Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Escola de Administração
Programa de Pós-Graduação em Administração

Iuri Gavronski

ESTRATÉGIA DE OPERAÇÕES SUSTENTÁVEIS
Produção, Suprimentos, Logística e Engenharia Alinhados com a Sustentabilidade Corporativa

Porto Alegre
2009

Livros Grátis

http://www.livrosgratis.com.br

Milhares de livros grátis para download.

Iuri Gavronski

ESTRATÉGIA DE OPERAÇÕES SUSTENTÁVEIS
Produção, Suprimentos, Logística e Engenharia Alinhados com a Sustentabilidade Corporativa

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Administração.

Orientador: Prof. Luis Felipe Nascimento

Porto Alegre
2009

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

G283e Gavronski, Iuri

Estratégia de operações sustentáveis : produção, suprimentos, logística e engenharia alinhados com a sustentabilidade corporativa / Iuri Gavronski. – 2009.

282 f. : il.

Tese (doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Administração, Programa de Pós-Graduação em Administração, 2009.

Orientador: Prof. Dr. Luis Felipe Nascimento

1. Responsabilidade socioambiental. 2. Gestão socioambiental. I. Título

CDU 504.06

Ficha elaborada pela equipe da Biblioteca da Escola de Administração – UFRGS

Iuri Gavronski

ESTRATÉGIA DE OPERAÇÕES SUSTENTÁVEIS
Produção, Suprimentos, Logística e Engenharia Alinhados com a Sustentabilidade Corporativa

Material para consulta na homepage da Biblioteca da Escola de Administração da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, disponível em http://biblioteca.ea.ufrgs.br/

Conceito final: aprovado

Aprovado em 30 de março de 2009.

BANCA EXAMINADORA

_____

Prof. Dr. João L. Becker – PPGA/UFRGS

_____

Prof. Dr. Luiz A. L. Brito – EAESP/FGV

_____

Prof. Dr. Ely L. Paiva – UNISINOS

_____

Orientador: Prof. Dr. Luis Felipe Nascimento – UFRGS

À Sofia.

AGRADECIMENTOS

Às vezes, coisas de muito valor não têm preço, como disse um dos autores que li para escrever esta tese. É absolutamente impossível fazer um trabalho desta magnitude sem que várias pessoas sejam envolvidas direta ou indiretamente. Também, como parece ser de praxe em qualquer trabalho, o autor sempre acaba esquecendo-se de nominar alguém. Peço, antecipadamente, desculpas a quem eventualmente tenha sido esquecido nos agradecimentos. Isso posto, mesmo correndo o risco de omissões involuntárias, algumas pessoas desviaram-se de seu caminho para ajudar. Com elas partilho o mérito de ter chegado ao fim de mais esta etapa na minha formação acadêmica, a última em termos de titulação, mas certamente não a última em termos de agregação de conhecimento. Entre elas, a pessoa mais importante nesse processo foi minha esposa, Nara M. Müller, tanto pelas palavras de incentivo (às vezes, até pressão) quanto pelas ações efetivas de ajuda na coleta de dados como também na revisão deste documento, sem mencionar o companheirismo em todos os momentos do doutorado. Também quero expressar meus sinceros agradecimentos às seguintes pessoas: a meu orientador, o professor Luis Felipe Nascimento, sempre um grande apoiador do meu processo de aprendizado. Aos avaliadores deste trabalho, os professores João L. Becker, Luiz A. L. Brito e Ely L. Paiva por terem gentilmente aceito dar contribuições ao trabalho e ao seu autor, sendo que o último, além de ter sido avaliador nas qualificações anteriores, também me incentivou muito a fazer o doutorado, quando eu era seu orientando no mestrado. A meus pais, Leo e Emília, cada um a sua maneira, ajudaram bastante para que eu chegasse até aqui (um agradecimento especial ao pai por ter revisado as equações do apêndice). Aos sogros Plínio e Elly e ao cunhado Eraldo pelo apoio logístico durante parte da escrita da tese. À colega Débora N. Hoff, grande incentivadora. Ao professor Jaime E. Fensterseifer, também grande apoiador. À bacharel Clarissa F. Monteiro pela inestimável ajuda durante todo o doutorado. Ao professor Ivo Backes, pela sua revisão cuidadosa do Português. À secretária da Escola de Administração da UFRGS, Luísa Helena Dutra, por toda a ajuda durante o curso. Ao professor Achyles B. Costa pela inestimável discussão sobre a teoria do valor. À amiga Jane Hugentobler, nossa "vizinha" do Texas, enquanto estávamos no Canadá, pelo incentivo e revisões do inglês. Do lado canadense deste curso, não poderia deixar de agradecer ao professor Robert D. Klassen (Rob) pela acolhida na *Richard Ivey School of Business* e por todo o apoio durante o estágio doutoral. Ao professor Stéphane Vachon, da HEC Montreal, e sua esposa, Hye Chong Yi, pela inestimável ajuda na coleta de dados. Ao casal Mary-Anne e

Zenon Andrusyszyn, mais do que "*landlords*", grandes amigos e apoiadores. Ao casal Micha e Nancy Pazner, bons amigos que descobrimos durante o estágio. À professora Pratima Bansal (Tima), uma grande incentivadora dos estudos em sustentabilidade, diretora do *Centre for Building Sustainable Value*, da Ivey. Finalmente, gostaria de agradecer ao CNPq, do Ministério da Ciência e Tecnologia do Brasil, pelo suporte financeiro durante as fases brasileira e canadense desta pesquisa.

RESUMO

O presente trabalho propõe um modelo ampliado de estratégia de operações que considere a dimensão socioambiental em seu conteúdo e o sistema de conhecimento e aprendizagem organizacional em seu processo de formulação e analisa evidências empíricas que validam parte desse modelo. A estratégia de operações de uma organização é o conjunto de decisões relacionadas às metas, recursos e competências operacionais. O modelo proposto preconiza que a estratégia de operações de uma organização é o resultado de cinco vértices: as dimensões competitivas, as categorias de decisão, as atividades da cadeia de valor de operações, o contexto externo das operações e o sistema de conhecimento e aprendizagem organizacionais. A dimensão socioambiental é tanto uma dimensão competitiva, valorizada pelos *stakeholders* externos à organização (parte de seu contexto externo), quanto uma dimensão da competência, ou seja, um conjunto de capacitações internas à operação. Dessa maneira, a dimensão socioambiental apresenta diferentes impactos tanto nas dimensões competitivas, valorizadas pelos *stakeholders* externos, quanto nas categorias de decisão e nas atividades da cadeia de valor de operações, que são recursos e capacitações internos à empresa. A principal contribuição teórica desta tese para a estratégia de operações é a de propor um modelo extensível de formulação que permita incorporar as novas demandas que dinamicamente são impostas aos gestores, tais como um elevado desempenho ambiental. Para validar empiricamente o modelo proposto, foi desenhado um estudo *survey* do tipo transversal, dirigido a gerentes de fábricas nos setores metalmecânico e eletroeletrônico. Essas fábricas são localizadas no Canadá e foram amostradas aleatoriamente, utilizando-se duas bases de empresas: o NPRI (*National Pollutant Release Inventory*), do Ministério de Meio Ambiente canadense, e o Scott's *Directory of Manufacturers*. A amostra resultou em 618 endereços válidos. Os dados foram coletados, usando-se como instrumento de coleta de dados um questionário estruturado, que dispôs de escalas previamente validadas em outros estudos em operações e novas escalas formuladas especificamente para esta pesquisa. Houve 93 respostas, ou seja, 15% de taxa de retorno. Os dados coletados serviram como base para três análises. A primeira análise relaciona as dimensões competitivas de operações com as capacitações e competências ambientais desenvolvidas internamente, mais especificamente a relação entre o investimento em tecnologias ambientais e o desempenho de operações em suas dimensões: preço, qualidade e entrega. Os resultados da primeira análise mostram que o desenvolvimento de produtos sustentáveis é a atividade de maior efeito positivo no desempenho de operações. A segunda análise relaciona o sistema de conhecimento e aprendizagem e a decisão de investimento em tecnologias ambientais. Os resultados da segunda análise revelam que a aprendizagem externa é um preditor importante da escolha por investimentos em desenvolvimento de produtos sustentáveis. A terceira análise relaciona o sistema de conhecimento e aprendizagem com o relacionamento ambiental com fornecedores. Os resultados da terceira análise indicam que as empresas desenvolvem o relacionamento ambiental com fornecedores em etapas: primeiro, incluindo critérios ambientais na seleção de fornecedores potenciais, depois monitorando o desempenho ambiental seus fornecedores e, por último, desenvolvendo capacitações ambientais nos fornecedores. A aprendizagem externa está positivamente relacionada com a última etapa, moderada pelo clima social da fábrica.

Palavras-chave: estratégia de operações; gestão socioambiental; gestão da cadeia de suprimentos

ABSTRACT

The present work proposes an extended model of operations strategy that incorporates the social and environmental dimensions in its contents and the organizational learning and knowledge system in its formulation process, and analyzes the empirical evidences to validate partially this model. The operations strategy of an organization is the set of decisions related to the goals, resources, and operational competencies. The proposed model states that the operations strategy is the result of five vertices: competitive dimensions, decision categories, operations value chain activities, external context, and the organizational learning and knowledge system. The social and environmental dimension is both a competitive dimension, valued by the external stakeholders (part of external context) and a dimension of competencies, that is, a set of capabilities internal to the operations. As such, the social and environmental dimensions show different impacts in the competitive dimensions, the decision categories, and the operations value chain activities. The main theoretical contribution of this dissertation is to propose an extensible operations strategy formulation model, which allows the inclusion of the new demands that are dynamically imposed to the managers, such as higher environmental performance levels. In order to empirically validate the model, a cross-sectional survey was designed, aimed at the plant managers in the fabricated metal products, machinery, electronics, and electrical appliances industries. Those plants are located in Canada, and were randomly sampled using two databases: the Environment Canada's NPRI (National Pollutant Release Inventory) and the Scott's Directory of Manufacturers. The sampling process resulted in 618 valid addresses. Data were collected, using a questionnaire with a mix of previously validated scales and new scales, designed for this study. 93 questionnaires were returned, a response rate of 15%. The data were used in three analyses. The first analysis relates the competitive dimensions in operations with the environmental competencies and capabilities developed internally, that is, the relation between the investment in environmental technologies and operations performance: price, quality and delivery. The results of this first analysis show that product development is the activity with the greater positive impact in operations performance. The second analysis relates the organizational learning and knowledge system and the decision of investment in environmental technologies. The results of the second analysis show that the external learning is an important predictor in the choice of investment in sustainable product development. The third analysis relates the organizational learning and knowledge system with the environmental relationship with suppliers. The results of the third analysis show that the companies develop their environmental relationship with suppliers in steps: first, including environmental criteria in the selection of potential suppliers, then monitoring the environmental performance of its current supply base, and finally developing environmental capabilities in the suppliers. The external learning is positively related with the last step, moderated by the social climate of the plant.

