrência** e a **economia**. O supervisor de atendimento ao cliente da Stolthaven apontou que a inovação tecnológica do caminhão-tanque bitrem e rodotrem foi impulsionada pela concorrência no setor de transporte de graneis líquidos. O gerente de engenharia da empresa lembrou que a inovação tecnológica, no processo de construção de tanque de armazenagem para etanol, surgiu em função da necessidade de reduzir o custo da construção de tanque, que foi afetado pelo aumento do preço do aço, devido, principalmente, ao crescimento econômico da China.

O gerente e o supervisor de logística da Copersucar ressaltaram que a concorrência e a crise econômica têm reduzido a margem do etanol da Copersucar. As inovações tecnológicas que a empresa implantou nasceram da necessidade de melhorar a margem financeira do produto e a redução do custo logístico foi um fator de contribuição para os resultados financeiros da empresa. A ação comercial da empresa buscou o que havia de melhor no mercado em tecnologia para a redução do custo logístico, em parceria com seus operadores logísticos.

Segundo o diretor de logística da Raízen o fato motivacional preponderante para a dissipação de novas ideias na empresa foi a mudança do modelo de negócio, que anteriormente era centrado na produção de etanol (e açúcar), e atualmente, é focado na distribuição, além da produção. Conseqüentemente, foi possível mudar o foco da logística de custo para valor. Ou seja, a entrega do produto ao cliente organizacional agregou valor ao negócio de etanol. Portanto, aumentou a necessidade de inovação tecnológica na logística, para tornar-se competitivo.

Grawe (2009, p. 363) aponta que os fatores ambientais que afetam a inovação são: organização da mão-de-obra, concorrência e escassez de capital. Na pesquisa de campo, os fatores concorrência e economia (escassez de capital) foram bastante citados, entretanto a organização da mão-de-obra não foi mencionada por nenhum dos gestores entrevistados. Segundo Grawe (2009, p. 369), a força de trabalho com alto nível de poder afeta, negativamente, a inovação na logística. Porém, a organização da mão-de-obra, no Brasil, não teria o mesmo impacto que em outros países, devido à flexibilidade que há na mão-de-obra brasileira. Além disso, embora a mão-de-obra portuária (os estivadores) represente entrave logístico, nos portos brasileiros, as operações portuárias com etanol, por se tratar de granel

líquido, não dependem dos estivadores. Toda a operação de carga e descarga dos navios é feita por operadores pertencentes ao operador logístico, através de bombeamento por tubulações que ligam o terminal marítimo ao navio.

5.5 Mudanças organizacionais decorrentes das inovações tecnológicas

Na pesquisa de campo, foi possível constatar que houve mudança organizacional devido às inovações tecnológicas. Entretanto, as mudanças foram mais significativas nas empresas operadoras logísticas do que nas empresas produtoras de etanol. Os gerentes de recursos humanos e operações da Stolthaven relataram que significantes mudanças organizacionais ocorreram, principalmente, nos perfis dos operadores do terminal de armazenagem de etanol. Anteriormente, no processo de seleção, o departamento de recursos humanos (RH), aceitava candidatos com formação no ensino fundamental. Após a seleção, o candidato aprovado passava por um período de treinamento, e já iniciava na operação. À medida que as inovações tecnológicas foram surgindo, o RH começou a exigir formação com nível médio, e posteriormente, com ensino técnico.

Criaram-se, também, na estrutura organizacional, duas novas funções de supervisão; uma, com formação superior e conhecimento em tecnologia de informação e comunicação, e outra, com formação superior em engenharia. Além disso, intensificou-se o processo de treinamento dos operadores. Os operadores atuais possuem cursos técnicos e são incentivados a cursarem faculdades, principalmente de engenharia e administração. Maximiano (2008, p. 4) aponta que uma organização é um sistema de recursos que procura realizar algum tipo de objetivo. Além de objetivos e recursos, as organizações têm dois outros componentes importantes: processo de transformação e divisão do trabalho.

Já, na empresa Logum, os gestores reconhecem que a inovação tecnológica tem impacto na estrutura organizacional, porém no caso da Logum não houve grandes impactos organizacionais, por se tratar de uma empresa nova: segundo eles, uma empresa de *start-up*. Consequentemente, houve uma adequação natural às necessidades organizacionais. Os perfis dos funcionários contratados já atendem às necessidades tecnológicas. A maioria tem experiência em logística do setor de combustível e ajustaram-se à logística do etanol. Segundo Clark e Wheelright (1993, p. 532), uma coisa que a organização tem de fazer é ter certeza que

a seleção de seus recursos humanos, treinamento, e desenvolvimentos de políticas, assim como seus sistemas organizacionais, forneçam a mistura de capacidades necessárias para o desenvolvimento da estratégia organizacional.

Na Copersucar, seu supervisor de logística declarou que houve pouco impacto na estrutura organizacional, devido às inovações logísticas, porque a maioria dos ativos logísticos que a empresa utiliza pertence a terceiros (operadores logísticos). Entretanto, com a inovação nos sistemas de armazenagem e distribuição nas usinas, houve necessidade de treinamento para atualização de conhecimento, embora os colaboradores já tivessem boa formação técnica. O gerente de logística ressaltou que, nos últimos dez anos, no processo natural de renovação de funcionários, os que foram contratados para a gestão logística e comercial da empresa já possuíam formação superior e conhecimento de mais de uma língua.

Os diretores de logística e *trading* da Raízen apontaram que, nos últimos dez anos, com as inovações tecnológicas em logística houve algumas mudanças organizacionais na estrutura, fortalecendo o departamento de logística, e no perfil dos colaboradores. Houve, também, redução relativa de pessoas para as atividades. Os funcionários atuais têm formação superior aos anteriores. Para a função de operadores, requer-se, no mínimo, formação técnica, e muitos colaboradores têm formação em curso superior. Além disso, a empresa mantém uma matriz de qualificação dos funcionários, com treinamento específico, de acordo com as necessidades.

Para atender às novas necessidades tecnológicas foi necessário maior qualificação dos colaboradores e investimento em treinamento. O departamento de recursos humanos da Raízen, ao contratar novos funcionários, contemplou a mudança de perfil no processo de seleção. O diretor de logística ressaltou que o próprio mercado de trabalho, com o passar do tempo, passou a oferecer mão-de-obra mais qualificada. O processo de aumento de capacitação da mão-de-obra foi gradual, de tal forma que a relação de substituição de funcionário manteve-se, praticamente, constante. Ele lembrou que, a exemplo dos Estados Unidos, está se tornando comum o aumento de funcionários com curso superior nas organizações.

Hertog (2000, p. 495) resalta a necessidade de gerenciar o arranjo organizacional interno, para permitir que os trabalhadores desempenhem seus serviços adequadamente. O autor lembra que novos serviços podem requerer novas formas organizacionais, capacidades e

perfis interpessoais.

5.6 Análise sobre os modelos teóricos

Na pesquisa de Grawe (2009, p. 363), o autor propõe um modelo de inovação em logística, representado na Ilustração 1; entretanto, ele ressalta que os pesquisadores que estudam inovação em logística devem considerar e testar uma variedade de teorias para explicar e entender inovação no contexto de logística. Esse modelo serviu de apoio a esta tese, e foram analisados os fatores ambientais e organizacionais que contribuem, segundo o modelo, para a inovação logística.

Os fatores ambientais mais lembrados nas entrevistas foram a **concorrência** e a **economia, na qual se inclui escassez de capital**. A inovação tecnológica do caminhão-tanque bitrem e rodotrem foi impulsionada pela concorrência no setor de transporte de grãos líquidos. A inovação tecnológica, no processo de construção de tanque de armazenagem para etanol, surgiu em função da necessidade de reduzir o custo da construção de tanque, que foi afetado pelo aumento do preço do aço, devido, principalmente, ao crescimento econômico da China. Na pesquisa da Copersucar, constatou-se que a crise econômica tem reduzido a margem do etanol. As inovações tecnológicas que a empresa implantou nasceram da necessidade de melhorar a margem financeira do produto e a redução do custo logístico foi um fator de contribuição para os resultados financeiros da empresa. Na Raízen, explicitou-se a necessidade de inovação tecnológica na logística, para tornar-se competitivo.

Entretanto, a **organização da mão-de-obra** não foi mencionada por nenhum dos gestores entrevistados. Segundo Grawe (2009, p. 369), a força de trabalho com alto nível de poder afeta, negativamente, a inovação na logística. Entretanto, há que se ressaltar que a organização da mão-de-obra, no Brasil, é mais flexível que na Europa e nos EUA. Portanto, o impacto da organização da mão-de-obra na inovação logística pode depender de como está organizada a instituição.

Constataram-se, na pesquisa, fatores organizacionais relevantes para as mudanças tecnológicas, que foram preponderantes na inovação logística. Dos fatores organizacionais, a **relação com os atores da cadeia de distribuição**, incluindo o **cliente organizacional** e a

rede de relacionamento, todos, contribuíram para a **difusão do conhecimento** e para o processo de inovação. Na Stolthaven, nas visitas técnicas, participação de feiras e congressos, onde participavam os atores da cadeia de distribuição, obtiveram-se informações relevantes sobre inovações tecnológicas em instrumentação para controle e medição de fluxo de líquidos e gases, que foram utilizadas no projeto dos braços de carregamentos de caminhões-tanque de etanol, variadores de frequência e controle de carregamento. As informações sobre as inovações tecnológicas em instrumentação para medição de líquidos, os radares e *softwares* de telemetria usados para medição e controle de estoque de etanol, foram obtidas em congresso internacional, além das visitas de fornecedores. O agendamento de caminhões-tanque surgiu após contatos com os clientes organizacionais e com os atores da cadeia de distribuição, principalmente os transportadores. Essas inovações tecnológicas foram possíveis, também, devido ao apoio dos **recursos gerenciais** e dos **recursos financeiros** da empresa.

Os fatores organizacionais, acima mencionados, também foram encontrados na Logum, onde há incentivo organizacional e ambiente propício, para a troca de conhecimento. As fontes de conhecimento, as novas tecnologias, o contato com as empresas da rede de suprimentos de etanol, ou seja, o relacionamento, o apoio gerencial, todos, contribuem, na empresa, para a geração de inovação. Na Copersucar, relatou-se, também, a importância da rede de relacionamento e do conhecimento no processo de inovação. Nesse sentido, há integração dos colaboradores da empresa com os demais colaboradores das empresas que compõem a rede de suprimentos de etanol, principalmente com os operadores logísticos e órgãos afins. Flint *et al* (2008, p. 264) ajustaram os aspectos do conceito de aprendizagem interorganizacional, focando o conceito de aprendizagem na cadeia de suprimentos. A extensão do gerenciamento da aprendizagem, na cadeia de suprimentos, é definida pelos autores como o grau no qual empresas olham em todas as direções da cadeia de suprimentos para gerenciar e monitorar processos de aprendizagem dentro e fora da empresa, ou seja, o gerenciamento de aprendizagem através de múltiplas empresas, fornecedores e clientes.

Na pesquisa, na Raízen, ficou evidenciada a relevância da rede de relacionamento. A empresa tem participação efetiva no SINDICOM, e na UNICA. A Raízen participa, também, de grupos de trabalho, como o CISLOG, do Departamento de Engenharia da Universidade de São Paulo (POLI-USP). Há incentivo da alta gerência e recursos financeiros para obtenção de novas tecnologias e difusão do conhecimento. Segundo Utterback (1996, p. 230), inovação não é

apenas trabalho de tecnologistas corporativos, mas de todas as maiores áreas funcionais da empresa. Pouco sucesso resultará de qualquer programa de inovação, a não ser que as pessoas da empresa estejam preparadas, engajadas, com recursos suficientes, e envolvidas num clima que encorajam-nas e premiam-nas por novas ideias em que assumam riscos.

No modelo de Grawe (2009, p. 364), a tecnologia tem pouca ênfase: ela aparece, discretamente, em fatores organizacionais. Grawe (2009, p. 365) ressalta o conhecimento como imperativo na questão de inovação logística; tecnologia e capacidades são manifestações de conhecimentos e que o gerenciamento do conhecimento dentro da organização e na relação interorganizacional é a chave para desenvolver novas ideias. Entretanto, nas entrevistas com as quatro empresas, o impacto da mudança tecnológica na inovação logística ficou evidenciado. A maioria das inovações logísticas encontradas tem mudança tecnológica como fator preponderante.

As mudanças tecnológicas descritas nesta tese afetaram, positivamente, os serviços logísticos. Portanto, a tecnologia vai além de um fator organizacional, como descrita no modelo de Grawe (2009, p. 364): ela tem também um fator ambiental, merecendo uma descrição mais relevante. Nesse sentido, o modelo de Hertog (2000, p. 495) é mais rigoroso: ele reserva para a tecnologia uma dimensão própria, a qual foi chamada de dimensão 4 (opções tecnológicas), representada na Ilustração 2.

Segundo o autor, qualquer inovação em serviços envolve alguma combinação das acima mencionadas dimensões de inovações em serviços. Pode ser a combinação das quatro dimensões que caracteriza cada inovação em serviço particular. O peso de cada dimensão individualmente e a importância das várias ligações entre elas varia de acordo com serviços individuais, empresas e inovações. Na pesquisa efetuada nesta tese, nas quatro empresas, a maioria das inovações logísticas apresentou forte componente tecnológico, o que caracteriza bem a dimensão 4. Apenas uma inovação não apresentou mudança tecnológica: o agendamento de caminhões-tanque, cuja inovação logística consistiu de mudança no processo de agendamento de transbordo de etanol.

Hertog (2000, p. 494) ressalta, na dimensão 2 (interface com o cliente), a relevância da interface entre o fornecedor de serviços e os clientes. Essas interfaces são focos de grandes negócios de inovações em serviços. O autor lembra, como exemplo de inovação com o

cliente, a interface no intercâmbio de dados eletrônicos, EDI, que representa um esforço para estabelecer um formato comum para documentos eletrônicos e que permite interações automáticas, incluindo vários elementos de projeto. Matthing *et al* (2004, p. 479-482) apontam que o processo de interação cliente-fornecedor frequentemente ocorre ao mesmo tempo que o cliente experimenta o serviço e é problemático obter informação relevante do cliente antecipadamente. Portanto, o envolvimento com o cliente deve ser mais importante em empresas de serviços que em empresas de produtos tangíveis. Na pesquisa na Stolthaven, identificou-se importante inovação em tecnologia de informação e comunicação, na distribuição de etanol para exportação, que foi fruto de diversas reuniões entre gestores da empresa, clientes e demais atores da cadeia de suprimento de etanol. Roy *et al* (2004, p. 64) propõem um modelo no qual a geração de inovação na rede de suprimentos, ambas, radical e incremental, é a consequência da interação entre compradores e vendedores. Roberts (2007, p. 43) ressalta que de 60% a 80% das inovações tecnológicas de sucesso iniciaram-se em atividades de respostas às solicitações de clientes.

A dimensão 3 (sistema de distribuição do novo serviço) não se refere, especificamente, à distribuição física de produto ou serviço. Ela é diferente: refere-se ao arranjo organizacional interno que tem de ser gerenciado para permitir que os trabalhadores desempenhem seus serviços adequadamente, e para desenvolver e oferecer serviços inovadores. Em outras palavras, novos serviços podem requerer novas formas organizacionais, capacidades e perfis interpessoais. Na pesquisa desta tese, nas quatro empresas, constatou-se necessidade de arranjo organizacional, mudança estrutural em organogramas, e principalmente, mudança no perfil dos colaboradores com maior formação acadêmica e treinamentos específicos.

Houve mudança de cargos e funções, razão pela qual mudou o perfil do trabalhador. Com a mudança tecnológica mudou, também, a natureza do trabalho. Foi citado na pesquisa que não houve redução significativa de mão-de-obra, entretanto aumentou, significativamente, a produtividade, resultando em mais serviços ofertados.

Entretanto, constatou-se, também, que as mudanças foram mais significativas nas empresas operadoras logísticas do que nas empresas produtoras de etanol, que, por sua vez, terceirizam boa parte das operações logísticas. De acordo com Jharkharia e Shankar (2007, p. 274), a terceirização de serviços logísticos para fornecedores terceiros de serviços logísticos tem se tornado uma prática comum. Os direcionadores comuns para a terceirização são as

necessidades das organizações concentrarem-se em suas competências principais: redução de custos, reestruturação da companhia, melhorias de serviços e eficiência operacional.

5.7 Análise sob o prisma da inovação sistêmica

A maioria das inovações encontradas na pesquisa de campo foram inovações em processos e incrementais. De acordo com o Manual de Oslo (2005), é enfatizado que a inovação em logística está próxima da inovação de processo, de organização ou de serviços. No Manual de Oslo (2005, p. 53), ressalta-se que é importante, para efeito de pesquisa, ser capaz de distinguir os tipos de inovação. Porém, pode ser difícil, em termos de tipos de atividades de inovação, caracterizar tais inovações como um tipo simples.

Chesbrough *et al* (2008, p. 242) apontam que as classificações de inovações em incrementais ou radicais são, ainda, incompletas. Os autores, em suas pesquisas, focaram em inovação sistêmica para completar a classificação de inovação (ao invés da inovação autônoma), ou seja, inovações que requerem ajustes significantes nas outras partes do sistema de negócio em que estão inseridas. Devido ao fato de o processo de inovação sistêmica frequentemente atravessar além do limite da empresa, ele acarreta a coordenação de diferentes partes do valor da rede de relacionamento e ocasiona atividades de inovação de modelo organizacional aberto. No sistema de inovação sistêmica, a empresa necessita coordenar-se bem com produtores de produtos complementares, e em muitos casos, com concorrentes diretos, para assegurar a viabilidade da inovação, ao invés de coordenar-se, somente, com fornecedores e clientes, como é frequente, no caso do modelo de inovação fechado.

Nesse contexto, verificou-se, na pesquisa de campo, que, embora a maioria das inovações seja em processo, há que se contemplar mais. Neste estudo, constatam-se inovações que vão além de inovação em processo, ou seja, há sinalização de inovações sistêmicas. Portanto, além das classificações em inovação incremental ou inovação radical, é importante a análise de uma categoria intermediária na qual poderia se encaixar a inovação sistêmica.

Taylor e Levitt (2004, p. 6) apontam que as mais recentes pesquisas em inovações focam em inovações incrementais. Inovações incrementais são aquelas que reforçam os produtos ou processos existentes e fornecem um impacto mensurável na produtividade. No caso da

inovação incremental, a produtividade para componentes individuais pode aumentar, enquanto a produtividade total pode aumentar, declinar ou permanecer constante. Inovação sistêmica, por outro lado, refere-se à inovação que reforça o produto existente, mas necessita uma mudança no processo que requer múltiplas empresas para mudar suas práticas. Inovação sistêmica tipicamente capacita aumentos significantes na produtividade total em longo prazo. Exemplos de inovações sistêmicas incluem projeto virtual e construção, integração de rede suprimentos, e pré-fabricação de sistemas da construção civil.

Segundo Markard e Truffer (2008, p. 598), um sistema, de uma forma genérica, é um conjunto ordenado de componentes que interagem entre si. É um modelo real projetado para propósitos analíticos. Isso implica uma distinção clara entre o sistema e seu meio ambiente. Sistemas são caracterizados por suas estruturas, incluindo sistemas de fronteiras, o número e tipos de elementos do sistema, suas inter-relações e a relação entre o sistema e o meio ambiente. Um sistema de inovação pode ser considerado como um arranjo de organizações, instituições e os relacionamentos entre elas. Organizações (também atores ou agentes) tipicamente englobam firmas privadas, universidade, centro de pesquisa, associações. Andersen e Drejer (2008, p. 18) apontam que, na inovação sistêmica, a rede de relacionamento é uma pré-condição para a inovação, e a inovação não emerge da empresa individualmente, mas através da dinâmica dos trabalhos conjuntos e do aprendizado mútuo da rede.

Chesbrough e Teece (2002, p.6) e Chesbrough *et al* (2008, p. 244) argumentam que algumas inovações são, fundamentalmente, sistêmicas, ou seja, seus benefícios podem ser realizados apenas em conjunto com inovações complementares a seus sistemas. Quando a inovação é sistêmica, membros de uma organização virtual são dependentes dos outros membros, sobre os quais eles não têm muito controle. A troca de informações é um grande desafio gerencial na inovação sistêmica. Por sua natureza, ela requer compartilhamento de informações e ajustes coordenados no sistema.

Na inovação em processo, não se dá muita atenção na separação das partes que compõem o conjunto, e sim, no processo como um todo. Uma análise mais profunda faz-se necessária, quando pesquisa-se a inovação em serviço. Consoli (2007, p.71) ressalta que o fornecimento de alguns serviços é organizado em estruturas de redes, cujo desenvolvimento depende das competências e atividades que vão além dos setores tradicionais e das fronteiras da empresa.

É nesse contexto que se enquadra a inovação sistêmica: ela pavimenta o caminho para um novo entendimento de inovação em serviços, como a fonte de conhecimentos endógenos, crescendo com e através de tecnologias, organizações e instituições. Portanto, a inovação em logística sugere um caráter sistêmico, pela forma como se arquiteta o conjunto, conforme verificou-se na pesquisa de campo, principalmente, na inovação futura da empresa Stotlhaven, relatada a seguir.

Os gestores da empresa apontaram que as inovações tecnológicas que foram efetuadas nos últimos dez anos serviram de apoio para um projeto maior que está sendo desenvolvido. O projeto consiste na automação total do terminal de armazenagem: eles ressaltaram que não se trata, apenas, de uma inovação em tecnologia de informação e comunicação, e sim, de um sistema maior de automação, envolvendo inventário e processos. A automação total do inventário será possibilitada pela inovação tecnológica já implementada, com a instalação dos equipamentos de medição, compostos pelos medidores de nível, vazão, volume e massa. Os instrumentos possibilitam medir as quantidades de etanol na entrada da armazenagem, o estoque no interior do tanque e a quantidade saída do tanque.

A automação total do terminal de armazenagem será possibilitada pela inovação tecnológica, também, já implementada, como a seguir:

- CCM — Central de Controle de Motores inteligente: central que controla os motores com sistemas de inversores de frequência, possibilitando o controle do fluxo e pressão de etanol nos dutos.
- Píer e dutos: instrumentos de medição de pressão e vazão, válvulas automatizadas com atuadores elétricos e hidráulicos (ainda será instalado, na maioria dos dutos).
- Tanques: medição de nível por telemetria, que é composto por radar e *software* de telemetria. O sistema permite a medição automática do estoque de etanol e envia os dados, através do *software*, para o computador da sala de controle de operações.
- Plataformas de transbordo de etanol: instrumentos de medição de carregamento e descarregamento de produto, com controle de emissão de vapores.

A automação total do terminal consiste na ampliação dos instrumentos de medição e controle a todo o sistema de armazenagem e manuseio de etanol e, instalação de um sistema gerenciador (controlador) de dados, assim como a instalação de *software* para gestão

empresarial — ERP, conforme representado na Ilustração 20. Os gestores estimam que o projeto esteja concluído dentro de três anos.

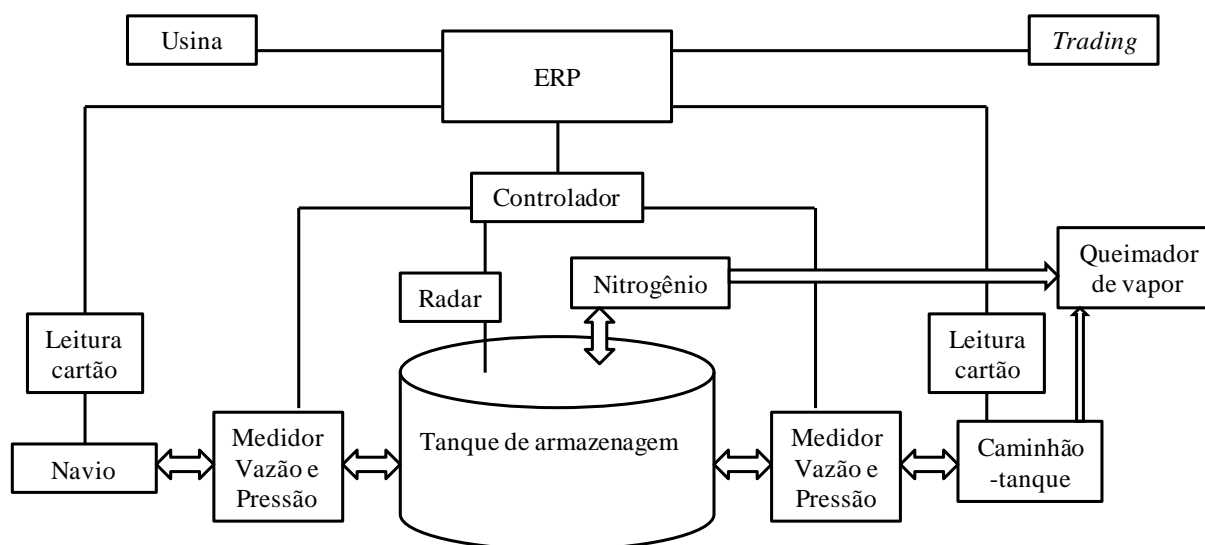


Ilustração 20 - Sistema de automação do terminal de armazenagem de etanol

FONTE: autor — elaborado a partir de informações da Stolthaven (2012)

Com a automação total do terminal, será possível interligar o sistema de informação da usina produtora de etanol, da *trading* (empresa que gerencia a exportação e/ou importação do produto), e do terminal de armazenagem, no porto de Santos. Nas exportações, a empresa armazenadora receberá a programação de recebimento de etanol da usina, concomitantemente com a programação da *trading*, através do ERP. O caminhão-tanque, ao chegar ao terminal, com horário previamente marcado, será inspecionado, e estando aprovado, iniciará o transbordo do produto para o tanque de armazenagem. O operador responsável pela operação passará seu cartão magnético no instrumento de leitura de cartão, dando início à operação automática de transbordo do produto do caminhão-tanque para o tanque de armazenagem. Além da transferência do etanol líquido para o tanque de armazenagem, os vapores serão direcionados, automaticamente, para o sistema de queimador de vapor.

O estoque de etanol será, automaticamente, controlado pelo sistema de radar e a informação estará disponível, em tempo real, a todos os atores da rede de suprimento de etanol. As válvulas automáticas de controle de pressão do tanque farão a injeção de nitrogênio, quando cair a pressão interna do tanque, e enviarão os vapores ao queimador de vapor, quando aumentar a pressão interna do tanques, mantendo, dessa forma, a pressão constante e a

atmosfera inerte, no interior do tanque. Na exportação do produto, operação semelhante será efetuada para transbordo do etanol para o navio de exportação. Os gestores ressaltaram que a automação será importante para agilizar o processo de exportação de etanol, e também, o processo de importação de etanol.

Os gestores entrevistados apontaram a importância da rede de relacionamento, na obtenção do conhecimento necessário ao desenvolvimento de novos projetos inovadores. Eles participam de congressos nacionais e internacionais, onde obtêm relevantes informações de novas tecnologias. E obtêm, também, ideias inovadoras, no contato com diversos gestores que interagem na cadeia de suprimentos de grânéis líquidos, especialmente, o etanol.

Conforme Chesbrough *et al* (2008, p. 247-254), na inovação sistêmica, a alocação de recursos não é apenas sobre os recursos próprios. Para o sucesso do gerenciamento da inovação sistêmica, o processo de alocação de recursos tem de considerar os recursos externos. As empresas inovadoras são dependentes de outras inovações complementares e necessitam aprender a liderar, proativamente, o processo de inovação sistêmica. Os autores ressaltam que o caráter sistêmico da inovação é um importante direcionador do processo da inovação aberta.

6 CONTRIBUIÇÕES

Nas entrevistas com as quatro empresas pesquisadas, foram possíveis testar uma variedade de teorias para explicar e entender a inovação no contexto de logística, conforme sugeriu Grawe (2009, p. 363). Foram analisados os fatores ambientais e organizacionais que contribuem, segundo o modelo de Grawe (2009, p. 364), para a inovação logística. Os fatores ambientais citados pelos entrevistados foram a concorrência e a economia (escassez de capital). Os gestores das empresas pesquisadas mencionaram a necessidade de redução de custos, e principalmente, a necessidade de inovação tecnológica para tornar-se competitivo. Entretanto, a organização da mão-de-obra não foi mencionada por nenhum dos gestores entrevistados. Segundo Grawe (2009, p. 369), a força de trabalho com alto nível de poder afeta, negativamente, a inovação na logística. Porém, a organização da mão-de-obra no Brasil não teria o mesmo impacto que em outros países, devido à flexibilidade que há na mão-de-obra brasileira. Além disso, embora a mão-de-obra portuária (os estivadores) represente entrave logístico nos portos brasileiros, as operações portuárias com etanol, por se tratar de granel líquido, não dependem dos estivadores. Toda a operação de carga e descarga dos navios é feita por operadores pertencentes ao operador logístico, através de bombeamento por tubulações que ligam o terminal marítimo ao navio. Portanto, o fator ambiental (organização da mão-de-obra), generalizado no modelo de Grawe (2009, p. 369), não aparece na logística do etanol, afetando, negativamente, a inovação.

Os fatores organizacionais relevantes para as mudanças tecnológicas, que foram preponderantes na inovação logística e encontrados na pesquisa foram: a relação com os atores da cadeia de distribuição, incluindo o cliente organizacional, e a rede de relacionamento — todos contribuíram para a difusão do conhecimento e para o processo de inovação. Essas inovações tecnológicas foram possíveis, também, devido ao apoio dos recursos gerenciais e dos recursos financeiros das empresas pesquisadas.

As mudanças tecnológicas foram amplamente mencionadas nas entrevistas, porém no modelo de Grawe (2009, p. 364), a tecnologia tem pouca ênfase: ela aparece, discretamente, em fatores organizacionais. Entretanto, nas entrevistas com as quatro empresas, o impacto da inovação tecnológica na inovação logística ficou evidenciado. A maioria das inovações logísticas encontradas tem mudança tecnológica como fator preponderante.

Portanto, as mudanças tecnológicas descritas nesta tese afetaram, positivamente, os serviços logísticos. Logo, a tecnologia vai além de um fator organizacional, como descrita no modelo de Grawe (2009, p. 364): ela tem, também, um fator ambiental, merecendo uma descrição mais relevante. O autor não caracteriza a tecnologia, não diz qual a sua natureza nem menciona como impacta os serviços logísticos, conforme foi descrito, nesta tese, nos Quadros 12 e 13. Nesse sentido, o modelo de Hertog (2000, p. 495) é mais rigoroso: ele reserva para a tecnologia uma dimensão própria, a qual foi chamada de dimensão 4 (opções tecnológicas), embora o modelo de Hertog não seja um modelo específico para inovação logística, e sim, um modelo para inovação em serviços.

Hertog (2000, p. 494) ressalta na dimensão 2 (interface com o cliente), a relevância da interface entre o fornecedor de serviços e os clientes. Essas interfaces são focos de grandes negócios de inovações em serviços. Foi constatada, nesta tese, a contribuição da relação do fornecedor de serviços com o cliente organizacional, para a inovação tecnológica na logística do etanol. Quanto à dimensão 3 (sistema de distribuição do novo serviço), o autor menciona que o arranjo organizacional interno tem de ser gerenciado para permitir que os trabalhadores desempenhem seus serviços adequadamente. Em outras palavras, novos serviços podem requerer novas formas organizacionais, capacidades e perfis interpessoais.

Constatou-se, nesta tese, a necessidade de arranjo organizacional, mudança estrutural em organogramas, e principalmente, mudança no perfil dos colaboradores, com maior formação acadêmica e treinamentos específicos. Houve mudança de cargos e funções, razão pela qual mudou o perfil do trabalhador. Com a mudança tecnológica mudou, também, a natureza do trabalho. Foi citado, na pesquisa, que não houve redução significativa de mão-de-obra, porém aumentou, significativamente, a produtividade, resultando em mais serviços ofertados. Entretanto, constatou-se, também, que as mudanças foram mais significativas nas empresas operadoras logísticas do que nas empresas produtoras de etanol, que, por sua vez, terceirizam boa parte das operações logísticas.

Verificou-se, na pesquisa de campo, que, embora a maioria das inovações seja em processo, há indicações de inovações sistêmicas, ou seja, vão além de processo. Portanto, além das classificações em inovação incremental ou inovação radical, é importante a análise de uma categoria intermediária na qual poderia encaixar-se a inovação sistêmica. Taylor e Levitt

(2004, p. 6) apontam que as mais recentes pesquisas em inovações focam em inovações incrementais. Inovações incrementais são aquelas que reforçam os produtos ou processos existentes e fornecem um impacto mensurável na produtividade. No caso da inovação incremental, a produtividade para componentes individuais pode aumentar, enquanto a produtividade total pode aumentar, declinar ou permanecer constante. A inovação sistêmica, por outro lado, refere-se à inovação que reforça o produto existente, mas necessita uma mudança no processo, que requer múltiplas empresas para mudar suas práticas. A inovação sistêmica tipicamente capacita aumentos significantes na produtividade total, em longo prazo.

Analisando os resultados da pesquisa empírica sobre os modelos teóricos acima descritos, e com o intuito de contribuir com a pesquisa científica, apresenta-se, a seguir, uma síntese da análise consolidada dos casos e das contribuições, que poderia representar um modelo analítico de inovação logística, o qual consta da Ilustração 21.

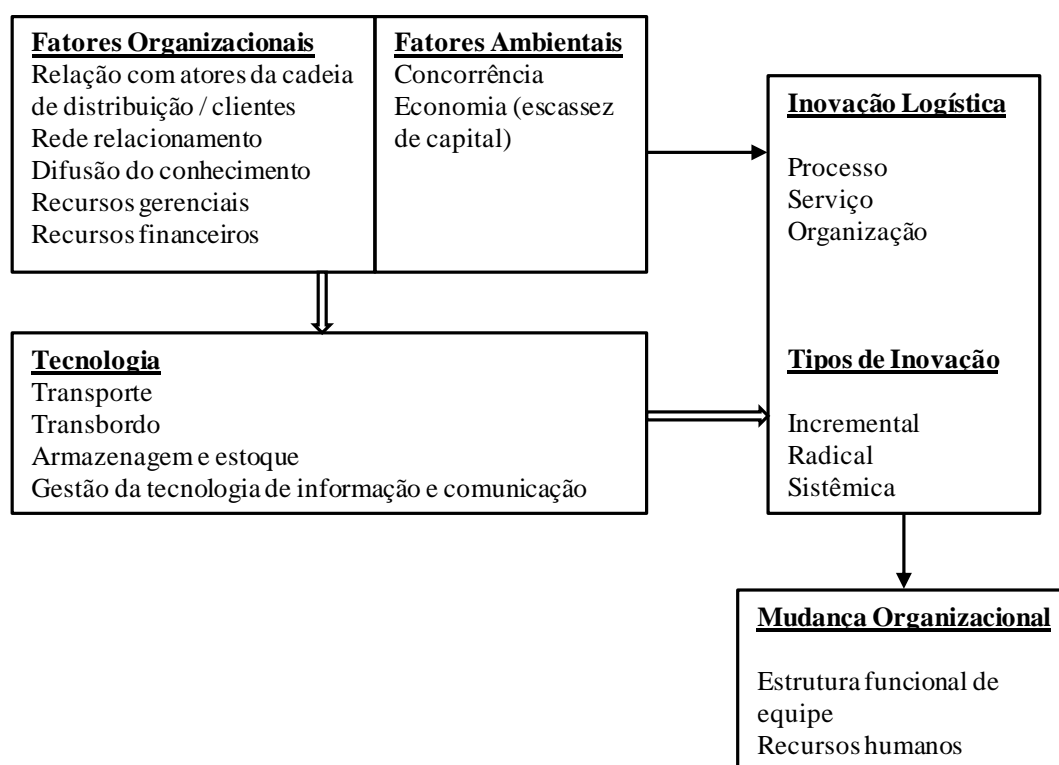


Ilustração 21 - Modelo de inovação logística proposto na tese

Fonte: o autor — baseado nas informações obtidas na pesquisa (2012)

As setas largas, na Ilustração 21, indicam ações mais intensas que as ações das setas estreitas. Caracterizando os fatores organizacionais e ambientais como propulsores da mudança

tecnológica em transporte, transbordo, armazenagem e estoque, e gestão da tecnologia de informação e comunicação, ou seja, nos elementos da logística, a seta larga representa a forte ação desses fatores na tecnologia. Por sua vez, a tecnologia é o fator de maior ação na inovação logística. A maioria das inovações logísticas encontrada na pesquisa de campo teve a mudança tecnológica como elemento relevante, razão pela qual a representação da seta larga, ligando tecnologia à inovação logística. Apenas uma inovação encontrada não necessitou de nova tecnologia: o agendamento de caminhões-tanque para transbordo de etanol. Essa foi uma inovação logística, basicamente, em processo, com tecnologia existente. A seta estreita representa a ligação direta de fatores organizacionais e ambientais à inovação logística.

As inovações encontradas, nesta pesquisa, ocorreram em processo, serviço e organização. A maioria das inovações foi incremental. Entretanto, a inovação em logística sugere um caráter sistêmico pela forma como se arquiteta o conjunto, conforme verificou-se na pesquisa de campo. Apenas uma inovação (construção de dutos) foi considerada como radical, por ser pioneira no Brasil; nenhum fornecedor de serviços logístico ofereceu, anteriormente, esse tipo de transporte para etanol. Fica, aqui, a ressalva que, segundo Flint *et al* (2005, p. 115), a inovação radical refere-se a um serviço logístico que é novo para o mundo, isto é, nenhum fornecedor ofereceu tal serviço antes. De acordo com Bowersox *et al* (2006, p. 282-286), nos Estados Unidos da América, os principais produtos transportados por dutos são derivados do petróleo, gás natural e etanol.

Porém, o transporte de etanol, nos Estados Unidos, é feito principalmente pelos modais ferroviário, aquaviário e rodoviário. A quantidade transportada por dutos é inferior a 1%, e não é utilizado duto dedicado para etanol. A utilização de duto comum dificulta o uso para etanol puro, devido à necessidade de limpeza do duto e risco de contaminação com água. Por esse motivo, utiliza-se, também, o duto para o transporte do etanol já misturado com gasolina. Há um projeto para construção de duto dedicado para etanol, ligando Dakota do Sul à Nova York, num comprimento total de aproximadamente 2.900 quilômetros. Porém, o alto custo (4,25 bilhões de dólares) e a quantidade de etanol transportada atualmente, ainda não viabiliza o projeto (EERE, 2013). Portanto, pode-se concluir que o projeto brasileiro de construção de dutos de longa distância, dedicados a etanol é, de fato, pioneiro no mundo, haja vista que já está sendo construído.

As inovações logísticas que envolveram mudanças tecnológicas (e foram a maioria) foram baseadas em fornecedores, e suas trajetórias tecnológicas foram em termos de confiabilidade, desempenho e redução de custo. De acordo com Pavitt (1984, p. 343), empresas com tecnologia baseadas em fornecedores fazem apenas pequenas contribuições em seus processos tecnológicos. A maioria das inovações vem dos fornecedores de equipamentos e materiais, e as trajetórias tecnológicas são definidas em termos de redução de custo. Tais empresas podem ser encontradas no setor de serviços. Pavitt (1990, p. 20) completou, ressaltando que a trajetória tecnológica é, também, em termos de melhoramento nos produtos de bens especializados, ou seja, confiabilidade e desempenho.

Ficaram bem evidenciadas, nas entrevistas, a relevância da tecnologia na inovação da logística do etanol e a importância da logística na competitividade do produto. Com o carro *flexfuel* o etanol consolidou-se como importante fonte de energia de propulsão para veículos automotores, aumentando, conseqüentemente, a demanda de etanol carburante. Para atender a crescente demanda do produto, novas áreas de plantio de cana-de-açúcar e destilarias de etanol estão surgindo, principalmente, na região centro-sul do Brasil, mudando o perfil da distribuição do produto.

Com o intuito de ampliar a contribuição à pesquisa, foi incluída, nas entrevistas, uma questão para identificar a tendência da demanda de etanol para os próximos dez anos, representada no Quadro 14. A palavra cenário aparece entre aspas, por tratar-se de informações obtidas apenas dos entrevistados. Schoemaker (1995, p. 27) lembra que cenários vão além de análises objetivas, para incluir interpretações subjetivas. Wright e Spers (2006, p. 16) ressaltam que os cenários devem ser elaborados não para acertar previsões do futuro, mas, sim, para melhorar a base de informações e a compreensão sobre decisões que precisam ser tomadas no presente, para assegurar objetivos futuros. Vale ressaltar que o cenário do etanol não é o foco desta tese: conforme relatado acima, o intuito foi ampliar a contribuição da pesquisa.

Quadro 14 - Expectativas de “cenários” do etanol para o mercado local e internacional

Stolthaven	Tendência de concentração da produção de etanol em grandes grupos de empresas internacionais. Produção afetada pela crise internacional de 2008. Preço da gasolina (baixo) afetando a competitividade do etanol. Recuperação da produção de etanol lenta em 2013 e 2014, aumentando posteriormente. Necessidade de rever a carga tributária do etanol. Cenário mais otimista de cinco a dez anos devido às questões ambientais e por ser o etanol brasileiro uma fonte de energia limpa. Aumento do consumo de etanol na indústria química. Recuperação, em longo prazo, da demanda no mercado local e internacional.
Logum	Crescimento da demanda local e internacional nos próximos dez anos. Necessidade de maior oferta de etanol. Aumento da produtividade nas usinas existentes com mais tecnologia. Etanol de segunda geração com utilização da folhagem e do bagaço de cana-de-açúcar (porém requer mais desenvolvimento tecnológico). Aumento da área plantada de cana-de-açúcar e construção de novas unidades produtoras.
Copersucar	Aumento da produtividade de etanol com novas tecnologias. Aumento da área plantada de cana-de-açúcar e construção de novas usinas. Etanol de segunda geração (porém ainda não é competitivo). Aumento da demanda interna. Preço do petróleo continuará afetando a demanda de etanol, porém com os mandatos existentes de países da Europa, Estados Unidos e Japão a demanda do mercado internacional será, também, crescente.
Raízen	Mercado local de etanol continuará sendo impactado pelo preço do açúcar, porém crescimento do mercado do açúcar não é alto (cerca de 2% ao ano). Em longo prazo o preço do açúcar não afetará muito o etanol. Redução do custo de produção do etanol (principalmente o hidratado) para ser competitivo com a gasolina. Necessidade de mudança na tributação do etanol. Maior investimento em etanol de segunda geração, com novas tecnologias permitindo a utilização eficaz do bagaço e da folhagem da cana-de-açúcar. Aumento da demanda interna e internacional do etanol em longo prazo.

FONTE: o autor — baseado nas informações obtidas nas entrevistas (2012)

Embora o mercado de etanol tenha sofrido, também, com a crise econômica de 2008, a perspectiva é de crescimento da demanda, tanto no mercado local como no mercado internacional. Façanha (2012, p. 235) ressalta que o consumo de etanol, no mercado brasileiro e no mercado internacional, deve crescer. Há uma expectativa positiva, não apenas pelo aumento da frota de veículos *flexfuel* no Brasil, impulsionada pela classe média emergente e pelo crédito, mas, também, pelo uso de etanol em aplicações diferentes, por exemplo, nos bioplásticos, e pelos mandatos de mistura nos Estados Unidos e na União Europeia. Goldemberg (2011) também prevê aumento da demanda para os próximos dez anos, conforme representado no Quadro 15.

Quadro 15 - Produção atual e demanda potencial para o etanol

País / Região	Consumo atual de gasolina (bilhões de litros / ano / 2007)	Produção atual de etanol (2008) (bilhões de litros / ano)	Demanda potencial em função dos mandatos atuais até 2020/22 (bilhões de litros / ano)
EUA	530	34	136
União Europeia	148	2.3	8.51
China	54	1.9	5.4
Japão	60	0.1	1.8
Canadá	39	0.9	1.95
Reino Unido	26	0.03	1.3
Austrália	20	0.075	2.0
Brasil	25.2	27	50
África do Sul	11.3	0.12	0.9
Índia	13.6	0.3	0.68
Tailândia	7.2	0.3	0.7
Argentina	5.0	0.2	0.25
Filipinas	5.1	0.08	0.26
Total	943.2	67.3	209.75

FONTE: Goldemberg (2011).

Há concordância quanto ao aumento da demanda de etanol, em longo prazo, no Brasil e no mercado internacional. Quanto ao Brasil, serão necessários maiores investimentos em área plantada de cana-de-açúcar, construção de novas usinas, aumento da produtividade de etanol, com mais investimentos tecnológicos, principalmente, no etanol de segunda geração e portanto, mais inovação tecnológica na logística do etanol, para tornar o produto competitivo no mercado local e internacional.

7 CONCLUSÕES

O tema teórico desta tese é constituído pela inovação nos serviços logísticos e na logística do etanol. A pergunta de pesquisa proposta nesta tese surgiu após revisão da literatura em inovação e logística, baseados nos seguintes estudos: Barras, 1986; 1990; Pavitt, 1990; Clark; Wheelright, 1993; Hertog, 2000; Ballou, 2002; Chapman *et al*, 2003; Jong; Vermeulen, 2003; Flint *et al*, 2005; Moreira; Queiroz, 2007; Maximiano, 2008; Grawe, 2009. Entretanto, as pesquisas de Barras (1986; 1990), Hertog (2000) e Grawe (2009) foram os pontos principais que serviram de inspiração para a pergunta central da tese.

A pergunta central da pesquisa proposta está dividida em duas etapas: **como as mudanças tecnológicas contribuem com a inovação na logística do etanol? E, quais mudanças organizacionais ocorrem em função dessas inovações tecnológicas?**

O objeto de estudo é o impacto da tecnologia na inovação dos serviços logísticos e na logística do etanol. A **hipótese central** foi que as mudanças tecnológicas contribuiriam, significativamente, para a inovação nos serviços logísticos e na logística do etanol. E essas inovações tecnológicas requereriam mudanças organizacionais.

Com o intuito de responder a pergunta de pesquisa, este pesquisador elaborou o objetivo geral da tese e os objetivos específicos, abaixo discriminados:

O objetivo geral da tese consiste na investigação das inovações obtidas em função das mudanças tecnológicas. E quais os impactos dessas inovações tecnológicas, nas estruturas das organizações envolvidas na logística do etanol.

Os objetivos específicos consistem em:

1. Identificar as inovações tecnológicas da logística de etanol, para o mercado local e exportação.
2. Avaliar como elas afetam as organizações envolvidas, e conseqüentemente, quais mudanças organizacionais ocorrem em função dessas inovações em serviços.
3. Analisar como a rede de relacionamento afeta a difusão do conhecimento e a obtenção

de novas tecnologias.

Para a identificação e respostas da pergunta de pesquisa e dos objetivos propostos, foi contemplado um estudo de múltiplos casos, por meio de entrevistas com os gestores de duas importantes empresas de operadores logísticos, Stolthaven e Logum, e com duas importantes empresas produtoras de etanol, Copersucar e Raízen.

A seguir, são apresentadas as observações da pesquisa referentes à pergunta de pesquisa, objetivos e hipótese.

Quanto à primeira etapa da pergunta de pesquisa (**como as mudanças tecnológicas contribuem com a inovação na logística do etanol?**), pode-se dizer que as mudanças tecnológicas contribuem de forma significativa para a inovação da logística do etanol, nas quatro empresas, ou seja, a maioria das inovações logísticas tem a mudança tecnológica como fator preponderante, conforme representado no Quadro 16.

Quadro 16 - Inovações tecnológicas na logística do etanol

Stolthaven	Controle de carregamento de caminhões-tanque Variadores de frequência para carregamento de caminhões-tanque Braços de carregamentos de caminhões-tanque Caminhões-tanque bitrem e rodotrem Método de construção de tanques de armazenagem Válvulas de injeção automática de nitrogênio Instrumentos em tanques de armazenagem TIC
Logum	Construção de dutos para transporte de etanol. Controle de carregamento de caminhões-tanque. Sistema de monoboia (futuro) Instrumentos em tanques de armazenagem (futuro) TIC
Copersucar	Caminhões-tanque bitrem e rodotrem. Sistema de rastreamento de caminhões Controle de carregamento de caminhões-tanque. Construção de dutos para transporte de etanol (futuro) Instrumentos em tanques de armazenagem TIC
Raízen	Utilização de modal ferroviário. Caminhões-tanque bitrem e rodotrem Sistema de rastreamento de caminhões Controle de carregamento de caminhões-tanques. Construção de dutos para transporte de etanol (futuro) Instrumentos em tanques de armazenagem TIC

FONTE: o autor — elaborado a partir de informações obtidas nas entrevistas (2012)

As mudanças tecnológicas, em sua maioria, caracterizaram, também, inovações tecnológicas em seus componentes. Na mudança tecnológica em tanques de armazenagem, que foi relatada pelas quatro empresas pesquisadas, além da mudança tecnológica, passando da medição manual por trenas metálicas, para a medição automática por telemetria, houve inovação tecnológica no sistema de radar (telemetria). O conjunto formado por radar e *software* necessitou de melhoramentos significativos para adequação ao etanol e às exigências dos órgãos fiscalizadores.

Segundo o Manual de Oslo (2005), inovação é a implementação de um novo ou significativo melhoramento de bem ou serviço. E de acordo com Moreira e Queiroz (2007, p.10), as inovações tecnológicas dizem respeito a produtos, serviços e tecnologias do processo de produção. Relacionam-se às atividades operacionais e podem referir-se tanto a produtos como a processos de produção. O termo tecnologia deriva do grego *techne* (artefato) e *logos* (pensamento, razão), significando, portanto, o conhecimento sistemático transformado ou manifestado em ferramentas. Portanto, tecnologia são ferramentas ou sistemas de ferramentas pelas quais transformamos partes do nosso ambiente, derivadas do conhecimento humano para serem usadas para um propósito humano.

Foi identificada, na revisão bibliográfica, pouca referência sobre o impacto da tecnologia em inovação logística: menciona-se, muito, sobre a relevância da TIC, ou seja, sobre o aspecto da informação e comunicação. Entretanto, nesta pesquisa, constatou-se que, sob o olhar do serviço, é fundamental ver o lado físico da tecnologia, e não apenas a TIC.

A única inovação logística encontrada, na pesquisa de campo, que não teve mudança tecnológica como fator preponderante, foi o agendamento de caminhões-tanque para transbordo de etanol. Essa foi uma inovação em procedimento de carga e descarga de etanol. Portanto, a primeira etapa da pergunta de pesquisa corrobora a primeira parte da **hipótese central**. Ou seja, **as mudanças tecnológicas contribuiriam significativamente para a inovação nos serviços logísticos e na logística do etanol**.

Na segunda etapa da pergunta de pesquisa (**quais mudanças organizacionais ocorrem em função dessas inovações tecnológicas?**), pode-se dizer que ocorrem mudanças organizacionais, no que se refere ao arranjo organizacional interno que tem de ser gerenciado para permitir que os trabalhadores desempenhem seus serviços adequadamente. Em outras

palavras, novos serviços podem requerer novas formas organizacionais, capacidades e perfis interpessoais. Na pesquisa desta tese, nas quatro empresas, constatou-se necessidade de arranjo organizacional; mudança estrutural em organogramas, e principalmente, mudança no perfil dos colaboradores com maior formação acadêmica e treinamentos específicos. Com a mudança tecnológica, mudou, também, a natureza do trabalho. Foi citado na pesquisa que não houve redução significativa de mão-de-obra, porém aumentou, significativamente, a produtividade, resultando em mais serviços ofertados.

Entretanto, constatou-se, também, que as mudanças foram mais significativas nas empresas operadoras logísticas do que nas empresas produtoras de etanol, que, por sua vez, terceirizaram boa parte das operações logísticas. Portanto, a segunda etapa da pergunta de pesquisa corrobora a segunda parte da **hipótese (essas inovações tecnológicas requereriam mudanças organizacionais)**, com a ressalva que as mudanças afetam mais as empresas operadoras logísticas que as empresas produtoras de etanol.

Nas análises, acima, incluiu-se, também, o objetivo geral; e completando os objetivos específicos, vê-se, a seguir, como a rede de relacionamento afeta a difusão do conhecimento e a obtenção de novas tecnologias. Foi possível ampliar este objetivo específico, obtendo-se informações, que estão, abaixo relacionadas, como fatores organizacionais e ambientais.

Constatou-se, na pesquisa, a contribuição de fatores organizacionais e ambientais para as mudanças tecnológicas que foram preponderantes na inovação logística. Dos fatores organizacionais, a **relação com os atores da cadeia de distribuição**, incluindo o **cliente organizacional**, e com a **rede de relacionamento**, contribuíram para a **difusão do conhecimento** e para o processo de inovação. A participação da alta gerência, com apoio de **recursos gerenciais e financeiros**, foi relevante, também, para as inovações tecnológicas.