Keywords: operations strategy, environmental management, supply chain management

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

3PL – *Third Party Logistics* (Operador Logístico)

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

CD – Centro de Distribuição

CFPR – *Collaborative Planning, Forecasting, and Replenishment* (Planejamento, Previsão e Reposição Colaborativos)

CEP – Controle Estatísticos de Processos

CRM – *Customer Relationship Management* (Gestão do Relacionamento com Clientes)

CSR – *Corporate Social Responsibility* (Responsabilidade Corporativa Social)

DFE – *Design for the Environment* (Projeto para o Ambiente)

ECR – *Efficient Consumer Response* (Resposta Eficiente ao Consumidor)

FMS – *Flexible Manufacturing Systems* (Sistemas Flexíveis de Manufatura)

IPCC – *Intergovernmental Panel on Climate Change (*Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas)

ISO – *International Standards Association*

JIT – Sistema de Produção *Just-in-time*

LCA – *Life Cycle Analysis* (Análise do Ciclo de Vida)

MRP II – *Manufacturing Resources Planning* (Planejamento de Recursos de Manufatura)

ONG – Organização Não-Governamental

P&D – Pesquisa e Desenvolvimento

PMBOK – *Project Management Body of Knowledge* (Corpo de Conhecimento de Gestão de Projetos), *from PMI*

PMI – *Project Management Institute* (Instituto de Gerenciamento de Projetos)

PMS – *Project Management Systems* (Sistemas de Gerenciamento de Projetos)

RBV – *Resource-Based View* (Visão Baseada em Recursos)

RVO – Rede de Valor de Operações

SKU – *Storage Keeping Unit* (Unidade de Armazenamento)

SGA – Sistema de Gestão Ambiental

TQM – *Total Quality Management* (Gestão pela Qualidade Total)

VOC – *Volatile Organic Compound* (Composto Orgânico Volátil)

WMS – *Warehouse Management Systems* (Sistemas de Gerenciamento de Armazéns)

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Categorias de Decisão Estruturais de Operações 34
Quadro 2 – Categorias de Decisão Infraestruturais de Operações 36
Quadro 3 – Exemplos de Decisões Estratégicas na Rede de Valor de Operações (RVO) 41
Quadro 4 – Sistema de Aprendizagem e de Conhecimento Organizacionais 46
Quadro 5 – Principais Acidentes Ambientais no Século XX 75
Quadro 6 – Propostas de Pesquisa em Decisões Estratégicas Ambientais 86
Quadro 7 – Oportunidades de Atividades Socioambientais das Diferentes Atividades da Rede de Valor de Operações (RVO) 98

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – A Rede de Valor de Operações (Genérica) 38
Figura 2 – O Contexto da Estratégia de Operações 52
Figura 3 – A Pirâmide da Estratégia de Operações 57
Figura 4 – Recursos e Capacitações Ambientais em Operações 93
Figura 5 – Pirâmide da Estratégia de Operações Sustentáveis 103
Figura 6 – Tecnologias Ambientais x Dimensões Competitivas 107
Figura 7 – *Screeplot* das Dimensões Competitivas (9 itens) 108
Figura 8 – Histogramas das Dimensões Competitivas em Operações 110
Figura 9 – Histogramas das Tecnologias Ambientais 110
Figura 10 – Aprendizagem e Conhecimento x Tecnologias Ambientais 134
Figura 11 – *Screeplot* das Dimensões de Aprendizagem e Conhecimento Organizacionais . 135
Figura 12 – Histogramas das Dimensões de Aprendizagem e Conhecimento Organizacionais 137
Figura 13 – Sistema de Aprendizagem e Conhecimento Organizacionais x Relacionamento Ambiental com Fornecedores 161
Figura 14 – Histogramas dos Itens de Relacionamento Ambiental com Fornecedores 163
Figura 15 – *Screeplot* do Relacionamento Ambiental com Fornecedores 164
Figura 16 – Histogramas dos Construtos de Relacionamento Ambiental 166
Figura 17 – Interação entre Clima Social e Aprendizagem Interna no Monitoramento Ambiental de Fornecedores 175
Figura 18 – Interação entre Clima Social e Aprendizagem Externa na Colaboração Ambiental com Fornecedores 176
Figura 19 – Modelo Genérico de Moderação e Mediação a Duas Variáveis 243

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Análise fatorial das dimensões competitivas em operações 109
Tabela 2 – Correlações entre as tecnologias ambientais e suas transformações 114
Tabela 3 – Estatísticas descritivas: dimensões competitivas e tecnologias ambientais 118
Tabela 4 – Regressão múltipla: tecnologias ambientais e dimensões competitivas 121
Tabela 5 – Estatísticas descritivas: dimensões competitivas e tecnologias ambientais 123
Tabela 6 – Regressão múltipla: tecnologias ambientais e dimensões competitivas 125
Tabela 7 – Análise Fatorial das Dimensões da Aprendizagem e Conhecimento Organizacionais 136
Tabela 8 – Estatísticas descritivas: tecnologias ambientais e aprendizagem e conhecimento (critério a) 141
Tabela 9 – Estatísticas descritivas: tecnologias ambientais e aprendizagem e conhecimento (critério b) 143
Tabela 10 – Modelo Logit: Remediação 145
Tabela 11 – Modelo Logit: Fim de Tubo 147
Tabela 12 – Modelo Logit: SGA 149
Tabela 13 – Modelo Logit: Modificações de Produto 151
Tabela 14 – Modelo Logit: Modificações de Processo 153
Tabela 15 – Análise fatorial das dimensões do relacionamento ambiental com fornecedores 165
Tabela 16 – Estatísticas descritivas: relacionamento ambiental com fornecedores e sistema de aprendizagem e conhecimento organizacionais 169
Tabela 17 – Regressão múltipla: relacionamento ambiental com fornecedores e sistema de aprendizagem e conhecimento organizacionais 171
Tabela 18 – Análise de caminhos: relacionamento ambiental com fornecedores e sistema de aprendizagem e conhecimento organizacionais 174
Tabela 19 – Perfil do informante 235
Tabela 20 – Porte das fábricas (número de funcionários) 235
Tabela 21 - Receita das fábricas 236
Tabela 22 – Setores de atuação 236
Tabela 23 – Tamanho da linha de produtos 237
Tabela 24 – Dependência de uma família de produtos 237

Tabela 25 – Idade dos equipamentos de produção 238
Tabela 26 – Investimento em equipamentos de produção 238
Tabela 27 – Participação de capital internacional 239
Tabela 28 – Vendas de produtos desenvolvidos nos últimos 2 anos 239
Tabela 29 – Exportações 240
Tabela 30 – Custos com mão-de-obra 240
Tabela 31 – Dias de estoque em mãos 241
Tabela 32 - Distribuição do estoque na fábrica 241
Tabela 33 – Distribuição dos tipos de processo 242

SUMÁRIO

1 Introdução 16
1.1 A "Nova Economia" Ambiental 17
1.2 Estratégia de Operações Sustentáveis 20
1.3 Procedimentos Metodológicos 21
1.4 Estrutura da Tese 24
2 Formulação de Estratégia de Operações 25
2.1 Conteúdo da Estratégia de Operações 27
2.2 Dimensões Competitivas 28
2.3 Categorias de Decisão 33
2.4 Rede de Valor de Operações 37
2.5 Sistema de Aprendizagem e Conhecimento Organizacionais 41
2.6 Contexto Externo às Operações 48
2.7 O Processo da Estratégia de Operações 55
3 Estratégia de Operações Sustentáveis 61
3.1 Sustentabilidade 62
3.2 O Contexto Externo da Estratégia de Operações Sustentáveis 74
3.3 Dimensões Competitivas em Operações Sustentáveis 81
3.4 Decisões Estratégicas em Operações Sustentáveis 84
3.5 Rede de Valor de Operações Sustentáveis 93
3.6 Aprendizagem e Conhecimento Organizacionais para a Sustentabilidade 98
3.7 Considerações Finais 102
4 Análise 1: Impacto das decisões Tecnológicas Ambientais no Desempenho de Operações 105
4.1 Teoria e Hipóteses 105
4.2 Método de Análise 107
4.3 Análises e Resultados 116
4.4 Discussão 126
5 Análise 2: Impacto do Sistema de Conhecimento e Aprendizagem Organizacionais nas Decisões de Tecnologia Ambiental 130
5.1 Teoria e Hipóteses 130
5.2 Método de Análise 134

5.3 Análises e Resultados 140
5.4 Discussão 154
6 Análise 3: Impacto do Sistema de Conhecimento e Aprendizagem Organizacionais na Gestão Ambiental da Cadeia de Suprimentos 157
6.1 Teoria e Hipóteses 158
6.2 Método de Análise 161
6.3 Análises e Resultados 167
6.4 Discussão 176
7 Conclusão 179
Referências 187
Apêndice A – Carta de Apresentação 221
Apêndice B – Instrumento de Coleta de Dados 222
Apêndice C – Caracterização da Amostra 235
Apêndice D – Moderação e Mediação a Duas Variáveis 243
Apêndice E – Programação para A Obtenção das Análises 253

1 INTRODUÇÃO

A produção industrial tem um grande impacto no meio ambiente em nível global. Por exemplo, o consumo de combustíveis fósseis na atividade industrial é responsável por 15,4% da emissão total de gases do efeito estufa de origem antrópica (OLIVIER *et al.*, 1996, p.36). Da mesma maneira, da água que é captada para os diferentes fins (agricultura, uso residencial, uso industrial e reservatórios), a indústria se apropria em 20,2% do total, embora utilize efetivamente em seus produtos pouco mais do que 10% do total que capta, sendo o restante utilizado para outros fins nos processos produtivos (calculado a partir de SHIKLOMANOV, 1999). Do ponto de vista de consumo de energia, a indústria é responsável pelo consumo de 22,2% de todos os combustíveis fósseis do planeta (calculado a partir de OLIVIER *et al.*, 1996, p.35). Do ponto de vista do uso da terra, o passivo ambiental gerado por muitas empresas industriais é vasto. Só na Europa, estima-se que há dois milhões de áreas previamente ocupadas por fábricas com algum tipo de contaminação do solo, e delas cem mil áreas precisam ser remediadas (UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, 2007, p. 95). Quanto aos resíduos sólidos, a atividade industrial (comparada com mineração, exploração de petróleo e gás, agricultura e outras atividades) é responsável por mais de 50% dos resíduos gerados (HILL, 2004). O Programa Ambiental das Nações Unidas advertiu sobre os riscos do *e-waste* (resíduos da indústria eletro-eletrônica):

> Geralmente é mais barato comprar um novo produto do que atualizar um antigo, o que ajuda a empurrar um aumento anual de 3% a 5% no resíduo eletrônico (*e-waste)*. Mais de 90% dos 20 a 50 milhões de toneladas de *e-waste* geradas todos os anos no mundo terminam em Bangladesh, China, Índia, Myanmar e Paquistão. Setenta por cento do *e-waste* coletado em unidades de reciclagem em Nova Déli (Índia) foi exportado ou disposto por outros países.
> (UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, 2007, p. 225)

Cada vez mais, a mídia está enfatizando os impactos ambientais e tentando informar os tomadores de decisões sobre as diferentes consequências de seus atos de compra. Com essas novas informações, os consumidores e governos estão cada vez mais conscientes e exigentes quanto ao desempenho ambiental das empresas, que, por sua vez, fazem refluir essas exigências a montante em suas cadeias produtivas (ver, por exemplo, WINSTON, 2008). Assim, os gestores de operações precisam acomodar essas demandas. A estratégia de

operações, entretanto, pouco disponibiliza para estes gestores, tanto em proposições teóricas como em pesquisas empíricas, de forma que tais gestores possam incorporar proativamente as demandas ambientais a suas estratégias de operações a fim de obter vantagens competitivas enquanto satisfazem ou se antecipam a essas novas demandas. O presente trabalho procura preencher essa lacuna.

1.1 A "NOVA ECONOMIA" AMBIENTAL

> A pauta do ambiente e da sustentabilidade atingiu um ponto de inflexão, está agora muito mais completamente integrado nos valores do negócio do que todos estávamos tentando conduzir. Portanto, agora é parte integral de marketing, da gestão da cadeia de suprimentos, dos clientes.
>
> Jeff Seabright, Vice-Presidente de Ambiente e Água da Coca-Cola (KIRK, 2008)

A frase acima, publicada recentemente em reportagem de uma revista de negócios de circulação internacional, mostra o quanto algumas empresas estão preocupadas em alcançar um patamar de excelência na área ambiental, alçando executivos da área ambiental ao nível hierárquico de vice-presidência. A preocupação crescente da sociedade com a sua sustentabilidade, ou seja, sua capacidade de atender às necessidades desta geração sem prejudicar a capacidade das gerações futuras em atenderem às suas (WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT, 1987) tem gerado desdobramentos importantes nas estratégias dos negócios.