Os fatores ambientais mais lembrados nas entrevistas foram a **concorrência** e a **economia, na qual se inclui escassez de capital**. As inovações tecnológicas, que a maioria das empresas implantou, nasceram da necessidade de melhorar a margem financeira do produto, e a redução do custo logístico foi um fator de contribuição para os resultados financeiros das empresas.

8 COMENTÁRIOS FINAIS, LIMITAÇÕES, PESQUISAS FUTURAS E CONTRIBUIÇÕES GERENCIAIS

As diferentes classificações de inovação têm sido tema central em muitas pesquisas. Henderson e Clark (1990, p. 9-11) lembram que, ao examinar algumas inovações com mais detalhes, pode-se distinguir entre os componentes do produto e as formas como eles estão inseridos no sistema, ou seja, a “arquitetura” do produto. Portanto, a distinção entre o produto, como um sistema, e o produto, como um arranjo de componentes, induz à ideia que o desenvolvimento de produto com sucesso requer dois tipos de conhecimento: primeiro, requer conhecimento dos componentes; e segundo, requer conhecimento da arquitetura do produto ou conhecimento sobre as formas na qual os componentes são integrados e ligados, juntos, num todo coerente. Dessa forma, as inovações radical e incremental são pontos extremos, ao longo de ambas as dimensões. A inovação radical estabelece um novo *design* dominante, e a inovação incremental refina e estende um *design* estabelecido.

Chesbrough *et al* (2008, p. 241) aponta que as classificações de inovações em incremental e radical têm contribuído para o entendimento de inovação em processo. Entretanto, elas são, ainda, incompletas. Portanto, eles focam sua pesquisa na inovação sistêmica. Na inovação em processo, não se dá muita atenção à separação das partes que compõem o conjunto, e sim, ao processo como um todo. Uma análise mais detalhada faz-se necessária, quando se pesquisa inovação em serviço. Consoli (2007, p.71) ressalta que o fornecimento de alguns serviços é organizado em estruturas de redes cujo desenvolvimento depende das competências e atividades que vão além dos setores tradicionais e das fronteiras da empresa. É, nesse contexto, que se enquadra a inovação sistêmica: ela pavimenta o caminho para um novo entendimento de inovação em serviços, como a fonte de conhecimentos endógenos, crescendo com e através de tecnologias, organizações e instituições. Portanto, a inovação em logística sugere um caráter sistêmico pela forma como se arquiteta o conjunto, conforme se verificou na pesquisa de campo.

8.1 Limitações da pesquisa

O estudo de caso múltiplo desta tese é de caráter exploratório e descritivo. A pesquisa

exploratória tem o objetivo de gerar mais conhecimento sobre determinado assunto, e por isso, ela é indicada na investigação, quando há poucas informações. E mesmo quando já existam conhecimentos do pesquisador sobre o assunto, a pesquisa exploratória também faz-se útil, pois para um mesmo fato poderá haver inúmeras explicações alternativas. O fenômeno da relevância da tecnologia na inovação da logística do etanol é de pouco conhecimento na literatura organizacional, e nesse contexto a pesquisa exploratória é bem aplicada.

O caráter descritivo da pesquisa também é adequado a esta tese, por ser indicado, quando a investigação tem por objetivo descrever as características de um fenômeno, e por possuir objetivos bem definidos, serem bem estruturadas e dirigidas para avaliação de alternativas de curso de ação. Entretanto, a pesquisa tem limitações que são inerentes ao método, possíveis vieses dos entrevistados e vieses de análises e interpretações do próprio pesquisador. A quantidade de empresas pesquisadas também pode ser um fator limitante à pesquisa. Foram pesquisadas duas empresas produtoras de etanol, Copersucar e Raízen, e duas empresas operadoras logísticas, Stolthaven e Logum. Foram contatados dez gestores dessas empresas, sendo quatro gestores, na Stolthaven, e dois gestores, em cada uma das demais empresas. Todos os gestores disponibilizaram-se a participar da pesquisa, e as entrevistas foram conduzidas em seus locais de trabalho: Copersucar e Raízen, em São Paulo, Logum, no Rio de Janeiro, e Stolthaven, em Santos (SP). Além dos entrevistados nas empresas, dois consultores foram entrevistados, e colaboraram com o refinamento das questões do protocolo de pesquisa.

Há que se ressaltar, também, que a Copersucar comercializou, na safra 2010/2011, 3,55 bilhões de litros de etanol, e a Raízen tem capacidade de produção de 2,2 bilhões de litros de etanol por ano. Portanto, são duas empresas de participação significativa no mercado de etanol. Quanto às operadoras logísticas, a Logum é a empresa cujo projeto apresenta-se como o mais inovador no transporte de etanol, ou seja, transporte por dutos, iniciativa pioneira no Brasil, porém, a empresa é nova: foi criada em 1º de março de 2011, e seu histórico de inovação é mais recente. A Stolthaven é um operador logístico que já está no mercado há 28 anos, e tem histórico maior de inovação logística.

Esses aspectos podem restringir o poder de generalização dos resultados da pesquisa. Entretanto, essa restrição foi diminuída, considerando a pesquisa bibliográfica feita nesta tese, que teve, como base, a literatura de inovação, logística, gestão do conhecimento, cadeia de

suprimentos, estrutura organizacional. As entrevistas com os consultores e com os gestores das empresas pesquisadas, os modelos teóricos que serviram de base para esta pesquisa, pode-se considerar a possibilidade de generalizar o modelo teórico apresentado no Capítulo 6, Ilustração 21, como uma ferramenta auxiliar nas pesquisas de inovação logística. Esta pesquisa visa a obter contribuições originais ao conhecimento na área de gestão da inovação em logística, construindo novas teorias a partir do estudo de casos, além de propor um modelo conceitual de inovação em logística, assim como contribuições para a prática executiva do suprimento de etanol.

8.2 Linhas de pesquisas recomendadas para próximos estudos

A complexidade e a abrangência desta pesquisa levam a questionamentos que podem servir de base para pesquisas futuras. A seguir, alguns dos questionamentos que foram surgindo durante a pesquisa:

- Evidenciou-se, nas empresas pesquisadas, e também, na pesquisa bibliográfica, a importância da inovação; entretanto, não fica visível a gestão da inovação dentro das organizações. A palavra inovação aparece, inclusive, em documentos da missão de algumas empresas, porém não fica evidenciada a gestão da organização; ela ocorre mais em função de ações próprias dos colaboradores. Esse é um possível objeto de estudo futuro.
- Na pesquisa com as empresas, foi identificada a importância do conhecimento para a adequação dos funcionários às mudanças tecnológicas; entretanto, foi ressaltado que a formação, tanto técnica como universitária, não atende, totalmente, as necessidades das empresas, sendo necessário treinamento interno, para melhor qualificação dos funcionários. Este é um tema que poderia ser abordado, em pesquisas futuras: a dicotomia entre o aprendizado escolar e as necessidades organizacionais.
- Constatou-se, na pesquisa de campo, que, devido à inovação tecnológica, houve necessidade de arranjo organizacional, mudança estrutural em organogramas, e principalmente, mudança no perfil dos colaboradores com maior formação acadêmica e treinamentos específicos. Entretanto, constatou-se, também, que as mudanças foram mais significativas nas empresas operadoras logísticas do que nas empresas produtoras de etanol, que, por sua vez, terceirizam boa parte das operações logísticas. Esse é outro

possível objeto que pode requerer mais estudo, no futuro.

- Identificou-se, nesta pesquisa, que, ao contrário do que afirmou Grawe (2009, p. 369), “a força de trabalho com alto nível de poder afeta negativamente a inovação logística”, não se verificou tal fenômeno. Portanto, outro possível objeto de estudo seria o impacto da tecnologia na redução do nível de poder da força de trabalho na logística.
- Ampliação da pesquisa, no futuro, quando for possível contemplar, também, o etanol de segunda geração; haja vista, que o etanol de segunda geração deverá demandar mais da logística, por ampliar a área de suprimento do etanol.
- Verificou-se, na pesquisa de campo, que a inovação em logística sugere um caráter sistêmico, pela forma como se arquiteta o conjunto. Portanto, esse é um tema para mais pesquisas futuras.
- Outra linha de pesquisa seria a diversificação deste trabalho, pesquisando um número maior de empresas, contemplando, também, inovações logísticas em outros setores, além do etanol, com o intuito de consolidar um modelo de inovação logística.

8.3 Contribuições gerenciais

Esta pesquisa contempla uma visão teórica sobre inovação em logística, um tema importante para a prática executiva da gestão logística, particularmente no que se refere ao suprimento de etanol. Para atender a crescente demanda de etanol, novas áreas de plantio de cana-de-açúcar e destilarias de etanol estão surgindo, principalmente, na região centro-sul do Brasil, mudando o perfil de distribuição do produto; conseqüentemente, torna-se relevante a necessidade de inovação na logística do etanol.

O modelo de inovação logística proposto, apresentado na Seção 6 desta pesquisa, ressalta os fatores organizacionais e ambientais que contribuem para a mudança tecnológica, fundamental, para a inovação logística. O papel dos executivos é agir como um facilitador nesse processo, pois parte do potencial relevante de fontes de inovação está alocado externamente à corporação. Os gestores podem utilizar essas fontes de inovação externas para fomentar uma inovação em suas organizações.

Esta pesquisa pode ser de interesse executivo, por também analisar as mudanças organizacionais que ocorrem em função das novas tecnologias, e mudanças em estrutura

funcional de equipes e em recursos humanos, com a necessidade de mão-de-obra mais qualificada, para permitir que os trabalhadores desempenhem seus serviços adequadamente.

REFERÊNCIAS

- AN, H. *et al.* *Biofuel and petroleum-based fuel supply chain research: a literature review.* **Biomass and Bioenergy.** n. 35, p. 3.763-3.774, 2011.
- ANDERSEN, P. H.; DREJER, I. *Systemic innovation in a distributed network: the case of Danish wind turbines, 1972-2007.* **Strategic Organization.** v. 6 (1), p. 13-46, 2008.
- ANFAVEA (ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES). Disponível em: <www.anfavea.com.br/anuario.html>. Acesso em: 29/12/2011.
- ARAÚJO, J. L.; GHIRARDI, A. Substituição de derivados do petróleo no Brasil: questões urgentes. **Pesquisa e Planejamento Econômico.** v. 16(3), p. 745-772, 1986.
- BACCARIN, J. G. **A desregulamentação e o desempenho do complexo sucroalcooleiro no Brasil.** São Carlos, 2005. Tese (Doutorado em Engenharia) - Universidade Federal de São Carlos.
- BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial.** 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.
- _____. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos.** 5. ed. Porto Alegre: Bookman Companhia ED, 2006.
- BARRAS, R. *Towards a theory of innovation in services.* **Research Policy.** n. 15, p. 161-173, 1986.
- BARRAS, R. *Interactive innovation in financial and business services: the vanguard of the service revolution.* **Research Policy.** n.19, p. 215-237, 1990.
- BARROS, G. S. C.; MORAES, M. A. F. D. A desregulamentação do setor sucroalcooleiro. **Revista de Economia Política.** v. 22, n. 2, 2002.
- BARROSO DE SIQUEIRA, A. C. **Marketing empresarial, industrial e serviços.** São Paulo: Saraiva, 2005.
- BARZELAY, M. *The politicized market economy: alcohol in Brazil's energy strategy.* California: University of California Press, 1986.
- BASTIN, C. *et al.* *Diffusion of new automotive technologies for improving energy efficiency in Brazil's light vehicle fleet.* **Energy Policy.** n. 38, p. 3.586-3.597, 2010.

BECHEIKH, N. *et al.* *Lessons from innovation empirical studies in the manufacturing sector: A systematic review of the literature from 1993-2003.* **Technovation.** v. 26, p. 644-664, 2006.

BIENSTOCK, C. C.; ROYNE, M. B. *Technology acceptance and satisfaction with logistics services.* **The International Journal of Logistic Management.** v. 21, n. 2, p. 271-292, 2010.

BJORN, W.B.F. **Um entendimento ampliado da participação do cliente na inovação em serviço.** São Paulo, 2010. Tese (Doutorado em Administração) - Programa de Pós-Graduação em Administração, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo.

BNDES; CGEE. **Bioetanol de Cana-de-Açúcar: energia para o desenvolvimento sustentável. Organizado pelo BNDES e CGEE.** Rio de Janeiro: BNDES, 2008. 316p.

BRILHANTE, O. M. *Brazil's alcohol programme: from an attempt to reduce oil dependence in the seventies to the green arguments of nineties.* **Journal of Environmental Planning and Management.** n. 40, p. 435-449, 1997.

BONOMA, T. V. *Case research in marketing: opportunities problems, and a process.* **Journal of Marketing Research.** v. XXII, p. 199-208, 1985.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS D. J. **Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimentos.** São Paulo: Atlas, 2001.

BOWERSOX, D. J. *et al.* **Gestão de logística de cadeias de suprimento.** São Paulo: Bookman, 2006.

CAMPOMAR, M. C. Do uso de “estudo de caso” em pesquisas para dissertações e teses em administração. **Revista de Administração.** São Paulo. v. 26, n. 3, p. 95-97, 1991.

CANIELS, M. C. J.; ROMIJN, H. A. *Supply chain development: insights from strategy niche management.* **The learning organization.** v. 15, n. 1, p. 336-353, 2008.

CARVALHO, F. R.; MARIANO, J. B. *La Regulación de los biocombustibles en Brasil.* **ARIAE — XII Reunión Anual Iberoamericana de Reguladores de la Energía.** Capítulo 8, p. 173, 2008.

CGEE. CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. **Bioetanol combustível: uma oportunidade para o Brasil:** Brasília, DF, 2009.

CHAPMAN, R. L. *et al.* *Innovation in logistic services and the new business model: a conceptual framework.* **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management.** v. 33, n. 7, p. 630-650, 2003.

CHESBROUGH, H. W.; TEECE, D. J. *Organizing for innovation: when is virtual virtuous?* **Harvard Business Review**. p. 1-12, august 2002.

CHESBROUGH, H. W. *The era of open innovation*. **MIT Sloan Management Review**. v. 33, n. 3, p. 34-420, 2003.

CHESBROUGH, H. W. *et al. Open innovation: research a new paradigm*. Oxford: Oxford University Press, 2008.

CHOPRA, S.; MEINDL, P. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos**. 2. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2006.

CLARK, K. *The interaction of design hierarchies and Market concepts in technological evolution*. **Research Policy**. v. 14, n.5, p. 235-251, 1985.

CLARK, K.; WHEELRIGHT, S. *Managing new product and process development*. Free Press, 1993.

CONSOLI, D. *Services and systemic innovation: a cross-sectorial analysis*. **Journal of Institutional Economics**. v. 3, p. 71-89, 2007.

COPERSUCAR. Disponível em: <www.copersucar.com.br/perfil.html>. Acesso em: 21/09/2012.

CORRÊA, H. L.; CAON, M. **Gestão de serviços: lucratividade por meio de operações e de satisfação dos clientes**. São Paulo: Atlas, 2010.

DANNEELS, E. *The dynamics of product innovation and firm competences*. **Strategic Management Journal**. n. 23, p. 1.095-1.121, 2002.

DAUGHERTY, P. J. *et al. Organizational structure and logistics service innovation*. **The International Journal of Logistics Management**. v. 22, n. 1, p. 26-51, 2011.

DAVENPORT, T. H.; PRUSAK, L. **Conhecimento empresarial: como as organizações gerenciam o seu capital intelectual**. 4. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

DOLNIKOFF, F. **Contratos de etanol carburante e a racionalidade econômica da relação entre usinas e distribuidoras de combustíveis no Brasil**. São Paulo, 2008. Dissertação (Mestrado em Administração) - Programa de Pós-Graduação em Administração, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo.

DOUGHERTY, D. *Bridging social constraint and social action to design organizations for innovation*. **Organization Studies**. v. 29, p. 425-434, 2008.

EDMONDSON, A. C.; MCMANUS, S. E. *Methodological fit in management field research*. **Academy of Management Review**. v. 32, n. 4, p. 1.155-1.179, 2007.

EERE - ENERGY EFFICIENCY & RENEWABLE ENERGY - USA. Disponível em: <www1.eere.energy.gov/biomass/pdfs/current_state_of_the_us_ethanol_industry.pdf>. Acesso em: 13/04/2013.

EISENHARDT, K. M. *Building theories from case study research*. **The Academy of Management review**. v. 14, n. 4, p. 532-550, 1989.

EISENHARDT, K. M.; GRAEBNER, M. E. *Theory building from cases: opportunities and challenges*. **Academy of Management Journal**. v. 50, n.1, p. 25-32, 2007.

EVANGELISTA, P.; SWEENEY, E. *Technology usage in the supply chain: the case of small 3PLs*. **International Journal of Logistics Management**. v. 17, n. 1, p. 55-74, 2006.

FAÇANHA, S. L. O. **Aquisições, fusões e alianças estratégicas na configuração da cadeia sucroenergética brasileira**. São Paulo, 2012. Tese (Doutorado em Administração) - Programa de Pós-Graduação em Administração da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo.

FIGUEIREDO, S. **O carro a álcool: uma experiência de política pública no Brasil**. Brasília, 2006. Dissertação (Mestrado em Política de Ciência e Tecnologia) - Curso de Mestrado Profissionalizante em Políticas de Ciência e Tecnologia do Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília.

FLEURY, P. F. *et al.* **Logística empresarial: a perspectiva brasileira**. São Paulo: Atlas, 2000.

FLINT, D. J. *et al.* *Customer value change in industrial marketing relationships: a call for new strategies and research*. **Industrial Marketing Management**. v. 26, p. 163-175, 1997.

FLINT, D. J. *et al.* *Logistic innovation: a customer value-oriented social process*. **Journal of Business Logistics**. v. 26, n. 1, p. 113-147, 2005.

FLINT, D. J. *et al.* *Exploring processes for customer value insights, supply chain learning and innovation: an international study*. **Journal of business logistics**. v. 29, n. I, p. 257-281, 2008.

FURTADO, A. T. *et al.* *Innovation system in the brazilian sugarcane agro-industry*. **IV Global Conference at Mexico**, 22-24/09/2008.

GALLOUJ, F.; WEINSTEIN, O. *Innovation in services*. **Research Policy**. v. 26, p. 537-556, 1997.

GEELS, F.W. *Technological transitions and system innovations: a co-evolutionary and socio-technical analysis*. Cheltenham: Edward Elgar, 2005.

GONÇALVES, Marilson Alves. **Logística e operações internacionais em administração no contexto internacional — cenários e desafios**. São Paulo: Saraiva, 2007.

GOLDEMBERG, J. **Anais eletrônico do Ethanol summit, 2011**. Disponível em: <www.ethanolsummit.com.br/apresentacoes/pdf/jose_goldemberg_meio_ambiente_ethanol_summit.pdf>. Acesso em: 02/11/2012.

GOLDEMBERG, J. *et al.* *Ethanol learning curve — the brazilian experience*. **Biomass and Bioenergy**. n. 26, 2004.

GOLDEMBERG, J. *et al.* *The sustainability of ethanol production from sugarcane*. **Energy Policy**. n. 36, p. 2.086-2.097, 2008.

GOLDSTEIN, S. M. *et al.* *The service concept: the missing link in service design research?* **Journal of Operations Management**. v. 20, p. 121-134, 2002.

GRAWE, S. J. *Logistics innovation: a literature-based conceptual framework*. **The International Journal of Logistics Management**. v. 20, n. 3, p. 360-377, 2009.

HAGE, J. T. *Organizational innovation and organizational change*. **Annual Review of Sociology**. v. 25, p. 597-622, 1999.

HENDERSON, R.; CLARK, K. B. *Architectural innovation: the reconfiguration of existing*. **Administrative Science Quarterly**. v.35, p. 9-30, 1990.

HERTOG, P. D. *Knowledge-intensive business services as co-producers of innovation*. **International Journal of Innovation Management**. v. 4, n.4, p. 491-528, 2000.

HILLMAN, K. M.; SANDÉN, B.A. *Exploring technology paths: the development of alternative transport fuels in Sweden 2007 — 2020*. **Technological Forecasting & Social Change**. n. 75, p. 1.279-1.302, 2008.

HIRA, A.; OLIVEIRA, L.G. *No substitute for oil? How Brazil developed its ethanol industry*. **Research Policy**. v. 37, p. 2.450-2.456, 2009.

HONG, Y. C. **Gestão de estoques na cadeia logística integrada: supply chain**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2001.

HURLEY, R. F.; HULT, T. M. *Innovation, market orientation, and organizational learning: an integration and empirical examination*. **Journal of Marketing**. v. 62, p. 42-54, 1998.

HUTT, M. D.; SPEH, T. W. *Business Marketing Management*. 8th ed. Orlando: Dryden Press, 2004.

HUTT, M. D.; SPEH, T. W. **Gestão de marketing em mercados industriais e organizacionais**. 7. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

IAIA — International Association for Impact Assessment. Disponível em <<http://www.iaia.org/about/>>. Acesso em: 17/09/2012.

JHARKHARIA, S; SHANKAR, R. *Selection of logistics service providers: an analytic network process*. **OMEGA, The International Journal of Management Science**. v. 35, p. 274-289, 2007.

JOHNE, A.; STOREY, C. *New service development: a review of the literature and annotated bibliography*. **European Journal of Marketing**. v. 32, p. 184-228, 1998.

JONG, J. P. J.; VERMEULEN, P. A. M. *Organizing successful new service development: a literature review*. **Management Decision**. n. 41, p. 844-857, 2003.

KANDAMPULLY, J. *Innovation as the core competence of a service organization: the role of technology, knowledge and networks*. **European Journal of Innovation Management**. v. 5, n.1, p. 18-26, 2002.

KANG, H.; McDERMOTT, C., M. *A classification scheme of services and its implications for technology management services*. **Technology Management: Strategies & Applications**. v. 5, p. 203-213, 2000.

KOBAYASHI, S. **Renovação da logística**: como definir as estratégias de distribuição física global. São Paulo: Atlas, 2000.

KOTLER, P. **Administração de Marketing**. 10. ed. São Paulo: PHB, 2002.

KOTLER, P. **Marketing de A a Z**: 80 conceitos que todo profissional precisa saber. 2. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2003.

KOTLER, P.; ARMSTRONG, G. **Princípios de Marketing**. 9. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil. 2003.

KRISHNAN, V.; ULRICH, K.T. *Product development decisions: a review of the literature*. **Management Science**. v.1, n. 47, p. 1-21, 2001.

LAPIERRE, J. *Customer — perceived value in industrial contexts*. **Journal of Business & Industrial Marketing**. v. 15, n. 2/3, p. 122-140, 2000.

LEE, H. L.; AMARAL, J. *Continuous and sustainable improvement through supply chain performance management*. **Stanford Global Supply Chain Management Forum**. SGSCMF-W1, p. 1-14, 2002.

LEITE, R. C. **Pró-Álcool**: a única alternativa para o futuro. Campinas: Editora da Unicamp, 1990.

LEITE, R. C. *et al.* *Can Brazil replace 5% of the 2025 gasoline world demand with ethanol?* **Energy**. v. 34, p. 655-661, 2009.

LIN, C. Y. Y.; CHEN, M. Y. C. *Does innovation lead to performance? An empirical study of SMEs in Taiwan*. **Management Research News**. v. 30, n. 2, p. 115-132, 2007.

LIN, H. F. *Knowledge sharing and firm innovation capability: an empirical study*. **International Journal of Manpower**. v. 28, n. 3/4, p. 315-332, 2007.

LOGUM, LOGÍSTICA S. A. Disponível em <www.pmccsa.com.br/php/index.php>. Acesso em: 18/10/2012.

LOPES, M. B. **Análise dos canais de distribuição do etanol carburante brasileiro: um estudo exploratório**. São Carlos, 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Faculdade de Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos.

LOVELOCK, C. H. *Services Marketing*. New Jersey: Prentice Hall Inc. 1996.

MACEDO, I. C. Situação atual e perspectivas do etanol. **Estudos Avançados**. IEA-USP. n. 59, jan./abr. 2007.

MANUAL DE OSLO - versão 2005. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/upd_blob/0005/5068.pdf>. Acesso em: 05/02/2011.

MARJOTTA-MAISTRO, M. C. **Ajustes nos mercados de etanol e gasolina no processo de desregulamentação**. Piracicaba, 2002. Tese (Doutorado em Economia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo.

MARKARD, J.; TRUFFER, B. *Technological innovation systems and the multi-level perspective: towards an integrated framework*. **Research Policy**. v. 37, p. 596-615, 2008.

MARQUES, J. J. **O plástico “verde” e o mercado brasileiro de etanol**. São Paulo, 2010. Dissertação (Mestrado em Administração) - Programa de Pós-Graduação em Administração, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo.

MATTAR, F. N. **Pesquisa de Marketing**: 3. ed. São Paulo: Atlas, 2001.

MATTHING, J. *et al.* *New service development: learning from and with the customers.* **International Journal of Service Industry Management.** v. 15, n. 5, p. 479-498, 2004.

MAXIMIANO, A. C. A. **Teoria geral da Administração.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

MEYERS, P.W.; TUCKER, F.G. *Defining roles for logistics during routine and radical innovation.* **Journal of the Academy of Marketing Science.** n.1, p.73-82, 1989.

MENOR, L. J. *et al.* *New service development: areas for exploitation and exploration.* **Journal of Operations Management.** v. 20, p. 135-157, 2002.

MOREIRA, D. A.; QUEIROZ, A. C. S. **Inovação organizacional e tecnológica.** São Paulo: Thomson Learning, 2007.

MORILHAS, L. J. **Cenários tecnológicos e os padrões de impactos econômicos, sociais e ambientais: um estudo prospectivo no setor sucroenergético brasileiro.** São Paulo, 2012. Tese (Doutorado em Administração) - Programa de Pós-Graduação em Administração, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo.

NASCIMENTO, P. T. S. *et al.* As orientações estratégicas da inovação em produtos populares. **Revista de Administração Contemporânea.** v. 12, n. 4, p. 1-15, 2008.

NASCIMENTO, P. T. S. *et al.* *The technological strategy of brazilian automakers for flex-fuel vehicles: an exploratory study.* **PICMET**, 2010.

NASS, L. L. *et al.* *Biofuels in Brazil; an overview.* **Crop Science Society of America.** v. 47, p. 2.228-2.237, 2007.

NICHOLS, R. J. *The methanol story: a sustainable fuel for the future.* **Journal of Scientific and Industrial Research.** v. 62, p. 97-105, 2003.

NOVAES, G. **A logística e o gerenciamento da cadeia de distribuição.** Rio de Janeiro: Campus, 2001.

NUNES, C.; GOMES, C. Aspectos concorrenciais do varejo de combustível no Brasil. **XXXIII ANPEC - Encontro Nacional de Economia.** Disponível em: <www.anpec.org.br/encontro_2005.htm>. Acesso em: 03/03/2011.

OJANEN, V.; CHAI, Y. X. K. H. *Innovation management in the technology-related knowledge-intensive business services.* **International Journal Entrepreneurship and Innovation Management.** v. 10, n. 2, p. 162-177, 2009.

PAULILLO, L. F. *et al.* *Álcool combustível e biodiesel no Brasil: quo vadis?* **RER.** Rio de Janeiro. v. 45, n. 3, p. 531-565, 2007.

PAVITT, K. *Sectorial patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory*. **Research Policy**. v. 13, p. 343-373, 1984.

PAVITT, K. *What we know about the strategic management of technology*. **California Management Review**. v. 32, n. 3, p. 17-26, 1990.

PORTER, A. L. *et al. Forecasting and Management of Technology*. New York: Wiley Interscience, 1991.

PORTER, M. **Vantagem competitiva: criando e sustentando um desempenho superior**. 18. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

QUINELLO, R. **Inovação e melhoria nas facilidades e desempenho operacional**. São Paulo, 2010. Tese (Doutorado em Administração) - Programa de Pós-Graduação em Administração, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo.

RAÍZEN. Disponível em: <www.raizen.com.br/pt/segmento-de-negocios/etanol.aspx>. Acesso: 02/10/2012.

RAJAGOPAL, D. *et al. Recent developments in renewable technologies: R&D investment in advanced biofuels*. **The Annual Review of Resource Economics**, p.1.1-1.24, 2009.

REICHSTEIN, T.; SALTER, A. *Investigating the sources of process innovation among UK manufacturing firms*. **Industrial and Corporate Change**. v. 15. n. 4, p. 653-682, 2006.

REKETTYE, G. *The regularities of innovation: a marketing perspective*. **Acta Oeconomica**, v. 52, n. 1, p. 45-59, 2002.

ROBERTS, E. B. *Managing invention and innovation*. **Industrial Research Institute, Inc.** p. 35-54, jan./fev. 2007.

RODRIGUES FILHO, L. N.; ROMÁN AMIGO, R.J. Determinantes da competitividade no marketing industrial. **Revista de Administração da USP**. São Paulo. v. 35, n. 1, p. 23-31, 2000.

ROY, S. *et al. Innovation generation in supply chain relationships: a conceptual model and research propositions*. **Journal of the Academy of Marketing Science**. v. 32, n. 1, p. 61-79, 2004.

SAGAR, A. D.; ZWAAN, B. V. D. *Technological innovation in the energy sector: R&D, deployment, and learning-by-doing*. **Energy Policy**. n. 34, p. 2.601-2.608, 2006.

SCHOEMAKER, P. J. H. *Scenario planning: a tool for strategic thinking*. **Sloan Management Review**, 1995.

SCHUMPETER, J. A. *Capitalism, socialism and democracy*. New York: Harper, 1942.

SEABRA, J. E. A. **Avaliação técnico-econômica de opções para o aproveitamento integral da biomassa de cana no Brasil**. Campinas, 2008. Tese (Doutorado em Planejamento de Sistemas Energéticos) - Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual de Campinas.

SHIKIDA, P. F. A.; BACHA, L. J. C. Evolução da agroindústria canavieira brasileira de 1975 a 1995. **RBE** 53(1), p. 69-89, 1998.

SILVA, C. R. L.; FLEURY, P. F. Avaliação da organização logística em empresas da cadeia de suprimento de alimentos: indústria e comércio. **R A C Revista de Administração Contemporânea**. ANPAD, jan./abr. 2000.

SINDICOM - Sindicato Nacional das Empresas Distribuidoras de Combustíveis e de Lubrificantes. Disponível em: <www.sindicom.com.br/pub_sind/cgi/cgilua.exe.sys/star.html> Acesso em: 28/02/2011.

SPERLING, D. *New Transportation Fuels: A strategic approach to technological change*. California: University of California Press, 1990.

STEWART, T. A. **Capital intelectual**: a nova vantagem competitiva das empresas. 8. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

STOCK, G. N. *et al. Logistic, strategy and structure: a conceptual framework*. **International Journal of Operations & Production Management**. n. 1, p. 37-52, 1998.

STOLTHAVEN. Disponível em: <www.stolthaven.com.br>. Acesso em: 22/06/2012.

SUAREZ, F.F. *Battles for technological dominance: an integrative framework*. **Research Policy**. n. 33, p. 271-286, 2004.

SZMRECSÁNYI, T.; MOREIRA, E. P. O desenvolvimento da agroindústria canavieira desde a segunda guerra mundial. **Estudos Avançados**. 11(5), 1991.

SVEIBY, K., E. **A nova riqueza das organizações**: gerenciando e avaliando patrimônios de conhecimento. 5. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

TAMINIAU, Y. *Beyond known uncertainties: interventions at the fuel-engine interface*. **Research Policy**. n. 35, p. 247-265, 2006.

TAYLOR, J. E.; LEVITT, R. E. *Understanding and managing systemic innovation in Project-based industries*. **Innovations: project Management Research**, Stanford.edu. p. 1-17, 2004.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987.

ULAGA, W. *Capturing value creation in business relationships: a customer perspective*. **Industrial Marketing Management**. v. 32, p. 677-693, 2003.

UNICA (UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR). **Etanol e bioeletricidade: a cana-de-açúcar no futuro da matriz energética**. São Paulo, 2010.

UNICA (UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR). Disponível em: <www.unica.com.br>. Acesso em: 29/11/2010.

UNICA (UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR). Disponível em: <www.unica.com.br>. Acesso em: 08/09/2011.

UNICA (UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR). Disponível em: <www.unica.com.br>. Acesso em: 02/01/2013.

UNIDUTO. Disponível em: <www.uniduto.com.br>. Acesso em: 20/12/2010.

UTTERBACK, J. M. *Mastering the dynamics of innovation*. Boston, Massachusetts: Harvard Business School Press, 1996.

VASCONCELLOS, E. *et al.* *A new graphic format to facilitate the understanding of technological innovation models: the seesaw of competitiveness*. **Technology Analysis & Strategic Management**. v. 21, n. 5, p. 565-582, 2009.

VIAN, C. E. F. **Inércia e mudança institucional: estratégias competitivas do complexo agroindustrial canavieiro no centro-sul do Brasil**. Campinas, 2002. Tese (Doutorado em Ciências Econômica) - Instituto de Economia da Unicamp.

VILASECA-REQUENA, J. *et al.* *ICT use in marketing as innovation success factor: enhancing cooperation in new product development processes*. **European Journal of Innovation Management**. v. 10, n. 2, p. 268-288, 2007.

WAGNER, S. M. *Innovation management in the German transportation industry*. **Journal of Business Logistics**. v. 29, n. 2, p. 215-231, 2008.

WRIGHT, J. T. C.; SPERS, R. G. O país no futuro: aspectos metodológicos e cenários. **Estudos Avançados**. v. 20, n. 56, p. 13-28, jan./abr. 2006.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e método**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

YOKOMIZO, C. *et al.* *Benefits of information and communication technologies in the ethanol supply chain: an exploratory study in the Brazilian sugarcane-based industry*. **8. International Conference on Information System and Technology Management**: São Paulo, p. 2.480-2.499, 2011.

YU et al. *The evolution of flex-fuel technology in Brazil: the Bosh Case*. **PICMET**, p. 1.250-1.260, 2010.

APÊNDICES

APÊNDICE 1 — ESTRUTURA DO PROTOCOLO DE PESQUISA

APÊNDICE 2 — ANÁLISE INDIVIDUAL DAS EMPRESAS PESQUISADAS

APÊNDICE 1 — ESTRUTURA DO PROTOCOLO DE PESQUISA

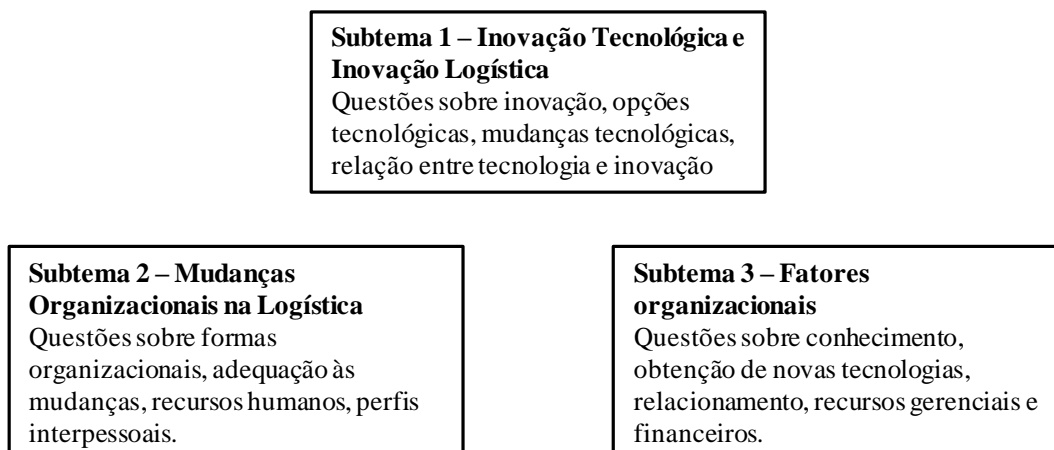


Ilustração 19 - Estrutura do protocolo de pesquisa

FONTE: o autor (2012)

Roteiro para entrevista

Abertura (pesquisador)

Explicar ao entrevistado o objetivo da pesquisa, a relevância e sua contribuição prática de forma que desperte interesse ao entrevistado. Explicar como será conduzida a pesquisa, seu tempo de duração, quantidade de perguntas e solicitação para gravação da entrevista.

Questões sobre o subtema inovação tecnológica e inovação logística: as bases teóricas para este bloco são apoiadas no modelo de inovação logística de Grawe (2009, p. 364), no modelo quatro dimensionais de inovação em serviços de Hertog (2000, p. 495) e, nas pesquisas de: Barras (1986; 1990), Pavitt (1990), Clark e Wheelright (1993), Ballou (2002), Flint *et al* (2005) e Moreira e Queiroz (2007).

1. O que é inovação no seu entendimento?
2. Como você diferencia inovação (incremental e radical) e melhoramento contínuo?
3. Cite alguns exemplos de inovação tecnológica no processo logístico de distribuição de etanol (em: transporte, armazenagem, estoque e informação), para o mercado local e exportação, nos últimos dez anos. Quais inovações vocês adotaram e por quê?
4. De que maneira a mudança tecnológica contribui para a inovação na logística do etanol?
5. Comente como nasceram essas inovações; como foi o processo decisório?

6. Quais foram os fatores motivacionais?
7. O desenvolvimento dessas inovações foi interno ou contratado?
8. De onde veio a tecnologia? Quem funcionou como intermediário para trazer a tecnologia à logística do etanol?
9. Quais barreiras e dificuldades foram identificadas na implementação da inovação?
10. Cite um exemplo de inovação tecnológica em desenvolvimento ou previsto para o futuro.
11. O que a empresa espera do etanol, para o futuro? Qual a expectativa de cenário no mercado local e internacional para os próximos dez anos?
12. Como a empresa se adaptou para as necessidades logísticas atuais e como está se preparando para o futuro?

Modelo de Grawe (2009, p. 364) para ilustração do protocolo de pesquisa.

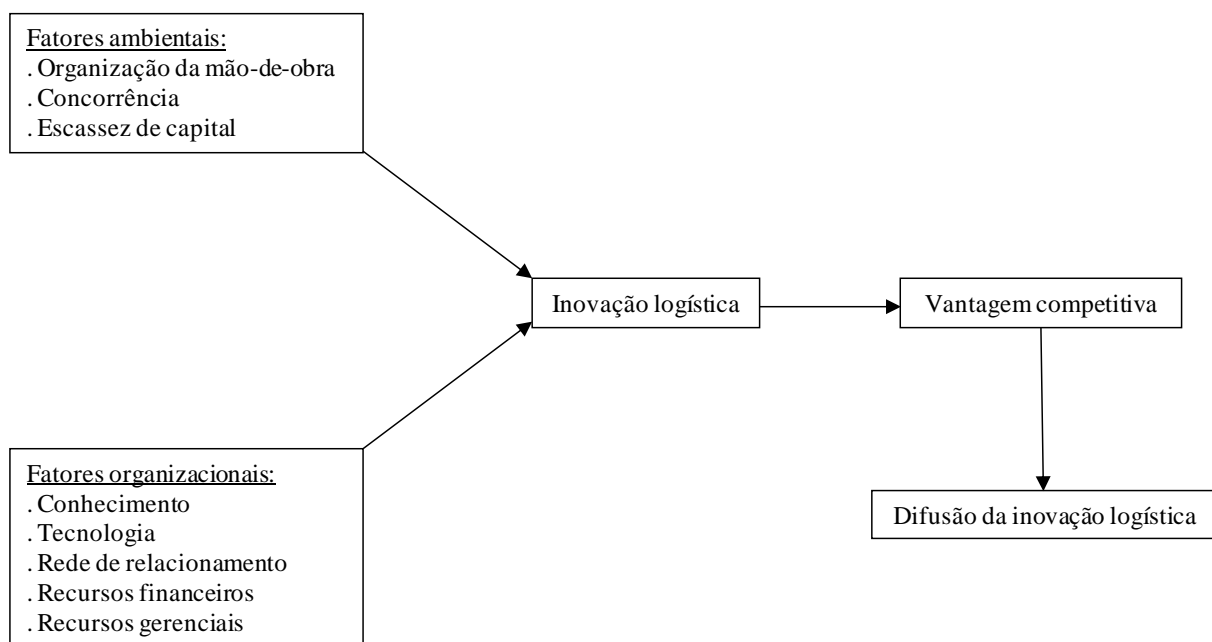


Ilustração 1 - Modelo de inovação logística

FONTE: traduzido de Grawe (2009, p. 364)

Questões sobre o subtema mudanças organizacionais na logística: a base teórica, principal, deste bloco é a dimensão 3 do modelo de quatro dimensões de Hertog (2000, p. 495), assim como as pesquisas de: Clark e Wheelright (1993) e, Maximiano (2008).

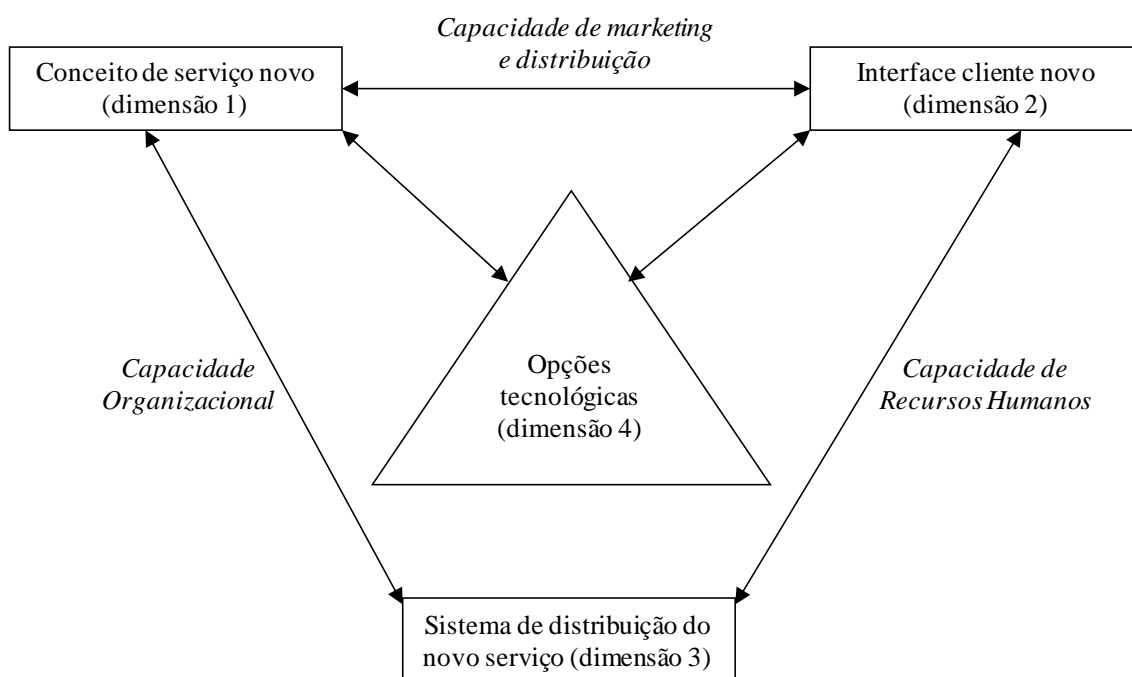


Ilustração 2 - Modelo quatro dimensionais de inovação em serviços

FONTE: traduzido de Hertog (2000, p. 495)

1. Qual o impacto das inovações logísticas do etanol na estrutura da organização (estrutura funcional de equipe e, recursos humanos)?
2. Quais arranjos internos foram necessários fazer para adequar a organização à inovação logística do etanol?
3. Quais capacidades interpessoais novas foram necessárias?
4. Como a inovação afetou os recursos humanos da organização?
5. Houve necessidade de troca de colaboradores e/ou treinamento?
6. Como foi o papel da alta direção nas adequações organizacional para atender a inovação tecnológica?
7. Houve uma boa adequação organizacional para atender com eficiência e eficácia a inovação na logística do etanol?
8. Como os colaboradores se adaptaram às novas ferramentas tecnológicas?

Questões sobre o subtema fatores organizacionais: a base teórica principal é o modelo de inovação logística de Grawe (2009, p. 364).

1. Qual a importância do conhecimento adquirido, através da cadeia de suprimentos, na inovação logística do etanol? Quais fontes de conhecimento a empresa utiliza?
2. Qual o impacto da rede de relacionamento na obtenção de novas ideias e novas tecnologias?
3. Há incentivos da alta gerência e recursos financeiros para obtenção de inovação logística do etanol?
- 4., Há incentivos na empresa para a difusão do conhecimento na implementação da nova tecnologia?
5. Que peso têm as fontes de conhecimento, tecnologia, rede de relacionamento, financeiro e gerencial na inovação da logística do etanol?
6. Como a inovação tecnológica na logística do etanol afeta a relação com o cliente?

Encerramento

Questão aberta sobre outras informações que o entrevistado gostaria e adicionar.

Agradecimentos

APÊNDICE 2 — ANÁLISE INDIVIDUAL DAS EMPRESAS PESQUISADAS

1 Empresa Stolthaven: resultados da pesquisa empírica sobre os modelos teóricos

Os resultados da pesquisa empírica na empresa Stolthaven são apresentados nesta parte. Tais resultados foram obtidos através de entrevistas com os gerentes de engenharia, de recursos humanos, de operações e com o supervisor de atendimento ao cliente. As informações foram obtidas por meio de pesquisas documentais, consulta ao *website* da organização, e principalmente, com a aplicação do questionário, que teve, como instrumento de coleta de dados, o protocolo de pesquisa que consta de três subtemas: subtema 1 — inovação tecnológica e inovação logística; subtema 2 — mudanças organizacionais na logística; e subtema 3 — fatores organizacionais.

1.1 Breve histórico da Stolthaven

A Stolthaven é uma empresa especializada em armazenagem e manuseio de granéis líquidos. A empresa pertence ao grupo norueguês Stolt Nilsen, que tem armazéns de terminais marítimos nos Estados Unidos da América, na Europa, na China, em Singapura e no Brasil. A Stolthaven atua no Brasil há 28 anos e está localizada no porto de Santos, na Alemoa, com acesso imediato ao complexo Anchieta-Imigrantes.

A empresa fornece serviços de armazenagem de granéis líquidos, principalmente, para exportação e importação, tem capacidade de armazenagem de 133.725 metros cúbicos, distribuídos em 89 tanques de capacidades variadas. A Stolthaven pode armazenar uma grande variedade de produtos líquidos, principalmente, etanol, derivados de petróleo, biodiesel, químicos, óleos vegetais e minerais. Entretanto, o produto com maior volume de armazenagem é o etanol, conforme ressaltou o supervisor de atendimento ao cliente. Os tanques estão localizados em área portuária secundária e estão conectados ao píer de atracação de navios, em área portuária primária, na Alemoa, através de 9 tubulações, sendo 4 tubulações construídas em aço inoxidável, com diâmetro de 10 polegadas, e 5 tubulações, com diâmetro de 8 polegadas. No píer da Alemoa, a empresa tem 3 berços de atracação de navios, o que possibilita a operação simultânea de 3 navios.

A Stolhaven trabalha seguindo as normas brasileiras e internacionais de padrões de segurança e qualidade, mantendo atualizados seus certificados de qualidade, segurança e meio ambiente, segundo as normas internacionais. Atualmente, a empresa possui os seguintes certificados: ISO 9001: 2000, ISO 14001: 2004, OHSAS: 18001. Além do credenciamento junto ao CDI-T, órgão regulador Europeu, possui, também, registro junto ao FDA dos Estados Unidos da América (Stolthaven, 2012).

1.2 Resultados da pesquisa empírica na Stolthaven: subtema 1 — inovação tecnológica e inovação logística

O subtema 1 refere-se à mudanças tecnológicas e inovação logística, onde contemplou-se questões sobre inovação, opções tecnológicas, mudanças tecnológicas, relações entre tecnologia e inovação. As bases teóricas para este bloco estão apoiadas no modelo de inovação logística de Grawe (2009, p. 364), no modelo quatro dimensionais de inovação de serviços de Hertog (2000, p. 495), e nas pesquisas de Barras (1986; 1990), Pavitt (1990), Clark e Wheelright (1993), Ballou (2002), Flint *et al* (2005) e Moreira e Queiroz (2007).

Nas análises documentais da empresa, assim como nas entrevistas dos gestores da empresa, foi possível identificar os valores da empresa, e construir uma cultura de disciplina e respeito, encorajando a diversidade e fomentando a geração de ideias criativas e inovação; nutrir um ambiente que favorece o trabalho em equipe; conduzir os negócios de forma segura, respeitando o meio ambiente, estando comprometidos com a boa cidadania corporativa. Como objetivos, foram identificados os seguintes itens: gerar resultados consistentes aos acionistas, concentrando esforços na eficiência, inovação, na gestão de riscos, controle de custos, crescimento da receita e lucros com o melhor retorno do capital investido. Portanto, tanto nos valores como nos objetivos da empresa, aparece a palavra inovação.

Os gestores consultados têm ideia geral do que é inovação: de uma forma simplificada, definem-na como algo novo, desenvolvido e diferente do que é comum no dia a dia da organização. Entretanto, não se preocupam com as classificações das inovações (incremental ou radical): apenas, distinguem-nas da melhoria contínua. Quanto à melhoria contínua, não fica muito claro para eles o limite da melhoria contínua e o início da inovação. Entretanto,

eles relacionam melhorias contínuas às práticas de qualidade.

Quanto às inovações ocorridas nos últimos dez anos, o gerente de engenharia citou, como mais significativas, as seguintes:

1.2.1 Inovação em sistemas de transportes e transbordo

- **Controle de carregamentos de caminhões-tanque (transbordo)**

O gerente de engenharia apontou que o modal de transporte rodoviário é o mais utilizado no Brasil, e a eficiência do carregamento é fator preponderante em qualquer operação de carregamento de etanol. Os gestores de engenharia e operações ressaltaram que esse é um item de grande interferência dos clientes organizacionais, fomentando a geração de ideias e inovação na empresa.

Há vários equipamentos modernos que podem ser utilizados em terminais de granéis, para carregamento de etanol, reduzindo a interferência humana no processo, e com isso, tornando-o mais seguro e eficaz. Entre as possibilidades, a empresa adotou o uso de instrumentos automatizados para carregamento de caminhões-tanque, que são compostos por integradores eletrônicos interligados ao medidor de vazão de etanol, funcionando como um registrador de quantidade (massa ou peso): assim, o sistema, ao perceber a quantidade pré-registrada, finaliza a operação, fechando válvulas, automaticamente, e desligando a bomba de deslocamento de etanol, além de sinalizar a atividade concluída. O sistema foi de fácil instalação e implementação, entretanto, segundo o gerente de recursos humanos, foi necessário treinamento específico aos operadores, assim como mudanças em procedimentos operacionais, haja vista tratar-se de nova tecnologia, que impactou em mudança de processo de trabalho.

- **Variadores de frequência para carregamento de caminhões-tanque de etanol**

Outra inovação tecnológica importante, apontada pelo gerente de engenharia, foram os variadores de frequência para o carregamento de caminhões-tanque de etanol. Eles começaram a ser utilizados em terminais de granéis líquidos para auxiliar no controle de bombeamento de produtos inflamáveis. Os variadores de frequência são ajustados em função do produto a ser movimentado através de bombas de deslocamento. Com a intervenção na

frequência do motor elétrico, é possível ajustar, na escala unitária, a rotação do motor, e consequentemente, a vazão de bombeamento de etanol para os caminhões. Controlando a velocidade do etanol bombeado, é possível gerenciar a pressão, a vazão, e principalmente, eliminar a geração de energia estática, que é um dos fatores de alto risco na atividade de carregamento de etanol para caminhões-tanque.

- **Braços de carregamento de caminhões-tanque**

O gerente de operações ressaltou, como inovação tecnológica, os modernos braços de carregamentos de caminhões-tanque de etanol que foram instalados na empresa. Os braços de carregamento são equipamentos para carregamento de grânéis líquidos pela parte superior do caminhão-tanque, permitindo flexibilidade, segurança, agilidade, facilidade na carga e descarga, podendo ser utilizados nas operações de caminhões-tanque, contêineres-tanque e vagões-tanque. Esses braços de carregamento são equipados com sistemas de dissipação de energia estática e têm sistemas de coleta de vapores. Portanto, o vapor de etanol, gerado dentro do compartimento do caminhão-tanque, no ato do carregamento, é aspirado, e por meio de tubulação, é direcionado para um queimador, onde ocorre a combustão da fase gasosa do etanol, evitando a liberação de vapores de etanol para a atmosfera, reduzindo a exposição dos operadores a esses vapores, e eliminando o risco de incêndio.