A sustentabilidade, entretanto, não começa a fazer parte da estratégia das empresas por magia ou automatismo. Precisa existir um esforço racional, humano, consciente, dos gestores da empresa para que a estratégia da empresa incorpore os valores da sustentabilidade (NASCIMENTO; LEMOS; MELLO, 2008). Por exemplo, a Coca-Cola começou a monitorar o uso de água depois de pressionada por grupos sociais na Índia por estar captando água de locais com risco de seca. Depois de sofrer com essa pressão, a empresa começou a estabelecer metas de consumo de água individuais para seus engarrafadores, empresas em geral terceirizadas, em vez de estabelecer uma meta única para todos (COCA-COLA, 2005).

No século XX, apenas em momentos de crise, tanto as empresas quanto os governos e a sociedade se mobilizavam a fim de estabelecer novas regulamentações ambientais, promover ações de remediação ambiental e, apenas nesses momentos, a questão ambiental

ganhava espaço na mídia e na mente dos consumidores (TACHIZAWA; ANDRADE, 2008). Até o final do século XX, praticamente a sociedade e os governos reagiam a eventos pontuais, e as empresas operavam (e muitas ainda operam) de forma reativa às ações dos *stakeholders* externos. As pressões sobre as empresas se manifestavam, normalmente, através de mudanças na regulamentação ambiental, especificando ações governamentais do tipo comando e controle (DIAS, 2006).

Já no final do século XX, os efeitos do aquecimento global começaram a se manifestar. Mais importantes do que o aquecimento, as mudanças climáticas se manifestaram de forma expressiva. Embora ainda haja um debate científico sobre a causa das mudanças climáticas (COTTON; PIELKE, 2007), um lado apontando para a ação humana, o outro reputando a flutuações naturais, o princípio da precaução por si só já seria suficiente para clamar sociedades, governos e empresas à ação. A mídia, entretanto, já tomou partido: de acordo com a imprensa popular, o aquecimento global e as mudanças climáticas são causados pela ação humana. Como formadora de opinião, a ação constante da mídia foi suficiente para elevar a questão ambiental na pauta das discussões do cidadão comum. Os consumidores, apesar de ainda confusos na hora da compra ("de que maneira minha escolha pode mudar isso?"), não tardarão a fazer coro às organizações não-governamentais (ONGs) ambientais e aos órgãos de proteção ao meio ambiente dos governos.

Algumas empresas, atentas a essas mudanças em seus contextos externos, já começam a se movimentar estrategicamente rumo à sustentabilidade de seus negócios. As atenções, tanto da legislação quanto dos organismos internacionais, ainda recaem sobre as indústrias de processo, como a química, a petroquímica, a de bebidas, a de papel e celulose, e sobre o setor energético. Mas não tardará para que o setor de bens de consumo também seja alvo de discussão ampla. Nesse momento, os produtores de produtos eletrônicos, elétricos, de maquinário e de produtos fabricados de metal, alvo desta pesquisa, serão chamados a apresentar sua estratégia de sustentabilidade. Se não forem diretamente instados pelos consumidores, serão pelos seus clientes, os cada vez mais poderosos varejistas, a exemplo da rede Wal-Mart, que começa a exigir de seus fornecedores evidências de responsabilidade social e ambiental (DUKE, 2008).

Para que haja uma estratégia de sustentabilidade, a questão ambiental deve incorporar-se à estratégia corporativa (NASCIMENTO; LEMOS; MELLO, 2008) e, a partir daí, ser desdobrada aos níveis mais básicos. O processo estratégico, apesar de suscitar um certo debate quanto ao seu formato (MINTZBERG, 1994), é geralmente descrito como um

processo hierárquico, iniciando-se na estratégia corporativa, desdobrando-se em estratégias de unidades de negócios e finalmente nas estratégias funcionais: operações, marketing, pessoas, finanças, etc. (WRIGHT; KROLL; PARNELL, 2000; PAIVA; CARVALHO JR.; FENSTERSEIFER, 2004). A estratégia corporativa concentra-se na decisão de atuar em quais mercados, gerando unidades estratégicas de negócios (UENs) focadas numa dada relação produto/mercado (ANSOFF, 1979), enquanto a estratégia de negócios, concebida para cada uma dessas UENs, concentra-se na decisão de como competir nesse mercado específico (HAMBRICK, 1982).

A estratégia funcional de operações é o foco desta tese. A estratégia de operações de uma organização é o conjunto de decisões relacionadas às metas, recursos e competências operacionais de uma organização (HAYES *et al.*, 2008). Apesar de a manufatura ser o motor das economias modernas desde o século XVIII, foi apenas a partir do final da década de 1960 e do início da década de 1970 que os primeiros estudos em estratégia de operações surgiram (SKINNER, 1969, 1974; WHEELWRIGHT, 1978; HAYES; WHEELWRIGHT, 1979). Apesar de ser um ramo jovem da ciência, a estratégia de operações recebeu considerável atenção dentro da área de operações, especialmente nos anos 1980 e 1990, talvez em decorrência da ascensão do paradigma japonês de produção, o Sistema Toyota de Produção (OHNO, 1997), e de seus impactos negativos na manufatura e na balança comercial dos Estados Unidos (WOMACK; JONES; ROOS, 1990). Numa recente revisão da literatura, Dangayach e Deshmukh encontraram 260 artigos sobre estratégia de operações em 31 periódicos e conferências internacionais de grande reputação (DANGAYACH; DESHMUKH, 2001). Esses mesmos autores constataram a ausência do que chamam "estratégia de manufatura no contexto da manufatura verde": o modelo atual de estratégia de operações não contempla a sustentabilidade. Apesar de esforços pontuais (KLASSEN, 1993; SARKIS, 1995; ANGELL; KLASSEN, 1999; CORBETT; KLASSEN, 2006), a estratégia de operações não absorveu a sustentabilidade no *mainstream* de sua pesquisa. O que esta tese propõe – que será visto em mais detalhes no segundo capítulo – é que o problema não reside na questão ambiental nem em sua importância, mas sim na estrutura da estratégia de operações, que é hoje rígida e não comporta extensões de forma dinâmica.

Hoje, algumas empresas já estão implementando estratégias de sustentabilidade, e espera-se que muitas mais venham a fazê-lo nos próximos anos. Não há, entretanto, na literatura de estratégia de operações, indicações de como desdobrar as estratégias sustentáveis, em nível corporativo e empresarial, para a gestão das operações. Não existe, portanto, um

modelo de estratégia de operações sustentáveis que seja amplamente aceito tanto na comunidade acadêmica quanto entre os gestores. Esse é o problema que esta tese tenta resolver.

1.2 ESTRATÉGIA DE OPERAÇÕES SUSTENTÁVEIS

Dado que o ambiente de negócios em que as empresas operam está em constante mutação, é necessário que as empresas desenvolvam capacitações dinâmicas para atender às sempre novas demandas. No caso de empresas industriais, essas capacitações dinâmicas são também criadas no nível da fábrica. Portanto, a formulação da estratégia de operações deve ser extensível, de forma a incorporar as capacitações dinâmicas e seus desdobramentos. Os modelos atuais de formulação de estratégia de operações, entretanto, são rígidos, não permitindo a incorporação de novas capacitações. Considerando que o desempenho ambiental das operações é um importante e novo objetivo de desempenho das operações, como estender o modelo de estratégia de operações de forma a incorporá-lo? E como tornar o modelo de estratégia de operações extensível, de forma a permitir a incorporação futura de novas capacitações?

A fim de resolver este problema, foi formulado o seguinte objetivo geral: propor um modelo estendido de formulação estratégica de operações, que permita incorporar a responsabilidade ambiental, e extensível, de forma a incorporar as capacitações dinâmicas que, futuramente, venham a ser demandadas das empresas de manufatura.

São os seguintes os objetivos específicos deste trabalho:

1. Propor um modelo extensível de formulação estratégica de operações, a fim de incorporar capacitações dinâmicas em sua concepção.
2. Propor um modelo estendido de formulação estratégica de operações sustentáveis, que incorpore a responsabilidade ambiental em sua concepção.
3. Validar empiricamente partes selecionadas do modelo proposto.
4. Avaliar o impacto no desempenho das operações da escolha da tecnologia ambiental.
5. Avaliar o impacto do sistema de conhecimento e aprendizagem organizacionais na escolha das tecnologias ambientais.
6. Avaliar o impacto do sistema de conhecimento e aprendizagem organizacionais na gestão ambiental da cadeia de suprimentos.

1.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para validar empiricamente o modelo proposto, foi desenhado um estudo *survey* do tipo transversal dirigido a gerentes de fábricas[1] nos setores metalmecânico e eletroeletrônico. Tais setores foram escolhidos por se tratar de setores menos visados do ponto de vista regulatório. Outros setores, como, por exemplo, produção de energia elétrica, são sujeitos ao processo de Estudo de Impacto Ambiental (EIA) para cada projeto de expansão. Da mesma forma, os setores metalmecânico e eletroeletrônico têm recebido relativamente pouca atenção dos consumidores e órgãos reguladores, comparados a outros setores mais visados, como a indústria química e de petróleo, comumente relacionados a acidentes ambientais de grandes proporções. Sendo setores menos regulamentados e não tão longamente avaliados do ponto de vista ambiental, os setores escolhidos permitiram validar o modelo de estratégia de operações sustentáveis numa situação quase voluntária, onde pouca pressão da regulamentação ou dos consumidores ocorre. Mesmo assim, uma amostra de empresas de cada setor foi contatada por telefone pelo pesquisador para verificar se as questões-chave poderiam ser respondidas pelo posterior envio dos questionários. O projeto inicial previa a coleta também no setor de borracha e plástico, mas o setor foi descartado após esse contato prévio por telefone por se constatar que o setor era tecnicamente muito distinto dos outros e poderia comprometer a confiabilidade dos resultados.

As fábricas pesquisadas são localizadas no Canadá, país escolhido por algumas razões. Primeiramente, fazer a pesquisa em mais de um país implicaria controlar o fator país, reduzindo o poder de explicação das análises devido às diferenças nacionais na legislação ambiental. Ainda que o Canadá, à semelhança de outros países, como o Brasil, tenha uma legislação ambiental complexa, diferente para cada um dos níveis (nacional, provincial e municipal), a legislação ambiental canadense é muito mais homogênea do que a brasileira, e utilizar dados de mais de um país implicaria inserir um nível adicional de complexidade, requerendo uma amostra maior, o que aumentaria o tempo e os custos de coleta de dados. Depois, dentro de um espectro de exigência e consciência ambiental, o Canadá é um país médio: as exigências da legislação e dos consumidores não são tão altas quanto as verificadas na Alemanha, nem tão baixas quanto as da China, por exemplo(FISCHER, 2006; WOLNIK; FISCHER, 2006). Finalmente, o Canadá foi escolhido pelo fato de ter pesquisadores na área

de gestão de operações sustentáveis: a *Richard Ivey School of Business*, mais especificamente, possui um Centro de Estudos de Sustentabilidade multidisciplinar, com pesquisadores de diversas áreas da Administração, como operações, estratégia e comportamento organizacional. Este pesquisador realizou sua coleta de dados durante seu estágio doutoral, realizado naquele país, sob a orientação do professor Robert Klassen.

As fábricas foram amostradas aleatoriamente, utilizando-se duas bases de empresas: o *National Pollutant Release Inventory* (NPRI), do Ministério de Meio Ambiente canadense, e o *Scott's Directory of Manufacturers* (SDM), uma relação comercial de empresas industriais do Canadá. Uma vez que havia elementos duplicados nas duas listas e um maior interesse em incluir elementos do NPRI para posterior comparação dos dados fornecidos pelos informantes com os dados informados ao Ministério do Meio Ambiente, foram incluídas todas as fábricas do NPRI e a amostra foi completada com uma seleção aleatória do SDM, fazendo-se uso dos critérios de eliminação de duplicidades (KISH, 1965). Os critérios de seleção das fábricas eram: pertencer aos setores estudados (NAICS[2] 332, 333, 334 e 335) e ter mais de 100 empregados. O descarte das fábricas muito pequenas ocorreu para evitar problemas de confiabilidade das respostas, uma vez que fábricas com menos de 100 empregados poderiam não ter todos os indicadores disponíveis para responder ao questionário. Após a geração de uma lista de fábricas, estratificada de acordo com as proporções da quantidade de fábricas existente no país, com base nos dados do Instituto de Estatísticas do Canadá (StatCan), as empresas foram contatadas por uma assistente de pesquisa a fim de verificar se a fábrica ainda existia, qual era o nome do gestor industrial e para onde seria enviado o questionário, além de conferir outros dados, como o número de fax e o endereço postal.

Esse processo de amostragem resultou em 618 endereços válidos. Os dados foram coletados, utilizando-se como instrumento de coleta um questionário estruturado (a versão em inglês está disponível no Apêndice B), que dispôs de escalas previamente validadas em outros estudos em operações e novas escalas formuladas especificamente para esta pesquisa. Para 503 dessas fábricas foram enviados questionários em inglês e para 115 outras fábricas, questionários em francês, traduzidos por um pesquisador bilíngue, o professor Stéphane Vachon, da HEC Montreal. O questionário foi formulado e formatado durante o estágio doutoral do pesquisador na *Richard Ivey School of Business*, da *University of Western Ontario*

---

[1] Neste trabalho, são chamadas "fábricas" todas as unidades produtivas que envolvam transformação desde a fabricação propriamente dita até operações de montagem.

(Ivey), sob a supervisão do professor Robert Klassen . Além do pesquisador e dos professores Robert Klassen e Stéphane Vachon, o questionário ainda foi submetido à análise de um aluno de PhD do programa de Doutorado em Administração da Ivey, que havia atuado muitos anos como gestor industrial, a fim de verificar tanto o entendimento das questões quanto o tempo de preenchimento do questionário. O questionário também foi submetido a outros dois professores da Ivey na área de gestão de operações, Larry Menor e Fraser Johnson, para verificar a qualidade das escalas e a clareza das questões.

Seguindo o procedimento proposto por Dillman (2000), cada respondente recebeu um envelope com papel timbrado da universidade canadense, o livreto do questionário, a carta de apresentação, uma folha de identificação (opcional) e um envelope de resposta com postagem paga. Após duas semanas, foram enviados lembretes por fax para todos os não-respondentes. Depois de quatro semanas do primeiro envio, uma segunda remessa de questionários contendo o kit completo foi feita para todos os não-respondentes. Finalmente, foi tentado, por parte do próprio pesquisador e de uma assistente de pesquisa, um contato telefônico com cada uma das fábricas não-respondentes para conseguir aumentar a taxa de retorno.

Houve 93 respostas válidas, ou seja, 15% de taxa de retorno. Apesar de esse valor ser inferior aos 20% recomendados para pesquisas na área de gestão de operações (MALHOTRA; GROVER, 1998), essas respostas, entretanto, vieram de todas as partes do Canadá e de empresas de todos os setores pesquisados nas proporções esperadas. Assim, os resultados obtidos nas análises dessa amostra podem ser considerados representativos dos setores produtivos para os quais se espera generalizar os resultados. Uma caracterização da amostra com mais estatísticas descritivas pode ser encontrada no Apêndice C.

Os dados foram trabalhados com análise fatorial exploratória e alfa de Cronbach a fim de verificar as propriedades psicométricas dos construtos (CHURCHILL, 1979). As relações entre os construtos foram avaliadas, utilizando-se de técnicas multivariadas de análise de dados (HAIR *et al.*, 1998), calculadas com o pacote estatístico R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2007).

---

[2] *North American Industry Classification System* (NAICS) é o sistema de classificação de atividades norte-americano comum ao Canadá, Estados Unidos e México.

1.4 ESTRUTURA DA TESE

Esta tese está estruturada, a partir do capítulo introdutório, em três partes. A primeira parte da tese trata da proposição do modelo de formulação de estratégia de operações sustentáveis. No capítulo 2, **Formulação de Estratégia de Operações**, propõe-se um modelo extensível de estratégia de operações que permita incorporar as capacitações dinâmicas que vão surgindo no mercado ao longo do tempo, ao processo de formulação estratégica. No capítulo 3, **Estratégia de Operações Sustentáveis**, apresenta-se um modelo estendido de formulação de estratégia de operações em que a responsabilidade ambiental, como capacitação central nos primeiros anos do século 21, impõe uma série de novas variáveis no processo decisório dos gestores de operações e da alta administração, portanto na formulação das estratégias de operações.

Na segunda parte da tese, há uma validação empírica parcial do modelo proposto. No capítulo 4, é apresentada a **Análise 1: Impacto das decisões Tecnológicas Ambientais no Desempenho de Operações**. Neste estudo, é verificada a hipótese de que a escolha da tecnologia ambiental (controle da poluição, prevenção da poluição ou sistema de gerenciamento ambiental) está relacionada com um padrão distinto em cada uma das dimensões de desempenho de operações, controladas as demais variáveis. No capítulo 5, é apresentada a **Análise 2: Impacto do Sistema de Conhecimento e Aprendizagem Organizacionais nas Decisões de Tecnologia Ambiental**, onde se investigam as relações existentes entre as dimensões do sistema de conhecimento e aprendizagem organizacionais e a alocação de recursos, portanto a decisão do gestor de operações, estabelecendo a relação interna ao sistema de produção com a gestão ambiental. No capítulo 6, é desenvolvida a **Análise 3: Impacto do Sistema de Conhecimento e Aprendizagem Organizacionais na Gestão Ambiental da Cadeia de Suprimentos**, em que são investigadas as hipóteses que relacionam as dimensões do sistema de conhecimento e aprendizagem organizacionais com as modalidades de interação da empresa com seus fornecedores para aumentar o desempenho ambiental destes de forma a validar o modelo de estratégia de operações sustentáveis e sua interface com a cadeia de suprimentos.

Finalmente, na terceira parte, apresentam-se considerações finais, implicações gerenciais, limitações desta pesquisa e recomendações para trabalhos futuros.

2 FORMULAÇÃO DE ESTRATÉGIA DE OPERAÇÕES

A estratégia de operações é o conjunto de decisões relacionadas às metas, recursos e competências operacionais de uma organização (HAYES *et al.*, 2008). Historicamente, "estratégia de operações" deriva – e tem sido usada de forma intercambiável – de "estratégia de manufatura", um termo cunhado por Skinner no seu clássico artigo de 1969 (SKINNER, 1969).

Para Skinner (1969), as empresas cometem o erro de acreditar que uma boa operação de produção consiste em sempre ter custos baixos e alta eficiência, quando nem sempre a "tarefa da produção" é produzir barato. Além disso, a alta administração, em geral, não entende as demandas da produção, de alto conteúdo técnico, e atribui a ela um conjunto muito amplo de requisitos conflitantes sem levar em conta que muitas das dimensões de desempenho das operações envolvem *trade-offs*. Por exemplo, não é eficiente ser um fabricante de produtos de consumo de baixa margem de contribuição (por exemplo, margarina), tendo um processo desenhado para trabalhar em baixa escala (layout por processo, processo intensivo em mão-de-obra, tecnologia manual, etc.). Dessa maneira, o desenho do sistema produtivo de uma empresa (ou de uma unidade dela, como uma fábrica) deveria respeitar tais limitações e reduzir o escopo de cada uma de suas unidades de modo que cada unidade fosse otimizada para uma "tarefa da produção" – a "fábrica focalizada" (SKINNER, 1974). Conforme Skinner, a "tarefa de produção" deveria ser definida fora da produção, na estratégia corporativa ou de marketing: fazer produtos caros e em baixo volume (por exemplo, a divisão da Boeing que fornece componentes para a NASA) ou produtos "baratos" e em alto volume (por exemplo, a divisão da 3M que fabrica o "post-it"), mas não ambas as coisas, ao mesmo tempo, na mesma fábrica. Assim, a estratégia de manufatura consiste em duas atividades: identificar uma "tarefa da produção" para cada fábrica e desenhar o sistema produtivo, respeitando os *trade-offs* impostos pela tecnologia vigente de forma a atender a essa "tarefa da produção".

A estratégia de produção, porém, não pode ser formada no vácuo (FINE; HAX, 1985). Para entender a estratégia de produção, é preciso também entender seu contexto, ou seja, sua consistência com o ambiente interno (as demais funções organizacionais e a estratégia organizacional, como já propôs Skinner) e consistência com o ambiente externo à organização. E, nesse sentido, as mudanças ocorridas no ambiente de negócios a partir da década de 1980 foram decisivas para conformar o que hoje é chamado de estratégia de

operações. Quatro importantes fenômenos do contexto dos negócios serão destacados: a manufatura enxuta, o conceito de competências, a cadeia de valor e o meio ambiente.

A manufatura enxuta (WOMACK; JONES; ROOS, 1990) é uma filosofia empresarial que surgiu na *Toyota Motor Company* e que já recebeu diversas denominações: Sistema Toyota de Produção (OHNO, 1997), sistema de produção com estoque zero (SHINGO, 1996), competição baseada no tempo (STALK, 1988), produção *just-in-time* (HUSON; NANDA, 1995), manufatura ágil (ZHANG; SHARIFI, 2000), etc. A manufatura enxuta é baseada em algumas ferramentas gerenciais mais básicas: gestão pela qualidade total (TQM), envolvimento do pessoal operacional na solução de problemas, tempo reduzido de *setup/changeover*, layout celular, ênfase na manutenção preventiva, relacionamento de parceria com fornecedores confiáveis, produção puxada pela demanda (*kanbans*) (TU; VONBEREMBSE; RAGU-NATHAN, 2001), redução dos estoques (SHINGO, 1996) e tempo reduzido de desenvolvimento (WOMACK; JONES; ROOS, 1990). Do ponto de vista da estratégia de produção, o estudo dos efeitos das primeiras implementações de manufatura enxuta parecia indicar o fim dos *trade-offs* em manufatura (CORBETT; VAN WASSENHOVE, 1993a). Ou seja, uma fábrica não precisa ter de escolher entre um processo flexível que consiga produzir pequenos lotes de produtos de boa qualidade e inovadores, e um processo que produza produtos baratos: basta implantar manufatura enxuta. Havia uma aparente tensão entre a teoria dos *trade-offs* em produção e uma nova teoria, das competências cumulativas, ou "cone de areia" (FERDOWS; DE MEYER, 1990). Pela teoria das competências cumulativas, uma melhora da qualidade permite conquistar uma melhora na flexibilidade e ainda uma melhora nos custos de produção. Como apontou Skinner (1992; 1996), a nova filosofia de produção mudou os *trade-offs* de lugar, mas eles continuam existindo (para evidências empíricas, ver PAGELL; MELNYK; HANDFIELD, 2000). Mais importante do que isso, as curvas de *trade-off* mudaram de lugar (SKINNER, 1992), mas as fronteiras de desempenho ainda existem, exigindo que os gestores sejam capazes de estabelecer qual caminho estratégico devem seguir ao mudarem as relações entre as diferentes categorias de decisão da produção (CLARK, 1996). Portanto, o debate da década de 1990 entre *trade-offs* e competências cumulativas se mostrou um falso debate: ambas as coisas existem. É possível configurar um sistema produtivo tanto mudando a relação entre categorias de decisão e mantendo os *trade-offs* atuais quanto empurrando a fronteira de desempenho para um outro patamar, alterando a relação entre as categorias de decisão da produção e estabelecendo outras relações de *trade-off* (SCHMENNER; SWINK, 1998).