Esses instrumentos para braços de carregamento, variadores de frequência e controle de carregamento de caminhões foram adquiridos através de fornecedores externos, que, em visitas técnicas ao departamento de engenharia, apresentaram as novas tecnologias em sistemas de medição e controle de vazão para grânéis líquidos, especialmente o etanol. Além das visitas técnicas, ao participar de feiras e congressos, o gerente de engenharia obteve informações das inovações tecnológicas em instrumentação para controle e medição do fluxo de líquidos e gases. Os instrumentos foram incorporados nos projetos de ampliação do sistema de armazenagem e manuseio de etanol que ocorreram nos últimos dez anos. Em princípio, houve certa resistência da empresa à inclusão desses instrumentos nos projetos, devido a um possível acréscimo de custos, porém, analisando as vantagens que seriam obtidas, houve aprovação, e o custo logístico total foi reduzido.

- **Agendamento de caminhões-tanque**

Os gestores entrevistados apontaram o agendamento de caminhões-tanque como importante

inovação logística no transbordo de etanol. Anteriormente, os caminhões chegavam ao terminal de armazenagem sem programação prévia de horário, havia concentração em alguns horários, ocasionando fila e longa espera para o transbordo do etanol. Atualmente, é feita uma programação agendada de chegada dos veículos. Esse agendamento é programado pela usina com participação do armazém de recebimento e da transportadora, de tal forma que haja uma distribuição mais homogênea dos caminhões: conseqüentemente, reduziu-se a formação de fila nas baias de descarga, otimizando o processo de transbordo. Para essa inovação, não houve necessidade de mudanças tecnológicas: utilizou-se sistema de tecnologia de informação e comunicação já existente. A mudança foi, apenas, no processo de recebimento do produto para transbordo e planejamento conjunto com atores do canal de distribuição.

- **Caminhões-tanque bitrem e rodotrem**

O supervisor de atendimento ao cliente apontou que o modal de transporte rodoviário é o mais utilizado para carga e descarga de etanol. Ele ressaltou que houve inovação nesse serviço, com a duplicação do compartimento de carga — os chamados caminhões-tanque bitrem, e posteriormente, os rodotrem —, dobrando a capacidade de transporte de etanol em relação ao caminhão-tanque, com apenas um compartimento de carga. Foi modificado, também, o formato dos tanques de compartimento de carga, que passou de uma figura geométrica cilíndrica para outra figura geométrica triangular, com a base mais próxima da superfície de rolamento, baixando, conseqüentemente, o centro de gravidade do caminhão. Essas inovações melhoraram o desempenho do caminhão-tanque, aumentou-se a capacidade de carga, e conseqüentemente, reduziu o frete unitário do etanol. Essa tecnologia foi fornecida aos transportadores pelas empresas montadoras de caminhões-tanque, com o intuito de aumentar a segurança e a competitividade do transporte rodoviário.

1.2.2 Inovação em armazenagem

- **Método de construção de tanques de armazenagem**

O gerente de engenharia apontou uma inovação de processo importante no método de construção de tanques para armazenamento de etanol. O processo anterior consistia em construir o tanque iniciando pela parte inferior do tanque, ou seja, pelo piso metálico e pelo primeiro anel. As chapas metálicas, já calandradas eram soldadas, fechando o primeiro anel, e assim, concomitantemente, até chegar ao topo do tanque. Havia necessidade de montagem de

andaimos externos e internos ao tanque para acesso dos soldadores e montagem dos anéis. Posteriormente, o teto pré-montado era içado e soldado no topo do tanque.

Com a inovação tecnológica, as empresas especializadas em montagem de tanques, mais recentemente, passaram a utilizar o sistema de “macacos” com acionamento elétrico na montagem dos tanques. Esse sistema permite a execução da tarefa de montagem do tanque no sentido inverso, quando comparado com o método tradicional.

O sentido inverso ocorre, porque é possível iniciar a montagem pelo teto do tanque, no solo, instalar todos os acessórios (os principais instrumentos são instalados no teto do tanque), e na sequência, montar todos os anéis na ordem decrescente, ou seja, do último anel até o primeiro anel. Os “macacos” são estrategicamente instalados ao redor do tanque, com dispositivos próprios de fixação e telemetria, e as seções montantes são levantadas, eletricamente, permitindo a montagem do módulo seguinte com rapidez e segurança.

A utilização desse método reduz o tempo de construção em 20%, quando comparado com o método tradicional, ou seja, montando o tanque de baixo para cima com uso de andaimes e equipamentos para içar cargas. Além da produtividade, o sistema dos equipamentos com “macacos elétricos” são mais seguros, pois 95% das atividades são executadas a uma altura máxima de 2 metros, reduzindo, consideravelmente, os riscos de acidentes. E conseqüentemente, os custos são menores, quando comparados ao método tradicional.

Os gerentes de operação, engenharia e atendimentos ao cliente ressaltaram a importância dessa inovação tecnológica no processo de construção de tanques, haja vista, que os tanques têm composição importante no custo de armazenagem de etanol. Com o aumento do preço do aço nos últimos cinco anos, essa inovação foi importante para reduzir o impacto do aumento desse preço na composição do custo de armazenagem de etanol. Eles informaram, também, que essa inovação tecnológica foi fornecida pelas empresas especializadas em montagem de tanques.

- **Válvulas de injeção automática de nitrogênio**

Embora essa inovação já tenha ocorrido há mais de dez anos, o gerente de engenharia fez questão de ressaltar sua importância. O etanol armazenado sofre variação de temperatura diariamente, em função da variação externa da temperatura, conseqüentemente, aumentando e

diminuindo a pressão interna, principalmente da fase gasosa, pois o tanque não é aberto para a atmosfera. A instalação de sistema de controle automático da fase gasosa, com válvulas de injeção de nitrogênio gasoso e alívio de pressão, mantém constante a pressão interna do tanque de armazenagem.

Outra grande vantagem desse sistema é que o nitrogênio, por ser um gás inerte, elimina o risco de explosões e incêndios, devido à possível energia estática no tanque, embora o tanque tenha um sistema de aterramento para dissipação de energia estática, e que protege o sistema de armazenagem em situações de tempestades com raios. Quando a temperatura externa diminui, a pressão interna diminui, também, e o sistema injeta, automaticamente, nitrogênio gasoso no interior do tanque, regularizando a pressão. Quando a temperatura externa aumenta, aumenta, também, a pressão interna, e a válvula do sistema libera, automaticamente, vapor do tanque, controlando a pressão interna. Esse vapor liberado é uma mistura de nitrogênio e etanol: essa mistura vai diretamente para um sistema de queima de gases, evitando a liberação dos gases para a atmosfera. Esses instrumentos foram fornecidos, também, por empresas especializadas em sistemas de controle de processos.

1.2.3 Inovação em controle de estoque

- **Instrumentos em tanques de armazenagem**

Os gerentes de engenharia e operação apontaram, como relevante inovação tecnológica no controle de estoque, os novos instrumentos usados nos tanques de armazenagem e movimentação de etanol. Eles mencionaram os equipamentos de alta tecnologia para monitoramento do volume e temperatura do etanol armazenado. No sistema anterior, no processo de medição do estoque de etanol, havia a necessidade de inserir uma trena metálica, geralmente de aço inoxidável, através de um bocal determinado no topo do tanque, para medir a altura da coluna de líquido no interior do tanque. Com essa medida e de posse de uma tabela de temperatura e arqueação do tanque, calculava-se o volume de etanol.

A medição do tanque manualmente, como era conhecida, tinha vários pontos de desvantagens, principalmente, a exposição do operador aos vapores de etanol, além da exposição dele ao trabalho em altura. Havia, também, a probabilidade de erro humano nas medições, emissão de vapores de etanol à atmosfera, quando abria o bocal para inserir a trena

metálica, e riscos de explosão, devido ao contato dos vapores com possíveis fontes de eletricidade estática.

Com a inovação tecnológica, o novo processo de medição de estoque de etanol é realizado, utilizando sistema de verificação de volume por telemetria, eliminando os riscos que havia no sistema anterior (trena metálica). Além disso, é possível a verificação *on line* do estoque de produto no interior do tanque de armazenagem. Os instrumentos de telemetria foram instalados em bocais específicos nos tetos de todos os tanques de armazenagem de etanol. O instrumento verifica a altura da coluna de líquido no interior do tanque através de sinal de ondas, que são geradas e lançadas: essas ondas, quando encontram a superfície líquida, retornam ao instrumento, que verifica, eletronicamente, a altura da fase líquida. Para a base dos cálculos, são imputados, no programa de gerenciamento do sistema de telemetria, todos os dados do tanque, como, por exemplo, altura e diâmetro, além de outras informações relevantes ao processo. Com essas informações, o gerenciamento do sistema transforma, automaticamente, altura em volume.

Interligado ao sistema de telemetria, há sensores de temperatura que fazem uma varredura do interior do tanque e transmitem o resultado da real temperatura do etanol naquele instante; essa informação é processada pelo instrumento de telemetria, que corrige o volume do produto armazenado à temperatura ambiente. Como pode haver variação de temperatura do etanol, no transporte, entre a saída da usina e a descarga no tanque de armazenagem no porto, essa correção é importante para a obtenção exata do estoque do produto, na medição volumétrica e na medição em massa.

Os radares e os *softwares* de telemetria foram adquiridos através de fornecedores externos, que, em visitas técnicas ao departamento de engenharia, apresentaram essas novas tecnologias. Além das visitas técnicas, ao participar de congresso internacional, o gerente de engenharia obteve informações das inovações tecnológicas em instrumentação para medição de volume de líquidos, que já estavam sendo utilizadas na Europa e nos Estados Unidos da América. Os radares e os *softwares* foram instalados gradativamente, seguindo um cronograma que durou cinco anos.

1.2.4 Inovação em tecnologia de informação e comunicação

Os gestores entrevistados comentaram que importante inovação tecnológica ocorreu no processo de TIC, na distribuição de etanol para exportação, conforme representado na Ilustração 22. As linhas tracejadas indicam os fluxos de informação entre os vários atores da logística integrada do etanol. Devido à existência de muitos e pulverizados atores na logística integrada do etanol, verificou-se a existência de um concentrador de informações, que é dado por uma empresa conhecida no mercado como *trading*. Do ponto de vista das TIC, as informações trocadas entre a usina e a *trading*, indicadas pelo número 1, na Ilustração 22, ocorrem por meio de *e-mail* com planilha MS-Excel. As informações entre as empresas de transporte, tanto aquelas de modal terrestre como a de modal aquaviário, indicadas pelos números 2, 4 e 6, e a *trading* também são trocadas por *e-mail*.

Concomitantemente, as informações entre a empresa cliente e a *trading*, indicada na Ilustração 22 pelo número 7, são igualmente trocadas por *e-mail*, assim como ocorre com as informações trocadas entre a *trading* e o inspetor de qualidade. Por fim, talvez, o achado mais importante da pesquisa foi a constatação de que as informações entre o terminal de armazenagem da Stolthaven e a *trading* são trocados por meio de uma *intranet*, em que a *trading* consegue acessar às informações disponibilizadas pelo sistema do terminal portuário, com informações sobre estoques e posições dos caminhões na entrada e saída do terminal. A inovação em questão foi o sistema de *intranet*, possibilitando melhores informações e contribuindo para o fluxo mais homogêneo de envio de etanol ao porto de Santos.

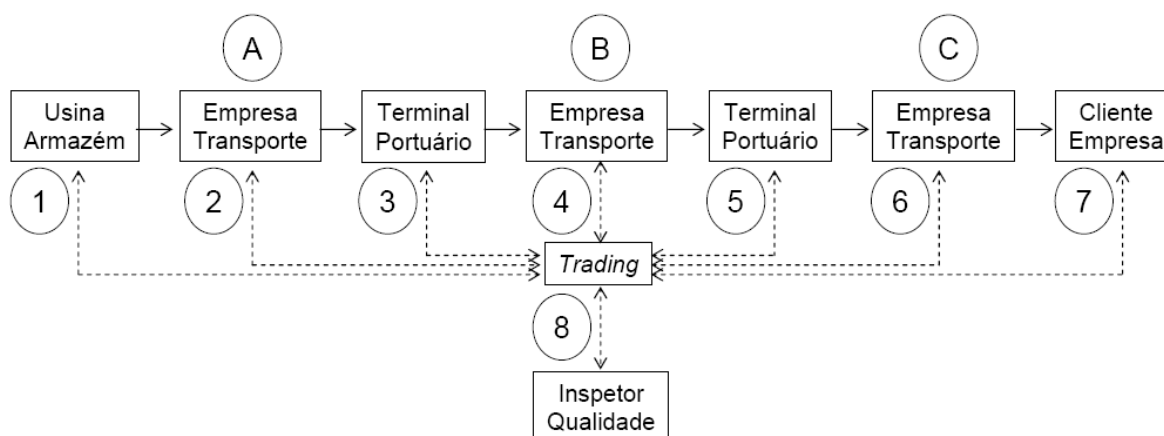


Ilustração 22 - Modelo de fluxo de informação e produto na distribuição do etanol

FONTE: autor — elaborado a partir de informações da Stolthaven (2012)

Essas inovações nasceram em função das diversas reuniões entre os gerentes da Stolthaven e os gestores das empresas envolvidas da cadeia de suprimentos de etanol. A necessidade de informações rápidas e precisas e a disponibilidade de tecnologia de informação e comunicação contribuíram para essas inovações.

Os gerentes entrevistados ressaltaram que essas inovações tecnológicas foram relevantes para a inovação na logística do etanol, porque permitiram operar com mais segurança, confiabilidade e rapidez. Eles ressaltaram que as mudanças tecnológicas foram de origem externa à organização, e o principal objetivo foi a redução do custo logístico. Optou-se por empresas fornecedoras de instrumentos e *softwares* confiáveis e de alto desempenho.

Quanto às barreiras e dificuldades na implantação das inovações descritas no subtema 1, acima descrito, os entrevistados não mencionaram a mão-de-obra como um fator ambiental de dificuldades no processo de geração e implantação de inovação. Ao serem questionados sobre esse tema, eles relataram que a mão-de-obra utilizada é própria, ou seja, funcionários da própria empresa. E que a empresa não utiliza da mão-de-obra portuária (estivadores), nas operações de carga e descarga de navios de etanol, até porque trata-se de granel líquido. As operações são executadas por operadores da própria empresa, através de bombeamento do etanol por tubulações que ligam o terminal ao navio. Portanto, os próprios funcionários têm interesses e contribuem para o processo de inovação.

1.3 Resultados da pesquisa empírica na Stolthaven: subtema 2 — mudanças organizacionais na logística

O subtema 2 contempla as questões sobre formas organizacionais, adequação às mudanças, recursos humanos e perfis interpessoais. A base teórica, principal, deste bloco é a dimensão 3 do modelo de quatro dimensões de Hertog (2000, p. 495), assim como as pesquisas de Clark e Wheelright (1993) e Maximiano (2008).

Os gerentes de recursos humanos e operações apontaram que, devido às inovações tecnológicas ocorridas nos últimos dez anos, significantes mudanças organizacionais ocorreram, principalmente nos perfis interpessoais dos operadores do terminal de armazenagem de etanol. Há dez anos, não havia necessidade de tanta qualificação nos operadores. No processo de seleção, o departamento de RH, aceitava candidatos com formação no ensino fundamental, e a maioria dos candidatos era proveniente do comércio e alguns frentistas de postos de combustíveis. Feita a seleção, o operador admitido passava por um treinamento básico, e posteriormente, iniciava as operações de carga e descarga de etanol.

À medida que as inovações tecnológicas foram surgindo, foi mudando, também, o perfil do operador: inicialmente, no processo de seleção, o departamento de RH começou a exigir formação com ensino médio, e posteriormente, formação com ensino técnico. Criaram-se, na estrutura organizacional, duas funções novas de supervisão: uma, com formação superior e conhecimento em tecnologia de informação, e outra, com formação superior em engenharia, representadas por I e II na Ilustração 23. Essas duas novas funções foram criadas para dar apoio direto ao departamento de operações. Os operadores mais antigos, que não tinham formação técnica foram submetidos a intenso programa de treinamento, tanto teórico como prático. Para isso, contratou-se um especialista técnico, que ministra, continuamente, treinamento aos operadores.

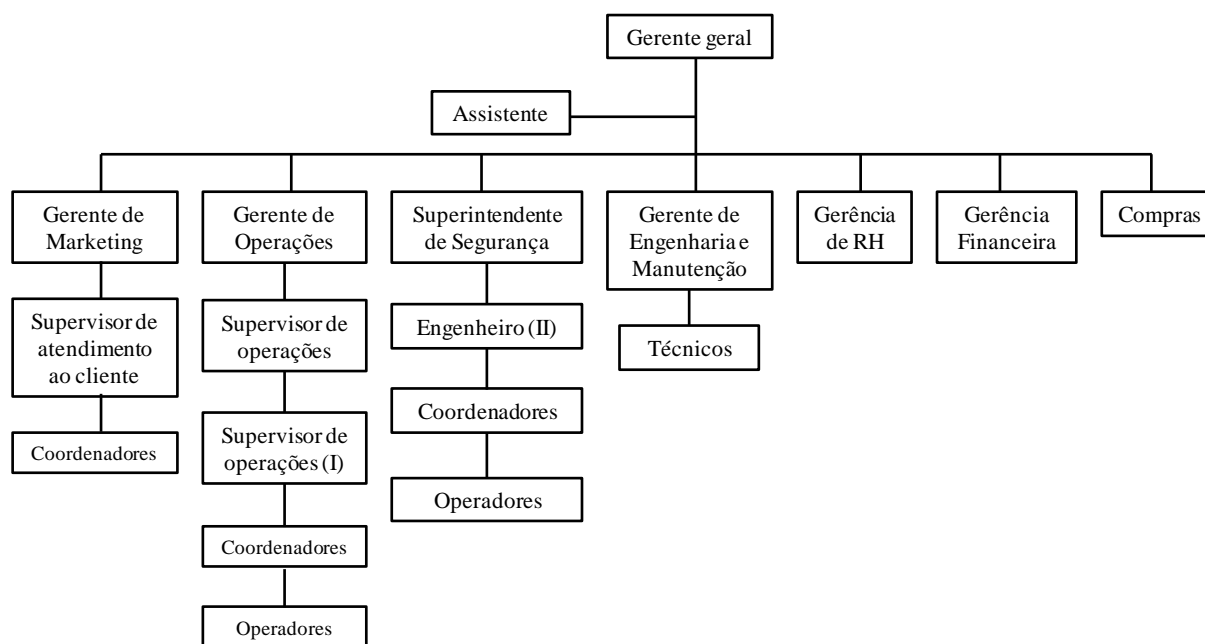


Ilustração 23 - Organograma organizacional

FONTE: autor — elaborado a partir de informações da Stolthaven (2012)

O gerente de operações ressaltou que o setor de armazenagem é um setor que tem muita troca de operadores. Portanto, dos operadores antigos, alguns foram treinados e outros saíram da empresa. Os operadores atuais, além de possuírem curso técnico, são incentivados pela empresa a fazerem curso superior: alguns operadores fazem faculdades de engenharia, sistemas e administração. A empresa concede bolsa de estudo de 50%, mediante um acordo de permanecer, pelo menos um ano, na empresa, depois de formado. A empresa incentiva, também, o aprendizado da língua inglesa, haja vista a necessidade de comunicação com a tripulação de navios na exportação de etanol. A alta direção teve papel fundamental na adequação organizacional, face à inovação tecnológica.

Os gestores de RH e operações ressaltaram que, mesmo com o aumento do nível de formação para seleção de operadores, devido às necessidades de conhecimento para operar com as novas tecnologias em terminais de armazenagem de etanol, é difícil o preenchimento de vagas para a função. Os candidatos que concorrem às vagas, alguns com curso superior, necessitam de intenso treinamento interno, antes de iniciar suas operações. Segundo os gestores, não existe uma escola que forme operadores para atender as necessidades tecnológicas de hoje. Os candidatos, mesmo com curso superior, têm de ser treinados na empresa.

1.4 Resultados da pesquisa empírica na Stolthaven: subtema 3 — fatores organizacionais

O subtema 3 contempla as questões sobre conhecimento, obtenção de novas tecnologias, relacionamento, recursos gerenciais e financeiros. A base teórica principal deste bloco é baseada no modelo de inovação logística de Grawe (2009, p. 364).

Os gestores de engenharia e atendimento ao cliente ressaltaram a importância da rede de relacionamento na obtenção de novas ideias e novas tecnologias; eles lembraram que a inovação da *intranet* surgiu após vários contatos com os gestores da cadeia de suprimentos de etanol e com o cliente empresarial, a *trading*. Da mesma forma, a inovação no processo de medição de estoque de etanol, as necessidades dos clientes empresariais (usinas, *trading*) em obter informações precisas e instantâneas, além da melhora no sistema de segurança, motivaram a Stolthaven a buscar alternativas em outros setores de armazenagem de grãos líquidos, onde fornecedores de instrumentação crítica já haviam desenvolvido o sistema de medição por telemetria: o sistema já existente em medição de líquidos perigosos foi adaptado para instalação em tanques de armazenagem de etanol.

O Gerente de engenharia aponta que essas inovações tecnológicas foram possíveis, também, devido ao apoio dos recursos gerenciais e financeiros da empresa. A empresa aloca recursos financeiros para desenvolvimento e implementação de projetos inovadores. Há um plano específico para possíveis projetos tecnológicos e com estimativa de necessidades de recursos financeiros com horizonte de dez anos. A cada ano, o plano é revisto e atualizado. Uma vez aprovada, desenvolvida e implementada a nova tecnologia, busca-se a difusão do conhecimento, através de pessoas-chave do projeto, para facilitar a aprendizagem dos demais funcionários.

1.5 Inovações tecnológicas em desenvolvimento para o futuro (próximos dez anos)

Os gestores de engenharia e operação apontaram que as inovações tecnológicas que foram efetuadas nos últimos dez anos serviram de apoio para um projeto maior e que está sendo desenvolvido. O projeto consiste na automação total do terminal de armazenagem: eles

ressaltaram que não se trata, apenas, de uma inovação em tecnologia de informação e comunicação, e sim, de um sistema maior de automação, envolvendo inventário e processos, conforme representado pela Ilustração 24.

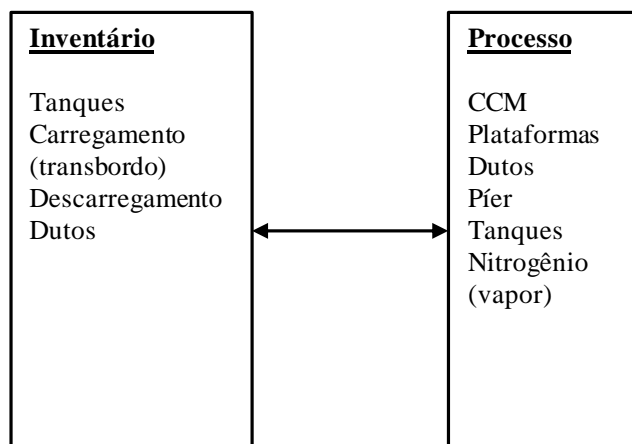


Ilustração 24 - Fluxograma básico

FONTE: autor — elaborado a partir de informações da Stolthaven (2012)

A automação total do inventário será possibilitada pela inovação tecnológica, já implementada, com a instalação dos equipamentos de medição, compostos pelos medidores de nível, vazão, volume e massa. Os instrumentos possibilitam medir as quantidades de etanol, na entrada da armazenagem, o estoque, no interior do tanque, e a quantidade saída do tanque.

A automação do controle de processo será possibilitada pela inovação tecnológica, também, já implementada, como a seguir:

- CCM: central que controla os motores com sistemas de inversores de frequência, possibilitando o controle do fluxo e pressão de etanol nos dutos.
- Píer e dutos: instrumentos de medição de pressão e vazão, válvulas automatizadas com atuadores elétricos e hidráulicos (ainda será instalado, na maioria dos dutos).
- Tanques: medição de nível por telemetria, que é composto por radar e *software* de telemetria. O sistema permite a medição automática do estoque de etanol e envia os dados, através do *software*, para o computador da sala de controle de operações.
- Plataformas de transbordo de etanol: instrumentos de medição de carregamento e descarregamento de produto, com controle de emissão de vapores.

A automação total do terminal consiste na ampliação dos instrumentos de medição e controle de todo o sistema de armazenagem e manuseio de etanol, e instalação de um sistema gerenciador (controlador) de dados, assim como a instalação de *software* para gestão empresarial — ERP, conforme representado na Ilustração 20. Os gestores estimam que o projeto esteja concluído dentro de três anos.

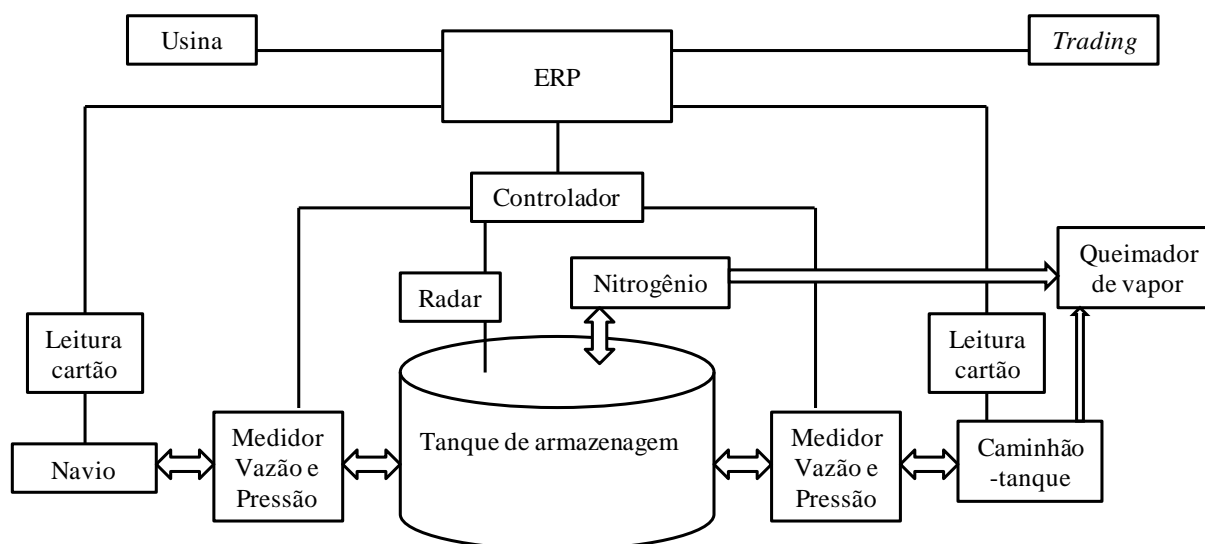


Ilustração 20 - Sistema de automação do terminal de armazenagem de etanol

FONTE: autor — elaborado a partir de informações da Stolthaven (2012)

Com a automação total do terminal, será possível interligar o sistema de informação da usina produtora de etanol, da *trading* (empresa que gerencia a exportação e ou importação do produto), e do terminal de armazenagem, no porto de Santos. Nas exportações, a empresa armazenadora receberá a programação de recebimento de etanol da usina, concomitantemente com a programação da *trading*, através do ERP. O caminhão-tanque, ao chegar ao terminal, com horário previamente marcado, será inspecionado, e estando aprovado, iniciará o transbordo do produto para o tanque de armazenagem. O operador responsável pela operação passará seu cartão magnético no instrumento de leitura de cartão, dando início à operação automática de transbordo do produto do caminhão-tanque para o tanque de armazenagem. Além da transferência do etanol líquido para o tanque de armazenagem, os vapores serão direcionados automaticamente para o sistema de queimador de vapor.