A estratégia de operações costuma ser tradicionalmente tratada por três aspectos distintos: conteúdo, processo e contexto (FINE; HAX, 1985; ANDERSON; CLEVELAND; SCHROEDER, 1989; LEONG; SNYDER; WARD, 1990; MINOR; HENSLEY; WOOD, 1994; SWINK; WAY, 1995; DANGAYACH; DESHMUKH, 2001; BOYER; SWINK; ROSENZWEIG, 2005). O conteúdo refere-se ao **"quê"** da estratégia, ou seja, o conjunto de decisões estratégicas a ser tomado e seu impacto nas dimensões de desempenho das operações. O processo refere-se ao **"como"** da estratégia, ou seja, como a estratégia de operações efetivamente ocorre. O conteúdo é como uma foto, enquanto o processo é um filme. Já o contexto da estratégia é o **"porquê"**, ou seja, o conjunto dos *stakeholders* (partes interessadas), internos e externos à organização, que legitima a existência da estratégia de operações.

Para que a estratégia de operações seja mais bem descrita, faltam ainda, na literatura revista, outros três aspectos distintos: o "onde", o "quem" e o "quando". O **"onde"** é o conjunto de atividades da rede de valor de operações (DE TONI; FILIPPINI; FORZA, 1992; SKINNER, 1996; PAIVA; CARVALHO JR.; FENSTERSEIFER, 2004) onde a estratégia será implementada. O **"quem"** é o papel dos executivos dos mais diversos níveis na organização e dos trabalhadores a fim de conceberem e operacionalizarem a estratégia de operações. O **"quando"** é a decisão sobre a frequência com que a estratégia de operações tem de ser revista ou a identificação de algum evento "gatilho" que torna a revisão da estratégia necessária, bem como o tempo despendido para a implementação de uma mudança estratégica em operações. O último aspecto (quando) foge do escopo desta tese e deve ser abordado em trabalhos futuros. O conteúdo da estratégia de operações (quê), o processo de formulação da estratégia de operações (como), a rede de valor de operações (onde), o sistema de aprendizagem e conhecimento organizacionais (quem) e o contexto externo (porquê) serão tratados nas seções seguintes.

2.1 CONTEÚDO DA ESTRATÉGIA DE OPERAÇÕES

O conteúdo da estratégia de operações é tradicionalmente dividido em categorias de decisão estratégicas e dimensões competitivas (MINOR; HENSLEY; WOOD, 1994; DANGAYACH; DESHMUKH, 2001; BARNES, 2002; BOYER; SWINK; ROSENZWEIG, 2005). As dimensões competitivas são os aspectos em relação aos quais os clientes valorizam

os produtos/serviços da empresa e que definem o padrão de concorrência do setor, como preços ou velocidade de entrega. As decisões estratégicas de operações são as áreas de operações em que as decisões são tomadas, como capacidade produtiva, tecnologia de processo, planejamento e controle da produção, entre outras. Um aspecto menos comum do conteúdo da estratégia de operações, a ser tratado neste trabalho, é a rede de valor de operações. Com a expansão do conceito de estratégia de produção para estratégia de operações, é importante saber em que atividade da rede de valor a estratégia está acontecendo. Um modelo de formulação estratégica será proposto ao final deste capítulo.

2.2 DIMENSÕES COMPETITIVAS

As dimensões competitivas são medidas de desempenho das operações percebidas e valorizadas por seus clientes, como preço, qualidade, velocidade de entrega, etc. O conceito de dimensão competitiva não é homogêneo na literatura, ora sendo utilizado como uma capacitação interna da produção, como custo ou troca rápida de produtos na linha de montagem, ora como uma competência externamente percebida, como preço ou flexibilidade de entrega (CORBETT; VAN WASSENHOVE, 1993a). Essa última definição de dimensão competitiva é a adotada neste trabalho, sendo consistente com a teoria da visão baseada em recursos (RBV) (WERNERFELT, 1984; GRANT, 1991).

Ao propor que a estratégia de produção começa na identificação da "tarefa da produção", Skinner (1969) desencadeou a busca do "elo perdido" da estratégia. Wheelwright (1984), por exemplo, relaciona "qualidade, confiabilidade, flexibilidade e preço/custo" (sic) como possíveis "prioridades competitivas".

Considerar, no entanto, preço e custo como sinônimos, como fez Wheelwright (1984), pode levar a confusões sérias. Uma empresa pode optar por ter baixos custos para poder praticar baixos preços e competir num mercado sensível a essa dimensão, como é o caso das grandes redes varejistas, como Wal-Mart e Tesco, e algumas companhias aéreas, como a Southwestern e a Gol, ou optar por ter custos baixos e altos preços, podendo, com as altas margens, pagar os custos de pesquisa e desenvolvimento (P&D) de produtos intensivos em tecnologia e de curto ciclo de vida, como eletrônicos de consumo. A Apple, por exemplo, subcontrata, para a montagem de seus executores de mídia iPod, empresas chinesas por U$4 a

unidade e revende tais produtos por U$299 no mercado norte-americano, auferindo uma margem de U$ 80 por unidade (VARIAN, 2007).

De forma semelhante, a confusão entre confiabilidade de processo e qualidade de produto também pode levar a conclusões errôneas. Primeiro porque qualidade de produto pode ter múltiplas interpretações (GARVIN, 1996). Segundo, e mais importante, porque confiabilidade de processo e qualidade de produto se referem a "camadas" distintas do sistema produtivo. Uma empresa pode utilizar a sua confiabilidade de processo para entregar produtos que não ofereçam riscos ao consumidor e tenham um desempenho homogêneo, como a Toyota e o MacDonald's, mas competir de forma totalmente diversa. A Toyota, por exemplo, utiliza sua confiabilidade de processo para alavancar outras características, como a habilidade de produzir uma variedade maior sem perda de eficiência (WOMACK, 1992), enquanto o MacDonald's é conhecido por entregar, de forma rápida e consistente, uma gama extremamente restrita de produtos homogêneos (LEVITT, 1972) e de "qualidade" (conformes a uma especificação). Confiabilidade de processo, portanto, pode servir a "tarefas de produção" totalmente distintas.

É importante, portanto, distinguir as habilidades internas do sistema produtivo das competências externas às quais elas se prestam (CORBETT; VAN WASSENHOVE, 1993a; CONTADOR, 1995b, 1995a; COATES; MCDERMOTT, 2002), e que devem ser o foco da estratégia de operações (HILL, 1989).

Durante um certo período, houve um esforço acadêmico em definir uma lista de dimensões competitivas. Alguns autores, baseados em Porter (1985), dividiram as dimensões competitivas em custo e diferenciação. Já para Wheelwright (1984), possíveis "prioridades competitivas" (dimensões competitivas) são qualidade, confiabilidade, flexibilidade e preço. Por outro lado, Miller e Roth (1994) definiram "capacitações competitivas" (dimensões competitivas) como sendo baixo preço, flexibilidade de projeto, flexibilidade de volume, conformidade, desempenho, velocidade, confiabilidade de entrega, serviços pós-venda, publicidade, ampla distribuição e ampla linha de produtos. Hill (1989) afirmou que a "tarefa estratégica da produção" é fazer com que os critérios valorizados pelos clientes sejam incorporados aos produtos e tenham um desempenho melhor do que os concorrentes. Para tanto, Hill divide tais critérios em "qualificadores" e "ganhadores de pedido". Critérios qualificadores são os requisitos mínimos que os clientes exigem de um dado produto, enquanto os critérios ganhadores de pedido são os atributos importantes na escolha de um fornecedor por parte dos clientes-alvo. Hill elencou como possíveis "critérios competitivos"

(dimensões competitivas) preço, qualidade (conformidade), velocidade e confiabilidade de entrega, gama de cores, gama de produtos, design (no sentido estético da palavra), imagem da marca e suporte técnico (1989, p. 38).

Pode-se fazer uma analogia dos critérios qualificadores e ganhadores de pedido de Hill (1989) com os fatores higiênicos e motivadores de Herzberg (2003): à semelhança dos fatores higiênicos, ou satisfacientes, o cumprimento de (ou a excelência em) critérios qualificadores por parte de uma empresa não motiva o cliente para a escolha dessa empresa como fornecedora, mas sua ausência pode significar a perda do pedido. Por exemplo, se o mínimo que os clientes esperam é comprar frutas frescas, ter frutas frescas não será um diferencial competitivo, mas ter frutas velhas fará com que uma dada quitanda perca o pedido do cliente.

Essa classificação, porém, é dinâmica: se todas as quitandas oferecem frutas frescas, comprar frutas frescas passa a ser o mínimo que os clientes esperam, e oferecer frutas frescas não será um diferencial, mas ter frutas velhas faz com que o cliente compre de outro fornecedor. Entretanto, se nenhuma quitanda tiver frutas frescas, ter frutas frescas passará a ser um ganhador de pedido. Como apontou Porter (1996), à medida que os concorrentes imitam um diferencial competitivo, ele passa a ser efetividade operacional, ou seja, deixa de ser um diferencial competitivo para ser apenas um critério qualificador.

Garvin (1993) propôs uma lista das possíveis "prioridades estratégicas" (neste trabalho, chamadas de dimensões competitivas): custo, qualidade, entrega, serviço e flexibilidade. Garvin (1993), ainda, dividiu essa lista numa extensa relação analítica: o custo podia ser dividido em custos iniciais, custos de operação, custos de manutenção; a qualidade podia ser divida em desempenho, características extras, confiabilidade, conformidade, durabilidade, "serviçabilidade", estética e qualidade percebida; a entrega, em acuracidade, completude, confiabilidade, disponibilidade do material, velocidade, disponibilidade da informação, qualidade pós-entrega, facilidade de pedido, flexibilidade de pedido, flexibilidade de envio, facilidade de retorno; o serviço, em suporte ao cliente, suporte às vendas, solução de problemas, informações internas; a flexibilidade, em flexibilidade de produto, flexibilidade de volume e flexibilidade de processo. Finalmente, cada uma das flexibilidades podia ser divida em flexibilidade de produto: novos produtos, personalização, modificações; flexibilidade de volume: previsões incertas, inclinação da curva de aprendizado[3]; flexibilidade de processo:

---

[3] No original, *ramp-ups*. *Ramp-up* é o tempo entre o início da produção de um novo produto até a plena utilização da capacidade produtiva (TERWIESCH; E. BOHN, 2001).

flexibilidade de mix, flexibilidade de troca de produto na linha de produção, flexibilidade de roteiro, flexibilidade de materiais, flexibilidade de sequência.

Apesar de meritório, o esforço de Garvin esbarrou em algumas limitações: a primeira delas é a confusão entre atributos visíveis, portanto capazes de determinar a compra por parte do cliente, e invisíveis, que não podem ser identificados pelos clientes. Corbett e Van Wassenhove (1993a) distinguiram as dimensões da competição das dimensões da competência. As dimensões da competição (dimensões competitivas) são os elementos do composto de marketing que determinam a posição competitiva de uma empresa (preço, produto, praça), enquanto as dimensões da competência (custo, qualidade e tempo) são capacitações internas da produção estruturadas a fim de atender às dimensões da competição. Enquanto Corbett e Van Wassenhove apresentaram uma importante distinção entre atributos externamente reconhecidos e valorizados (à semelhança dos campos da competição (CONTADOR, 1995a)) e capacitações internas (ou armas da competição (CONTADOR, 1995b)), esses mesmos autores induziram a uma confusão conceitual, pois a definição de "qualidade" (competência) e "produto" (competição) é a mesma. Como mostram os exemplos da Toyota e do MacDonald's, anteriormente apresentados, qualidade tanto pode ser uma dimensão interna quanto externamente percebida. Na classificação de Garvin (1993), por exemplo, a inclinação da curva de aprendizado, que tem uma série de consequências competitivas importantes, como redução de custos (e talvez de preços) e disponibilidade ampla do produto, não pode ser identificada pelos clientes, a não ser num mercado industrial, onde o cliente é uma fábrica que conhece profundamente seu fornecedor e que esteja solicitando uma peça exclusivamente projetada para seu próprio uso. E esse exemplo leva a uma segunda limitação da lista proposta por Garvin: ela varia entre os diferentes setores de atividade. Certamente, alguns atributos são comuns a várias empresas, mas a lista para uma empresa que atua num mercado industrial (*business-to-business*) é diferente da de uma empresa de bens de consumo, que é diferente para empresas que atuam em ramos muitos distintos de prestação de serviços.

A segunda limitação da lista de Garvin (1993) – e essa limitação é comum a todas as listas – é expressa pela questão: é possível ter uma lista completa e duradoura? De uma certa maneira, responder sim a essa questão implicaria não só negar a distinção entre os setores, já apontada, mas também negar o fato de que os mercados mudam. Ou seja, o que os clientes valorizam hoje não são os mesmos atributos valorizados há 50 anos e certamente não serão os mesmos atributos que serão valorizados daqui a 50 anos. Implica também negar que os

mercados têm características locais, intrínsecas a sua cultura. As porções de alimentos no Canadá, por exemplo, são muito maiores do que no Brasil, mas os canadenses acham as porções oferecidas nos restaurantes dos EUA enormes. Ou seja, uma lista completa e duradoura de atributos, ou dimensões competitivas, requereria mercados homogêneos não apenas do ponto de vista de processo produtivo, mas também estáveis e homogêneos na dimensão temporal e geográfica, o que certamente não acontece.

Se os processos produtivos são heterogêneos entre os diferentes setores produtivos e se os mercados são dinâmicos, portanto as dimensões competitivas também devem ser dinâmicas. Do ponto de vista da prática gerencial, a formulação da estratégia de operações requer a captura de informações a respeito das dimensões valorizadas pelos clientes de cada um de seus mercados-alvo, a estruturação de um conjunto de capacitações para atender a cada um destes mercados e o constante monitoramento das dimensões competitivas valorizadas pelos clientes a fim de rapidamente alterar as capacitações. Isso requer que as capacitações sejam dinâmicas (TEECE; PISANO; SHUEN, 1997), ou seja, possam ser alteradas rapidamente. Para tanto, as empresas, em vez de se concentrarem num conjunto de capacitações internas, como capacidade de armazenamento ou tecnologias de produção flexíveis (FMS), devem ser capazes de desenvolver competências centrais (PRAHALAD; HAMEL, 1990) a fim de, dinamicamente, construir novas capacitações de produção, que permitirão mais rapidamente atender às novas dimensões competitivas que os clientes começaram a valorizar. Portanto, mais importante do que gerar uma lista completa de atributos, o que é impossível, é entender o que caracteriza uma dimensão competitiva e o que a torna uma vantagem competitiva, seja como atributo qualificador ou ganhador de pedido.

Duas condições simultâneas deveriam ser atendidas para que um determinado atributo fosse considerado uma dimensão competitiva na formulação da estratégia de operações: decorrer de um conjunto de capacitações da área de operações e trazer à empresa vantagens competitivas (adaptado de JIMÉNEZ; LORENTE, 2001, p.1560).

Para explicar como as dimensões competitivas geram vantagens competitivas, este trabalho utiliza a teoria da RBV (*Resource-Based View* – Visão Baseada em Recursos). O arcabouço teórico da RBV tem sido usado, com sucesso, para explicar a estratégia de operações (por exemplo, PAIVA; ROTH; FENSTERSEIFER, 2002; por exemplo, SCHROEDER; BATES; JUNTTILA, 2002, 2008). Segundo a RBV, os recursos de uma empresa para criar vantagens competitivas precisam atender a quatro critérios: serem valorizadas pelos clientes, serem raras, serem imperfeitamente imitáveis e serem não-

substituíveis (BARNEY, 1991) – o critério "VRIN". Nos artigos seminais da RBV (WERNERFELT, 1984; BARNEY, 1991), não havia distinção entre recursos: todos os ativos, capacitações, processos organizacionais, atributos da empresa, informações e conhecimento da empresa eram considerados "recursos". Essa definição, entretanto, reduz o poder de explicação dos recursos (CONNER, 1991), pois, se tudo na empresa são recursos, não há como identificar a fonte da vantagem competitiva. Para Grant (1991), porém, existe uma diferença entre recursos (ativos tangíveis) e capacitações (ativos intangíveis). Segundo esse autor, a longevidade da vantagem competitiva depende dos seguintes fatores: durabilidade, transparência, transferibilidade e replicabilidade. Em todos esses fatores, os ativos intangíveis são superiores aos tangíveis. Assim, as capacitações trazem maior longevidade à vantagem competitiva do que os recursos dos quais elas dependem. Tais ideias já foram empiricamente testadas e validadas (ver, por exemplo, GREWAL; SLOTEGRAAF, 2007).

As dimensões competitivas da estratégia de operações, então, deveriam ser capacitações geradas a partir dos recursos das operações da empresa e que atendessem ao critério VRIN (valor, raridade, inimitabilidade, não-substitutibilidade). Dessa forma, recursos internos, como máquinas e equipamentos, ou mesmo sistemas de informação, não deveriam ser considerados dimensões competitivas, mas sim recursos que, se devidamente coordenados por rotinas organizacionais (NELSON; WINTER, 1982), poderiam vir a dar suporte às capacitações que, caso atendam ao critério VRIN, possam ser consideradas dimensões competitivas para a empresa ou mesmo para o setor da economia[4] em que ela atua.

Uma vez identificadas as dimensões competitivas da empresa (capacitações) e definidos os objetivos de desempenho para tais dimensões, é preciso estabelecer os recursos organizacionais necessários para construir tais capacitações e alinhar tais recursos a fim de atingir os objetivos definidos. Esse será o assunto da próxima seção.

2.3 CATEGORIAS DE DECISÃO

As categorias de decisão das operações classificam os recursos que uma operação deve desenvolver para atender a uma configuração específica de dimensões competitivas. Por

[4] Alguns autores, especialmente nas áreas de Economia e Estratégia, chamam o setor de atuação de uma empresa de "indústria". Essa expressão será evitada nesse trabalho, para evitar confusões com a atividade econômica de transformação e manufatura, eventualmente também chamada de "indústria".

exemplo, ao decidir entrar num novo mercado com características distintas, uma empresa pode optar por adaptar uma de suas fábricas, abrir uma nova fábrica, comprar uma empresa (ou apenas uma divisão) que já esteja atuando nesse mercado, ou mesmo identificar subcontratados que fabriquem e distribuam os produtos. Em qualquer das alternativas, ainda existem diversas possibilidades. Por exemplo: se decidir abrir uma nova fábrica, deverá também decidir que tecnologia de processo será utilizada. Também deverá decidir se a empresa vai assumir a distribuição dos produtos ou contratar uma empresa. Por outro lado, dentro da alternativa de adaptar uma fábrica existente, há muitas decisões importantes a serem tomadas, como manter os recursos existentes, adquirir novos recursos, ou ainda adaptar os objetivos de desempenho aos recursos existentes. Finalmente, além dos recursos organizacionais, a empresa ainda precisa tomar decisões a respeito das rotinas organizacionais, a "cola" que une os recursos a fim de formar uma ou mais capacitações.

As categorias de decisão da produção são normalmente divididas em estruturais, de natureza mais tangível, e infraestruturais, de natureza mais intangível. As decisões estruturais são capacidade produtiva, instalações, tecnologia de processo e integração vertical (Quadro 1). Tais decisões envolvem elementos concretos do sistema de operações de uma unidade de negócios e estão associadas ao que a RBV considera como recursos tangíveis.

Categoria de Decisão	**Dimensões de Análise**	**Descrição**
Capacidade produtiva	Quantidade, prazo e tipo.	*Lead time*, tempo de ciclo e unidades produzidas na unidade de tempo que uma unidade produtiva será dimensionada para desempenhar.
Instalações	Tamanho, localização e foco.	Decisões a respeito das características físicas da unidade produtiva.
Tecnologia de processo	Equipamentos, processos, automação, integração, escala e flexibilidade.	Decisões a respeito das tecnologias de manufatura (chão de fábrica) que serão utilizadas na unidade produtiva.
Integração vertical	Direção, extensão e equilíbrio.	Decisão sobre produzir internamente ou terceirizar partes do (ou todo) processo produtivo. Desenho da cadeia produtiva, ou da rede de operações da empresa.

Quadro 1 – Categorias de Decisão Estruturais de Operações

Fonte: Adaptado de (WHEELWRIGHT, 1984; WHEELWRIGHT; HAYES, 1985; GAVRONSKI, 2003)

Já as decisões infraestruturais (Quadro 2) são decisões sobre sistemas e políticas de uma unidade de negócios e são o que a RBV considera como recursos intangíveis. As decisões estruturais incluem os sistemas de gerenciamento, sistemas da qualidade, organização do trabalho, estrutura organizacional, política de novos produtos e suprimentos (WHEELWRIGHT, 1984; WHEELWRIGHT; HAYES, 1985). Além das tradicionais decisões infraestruturais, a empresa também deveria considerar questões éticas nas operações (CARTER, 2000; CARTER; JENNINGS, 2002b; POESCHE, 2002) alinhadas com sua estratégia de responsabilidade social corporativa (CARROLL, 1979).

Categoria de Decisão	**Dimensões de Análise**	**Descrição**
Sistemas de gerenciamento	Informatização, centralização e regras de decisão. Planejamento da produção, controle de materiais.	Decisões a respeito das Tecnologias de Informação (TI) e telecomunicações usadas no suporte às atividades produtivas, bem como outros mecanismos não informatizados de controle da produção e de materiais, como *kanbans* e outros.
Sistemas da qualidade	Prevenção de defeitos, monitoramento e intervenção. Definição, regras e responsabilidades.	Decisões a respeito da gestão da qualidade, bem como os sistemas de garantia da qualidade, como ISO 9000 e 14000.
Organização do trabalho	Nível de conhecimentos e habilidades, remuneração, segurança.	Decisões a respeito do papel das pessoas na unidade produtiva. Seleção, qualificação, remuneração e segurança das pessoas. Ergonomia dos postos de trabalho. Desenho dos processos de trabalho, divisão das tarefas.
Estrutura organizacional	Estrutura, níveis hierárquicos e grupos de apoio.	Decisões a respeito do desenho organizacional não apenas da unidade produtiva, como também da estrutura de apoio do resto da empresa a essa unidade.
Política de novos produtos	Transferência, início e modificações.	Decisões a respeito do desenvolvimento de produtos relacionados à forma e frequência de transferência do produto de P&D para a área de operações, lançamentos de produtos e modificações dos produtos na linha de produção.
Política de suprimentos	Número, estrutura e relacionamento.	Desenho da cadeia de suprimentos e do relacionamento com os fornecedores. Dimensionamento dos estoques. Relacionamento com fornecedores.

Categoria de Decisão	Dimensões de Análise	Descrição
Ética nos negócios	Categorias, questões, nível de resposta.	Categorias a serem incluídas nas operações (responsabilidade econômica, legal, ética e discricionária), questões a serem tratadas pelas operações (sociais, de relações com a comunidade, de relações com governos, de relações com funcionários, ambientais), nível de resposta às questões socioambientais (inação, reação, defesa, acomodação proativa).