O estoque de etanol será automaticamente controlado pelo sistema de radar e a informação

estará disponível, em tempo real, a todos os atores da rede de suprimento de etanol. As válvulas automáticas de controle de pressão do tanque farão a injeção de nitrogênio, quando cair a pressão interna do tanque, e enviarão os vapores ao queimador de vapor, quando aumentar a pressão interna do tanques, mantendo, dessa forma, a pressão constante e a atmosfera inerte no interior do tanque. Na exportação do produto, operação semelhante será efetuada para transbordo do etanol para o navio de exportação. Os gestores ressaltaram que a automação será importante para agilizar o processo de exportação de etanol, e também, o processo de importação de etanol.

Os gestores entrevistados apontaram a importância da rede de relacionamento na obtenção do conhecimento necessário ao desenvolvimento de novos projetos inovadores. Eles participam de congressos nacionais e internacionais, onde obtêm relevantes informações de novas tecnologias, e também, ideias inovadoras, no contato com diversos gestores que interagem na cadeia de suprimentos de grânéis líquidos, especialmente, o etanol. As decisões de desenvolverem ou não novos projetos inovadores são discutidas, conjuntamente, com o gerente financeiro e o gerente geral, e a aprovação final é dada pela alta gerência da corporação.

O supervisor de atendimento ao cliente ressaltou que as inovações tecnológicas na logística do etanol afetam, positivamente, a relação com o cliente. O cliente empresarial valoriza a segurança operacional obtida com as novas tecnologias, e principalmente, a manutenção da qualidade do etanol. Ele ressaltou que, além do etanol carburante, é exportado, também, o etanol para a indústria de bebidas, onde o controle de qualidade é muito rigoroso, principalmente, nas exportações para o Japão.

1.6 Expectativas de cenário do etanol para o mercado local e internacional para os próximos dez anos

O supervisor de atendimento ao cliente aponta que há uma tendência de concentração da produção de etanol em grandes grupos de empresas internacionais. Essas empresas investiram no etanol brasileiro, comprando usinas e têm projetos de ampliação da área plantada de cana-de-açúcar, assim como novos projetos de usinas produtoras de açúcar e etanol. Entretanto, devido à crise financeira global de 2008, elas reduziram os investimentos em área plantada de

cana-de-açúcar e novas usinas, tendo, como consequência, a entrada de poucas usinas novas, na safra de 2012-2013, comprometendo a necessidade de produção de etanol para atender a demanda, em função da crescente frota de automóveis com motor *flexfuel*. Além da crise financeira, outro fator que influenciou no baixo investimento em novas usinas foi o preço da gasolina, que, segundo o gestor, está abaixo do preço da gasolina no mercado internacional, e dificulta a competitividade do etanol com a gasolina, pois o rendimento do etanol é 30% inferior ao da gasolina: conseqüentemente, o etanol só é competitivo se estiver, pelo menos, 30% abaixo do preço da gasolina, e isso só está ocorrendo, no momento, em alguns estados brasileiros.

A queda na margem de lucratividade tem sido um fator determinante para o baixo investimento dos usineiros. Essa queda é maior no etanol hidratado do que no etanol anidro, devido à menor incidência de impostos no etanol anidro. O gestor ressalta que faltou, também, investimentos nos canaviais existentes; no que tange à troca de mudas de cana-de-açúcar, falta cultura nova, o que compromete a qualidade da cana-de-açúcar, diminuindo a produção de açúcar e etanol.

Cenário futuro — próximos dez anos

Segundo o gestor, a produção de etanol no futuro continuará dependendo do preço internacional do açúcar, pois a maioria das usinas produz açúcar e etanol: o açúcar compete com o etanol e sua margem tem sido maior que a do etanol, devido ao alto preço no mercado global. Portanto, a recuperação do etanol será lenta, nos anos de 2013 e 2014, aumentando, posteriormente. Alguns dos grupos internacionais que adquiriram usinas no Brasil enfrentam, no momento, dificuldades financeiras, o que tornará mais lenta a retomada dos investimentos.

A recuperação do setor continuará dependendo muito do governo, do preço da gasolina e do preço internacional do açúcar. Será necessário o acesso a um financiamento a juros baixos, para a retomada dos investimentos. O gestor ressaltou que o setor aguarda estímulos do governo aos produtores de etanol, pois o setor é responsável por grande geração de empregos e impostos. A carga tributária está muito elevada, e segundo ele, uma política de redução de impostos, além de estimular o setor, aumentaria, em longo prazo, a própria arrecadação de impostos do governo, porque haveria mais empresas pagando impostos. Mesmo com uma visão não muito otimista para o futuro próximo, o gestor acredita que o cenário para longo

prazo, de cinco a dez anos, é mais otimista devido às questões ambientais, por ser o etanol brasileiro uma fonte de energia limpa, e devido ao aumento da utilização de etanol na indústria química. Portanto, espera-se, em longo prazo, recuperação, nos mercados local e internacional, do etanol.

2 Empresa Logum: resultados da pesquisa empírica sobre os modelos teóricos

Neste capítulo, são apresentados os resultados da pesquisa empírica na Empresa Logum Logística S. A. Foram entrevistados o gerente de soluções logísticas e o supervisor de logística. As informações foram obtidas através de pesquisas documentais, consulta ao *website* da organização, e principalmente, com a aplicação do questionário, que teve como instrumento de coleta de dados o protocolo de pesquisa que consta de três subtemas: subtema 1 — inovação tecnológica e inovação logística, subtema 2 — mudanças organizacionais na logística e subtema 3 — fatores organizacionais.

2.1 Histórico da Logum

As informações sobre o histórico da Logum foram obtidas no *website* da empresa (LOGUM, 2012) e com os gestores entrevistados. A Logum Logística S. A. é a empresa responsável pela construção e operação do sistema logístico de etanol, que envolve: transporte, transbordo, armazenagem, operação de portos e terminais terrestres. Envolverá, também, transportes multimodais: dutos, hidrovias (barcaças), rodovias (caminhões-tanque) e cabotagem (navios). A empresa foi criada no dia 1º de março de 2011, para ser responsável pela implantação desse abrangente e integrado sistema logístico multimodal de transporte e armazenagem de etanol. A nova empresa é resultado da integração dos projetos de logística de etanol da Uniduto, CentroSul e PMCC Projetos de Transportes de Álcool S. A. A Logum é resultado de um projeto inovador do empresariado brasileiro dos setores de engenharia, energia e transporte. Seis empresas — Camargo Corrêa Construções e Participações (10%), Copersucar (20%), Raízen (20%), Odebrecht Transporte Participações (20%), Petrobras (20%) e Uniduto logística (10%) — são as responsáveis por reunir, em uma única rede, três projetos individuais de alcooldutos, que envolvia, além de dutos, complexos sistemas de transporte por hidrovias, rodovias, cabotagem, além de operações em terminais aquaviários, portos e

armazéns.

- **O projeto Logum**

Com grandes investimentos, o sistema logístico de etanol atravessará 45 municípios, ligando as principais regiões produtoras de etanol, nos estados de São Paulo, Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso do Sul, ao principal ponto de armazenamento e distribuição em Paulínia (SP). Parte desse sistema integrado será composto por um duto de longa distância, cerca de 1.300 quilômetros, que interligará as regiões de Jataí (GO) e Paulínia (SP). O empreendimento será integrado ao sistema de transporte hidroviário, com utilização de barcaças na bacia Tietê-Paraná. O trecho de hidrovia será operacionalizado pela Transpetro, porém a gestão de todo o sistema ficará a cargo da Logum. Ao todo, o sistema prevê nove terminais coletores de etanol, entre terrestre e aquaviário, conforme representados na Ilustração 25. A combinação dos modais dutoviário e aquaviário tem como finalidade a racionalização do processo de transporte de etanol, com os menores custos.



Ilustração 25 - Sistema de distribuição de etanol da Logum

FONTE: Logum (2012)

O sistema integrado estender-se-á a partir de Paulínia, por uma ampla malha de dutos existentes, até os terminais de Barueri e Guarulhos, na grande São Paulo, e em Duque de Caxias, no Rio de Janeiro. Desses locais, o etanol será levado, diretamente, aos postos de combustíveis, por meio de transporte rodoviário de curta distância. Para garantir que o etanol chegue a outros mercados, no território nacional, o sistema de distribuição alcançará terminais marítimos nos litorais de São Paulo e Rio de Janeiro. Desses terminais, por cabotagem, ou

seja, transporte marítimo pela costa brasileira, o produto será transportado aos terminais marítimos de Suape, em Recife (PB), Fortaleza (CE), São Luís (MA) e Belém (PA). Nesses terminais, o etanol será transportado, por dutos, às bases de distribuição de combustíveis. Há, também, possibilidade de cabotagem para Rio Grande (RS), Aratu (BA) e Manaus (AM), porém, nesses terminais, o transporte às bases de distribuição seria através do modal rodoviário. O sistema levará, também, agilidade ao processo de exportação de etanol.

O trecho de duto que está sendo construído pela Logum ligará Jataí (GO) até Paulínia (SP). A obra iniciou-se com o primeiro trecho de construção do duto entre Ribeirão Preto e Paulínia, e a construção do terminal de Ribeirão Preto, em São Paulo. Seu início foi em novembro de 2010, e seu término está previsto para março de 2013. O projeto está dividido em duas fases: pré-Paulínia e pós-Paulínia. No trecho pós-Paulínia, em princípio, será utilizado o duto da Transpetro, já existente. O projeto, quando concluído, terá uma capacidade instalada de transporte de 21 milhões de metros cúbicos de etanol por ano; mais de 10 mil empregos diretos e indiretos serão gerados: parte dessa mão-de-obra será recrutada nas regiões do entorno.

A ligação dos dutos ao litoral será pelo terminal da Transpetro, já existente, no Rio de Janeiro, na Ilha d'Água, e pela construção de terminal de armazenagem, no litoral de São Paulo, provavelmente, em Caraguatatuba, com conexão ao mar, por dutos flexíveis e sistema de monoboia, onde será feito o transbordo do etanol aos navios, para cabotagem e exportação. A previsão é que o trecho de ligação ao litoral de São Paulo esteja pronto em 2017.

O sistema multimodal de logística de etanol está em fase de construção. Na fase que a Logum denomina como Fase de Operação Antecipada, ela atua como representante dos carregadores, agregando volumes e otimizando tarifas. Durante esse período, mediante Mandato Mercantil de seus carregadores, utilizará os sistemas existentes dos dutos e terminais da Petrobras, que é operado pela Transpetro, e regido conforme suas condições gerais de serviços para etanol, como representado na Ilustração 26.

Etapas da operação	TRANSPORTE DUTOVIÁRIO	ARMAZENAGEM DE LONGO PRAZO
	Trecho	Local
Etapa 1 - Operação antecipada	Paulínia → Barueri	Paulínia
Etapa 1 - Operação antecipada	Duque de Caxias → Ilha d'Água	-
Etapa 1 - Operação antecipada	Paulínia → Duque de Caxias	Guararema

Ilustração 26 - Serviços oferecidos

FONTE: Logum (2012)

À medida que cada trecho do projeto multimodal de logística de etanol for concluído, a oferta de serviços de transporte e armazenagem será ampliada, como representado na Ilustração 27.

	Origem	Terminal de Entrega	Descarregamento do Caminhão de Origem	Transporte Duto/Hidroviário	Tancagem Operacional na Origem e no Destino	Carregamento em Caminhão no Destino	Carregamento em Navio no Destino
Etapas 2: A partir de 2013	Terminais Terrestres: Uberaba, Ribeirão Preto, Anhembi e Paulínia	Paulínia	✓	✓	✓	✓	-
		Barueri	✓	✓	✓	✓	-
		Guarulhos	✓	✓	✓	✓	-
	Terminais Aquaviários: Araçatuba	Duque de Caxias	✓	✓	✓	✓	-
		Ilha d'Água	✓	✓	✓*	-	✓
Etapa 3: A partir de 2015	Terminais Terrestres: Jataí, Quirinópolis, Itumbiara	São José dos Campos	✓	✓	✓	✓	-
		Terminais Aquaviários: Aparecida do Taboado e Presidente Epitácio	Caragaquatuba	✓	✓	✓	-

* Em Duque de Caxias

Ilustração 27 - Próximos serviços

FONTE: Logum (2012)

2.2 Resultados da pesquisa empírica na Logum: subtema 1 — inovação tecnológica e inovação logística

No subtema 1, contemplou-se a mudança tecnológica e a inovação logística com questões sobre inovação, opções tecnológicas, mudanças tecnológicas, relação entre tecnologia e

inovação. As bases teóricas para este bloco estão apoiadas no modelo de inovação logística de Grawe (2009, p. 364), no modelo quatro dimensionais de inovação de serviços de Hertog (2000, p. 495), e nas pesquisas de Barras (1986; 1990), Pavitt (1990); Clark e Wheelright (1993), Ballou (2002), Flint *et al* (2005), Moreira e Queiroz (2007).

Nas análises documentais e nas entrevistas com o gerente de soluções logísticas e com o supervisor de logística, foi possível identificar a relevância da inovação para a empresa. A inovação é fortemente incentivada pela alta gerência da Logum. As salas de reunião são identificadas por nomes e os nomes foram escolhidos pelos próprios colaboradores: a sala na qual todo o processo de entrevista foi conduzido denomina-se “inovação”. Os gestores entrevistados consideram inovação algo que é novo e cujo resultado agrega valor ao processo. Nesse contexto, eles apontam o processo da Logum como uma inovação radical, por tratar-se de processo inédito no Brasil. Eles consideram a operação pioneira e única, em se tratando de distribuição de etanol. O etanol será coletado em vários pontos de origem e através de um processo de multimodalidade, envolvendo dutos, modal hidroviário, modal rodoviário, e cabotagem; o etanol será distribuído às bases de distribuição de combustíveis e portos, podendo englobar, em um projeto logístico, até 80% da produção nacional de etanol, e agregando valor ao serviço de distribuição de etanol, a um custo inferior ao do transporte rodoviário, cuja matriz predomina na logística do etanol.

2.2.1 Inovação em sistemas de transporte e transbordo

A principal inovação em sistemas de transporte é a construção dos dutos para transporte dedicados ao etanol. Essa é uma tecnologia já conhecida no setor de petróleo, que está sendo adequada ao setor de etanol. O duto, representado na Ilustração 28, é um modal de transporte bastante eficiente para longas distâncias, no qual o combustível é bombeado de um terminal coletor para um terminal de distribuição ou armazenamento. Os dutos já estão sendo construídos, no trecho entre Ribeirão Preto (SP) e Paulínia (SP), e já está quase pronto. Devido ao planejamento construtivo e a lógica de captação, os diferentes trechos do duto estão em estágios distintos de execução. O duto terá formato de telescópio, ou seja, seu diâmetro vai aumentando à medida que se aproxima do *hub* (armazenamento principal) de Paulínia, de forma a transportar o acumulado do etanol capturado ao longo do percurso (LOGUM, 2012).



Ilustração 28 - Dutos

FONTE: Logum (2012)

Outra importante inovação tecnológica está sendo implantada no sistema de transbordo. O etanol vindo das usinas, por transporte rodoviário, ao chegar aos centros coletores, não será pesado. O transbordo aos centros coletores será efetuado com utilização de instrumentos de medição de fluxo e controle de qualidade do produto. Esses instrumentos estão sendo fornecidos por empresas externas, especializadas em sistemas de controle de processos. Os centros coletores estão sendo projetados para evitar demora no transbordo e fila de caminhões para descarga, e conseqüentemente, redução do custo logístico.

2.2.2 Inovação em armazenagem e estoque

O gerente de soluções logísticas ressaltou que, visando ao projeto futuro de automatização de todo sistema logístico, os tanques de armazenagem dos centros coletores, representados na Ilustração 29, estão sendo construídos com modernos sistemas de medição e controle de estoque.



Ilustração 29 - Tanques de armazenagem de etanol

FONTE: Logum (2012)

O sistema de medição dos tanques será efetuado através de telemetria: essa importante inovação tecnológica permitirá obter instantaneamente o volume exato de etanol armazenado. O sistema consta de instrumentação (radar) que, através de sinais de ondas, identifica a altura da camada de etanol líquido, calculando o volume exato de produto, e com informações de temperatura do produto e sua respectiva densidade, o *software* do sistema calcula, também, a massa de etanol. Conseqüentemente, será possível a identificação do estoque de etanol *on line*. Esses instrumentos estão sendo fornecidos, também, por fornecedores externos de instrumentação.

2.2.3 Inovação em tecnologia de informação e comunicação

Segundo os gestores entrevistados, outra inovação tecnológica importante que contribuiu para a melhora significativa da logística do etanol é a integração dos instrumentos de medição de fluxo no transbordo e medição do estoque dos tanques com o *software* de sistema de gestão e *supply chain*. A Logum utiliza o SAP; Sistemas aplicativos e produtos em processamento de dados). Os gestores ressaltaram que essas tecnologias já estavam disponíveis nos sistemas de distribuição de gasolina, onde algumas tecnologias eram aplicadas em processos de melhorias contínuas, porém, no processo logístico do etanol, essas tecnologias estão sendo aplicadas mais intensamente. A Logum já nasceu com o conceito de inovação tecnológica para melhorar o desempenho da logística.

A inovação tecnológica, sob a óptica dos gestores entrevistados, contribui de maneira significativa para a inovação logística. Com a inovação tecnológica, ocorrerá uma mudança cultural na logística do etanol, com respostas mais rápidas ao sistema logístico. A cultura atual é a da matriz do transporte rodoviário, com respostas lentas, demora nos transbordos, filas de caminhões-tanque. Com a inovação tecnológica e a inovação de processo, além das respostas mais rápidas, ocorrerá a melhora da qualidade, segurança, confiabilidade, e principalmente, redução de custo na distribuição do etanol.

Essas inovações no processo da Logum nasceram da contribuição dos gestores da empresa, que detêm conhecimentos próprios de suas experiências profissionais anteriores, da junção das três empresas que já tinham projetos de dutos em análise e conhecimento tecnológico: a PMCC, a UNIDUTO e a Brenco. Utilizaram-se, também, de consultores externos na obtenção tecnológica, empresas fornecedoras de instrumentação. Contribuíram, também, como fatores motivacionais na busca de inovação, a necessidade de redução de custo da distribuição do etanol e a melhora da qualidade do processo de distribuição para torná-lo mais competitivo. O gerente de soluções logísticas ressaltou que uma barreira importante, na decisão de investir em novas tecnologias e crescimento do setor, é a indecisão causada pela falta de política mais clara do governo em relação à indústria do etanol.

2.3 Resultados da pesquisa empírica na Logum: subtema 2 — mudanças organizacionais na logística

No subtema 2, as questões analisadas referem-se à forma que a estrutura da organização adequou-se às mudanças, no que diz respeito aos recursos humanos, perfis interpessoais. A base teórica, principal, deste bloco é a dimensão 3 do modelo de quatro dimensões de Hertog (2000, p. 495), assim como as pesquisas de Clark e Wheelright (1993) e Maximiano (2008).

Em pesquisas documentais e nas entrevistas, o gerente de soluções logísticas e o supervisor de logística relataram que as inovações tecnológicas são importantes para a inovação logística e têm impacto na estrutura organizacional da empresa; entretanto no caso da Logum, não houve grandes impactos organizacionais, por tratar-se de uma empresa nova, segundo eles, uma empresa de *start-up*. Conseqüentemente, houve uma adequação natural às necessidades

organizacionais: os perfis dos gestores contratados já atendem às necessidades tecnológicas; a maioria, com experiência em logística do setor de combustível, ajustando-se às necessidades da logística do etanol. Todos têm formação superior e alguns com MBA (*Master Business Administration*). Eles são responsáveis pela gestão logística da Logum, como consta na Ilustração 30.



Ilustração 30 - Estrutura organizacional do Logum

FONTE: Logum (2012)

A estrutura organizacional de empresa é composta por seis diretores, sendo um diretor-presidente, um diretor comercial, um diretor de projetos, um diretor administrativo-financeiro, um diretor de operações e um diretor de implantação. Todos os diretores estão vinculados ao Conselho Administrativo da Logum. Os gestores pesquisados lembraram que o sistema operacional da empresa poderá ser terceirizado, ou seja, a mão-de-obra operacional poderá ser contratada e gerenciada, diretamente, pela Logum, ou poderão ser contratadas empresas especializadas em operações de ativos logísticos.

Por se tratar de empresa de *start-up*, não foram necessários arranjos internos para adequar a organização às inovações logísticas: foram contratados colaboradores com perfis que atendem às necessidades da organização.

2.4 Resultados da pesquisa empírica na Logum: subtema 3 — fatores organizacionais

No subtema 3 (fatores organizacionais), pesquisou-se, na Logum, as questões sobre conhecimento, obtenção de novas tecnologias, relacionamentos, recursos gerenciais e financeiros que contribuem para o processo de inovação. A base teórica principal deste bloco é baseada no modelo de inovação logística de Grawe (2009, p. 364).

O gerente de soluções logísticas ressaltou a importância da rede de relacionamento para adquirir conhecimento necessário às inovações. Ele apontou que boa parte dos gestores da empresa detém conhecimentos adquiridos de suas funções anteriores, de outras organizações especializadas em logísticas de combustíveis. Há incentivo organizacional, com ambiente propício, para a troca de conhecimento, e que as fontes de conhecimento, as novas tecnologias, o contato com as empresas da rede de suprimentos de etanol, ou seja, o relacionamento, o apoio gerencial, todos, contribuem para a geração de inovação.

Como consequência, a empresa objetiva a liderança no mercado de logística de etanol. Ela tem, como objetivo, oferecer serviço ao cliente, sócio ou não, de forma que atinja o maior nível de qualidade em serviço logístico ao menor custo possível, agregando valor ao cliente, quando comparado com a matriz dominante atual, que é o transporte rodoviário.

2.5 Inovações tecnológicas em desenvolvimento para o futuro (próximos dez anos)

Segundo os gestores de logística da Logum, as inovações tecnológicas em desenvolvimento para o futuro já estão contempladas no escopo do projeto atual. Eles apontaram a ampliação da malha de dutos, como importante inovação tecnológica, pois possibilitará a distribuição do etanol em um modal altamente competitivo. A tecnologia do sistema de montagem de dutos, representada na Ilustração 31, é proveniente de empresas de montagem de tubulação e utiliza-se de equipamentos específicos para a otimização do processo de montagem dos dutos.



Ilustração 31 - Montagem de dutos

FONTE: Logum (2012)

Outra importante inovação tecnológica relatada pelo gerente de soluções logísticas e que será implantada é o sistema de monoboia para transbordo do etanol de dutos para navios. O sistema consistirá de dutos flexíveis que entrarão no mar e na superfície, e serão conectados à uma boia. O etanol que será armazenado em tanques, provavelmente nas proximidades da cidade de Caraguatatuba, no estado de São Paulo, será transportado através de dutos rígidos ligados aos tubos flexíveis da monoboia. Na monoboia, serão conectados os tubos flexíveis dos navios para transbordo do produto. Com essa inovação logística, será possível o transporte de etanol em navios de alta capacidade, os quais requerem grandes calados (profundidade) para operarem. A monoboia possibilita a conexão com o navio, em local no mar com grande profundidade, eliminando as limitações de calados que há em alguns portos brasileiros.

O porto de Santos, que é o maior porto brasileiro e responsável por aproximadamente 70% das exportações de etanol, tem calado de 12 metros o que limita a carga máxima nos navios de aproximadamente 40.000 metros cúbicos de etanol. Embora esteja programado o aumento do calado do porto de Santos para 15 metros, ainda não será suficiente para operações de navios de grande porte. Com a monoboia, será possível carregar navios maiores, o que reduzirá o custo logístico da exportação de etanol e da cabotagem. A tecnologia da monoboia já é utilizada em outros sistemas logísticos, como petróleo e gás liquefeito. A inovação

consiste em trazer essa tecnologia para o etanol, possibilitando a operação de navios de grande porte, como as operações dos navios petroleiros.

O gerente de soluções logísticas e o supervisor de logística ressaltaram a importância da inovação em TIC, que está sendo implantada, e da automação total do sistema logístico. A inovação consiste, além da automação, na interligação, por *software* de controle de gestão, de todo o sistema logístico da empresa. O sistema contribuirá com a gestão organizacional, e interligará a rede de suprimentos e distribuição de etanol.

2.6 Expectativas de cenário do etanol para o mercado local e internacional para os próximos dez anos

Os gestores entrevistados acreditam no crescimento da demanda para os próximos dez anos: eles ressaltaram que a demanda existe e será crescente no mercado local e internacional. Entretanto, há necessidade de maior oferta de etanol. É preciso produzir mais etanol nas usinas existentes com ganho de produtividade através da renovação do canavial, e principalmente, com novas tecnologias. O etanol de segunda geração, com a utilização da folhagem e do bagaço da cana-de-açúcar é uma alternativa importante para aumentar a produtividade de etanol; entretanto, requer ainda mais desenvolvimento tecnológico para tornar-se competitivo. Além do aumento da produtividade nas usinas existentes, há necessidade de mais investimentos para construção de novas unidades produtoras de etanol. Desta forma, será possível atender o crescimento da demanda local, e o Brasil poderá ter participação ativa no suprimento de etanol para o mercado Global.