Quadro 2 – Categorias de Decisão Infraestruturais de Operações

Fonte: Adaptado de (CARROLL, 1979; WHEELWRIGHT, 1984; WHEELWRIGHT; HAYES, 1985; GAVRONSKI, 2003)

As decisões estruturais de produção dispõem sobre os recursos mais básicos da produção, como máquinas, equipamentos e prédios. Já as decisões infraestruturais definem as rotinas organizacionais, que organizam e permitem que os recursos de operações deem suporte às capacitações da empresa (ou da unidade de negócio, se for o caso). Assim, as decisões estratégicas de operações precisam ficar alinhadas com a estratégia da empresa e da unidade de negócios para que se cumpra a "missão da produção", ou seja, se atinjam os objetivos estratégicos para as dimensões competitivas. Por exemplo, se uma empresa deseja produzir achocolatado em pó "sem marca" e de baixo preço para um país de dimensões continentais como o Brasil, mas com um poder aquisitivo relativamente baixo, deve escolher máquinas de fabricação e embalagem, localizar e dimensionar fábricas e centros de distribuição, decidir o que produzir e o que terceirizar, estruturar sua rede de suprimentos e de distribuição, contratar e treinar pessoas, desenvolver padrões de trabalho, criar políticas de qualidade, de suprimento e de programação da produção, etc. de forma que o consumidor consiga comprar o produto com as características para as quais o sistema produtivo foi planejado. E isso remete ao problema central da teoria clássica da estratégia de operações: nenhuma empresa é uma ilha. Nenhuma empresa detém toda a cadeia de produção, operando totalmente verticalizada. As empresas, ao tomarem decisões de integração vertical, ou serem convidadas a participar de uma cadeia produtiva, assumem papéis específicos dentro dessas cadeias. A teoria clássica de estratégia de operações não prevê, explicitamente, de que forma o papel que a empresa desempenha na cadeia produtiva, impacta os demais vértices da formulação de estratégia de operações (as dimensões competitivas e as decisões estratégicas). Essa limitação será tratada na próxima seção.

2.4 REDE DE VALOR DE OPERAÇÕES

O que é uma fábrica? Uma loja franqueada do McDonald's, considerada uma empresa de serviço (LEVITT, 1972), transforma mais materiais do que a Nike, que terceiriza toda a sua produção para subcontratados (BURNS; SPAR, 2000). É comum um operador logístico (3PL), considerado uma empresa de serviços, fazer serviços de montagem e embalagem para seus clientes. A Coca-Cola terceiriza praticamente toda a produção de seus refrigerantes para "engarrafadores". A Apple é um outro exemplo de "fábrica sem fábrica": toda a produção dos executores portáteis de mídia iPod é terceirizada. Estima-se que, dos U$299, que é o preço de lançamento do iPod Vídeo 30GB, a Apple fique com U$80, enquanto o componente mais caro (o disco rígido de 30GB) custe U$73, e que a empresa que faz a montagem na China, receba U$4 (LINDEN; KRAEMER; DEDRICK, 2007). Num mundo de transações globais, de subcontratações, olhar para uma unidade de manufatura e tentar entender a estratégia de operações pode levar a conclusões enganosas. Por isso, o modelo tradicional de estratégia de operações estará em cheque, se não incluir, além das duas dimensões tradicionais de sua formulação, um terceiro vértice: o papel que a operação para a qual se está formulando a estratégia, desempenha na rede de valor de operações.

A rede "genérica" de valor de operações é composta das atividades de produção, desenvolvimento de produtos, suprimentos, distribuição e serviços (PAIVA; CARVALHO JR.; FENSTERSEIFER, 2004). A Figura 1 apresenta um diagrama das atividades da rede "genérica" de valor de operações junto com seu contexto (exigências do mercado e pressão da concorrência). As expressões "cadeia de suprimentos" (COOPER; LAMBERT; PAGH, 1997; LAMBERT; COOPER; PAGH, 1998; LAMBERT; COOPER, 2000) e "rede de operações" (SLACK; CHAMBERS; JOHNSON, 2002) são encontradas na literatura com conotações semelhantes.

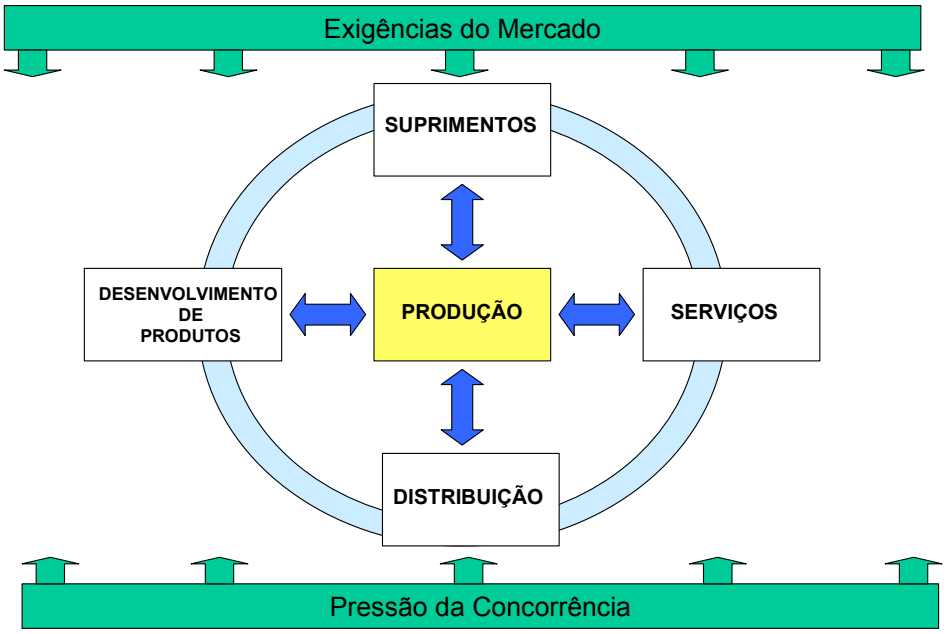


Figura 1 – A Rede de Valor de Operações (Genérica)

Fonte: (PAIVA; CARVALHO JR.; FENSTERSEIFER, 2004)

Cada empresa pode forjar diferentes formatos de rede de valor de operações. Por processos miméticos, ou isomorfismo (DIMAGGIO; POWELL, 1991), esses formatos podem tornar-se um design dominante (ANDERSON; TUSHMAN, 1991) para todo um setor de atuação, como ocorre no setor de roupas (TAPLIN, 1994), calçados (KORZENIEWICZ, 1994), eletrônicos (LINDEN; KRAEMER; DEDRICK, 2007), automóveis (LEE; CASON, 1994), entre outros. Mas uma empresa também pode obter vantagens competitivas em operações através de um desenho inovador de sua cadeia de valor de operações em seu setor de atuação, como é o caso da Nike ou da Dell. De todo modo, a rede "genérica" de valor de operações é útil do ponto de vista teórico por permitir uma generalização conceitual, necessária neste trabalho, e será adotada como referência no modelo de formulação de estratégia de operações proposto, embora deva ser entendida apenas como um formato mais geral para fins de elaboração teórica e não como um formato definido que descreva, de forma fechada, as práticas de todas as empresas.

Retomando então o processo de formulação de estratégia de operações, uma empresa deve, uma vez definidas as características das dimensões competitivas de sua operação, tomar um conjunto de decisões estratégicas de operações e decisões quanto a sua rede de operações. Nos exemplos da Nike e da Apple, ambas as empresas decidiram focar-se em duas atividades da rede de operações: no desenvolvimento de produtos e na coordenação da própria rede.

Todas as demais atividades (suprimentos, produção, distribuição e serviços) são desempenhadas por outras empresas. Não é possível, no entanto, supor que nem a Nike nem a Apple, apesar de não possuírem, de forma física nem societária, atividades em outras partes da cadeia de valor, as considerem em suas estratégias de operações. Portanto, ao desdobrar as dimensões competitivas em suas peças mais básicas, a estratégia de operações precisa contemplar mais dois vértices: as atividades da rede de valor de operações e as decisões estratégias para cada uma dessas atividades. O Quadro 3 apresenta exemplos das diferentes decisões estratégicas em cada atividade da cadeia de valor.

Decisão Estratégica	**Suprimentos**	**Produção**	**Distribuição**	**Desenvol-vimento de produtos**	**Serviços**
Capacidade produtiva	Componentes fornecidos / unidade de tempo	Unidades produzidas / unidade de tempo	SKUs transportados ou armazenados	Novos desenhos / unidade de tempo	Consumidores atendidos / unidade de tempo
Instalações	Localização dos fornecedores	Localização e tamanho das fábricas	Localização e tamanho dos CDs, tamanho da frota	Localização e especialização das unidades de P&D	Número das posições de atendimento na central de atendimento ao cliente
Tecnologia de processo	Robôs, FMS	Robôs, FMS	Grau de automação dos CDs, tipo de frota	Equipamentos disponíveis nos laboratórios	Centrais de atendimento telefônico ou atendimento pessoal
Integração vertical	Número de níveis da cadeia de suprimentos; formato da cadeia. Deter controle acionário sobre fornecedores.	Produzir os produtos a partir das peças individuais, apenas montar componentes ou terceirizar toda a atividade de manufatura.	Desempenhar as atividades de distribuição ou contratar um 3PL.	Contratar a atividade de design ou desenvolver internamente.	Contratar uma empresa de *call center* ou atender diretamente os clientes.
Sistemas de gerenciamento	MRP II	MRP II	WMS, sistemas de localização de frota via satélite	PMS	CRM

Decisão Estratégica	Suprimentos	Produção	Distribuição	Desenvol-vimento de produtos	Serviços
Sistemas da qualidade	CEP	CEP	Certificação dos processos de distribuição, gerenciamento das datas de validade dos produtos	Adoção das práticas de PMBOK, do PMI	Certificação de processos de atendimento ao cliente
Organização do trabalho	Células de produção	Células de montagem	Escalas de trabalho dos motoristas, operadores de empilhadeiras	Engenharia simultânea	Escalas de trabalho do *call center*
Estrutura organizacional	Departamen-talização por processos ou por produtos	Departamen-talização por processos ou por produtos	Sistema de supervisão no CD	Departamen-talização por projetos ou por produtos	Número de supervisores por agentes de *call center*
Política de novos produtos	Tempo de introdução de novos componentes na linha de produção	Tempo de introdução de novos produtos na linha de produção	Novos formatos de embalagem	Frequência de introdução de novos produtos, tempo de desenvol-vimento de novos produtos	Agentes devem ser treinados a cada produto novo ou apenas devem ser orientados a consultar o manual para obter informações técnicas.
Política de suprimentos	Uso de técnicas de CFPR	Relaciona-mento comercial com fornecedores	Uso das estratégias do ECR	Desenvol-vimento conjunto de novos componentes com fornecedores	Gerenciamento de peças para a manutenção de equipamentos de clientes
Ética nos negócios	Fornecedores devem ser auditados quanto às suas práticas ambientais e de trabalho ou apenas devem assinar termos de compromisso	Como proceder com os óleos de corte e lubrificação pós-uso	O que fazer com os produtos vencidos	Engenheiros podem ou não receber presentes de potenciais fornecedores	Atendentes do *call center* devem ficar cientes de quando estão sendo monitorados ou o monitoramento deve ser transparente

Quadro 3 – Exemplos de Decisões Estratégicas na Rede de Valor de Operações (RVO)

Qualquer meta de desempenho nas diferentes dimensões competitivas, portanto, exige a tomada de decisões estratégicas de operações em várias das atividades da rede de valor de operações (RVO). Estes três vértices (dimensões competitivas, decisões estratégicas e atividades da RVO), no entanto, não permitem capturar o dinamismo necessário à formulação de estratégia de operações, nem as oportunidades e ameaças oriundas do ambiente externo à operação. Para tornar o modelo dinâmico, é preciso incorporar à formulação da estratégia de operações os conceitos de conhecimento organizacional e aprendizagem organizacional, o que será feito na próxima seção.