3 Empresa Copersucar: resultados da pesquisa empírica sobre os modelos teóricos

Os resultados da pesquisa empírica, na empresa Copersucar, são apresentados neste capítulo, e foram obtidos através de entrevistas com o gerente de logística e com o supervisor de logística. As informações foram obtidas através de pesquisas documentais, consulta ao *website* da organização, e principalmente, com a aplicação do questionário, que teve, como instrumento de coleta de dados, o protocolo de pesquisa que consta de três subtemas: subtema 1 — inovação tecnológica e inovação logística, subtema 2 — mudanças organizacionais na

logística e subtema 3 — fatores organizacionais.

3.1 Histórico da Copersucar

A Copersucar foi criada em 1959. Conhecida, inicialmente, como Cooperativa Central, à época, detinha apenas dez unidades produtoras paulistas e duas entidades cooperativas regionais, a Coopira e Coopereste. Ao longo de sua história, a cooperativa teve participação fundamental no processo de modernização da agroindústria da cana-de-açúcar. Compartilhou a liderança e o patrocínio de notáveis avanços na reorganização do setor e no desenvolvimento de tecnologias, que elevaram o Brasil à posição de vanguarda na competitividade mundial de açúcar e etanol.

Desde sua origem, novas unidades produtoras passaram a integrar a empresa, comprovando a eficácia de seu modelo de negócio. Hoje, conta com 48 unidades produtoras sócias, pertencentes a 26 grupos econômicos, conforme mostra o Quadro 17. Recentemente, a Copersucar associou-se a outros grupos empresariais, por meio da Logum Logística S. A., para a realização de investimentos em logística. Trata-se da criação de um sistema integrado de distribuição de etanol, com a construção e desenvolvimento de polidutos, interligando as regiões produtoras aos maiores centros consumidores.

Quadro 17 - Copersucar — relação das usinas sócias

Usina	Razão Social	Localização
Aralco	Aralco S.A. Indústria e Comércio	Santo Antônio de Aracanguá, SP
Aralco-Alcoazul	Alcoazul S.A. Açúcar e Alcool	Araçatuba, SP
Aralco-Figueira	Figueira Indústria e Comércio S.A.	Buritama, SP
Aralco-Generalco	Destilaria Generalco S.A.	General Salgado, SP
Batatais	Usina Batatais S.A. Açúcar e Alcool	Batatais, SP
Buriti	Pedra Agroindustrial S.A.	Buritzal, SP
Caçu	Caçu Comércio e Indústria de Açúcar e Alcool Ltda.	Vicentinópolis, GO
Catanduva	Virgolino de Oliveira S.A. Açúcar e Alcool	Ariranha, SP
Cerradão	Usina Cerradão Ltda.	Frutal, MG
Clealto-Clementina	Clealto Açúcar e Alcool S.A.	Clementina, SP
Clealto-Queiroz	Clealto Açúcar e Alcool S.A.	Queiroz, SP
Cocal I	Cocal-Comércio Indústria Canaã	Paraguaçu Paulista, SP
Cocal II	Cocal-Comércio Indústria Canaã	Narandiba, SP
Da Pedra	Pedra Agroindustrial S.A.	Serrana, SP
Decal-Rio Verde	Usina Rio Verde Ltda.	Rio Verde, GO
Destilaria Santa Inês	Irmãos Toniello Ltda.	Sertãozinho, SP
Ferrari	Ferrari Agroindústria S.A.	Pirassununga, SP
Furlan-Avaré	Usina Açucareira Furlan S.A.	Avaré, SP
Furlan-Santa Bárbara	Usina Açucareira Furlan S.A.	Santa Bárbara d'Oeste, SP
Iacanga	Usina Iacanga Açúcar e Alcool Ltda.	Iacanga, SP
Ibirá	Pedra Agroindústria S.A.	Santa Rosa do Viterbo, SP
Ipé	Pedra Agroindústria S.A.	Nova Independência, SP
Ipiranga-Descalvado	Usina Ipiranga de Açúcar e Alcool	Descalvado, SP
Ipiranga-Mococa	Usina Ipiranga de Açúcar e Alcool	Descalvado, SP
Jacarezinho	Companhia Agrícola Usina Jacarezinho	Jacarezinho, PR
José Bonifácio	Açucareira Virgolino de Oliveira S.A.	José Bonifácio, SP
Lins	Usina Batatais S.A. - Açúcar e Alcool	Lins, SP
Melhoramentos	Destilarias Melhoramentos S.A.	Jussara, PR
Monções	Açucareira Virgolino de Oliveira S.A.	Monções, SP
Nossa Sra. Aparecida	Virgolino de Oliveira S.A. Açúcar e Alcool	Itapira, SP
Pitangueiras	Pitangueiras Açúcar e Alcool Ltda.	Pitangueiras, SP
Santa Adélia-Pioneiros	Pioneiros Bioenergia S.A.	Sud Mennucci, SP
Santa Adélia-Jaboticabal	Usina Santa Adélia S.A.	Jaboticabal, SP
Santa Adélia-Pereira Barreto	Usina Santa Adélia S.A.	Pereira Barreto, SP
Santa Lúcia	Usina Santa Lúcia S.A.	Araras, SP
Santa Maria	J. Pilon Açúcar e Alcool	Cerquillo, SP
Santo Antônio	Usina Santo Antônio S.A.	Sertãozinho, SP
São Francisco	Usina São Francisco S.A.	Sertãozinho, SP
São José da Estiva	Usina São José da Estiva S.A. Açúcar e Alcool	Novo Horizonte, SP
São Luiz S.A.	Usina São Luiz S.A.	Ourinhos, SP
São Manoel	Usina Açucareira São Manoel S.A.	São Manuel, SP
Uberaba	Usina Uberaba S.A.	Uberaba, MG
Umoe Bioenergia II	Umoe Bioenergia S.A.	Sandovalina, SP
Viralcool I-Pitangueiras	Viralcool Açúcar e Alcool Ltda.	Pitangueiras, SP
Viralcool II-Castilho	Viralcool Açúcar e Alcool Ltda.	Castilho, SP
Zilor-Barra Grande	Usina Barra Grande de Lençóis S.A.	Lençóis Paulista, SP
Zilor-Quatá	Açucareira Quatá S.A.	Quatá, SP
Zilor-São José	Açucareira Zillo Lorenzetti S.A.	Macatuba, SP

FONTE: adaptado de Copersucar (2012)

Em 2008, a empresa tornou-se uma empresa de sociedade anônima de capital fechado — Copersucar S. A. Hoje, ela é a maior comercializadora brasileira de açúcar e etanol, integrada à produção, com participação de 18% do mercado brasileiro. É, também, uma das maiores do mundo no segmento. O modelo de negócio permite que a empresa detenha a gestão de todos os elos da cadeia de açúcar e etanol, desde o acompanhamento da safra no campo, até os mercados finais, incluindo as etapas de armazenamento, de transporte e de comercialização. A Copersucar tem exclusividade na comercialização dos volumes de açúcar e etanol, produzidos por 48 unidades produtoras sócias, localizadas nos estados de São Paulo, Paraná, Minas Gerais e Goiás. Adicionalmente, comercializa, em regime não exclusivo, a produção de açúcar e etanol de cerca de 50 unidades produtoras não sócias.

O conselho de administração da companhia é integrado por 11 membros, entre os quais dois conselheiros são membros independentes. A presidência do conselho é exercida por um executivo profissional, sem vínculo com as unidades produtoras sócias. Entre as responsabilidades do conselho estão proteger e valorizar o patrimônio social, maximizar o retorno dos investimentos e zelar pelos valores, propósitos e perenidade da Copersucar. A diretoria executiva da empresa é composta por cinco membros, sendo o presidente e os quatro diretores (administrativo financeiro, comercial, de logística e de planejamento), todos, eleitos pelo conselho de administração.

A estratégia de negócio da Copersucar baseia-se na consolidação da oferta e no desenvolvimento de mercados e da logística para fortalecer sua liderança no país e ampliar sua atuação global. A empresa consolida a oferta e ganha escala por meio da expansão da produção das unidades sócias, da atração de novas unidades produtoras e do aumento da comercialização de açúcar e etanol adquiridos de todas essas unidades. Em relação ao desenvolvimento de novos mercados, a Copersucar mantém, como um de seus diferenciais competitivos, a abertura de novos destinos, com negociação de contratos de longo prazo e entrega dos produtos, diretamente, aos clientes no exterior.

A Copersucar S. A. é uma das maiores comercializadoras integradas de açúcar e etanol no mundo. No ano safra 2010/2011, exportou 640 milhões de litros de etanol e comercializou, no mercado interno, 2,91 bilhões de litros, totalizando 3,55 bilhões de litros. A empresa acelera o processo de internacionalização e de atuação global, mantendo e ampliando o relacionamento comercial direto com os clientes, em todos os continentes, investindo em novas oportunidades

de negócios e ampliando parcerias estratégicas comerciais e operacionais. Para aumentar os destinos e ganhar relevância no mercado internacional de etanol, abriu um escritório em Roterdã, na Holanda, e firmou parcerias com representantes exclusivos em Houston e Nova York, nos Estados Unidos. Em 2008, a Copersucar fechou um contrato de cinco anos com o Japão, para fornecimento de 200 milhões de litros de etanol por ano (COPERSUCAR, 2012).

3.2 Resultados da pesquisa empírica na Copersucar: subtema 1 — inovação tecnológica e inovação logística

Neste subtema, foram consideradas as questões sobre inovação, opções tecnológicas, mudanças tecnológicas, relações entre tecnologia e inovação. As bases teóricas para este bloco estão apoiadas no modelo de inovação logística de Grawe (2009, p. 364), no modelo quatro dimensionais de inovação de serviços de Hertog (2000, p. 495), e nas pesquisas de Barras (1986; 1990), Pavitt (1990), Clark e Wheelright (1993), Ballou (2002), Flint *et al* (2005) e Moreira e Queiroz (2007).

Nas análises documentais da empresa e nas entrevistas, foi possível identificar a relevância da inovação tecnológica na logística do etanol, como fator determinante para o sucesso da distribuição do produto. No conceito dos gestores pesquisados, inovação é algo novo ou um melhoramento significativo na distribuição do etanol, com o objetivo principal de reduzir os custos logísticos e atender melhor seus clientes corporativos. Embora não haja uma preocupação em classificar as inovações em incrementais ou radicais, o supervisor de logística lembrou que importante inovação radical está ocorrendo com a implantação de novo modal de distribuição do etanol: o modal dutoviário. A Copersucar detém 20% de participação da Logum Logística S. A., empresa responsável pela construção e operação de sistema logístico de distribuição de etanol, que envolverá transportes multimodais, incluindo dutos, hidrovias, rodovias e cabotagem.

O supervisor de logística descreveu o sistema de distribuição de etanol, para o mercado local e exportação, conforme representado pela Ilustração 32.

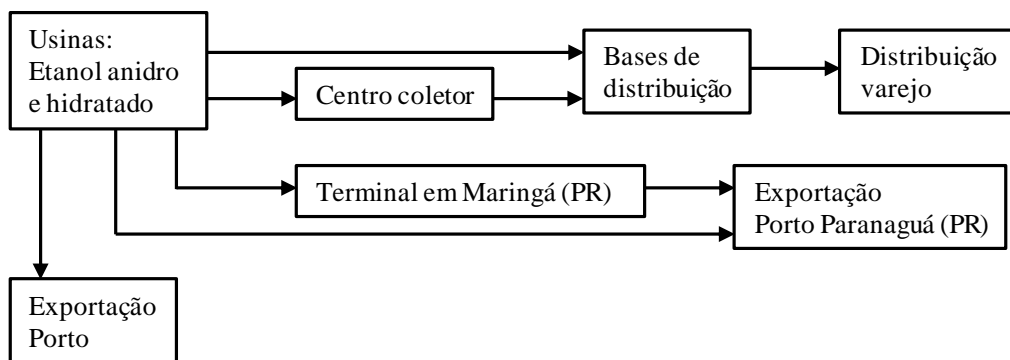


Ilustração 32 - Sistema de distribuição de etanol da Copersucar

FONTE: autor — elaborado a partir de informações da Copersucar (2012)

O etanol anidro e hidratado é transportado das usinas para as bases de distribuição de combustíveis (pertencentes a terceiros), através do modal rodoviário. E também, são transportados das usinas para centros coletores (pertencentes também a terceiros), através do modal rodoviário. Entretanto, dos centros coletores às bases de distribuição, são transportados através do modal ferroviário, o que permite a otimização do sistema logístico, utilizando os modais rodoviário e ferroviário. Nas bases de distribuição, o etanol anidro é adicionado à gasolina, e o etanol hidratado, assim como a mistura gasolina com etanol anidro, é distribuído através do modal rodoviário ao varejo (postos de combustíveis).

Nas exportações, o etanol é transportado, diretamente, das usinas aos terminais de armazenagem, localizados nos portos e pertencentes a operadores logísticos, através do modal rodoviário. Entretanto, para o porto de Paranaguá, utiliza-se, também, o modal ferroviário. Neste caso, o etanol é transportado de caminhão-tanque ao armazém de estocagem do produto em Maringá (PR), pertencente a terceiros, e transportado, apor trens, aos armazéns de etanol no porto de Paranaguá.

3.2.1 Inovação em sistemas de transportes e transbordo

Os gestores entrevistados ressaltaram que a empresa analisa, sempre, a possibilidade de utilizar diversos modais, para reduzir o custo logístico; entretanto, devido à facilidade de oferta e flexibilidade operacional, o modal rodoviário ainda é o mais utilizado. Esse modal obteve, nos últimos dez anos, inovações tecnológicas que melhoraram seu desempenho.

Segundo o supervisor de logística da Copersucar, importante inovação no transporte rodoviário ocorreu em função de estudos realizados no Canadá. O caminhão era composto pelo cavalo trucado (equipamento de tração) e por um semirreboque, transportando, no máximo, 30 metros cúbicos de etanol, o que corresponde a aproximadamente 24 toneladas métricas de produto. No estudo, foi analisada a relação custo-benefício de três configurações:

- A) Carreta, ou seja, o conjunto cavalo trucado com um semirreboque e capacidade de 30 metros cúbicos.
- B) Bitrem, composto pelo cavalo mecânico com dois semirreboques e com sete eixos, com capacidade de carga de 45 metros cúbicos, o que corresponde a aproximadamente 36 toneladas métricas de etanol.
- C) Rodotrem, composto pelo cavalo mecânico e dois semirreboques e com nove eixos. O número maior de eixos permite a utilização de semirreboques maiores, pois há mais distribuição de peso nas vias de transportes, permitindo carga máxima de 60 metros cúbicos o que corresponde a 48 toneladas métricas de etanol.

A configuração C apresentou a melhor relação custo-benefício, e em segundo lugar, ficou a configuração B. Entretanto, a configuração C não foi aprovada, inicialmente, pelos órgãos governamentais brasileiros, e as montadoras de caminhões optaram pela configuração B, produzindo o caminhão bitrem.

Um dos motivos que dificultaram a aprovação do caminhão rodotrem foi a preocupação com a estabilidade, devido ao tamanho do conjunto. Posteriormente, com duas inovações tecnológicas importantes, as montadoras de caminhões solucionaram esse problema. Uma inovação foi o desenvolvimento do sistema de controle de estabilidade, para regular a articulação dos semirreboques; a outra inovação foi a utilização de sistema de freio ABS. Embora a tecnologia de freio ABS já fosse utilizada em outros veículos, principalmente, em automóveis, sua utilização em caminhões foi uma inovação, pois utilizava-se, basicamente, o sistema de freio a lona. Com essas inovações, os fabricantes iniciaram a produção de rodotrem de 25 metros de comprimento, com capacidade para 60 metros cúbicos, e com nove eixos.

Outra inovação tecnológica importante relatada pelos gestores foi o sistema de rastreamento nos caminhões, permitindo a localização instantânea dos veículos da frota, facilitando o

controle de estoque, e principalmente, contribuindo para a segurança da carga.

No transbordo, significativa inovação ocorreu com a substituição do sistema de pesagem pelo sistema de medição de fluxo. Anteriormente, as carretas eram pesadas vazias e cheias (após o carregamento nas usinas), e por diferença de peso, calculava-se a quantidade de etanol carregada. As carretas tinham, também, uma seta metálica, no topo do compartimento de carga, que servia de referencial para calcular o volume carregado. Com a medição da temperatura, feita com termômetro manual, e de posse de uma tabela de conversão, obtinha-se a densidade do etanol: com a densidade e o volume carregado, calculava-se o peso da carga que era comparado com o peso obtido na pesagem. Na descarga, nos terminais de armazenagem e distribuição, utilizava-se, também, o sistema de pesagem.

O sistema de medição de fluxo consistiu na instalação de instrumentos que medem, automaticamente, o fluxo de produto no transbordo, e analisam, também, a qualidade do etanol. Consequentemente, reduziram-se o tempo de transbordo e a análise da qualidade do etanol, minimizando a formação de filas de caminhões, que têm impacto no custo do transporte. Os instrumentos utilizados foram fornecidos por empresas externas, que são especializadas em controle de processo. Portanto, o objetivo principal dessas mudanças tecnológicas foi a redução do custo e a melhora do desempenho logístico.

Outra inovação relevante foi o agendamento de caminhões-tanque. No passado, os caminhões chegavam ao terminal de armazenagem sem programação prévia. Portanto, havia concentração, em alguns horários, ocasionando fila e longa espera para o transbordo do etanol. Em outros horários, havia baias livres para receber o produto, e não havia caminhões para descarregar. Recentemente, foi efetuada uma programação agendada de chegada dos veículos. O agendamento é programado com participação da usina, do armazém de recebimento e da transportadora, com o objetivo de distribuir os caminhões de forma homogênea. Consequentemente, reduziram-se a formação de fila e a espera nas baias de descarga. O tempo de transbordo foi reduzido, significativamente. Não houve necessidade de mudanças tecnológicas nessa inovação logística. O sistema de tecnologia de informação e comunicação já era existente, e a mudança foi, apenas, no processo de recebimento do produto para transbordo, e planejamento conjunto com atores do canal de distribuição.

3.2.2 Inovação em armazenagem e estoque

O supervisor de logística apontou como inovação em armazenagem e estoque a instalação de instrumentos, em alguns tanques de armazenagem e distribuição de etanol, que permitirão a medição e o controle de estoque do produto, automaticamente. O gerente de logística ressaltou que os centros coletores e bases de distribuições pertencem a terceiros. Nas usinas, pertencentes ao grupo, a instrumentação nos tanques de etanol atinge cerca de 10%.

3.2.3 Inovação em tecnologia de informação e comunicação

Os gestores relataram que importante inovação em tecnologia de informação e comunicação ocorreu com a instalação de *software* que permite a gestão do controle de estoque de etanol. Entretanto, mais instrumentos serão instalados, futuramente, nos centros coletores, para possibilitar a automação do sistema de armazenagem e distribuição de produto. O gerente de logística ressaltou que a utilização do *software* de aplicativo empresarial da SAP tem contribuído para a gestão da logística de distribuição do etanol. A Copersucar utiliza o modelo LES, cujo aplicativo facilita o controle de estoque e fluxo de etanol.

Eles apontaram, também, que a mudança tecnológica contribuiu, fundamentalmente, para a inovação na logística do etanol, possibilitando um processo mais ágil e confiante: possibilitou o transbordo de maior volume de produto, sem necessidade de aumento da mão-de-obra; a redução no tempo de operação aumentou o desempenho da logística e a competitividade da Copersucar.

Essas inovações nasceram em função da necessidade de melhora dos resultados financeiros do etanol. Havia necessidade de melhorar as margens financeiras do produto e a redução do custo logístico contribuiu para esse objetivo. Buscou-se transportar mais etanol por equipamento de transporte, reduzindo o custo unitário do frete. Foi possível crescer sem aumentar, na mesma proporção, a mão-de-obra. Portanto, a competitividade foi um fator fundamental para essas inovações. E o desenvolvimento delas foi externo. A ação comercial da própria empresa buscou o que havia de melhor, no mercado em tecnologia, para redução de custo logístico, em parceria com seus operadores logísticos.

O gerente de logística lembrou que a demanda crescente de etanol no mercado externo

incentivou o aumento de produção, e principalmente, a inovação na logística de distribuição do produto. A Copersucar tem puxado a inovação. Os gestores do departamento comercial da empresa têm motivado os colaboradores do departamento operacional a incentivarem seus operadores de logística na busca de inovações, com o objetivo da melhora do desempenho logístico, e conseqüente redução de custos.

Os gestores entrevistados lembraram que não houve muitas barreiras para implementar as inovações. Entretanto, na implementação do caminhão bitrem e do rodotrem, houve demora significativa para obtenção das licenças necessárias para a operação. Houve receio dos motoristas para dirigi-los, devido ao tamanho e à dificuldade inicial para controlar a articulação dos semirreboques. O veículo era muito pesado e tinha restrições de vias para transitar, o que limitava a flexibilidade do motorista. Alguns equipamentos, principalmente o rodotrem, tiveram dificuldades para obter as certificações dos órgãos competentes. A certificação do rodotrem foi mais demorada: a legislação estabelece em 20 metros o comprimento para esse tipo de carga, porém, para melhorar a distribuição da carga, eram necessários 25 metros de comprimento. Foi necessária a emissão de certificado especial para adequar-se à legislação, e aceitar o rodotrem com 25 metros.

Quanto às dificuldades na implantação das inovações descritas no subtema 1, acima descrito, os entrevistados não mencionaram a mão-de-obra como um fator ambiental de dificuldades no processo de geração e implantação de inovação. Ao serem questionados sobre esse tema, eles relataram que a mão-de-obra utilizada é própria, nos tanques de armazenagem do grupo, e nos terminais contratados, os operadores logísticos são responsáveis pela mão-de-obra; nas operações portuárias, a empresa não utiliza da mão-de-obra portuária (estivadores), nas operações de carga e descarga de navios de etanol, até porque trata-se de granel líquido. Portanto, há bastante flexibilidade operacional, não acarretando barreiras nas implantações das inovações.

3.3 Resultados da pesquisa empírica na Copersucar: subtema 2 — mudanças organizacionais na logística.

Apresentam-se, no subtema 2, os achados nas questões sobre formas organizacionais, de que forma a empresa adequou-se às mudanças, no que tange aos recursos humanos e perfis

interpessoais. A base teórica, principal, deste bloco é a dimensão 3 do modelo de quatro dimensões de Hertog (2000, p. 495), assim como as pesquisas de Clark e Wheelright (1993) e Maximiano (2008).

O supervisor de logística declarou que houve pouco impacto na estrutura organizacional da Copersucar, devido às inovações logísticas, porque a maioria dos ativos logísticos que a empresa utiliza pertence a terceiros (operadores logísticos). Entretanto, com a inovação nos sistemas de armazenagem e distribuição nas usinas, houve necessidade de treinamento para atualização de conhecimento, embora os colaboradores já tivessem boa formação técnica. O gerente de logística ressaltou que, nos últimos dez anos, no processo natural de renovação de funcionários, os que foram contratados para a gestão logística e comercial da empresa já possuíam formação superior e conhecimento de mais de uma língua.

3.4 Resultados da pesquisa empírica na Copersucar: subtema 3 — fatores organizacionais

No subtema 3 (fatores organizacionais), apresentam-se os achados referentes à importância do conhecimento, relacionamento, recursos gerenciais e financeiros para a obtenção de novas tecnologias. A base teórica principal deste bloco está assentada no modelo de inovação logística de Grawe (2009, p. 364).

Os gestores entrevistados apontaram a relevância do conhecimento no processo de inovação logística. Há integração dos colaboradores da Copersucar com demais colaboradores das empresas que compõem a rede de suprimento de etanol, principalmente, com os operadores logísticos e órgãos afins, o que facilita a troca de conhecimento. Eles ressaltaram que o perfil dos funcionários da Copersucar sempre foi bom, o que facilitou a aprendizagem, com os treinamentos aplicados pela empresa. Os novos funcionários contratados já vieram com formação superior, focados, principalmente, em administração, engenharia e logística.

Não se constatou, na entrevista, forte incentivo da alta gerência e recursos financeiros disponíveis, com o objetivo de fomentar a inovação. Eles existem, porém não há ênfase nesse processo, embora, inovação seja uma palavra fortemente usada na corporação. A alta gerência valoriza a retenção do conhecimento; há montante financeiro disponível para treinamentos e

cursos, que fazem parte da política de retenção de talentos da empresa. Os gestores entrevistados concluíram que a rede de relacionamento facilita a difusão do conhecimento e a obtenção de novas tecnologias; que são fundamentais na inovação logística do etanol.

Eles ressaltaram que a tecnologia está contribuindo para manter o negócio de etanol competitivo, reduzindo o custo logístico, que ainda é um fator onde há espaço para melhorias. Entregar o produto ao cliente empresarial no prazo, com melhor controle de estoque e no menor custo possível, significa entregar valor ao cliente.

3.5 Inovações tecnológicas em desenvolvimento para o futuro (próximos dez anos)

O gerente de logística apontou como importante inovação tecnológica para o futuro a construção dos dutos para transporte de etanol, projeto já em andamento através da Logum, empresa na qual a Copersucar detém 20% de participação. O duto é um projeto de altíssimo investimento e necessita alto volume de etanol transportado, para que haja um retorno do investimento. Por esse motivo, a Copersucar optou pela parceria com a Logum, que será responsável pela operação do sistema logístico do duto. Essa inovação mudará o processo de transporte de etanol, que, hoje, está muito concentrado na matriz do modal rodoviário. Os caminhões continuarão sendo utilizados, porém no trecho curto (das usinas aos centros coletores) e nos trechos longos, o transporte será feito pelos dutos.

Essa inovação permitirá reduzir o custo da logística do etanol e terá um impacto ambiental positivo, pois reduzirá, de forma significativa, o volume de caminhões transportando etanol em longa distância, o que reduzirá a emissão de gases de efeito estufa. O supervisor de logística apontou que os fabricantes de caminhões também preveem projetos de inovações tecnológicas futuras: montagem de caminhões com materiais mais leves, consumindo menos combustível.

Outra inovação tecnológica futura importante será a automação total do sistema de armazenagem e distribuição de etanol. O projeto consistirá da instalação de instrumentos de medição de fluxo e controle de armazenagem do produto, em todo o sistema logístico do etanol. Fará parte do sistema, também, a integração do processo, através de *software* de gestão empresarial, desde as usinas aos centros coletores e distribuidores e aos terminais de

exportação.

3.6 Expectativas de cenário para o mercado local e internacional para os próximos dez anos

O supervisor de logística relatou que o preço do açúcar não deverá influenciar muito na produção de etanol, para o futuro. Há expectativa de aumento da produtividade de etanol, com novas tecnologias, que permitirão maior eficiência da produção por área plantada de cana-de-açúcar, além do aumento da área plantada e construção de novas usinas. Ele lembrou que outro fator de aumento da produção seria o etanol de segunda geração, entretanto, ainda requer mais investimentos tecnológicos para torná-lo competitivo. O aumento da produção é fundamental para atender a demanda futura para o mercado local, que é de crescimento. Quanto ao mercado internacional, o preço do petróleo continuará afetando a demanda de etanol, porém, mesmo com essa incerteza, devido aos mandatos existentes de países da Europa, Estados Unidos e Japão, a demanda do mercado internacional é, também, de crescimento.

O gerente de logística informou que a recente aquisição da empresa norte-americana Eco-Energy, pela Copersucar, será de fundamental importância para o posicionamento da Copersucar no mercado global. Ele ressaltou que a Copersucar não comprou os ativos de produção da Eco-Energy, e sim, a comercialização e alguns ativos afins. Com isso, a Copersucar criará a maior comercialização de etanol do mundo, com vendas estimadas de 10 bilhões de litros por ano. Com a aquisição da comercialização da Eco-Energy, a Copersucar participará, ativamente, no canal de distribuição de etanol nos Estados Unidos, e atingirá mais fortemente o mercado europeu.

4 Empresa Raízen: resultados da pesquisa empírica sobre os modelos teóricos

Os resultados da pesquisa empírica na empresa Raízen são apresentados neste capítulo, e foram obtidos através de entrevistas com o diretor de *trading* e com o diretor de logística. As informações foram obtidas através de pesquisas documentais, consulta ao *website* da organização, e principalmente, com a aplicação do questionário, que teve como instrumento

de coleta de dados o protocolo de pesquisa que consta de três subtemas: subtema 1 — inovação tecnológica e inovação logística, subtema 2 — mudanças organizacionais na logística e subtema 3 — fatores organizacionais.

4.1 Histórico da Raízen

A Raízen é uma empresa resultante do processo de integração dos negócios da Royal Dutch Shell e Cosan S.A., com 50% de participação de cada empresa. A empresa está entre as cinco maiores companhias do Brasil, em faturamento. Com 24 usinas, a Raízen tem capacidade de produção de 2,2 bilhões de litros de etanol por ano, 4,4 milhões de toneladas de açúcar e tem 900 MW de energia elétrica a partir do bagaço da cana. A Empresa possui 53 terminais de distribuição e comercializa, aproximadamente, 22 bilhões de litros para os segmentos de transporte e indústria, e para sua rede, formada por 4.700 postos de combustível, com as marcas Shell e Esso, e tem 750 lojas de conveniência. Destaca-se como uma das mais competitivas empresas na área de energia sustentável do mundo (RAÍZEN, 2012).

O nome Raízen é a união de duas forças, raiz e energia. A primeira remete à parte das plantas que extrai nutrientes e água, necessários para a vida, e a outra, ao fator crítico para qualquer dinâmica, ou seja, energia. A empresa tem como missão prover soluções de energia sustentável, através de tecnologia, talento e agilidade, maximizando valor para os clientes, acionistas, e contribuindo para a sociedade. E tem, como visão, ser reconhecida, globalmente, pela excelência no desenvolvimento, produção e comercialização de energia sustentável.

O potencial inovador da Raízen está, também, no processo de fabricação do etanol. A empresa inovou, ao instalar peneiras moleculares em suas usinas. Esses equipamentos permitem a obtenção do etanol anidro, sem a necessidade da utilização do desidratante ciclo-hexano, técnica que permite a obtenção de um produto puro e não poluente.

A Raízen exporta parte de sua produção de etanol, composto por álcool para fins industriais, álcool neutro e etanol carburante. Os principais clientes são empresas de exportação e importação, que distribuem o produto a diversos países. No mercado interno, a empresa comercializa, principalmente, etanol anidro e hidratado carburante, por meio de sua rede de postos Shell, além de outros distribuidores de combustíveis, no Brasil, como a Petrobras

Distribuidora S. A., a Texaco Brasil S. A., a Cia Brasileira de Petróleo Ipiranga, entre outros. Os tipos de etanol fabricados pela Raízen são os seguintes:

- Etanol hidratado carburante: utilizado, diretamente, nos motores dos veículos.
- Etanol hidratado padrão nacional: utilizado para uso doméstico e fabricação de éter.
- Etanol hidratado padrão Japão: mesmo uso do padrão nacional, porém trata-se de um etanol de melhor qualidade, mais demandado para exportação.
- Etanol hidratado neutro: etanol mais puro e odor neutro, utilizado para consumo humano em indústria de cosméticos, bebidas, produtos farmacêuticos etc.
- Destilado alcoólico: obtido através da mistura de etanol neutro e água desmineralizada, gerando um produto de graduação alcoólica menor que o hidratado neutro, para fabricação de bebidas alcoólicas.
- Etanol anidro carburante: utilizado como aditivo na mistura com a gasolina.
- Etanol anidro industrial: utilizado na formulação de produto de limpeza, indústria química, e para a fabricação de tintas e vernizes.

A experiência brasileira com etanol de cana-de-açúcar é o mais bem sucedido programa de combustível alternativo já desenvolvido no planeta. O país é único, no mundo, que combina uma ampla frota de veículos bicomcombustíveis — os chamados carros *flexfuel* — com a produção e a distribuição eficiente de etanol, em larga escala (RAÍZEN, 2012).

4.2 Resultados da pesquisa empírica na Raízen: subtema 1 — inovação tecnológica e inovação logística

No subtema 1, referente à inovação tecnológica e inovação logística, foram consideradas as questões sobre inovação, opções tecnológicas, mudanças tecnológicas, relações entre tecnologia e inovação. As bases teóricas para este bloco estão apoiadas no modelo de inovação logística de Grawe (2009, p. 364), no modelo quatro dimensionais de inovação de serviços de Hertog (2000, p. 495), e nas pesquisas de Barras (1986; 1990), Pavitt (1990). Clark e Wheelright (1993), Ballou (2002), Flint *et al* (2005) e Moreira e Queiroz (2007).

Nas análises documentais da empresa e nas entrevistas, constatou-se a forte preocupação com a inovação em logística. O diretor de *trading* foi enfático ao afirmar que a inovação

tecnológica, na logística de distribuição do etanol, será fundamental para definir se o Brasil vai dar um grande passo, na consolidação do etanol como combustível dominante, ou se vai estagnar. A importância da inovação está registrada na missão da empresa, onde se ressalta a relevância de prover soluções de energia sustentável, através de tecnologia, talento e agilidade.

Os diretores entrevistados têm ótimos conhecimentos sobre inovação, e de forma sintética, definem-na como um novo melhoramento significativo no processo ou na gestão de entrega de etanol, algo que é novo para o setor, mesmo que já seja de conhecimento de outros setores (por exemplo, do setor de distribuição de petróleo), a busca de método mais eficiente para entrega de etanol. Consideram inovação algo mais relevante que melhoramento contínuo, porém sem a preocupação em classificá-la em incremental ou radical. No passado, há dez anos, o foco principal da empresa era a produção de etanol (e açúcar). Atualmente, o foco inclui, além da produção, a entrega do produto ao cliente organizacional. Essa mudança de foco intensificou a necessidade de inovação em logística. A Raízen gerencia seu processo logístico, utilizando ativos próprios, e principalmente, de terceiros (operadores logísticos).

Em análise documental e na entrevista com o diretor de logística, foi possível identificar o processo de distribuição de etanol da Raízen, representado pela Ilustração 33.

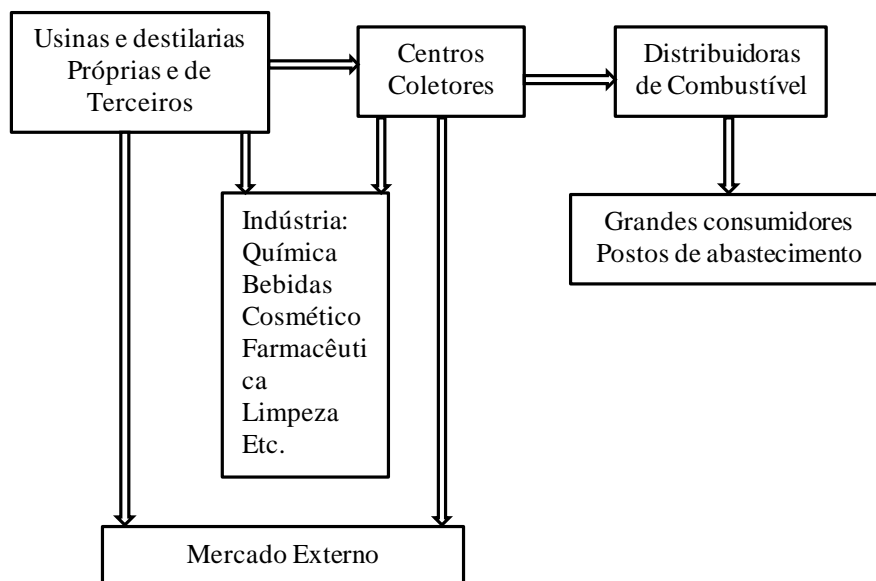


Ilustração 33 - Sistema de distribuição de etanol

FONTE: autor — elaborado a partir de informações da Raízen (2012)

O etanol hidratado e anidro são produzidos nas usinas e destilarias e transportados, via rodoviária, para os centros coletores, que ficam a uma distância de no máximo 150 quilômetros do local de produção. Os centros coletores pertencem à Raízen e alguns são em associações com terceiros. Dos centros coletores, o etanol é transportado, via ferroviária (principalmente) e rodoviária, para as distribuidoras de combustível, onde o etanol anidro é misturado com a gasolina A (oriunda da Petrobras), gerando a gasolina C (mistura de gasolina com etanol anidro). Das distribuidoras, a gasolina C e o etanol hidratado são distribuídos aos grandes consumidores e postos de abastecimento.

O etanol é distribuído, também, para exportação, das usinas, destilarias e centros coletores, aos armazéns de etanol, localizados nos portos, principalmente, em Santos e Paranaguá. Os armazéns de etanol pertencem a terceiros (operadores logísticos); entretanto a Raízen possui alguns tanques próprios, em associação com outras empresas. O transporte para o porto de Santos é através do modal rodoviário, e para o porto de Paranaguá, através dos modais ferroviário e rodoviário. O etanol é distribuído, também, para a indústria de produtos químicos, bebidas, cosméticos, farmacêutica etc.

4.2.1 Inovação em sistemas de transportes e transbordo

O gerente de logística apontou uma mudança de processo de transporte significativa, que foi a mudança no modal, através do crescimento do modal ferroviário. O modal rodoviário era, basicamente, único, e atualmente, utiliza-se transporte ferroviário e rodoviário, na distribuição de etanol, dos centros coletores às distribuidoras, e outros clientes organizacionais.

No transporte rodoviário, os diretores entrevistados relataram, como inovação tecnológica, o aumento da capacidade de transporte dos caminhões, com o projeto do rodotrem. A inovação foi a duplicação do compartimento de carga, permitindo que um único cavalo mecânico (caminhão) possa tracionar dois compartimentos de carga. Com isso, foi possível dobrar a capacidade de transporte por caminhão-tanque. Eles lembraram, também, que a mudança de perfil volumétrico do compartimento de carga, de cilíndrico para um perfil mais triangular, com a base voltada para o solo, melhorou o desempenho do caminhão-tanque, tornando-o mais seguro, pois com essa inovação tecnológica, o centro de gravidade do caminhão ficou mais próximo solo.

Outra inovação tecnológica importante foi a instalação de sistemas de rastreamento por satélite nos caminhões-tanques, possibilitando acompanhar em tempo real a localização da carga. Essa informação, precisa e pontual, contribui para o gerenciamento da logística, além da segurança da carga. A origem dessas inovações tecnológicas é proveniente das montadoras de caminhão-tanque.

O sistema de transbordo de etanol também experimentou relevantes inovações tecnológicas, com a eliminação do sistema de pesagem, utilizado anteriormente. O caminhão-tanque era pesado na entrada do centro coletor (cheio), e após a descarga, era pesado vazio: por diferença de peso, calculava-se a quantidade descarregada. Atualmente, o transbordo da carga é feito sem a pesagem. Foram instalados, nas tubulações que recebem o etanol, instrumentos de medição de fluxo com conversão automática para massa, e instrumentos de análise automática da qualidade do produto. Com essas inovações tecnológicas, foi possível melhorar o tempo de transbordo da carga, e concomitantemente, analisar a qualidade do produto. Essas inovações tecnológicas são provenientes das empresas fornecedoras de instrumentos, entretanto, a ideia do projeto tem, como base, sistemas já utilizados no setor de distribuição de derivados de petróleo.

O diretor de *trading* apontou outra inovação relevante no transbordo de etanol: o agendamento de caminhões-tanque. Quando não havia o agendamento, os caminhões chegavam ao terminal de armazenagem, sem programação prévia de horário, ocasionando, geralmente, filas e demora na descarga. Com a recente programação agendada de chegada dos veículos, é possível programar o horário de descarga, evitando filas nas baias de descargas e reduzindo o tempo de transbordo. Embora, nem sempre os horários sejam cumpridos, devido a fatores externos, o agendamento melhorou o processo de transbordo de etanol. E não foi necessário investimento, pois não houve mudanças tecnológicas nessa inovação logística. Utilizou-se de sistema de tecnologia de informação e comunicação existente. A mudança foi, apenas, no processo de recebimento do produto e no planejamento conjunto com os demais atores do canal de distribuição.

4.2.2 Inovação em armazenagem e estoque

O diretor de logística relatou que houve importantes inovações tecnológicas no sistema de armazenagem e controle de estoque. Foram instalados instrumentos para controle de nível alto nos tanques de armazenagem de etanol, com alarme de nível, permitindo uma operação mais segura no processo de armazenagem. Foram instalados, também, instrumentos de medição de temperatura, permitindo, com a temperatura, calcular a densidade específica e consequentemente, com o volume, calcular a massa de etanol. Todos os instrumentos são digitais, possibilitando a identificação do estoque, de forma precisa. Da mesma forma que nas inovações em transbordo, essas inovações tecnológicas são provenientes dos fornecedores de instrumentos, e a ideia do projeto tem, como base, sistemas utilizados na armazenagem de derivados de petróleo.

4.2.3 Inovação em tecnologia de informação

Nas análises documentais e nas entrevistas, ficou evidenciada a importância da tecnologia de informação e comunicação na inovação logística. Uma das inovações foi em gestão, possibilitada por *software* que permite a otimização da coleta rodoviária entre usinas e centros coletores. Essa inovação permitiu otimizar o transporte rodoviário. Os caminhões-tanques que transportam etanol, das usinas aos centros coletores, retornam às usinas, transportando diesel para consumo interno. Com isso, houve melhor aproveitamento da frota rodoviária e redução no frete, reduzindo os custos logísticos, e consequentemente, contribuindo para a melhora da

competitividade do etanol.

Outra inovação em tecnologia de informação e comunicação foi a utilização de *software* que permite controlar e informar o estoque em tempo real, desde as usinas até os centros coletores e as bases das distribuidoras. O diretor de *trading* ressaltou a importância de conhecer em tempo real o estoque de toda a rede de distribuição de etanol.

Os diretores entrevistados corroboram a relevância da mudança tecnológica na inovação logística, ressaltando que a inovação tecnológica é fundamental para a inovação da logística do etanol, porque agiliza o processo, melhora a eficiência e a eficácia do processo, e conseqüentemente, reduz o custo total da logística, fator vital para o sucesso da distribuição de etanol. Eles apontaram que essas novas ideias nasceram, principalmente, pela prática deles e pela transferência de conhecimento do setor logístico do petróleo para o setor logístico do etanol.

O fato motivacional preponderante para a dissipação de novas ideias foi a mudança de modelo de negócio, que anteriormente era centrado na produção de etanol (e açúcar), e atualmente, é focado na distribuição, além da produção. Conseqüentemente, foi possível mudar o foco da logística, de custo para valor, ou seja, a entrega do produto ao cliente organizacional agregou valor ao negócio de etanol. Portanto, aumentou a necessidade de inovação em logística, para tornar-se competitivo. A gestão da inovação é interna, ou seja, a Raízen incentiva e gerencia o processo de inovação, entretanto a tecnologia é contratada: *softwares*, instrumentos de medições e controles, inovação tecnológica na frota de transporte (operadores logísticos).

Segundo os diretores, não houve grandes barreiras para a implantação das tecnologias: sempre houve a certeza que esse era o caminho. Entretanto, houve uma preocupação com o aumento inicial dos custos, devido às novas tecnologias, e principalmente, porque alguns concorrentes não estavam investindo em novas tecnologias e poderiam competir, inicialmente, com qualidade inferior e preço mais baixo. Quanto às dificuldades na implantação das inovações descritas acima, os entrevistados não mencionaram a mão-de-obra como um fator ambiental de dificuldades no processo de geração e implantação de inovação. Eles relataram que a mão-de-obra utilizada é própria ou de operadores logísticos. Nas operações portuárias, a empresa não utiliza da mão-de-obra portuária (estivadores) para carga e descarga de navios de etanol, porque trata-se de granel líquido. Portanto, há bastante flexibilidade operacional, não

acarretando barreiras nas implantações das inovações.

4.3 Resultados da pesquisa empírica na Raízen: subtema 2 — mudanças organizacionais na logística

No subtema 2, descrevem-se os achados nas questões sobre formas organizacionais, adequação às mudanças, recursos humanos e perfis interpessoais. A base teórica, principal, deste bloco é a dimensão 3 do modelo de quatro dimensões de Hertog (2000, p. 495), assim como as pesquisas de Clark e Wheelright (1993) e Maximiano (2008).

Os diretores de logística e *trading* apontaram que nos últimos dez anos, com as inovações tecnológicas em logística, houve mudanças organizacionais (embora não tão significativas), principalmente, na estrutura, fortalecendo o departamento de logística, e no perfil dos colaboradores. Houve, também, redução relativa de pessoas para as atividades, ou seja, crescimento maior no volume de negócios em relação ao aumento de funcionários. Os funcionários atuais têm formação superior aos anteriores. Para a função de operadores, requer-se, no mínimo, formação técnica e muitos colaboradores têm formação em curso superior. E além disso, a empresa mantém uma matriz de qualificação dos funcionários com treinamento específico, de acordo com as necessidades.

Portanto, para atender às novas necessidades tecnológicas, foi necessária maior qualificação dos colaboradores e bastante investimento em treinamento. O departamento de recursos humanos da Raízen, ao contratar novos funcionários, contemplou a mudança de perfil no processo de seleção. O diretor de logística ressaltou que o próprio mercado de trabalho, com o passar do tempo, passou a oferecer mão-de-obra mais qualificada. O processo de aumento de capacitação da mão-de-obra foi gradual, de tal forma que a relação de substituição de funcionário manteve-se, praticamente, constante. Ele lembrou que, a exemplo dos Estados Unidos, está se tornando comum o aumento de funcionários com curso superior nas organizações.

A alta direção da organização deu total apoio às inovações tecnológicas e às adequações organizacionais, para atender as inovações. Há consciência de todos que, com o novo modelo de negócio, onde, além da produção, contempla-se a distribuição do etanol ao cliente

organizacional, inovação é fundamental.

4.4 Resultados da pesquisa empírica na Raízen: subtema 3 — fatores organizacionais

O subtema 3 (fatores organizacionais) refere-se às pesquisas sobre conhecimento, obtenção de novas tecnologias, relacionamento, influência dos recursos gerenciais e financeiros no processo de inovação. A base teórica principal deste bloco é baseada no modelo de inovação logística de Grawe (2009, p. 364).

Nas pesquisas documentais e nas entrevistas com os diretores, ficou evidente a importância da rede de relacionamento no processo de geração de inovação. A Raízen tem participação efetiva no SINDICOM, e na UNICA. Nessas reuniões, são discutidas, entre outros assuntos, as novas tecnologias para o processo logístico de distribuição de combustíveis, incluindo o etanol. A Raízen participa, também, de grupos de trabalhos. O diretor de logística ressaltou que ele é o representante da empresa no CISLOG, do departamento de Engenharia da Universidade de São Paulo (POLI-USP). Há incentivo da alta gerência e recursos financeiros para obtenção de novas tecnologias; os gestores acreditam que o caminho para a competitividade do etanol brasileiro passa pela inovação em logística, pois a empresa tem um custo anual de 1 bilhão de reais com a rede logística do etanol.

A Raízen incentiva, também, a difusão do conhecimento na implementação da nova tecnologia e na fomentação de inovações. Há, inclusive, uma premiação a funcionários para inovação e difusão do conhecimento. Os diretores ressaltaram que, nas inovações logísticas da distribuição de etanol, é fundamental a gestão do conhecimento, a rede de relacionamento, as novas tecnologias, vindas, principalmente, de outros setores, e o apoio financeiro e gerencial da empresa. Eles ressaltaram que a Raízen mantém um centro de excelência, em Paulínia, para inovação.

A importância da logística do etanol vai além das questões operacionais. O diretor de *trading* apontou que o relacionamento com o cliente organizacional passou de uma simples compra e venda, para a integração total do fornecimento do etanol. O cliente, agora, não precisa preocupar-se com a logística. A Raízen pode e prefere entregar o produto na base do cliente.

O diretor de logística informou que há um grande cliente, onde já se faz a entrega do etanol, inclusive, com o acompanhamento e controle do estoque do cliente. Faz-se, também, a medição de desempenho da logística integrada desse processo.

Segundo o diretor de logística, a inovação tecnológica é relevante para a redução do custo do etanol. A logística tem sido um gargalo, e somente com inovação, esse gargalo será equacionado. A empresa acredita que o etanol de segunda geração também será fundamental para a redução do custo de produção do produto. E o processo de distribuição desse etanol, em princípio, será semelhante, porque a biomassa (bagaço e palha de cana-de-açúcar) será gerada no mesmo local em que é plantada a cana-de-açúcar. O diretor de *trading* ressaltou que a inovação tecnológica é o caminho principal para o etanol brasileiro consolidar-se no mercado internacional.

4.5 Inovações tecnológicas em desenvolvimento para o futuro (próximos dez anos)

Nas pesquisas documentais e nas entrevistas com os diretores, identificou-se importante projeto de inovação tecnológica para o futuro, que consta de um sistema integrado de controle total de estoques de etanol, nas usinas, nos centros coletores, nas bases secundárias, e nos armazéns dos portos para exportação. O projeto consiste em ampliar as instrumentações de armazenagem, controle de transportes e transbordos, automatizando todo o processo logístico, e permitindo uma visão completa e instantânea da toda a rede de distribuição de etanol. Será utilizado um *software* para gestão empresarial — ERP, com o qual será possível balancear os estoques nas usinas, nos centros coletores, nas bases e nos portos. O sistema permitirá, também, otimizar os modais de transporte.

Outro projeto importante, lembrado pelo diretor de logística, é a inovação em transporte com a utilização do modal dutoviário. A Raízen pretende incrementar a participação dos dutos na sua matriz de transporte.

4.6 Expectativas de cenário do etanol para o mercado local e internacional para os próximos dez anos

Mercado local

O diretor de *trading* apontou que o mercado local continuará sendo impactado pelo preço do açúcar, porém a previsão de crescimento do mercado de açúcar não é alta, cerca de 2% ao ano. Em longo prazo, o preço do açúcar não afetaria muito o preço do etanol, como afeta, atualmente. A Raízen busca a redução do custo de produção do etanol, para que, principalmente o hidratado, seja competitivo com a gasolina. O preço da gasolina (praticamente tabelado) prejudica a competitividade do etanol hidratado. Quanto ao anidro, o produto terá sempre o mercado como aditivo da gasolina na mistura gasolina-etanol, com a concentração de anidro de até 25%. O percentual exato varia conforme decisões políticas e econômicas governamentais.

Em análise documental da empresa, constatou-se que, no Brasil, a alíquota do ICMS (Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços), cobrado sobre o etanol, varia entre 12% a 28%. O imposto estadual cobrado sobre o etanol é fundamental na formação de preço final do produto, em cada região. Nos estados de São Paulo, Paraná, Bahia e Goiás, a incidência de impostos sobre o etanol é mais baixa, o que beneficia, diretamente, os consumidores. Outros estados, no entanto, ainda adotam alíquotas de ICMS mais elevadas para o etanol. Além do diferencial de imposto cobrado nos estados, o preço, na bomba de combustível, em cada região, depende, também, dos custos de transporte do etanol e das margens de comercialização, praticadas por distribuidoras e postos revendedores.

Os diretores entrevistados ressaltaram que há necessidade de mudança na tributação do etanol hidratado, para que ele torne-se competitivo, pois a gasolina é subsidiada. Porém, a empresa acredita mais na redução de custo da produção do que em medidas governamentais de redução de impostos para o etanol.

A empresa pretende investir, também, no etanol de segunda geração, com novas tecnologias, permitindo a utilização do bagaço e da folhagem da cana-de-açúcar para aumentar a produção de etanol; aliado a isso, o melhoramento da cana-de-açúcar com a cana geneticamente modificada. Com essas novas tecnologias, aumentaria a produtividade por área de cana-de-

açúcar plantada, e conseqüentemente, diminuiria o custo da produção. A Raízen acredita no crescimento interno do mercado de etanol, porém ressalta que é necessário melhorar a margem do produto, para que, de fato, haja mais investimentos para atender o crescimento esperado da demanda interna.

Mercado internacional

No mercado internacional, o preço do petróleo continuará afetando a demanda de etanol. Porém, devido a mandatos internos dos Estados Unidos da América, do Japão e de alguns países europeus, a demanda de etanol continuará crescendo. O Brasil deverá aumentar sua participação, nesse mercado, a partir de 2014, e a tendência é de crescimento até, pelo menos, 2022.

Outro mercado, local e internacional, com potencial de crescimento para o etanol, é o mercado de produtos químicos. O etanol produzido a partir da cana-de-açúcar já é matéria-prima para a produção do chamado “plástico verde”. Nesse processo, o etanol é transformado em bioetileno, base da produção de bioplásticos, que reduz, consideravelmente, a dependência de fontes fósseis (RAÍZEN, 2012).