2.5 SISTEMA DE APRENDIZAGEM E CONHECIMENTO ORGANIZACIONAIS

Em 1994, uma empresa de software, a Netscape, foi fundada[5] para lançar-se num novo mercado: o de navegadores de internet. A internet até aquele período era apenas uma plataforma básica de conexão, onde outras tecnologias existiam, geralmente orientadas a texto, como e-mail e fóruns de discussão. Mas a criação de um protocolo de comunicação multimídia (HTTP) e de uma linguagem multimídia (HTML) havia possibilitado uma nova forma de interação com o usuário, uma mídia mais rica, rodar aplicativos diretamente no navegador independentemente do sistema operacional no qual ele estava baseado, o que antes não era possível. Rapidamente, o navegador da Netscape capturou o mercado de seu antecessor, o NCSA Mosaic (criado pela Universidade de Illinois em Urbana-Champaign). Por ser oferecido para múltiplas plataformas de hardware e de sistema operacional, o navegador da Netscape passou a oferecer um grande risco para a Microsoft. Em 1995, Bill Gates, fundador e então CEO da Microsoft, num famoso memorando aos funcionários, apontou o risco estratégico para a Microsoft de não oferecer um navegador de internet que fosse o padrão de mercado[6]. Rapidamente, a Microsoft se reorganizou a fim de se tornar dominante no mercado de navegadores e evitar que os consumidores usassem navegadores

---

[5] Informação disponível em http://www.w3schools.com/browsers/default.asp

[6] Acarretando, eventualmente, um processo antitruste no Departamento de Justiça norte-americano. Ver detalhes em http://www.usdoj.gov/atr/cases/f1200/1237.htm

multiplataforma, um risco ao domínio de mercado de um de seus principais produtos, o sistema operacional Windows. Se, em 1995, época do lançamento do navegador Internet Explorer, da Microsoft, o navegador da Netscape detinha 90% do mercado de navegadores, em 2006, o navegador Netscape respondia por menos de 1% da fatia desse mesmo mercado, enquanto o navegador da Microsoft possuía 65% de participação[7]. Essa rápida capacidade de reorganização e resposta da Microsoft exemplifica o quanto é importante a aprendizagem organizacional para competir em operações (HAYES; UPTON, 1998), portanto para a formulação da estratégia de operações. É a aprendizagem organizacional que dá dinamismo à estratégia de operações e permite que a estratégia de operações tenha uma melhor **execução**, que é central para a competição baseada em operações. Estudos mostram que a estratégia de operações, em geral, é construída no campo e raramente numa atividade de gabinete, um processo formal de desenho e estruturação (BARNES, 2002). Entre as diversas definições de aprendizagem organizacional, é adotado, neste trabalho, o conceito de que aprendizagem organizacional é o processo de aquisição de conhecimento organizacional que é reconhecido pelos membros da organização (ou parte dela) como potencialmente útil à melhoria das ações, das decisões e das rotinas organizacionais (FIOL; LYLES, 1985; LEVITT; MARCH, 1988, Huber, 1991 #1079).

Há duas formas básicas de competir através das operações: a estratégia do posicionamento e a das capacitações[8] (HAYES; UPTON, 1998; HAYES *et al.*, 2008). A estratégia do posicionamento consiste em identificar um novo mercado e ser o pioneiro, ou identificar carências de um mercado existente e atacar as empresas incumbentes[9], criando um conjunto de dimensões competitivas únicas nesse mercado. A estratégia das capacitações consiste em executar melhor e mais eficazmente a "estratégia dominante" para um determinado mercado. Por exemplo, tanto a Intel quanto a Microsoft tornaram-se dominantes no mercado de microcomputadores na década de 1980 em diante, atacando simultaneamente a empresa incumbente (a IBM) e a pioneira (a Apple), por estruturarem um modelo de negócio

---

[7] Fonte: http://www.w3schools.com/browsers/browsers_stats.asp

[8] Não confundir com o debate, muito comum ao longo dos anos 1990, entre as teorias de posicionamento, da organização industrial e de competição via capacitações, da RBV (ver, por exemplo, COLLIS; MONTGOMERY, 1995)

[9] Empresa incumbente é um conceito da economia industrial. Refere-se à empresa que já opera num dado setor da economia e detém uma fatia considerável de mercado nesse setor. Exemplos brasileiros incluem as antigas empresas estatais de telecomunicações (Telesp, CRT, Telerj, etc.), que, durante a abertura do mercado das telecomunicações, se tornaram privadas e enfrentavam suas novas concorrentes numa posição supostamente mais vantajosa, pois detinham 100% do mercado, além de toda a infraestrutura tecnológica instalada, pessoal treinado e experiente, etc.

não mais focado em equipamentos proprietários, cujos periféricos tinham de ser fornecidos com exclusividade pelo fabricante do equipamento, mas sim arquiteturas de hardware que comportavam módulos de diversos fornecedores de componentes, e uma arquitetura de software que permitia executar aplicativos gráficos (CARROLL, 1993). No caso da disputa com a incumbente IBM, a dupla Intel/Microsoft (e toda sua rede de valor – fabricantes de componentes de hardware e desenvolvedores independentes de software) utilizou uma estratégia de posicionamento ao criar um produto que tinha atributos únicos em relação aos oferecidos pela IBM, como preço mais baixo, mais recursos (como placas aceleradoras de gráficos para jogos, por exemplo) e personalização (possibilidade de atender usuários mais exigentes, como jogadores de computador e aplicações de engenharia, com a mesma arquitetura básica que era usada para atender usuários com requisitos mais modestos, como usuários de editores de texto e aplicativos comerciais, apenas conectando módulos opcionais). Já com a pioneira Apple a cadeia de valor Intel/Microsoft competiu, mediante uma estratégia de capacitações, ao estruturar uma operação capaz de oferecer produtos mais eficazmente, apesar de terem os atributos básicos do concorrente, como interface gráfica e disponibilidade de aplicativos. No período subsequente, a Microsoft, como incumbente, passou a defender-se também pelas operações. O caso da "guerra dos navegadores" com a Netscape, anteriormente citado, é um exemplo de competição por posicionamento. Outro exemplo, já de competição baseada em capacitações: o site da Apple lista 18 idiomas[10] para os quais o sistema operacional MAC OSX Leopard está localizado após um ano de seu lançamento, enquanto a Microsoft afirma[11] suportar mais de 100 idiomas, ou mais de 200 localizações, no Windows Vista, um sistema operacional lançado no mesmo período. A dimensão competitiva em questão, nesse caso, é a capacidade de presença global com um produto global localizado para o idioma do usuário.

As duas formas de competir por operações, por posicionamento e por competências, correspondem, respectivamente, aos processos de prospecção e exploração[12]. Prospecção é uma forma de aprendizagem organizacional que muda a base de conhecimento de uma empresa (MARCH, 1991) e que pode levá-la a promover mudanças de natureza descontínua

---

[10] http://www.apple.com/macosx/techspecs/, consultado em 02/09/2008. Na verdade, o site relaciona 18 localizações. Um mesmo idioma pode ter mais de uma localização, como português de Portugal e português do Brasil.

[11] http://www.microsoft.com/globaldev/vista/Vista_Extensibility.mspx, consultado em 02/09/2008.

[12] No original, *exploration* e *exploitation*. Não há uma tradução exata dessas expressões para a língua portuguesa – ambas seriam traduzidas como "exploração". Alguns autores brasileiros (por exemplo, PERIN *et al.*, 2006) utilizam as expressões originais.

(TUSHMAN; ANDERSON, 1986; BOWER; CHRISTENSEN, 1995; CHRISTENSEN; JOHNSON; RIGBY, 2002), enquanto a exploração é a melhoria contínua de tecnologias existentes (MARCH, 1991) e que, em geral, permitem obter mudanças incrementais. Pode-se esperar também que a estratégia do posicionamento esteja associada a aprendizagens de ciclo duplo, enquanto a estratégia das capacitações deve ser associada a aprendizagens de ciclo simples. Aprendizagens de ciclo simples (*single-loop*) são as aprendizagens na melhoria dos processos existentes, como quando um grupo de operadores numa fábrica aprende a produzir mais rapidamente um produto, enquanto as aprendizagens de ciclo-duplo (*double-loop*) são aquelas melhorias que repensam o próprio processo, como se perguntar se aquele produto deveria estar sendo produzido (ARGYRIS, 1976, 1977). A habilidade de combinar as duas formas de competir em operações chama-se ambidestreza (TUSHMAN; O'REILLY, 1996; HE; WONG, 2004; GUPTA; SMITH; SHALLEY, 2006) e consiste na busca da excelência simultânea das duas habilidades (prospecção e exploração, ou competir por posicionamento e competências).

Além do modo em que se opera a aprendizagem organizacional, outra importante preocupação da estratégia de operações deveria ser o estoque de conhecimento organizacional gerado por essa aprendizagem. Enquanto a aprendizagem pode ser considerada como um fluxo, uma troca de conhecimento entre as pessoas e as unidades organizacionais, o conhecimento organizacional é o produto desse fluxo. Mensurar e avaliar adequadamente esse conhecimento organizacional pode ser desafiador. Como disse Polanyi (1966, p. 4, apud NONAKA, 1994), "nós sabemos mais do que podemos dizer", ou seja, da mesma maneira que há um conhecimento explícito, palpável, mensurável, também há um conhecimento tácito, inefável, intangível. Para Nonaka (1994), o conhecimento explícito é apenas a ponta de um iceberg, enquanto grande parte do conhecimento organizacional é tácita. Por exemplo, uma pequena empresa brasileira de motores passou alguns anos implantando um sistema misto de MRP com *kanbans*[13], modificou o fluxo de planejamento da produção para introduzir um processo de diferenciação retardada[14] de seus motores e conseguiu baixar seus *lead times* de produção de 15 dias para algumas horas (FERREIRA CARMO; GAVRONSKI, 2002). Entretanto, quando essa empresa foi visitada por representantes de uma empresa alemã,

---

[13] Um método de programação da produção do Sistema Toyota de Produção. Ver, por exemplo, Ohno (1997).

[14] Diferenciação retardada é a introdução de elementos diferenciadores do produto apenas nas fases finais da produção de modo que o estoque em processo possa ser utilizado para diversos produtos sem modificações, de forma que o sistema produtivo tenha flexibilidade de mix e velocidade de produção sem necessidade de grandes estoques (FERREIRA CARMO; GAVRONSKI, 2002).

possível cliente, o comentário dos visitantes foi que a fábrica tinha "baixa tecnologia" – onde estaria a tecnologia? Na organização do processo produtivo ou no uso de robôs e sistemas automatizados de transferência de materiais? Ou seja, os visitantes não conseguiram "ver" a tecnologia de processo porque ela era mais tácita do que explícita[15].

Estudos em estratégia de operações (ver, por exemplo, BARNES, 2002) mostram que o processo de formulação estratégica em operações segue um padrão tácito: não há um plano de operações escrito, mesmo naquelas empresas que conduzem um processo formal de estabelecimento de estratégia de operações derivada da estratégia organizacional e da estratégia de marketing. Portanto, a estratégia de operações tem um caráter mais tácito do que explícito, dependendo fortemente das relações sociais entre as diferentes áreas da fábrica. Promover a aprendizagem organizacional e incorporá-la à cultura organizacional requer liderança (SCHEIN, 1992) e um clima social de confiança, cooperação, linguagem e códigos compartilhados (COLLINS; SMITH, 2006).

Implementar a estratégia de operações, portanto, é uma forma de aprendizagem organizacional, pois se baseia na capacidade de identificar novas informações, sejam provenientes da alta administração ou de outras áreas funcionais, como marketing, e (re)desenhar o sistema produtivo de forma a atingir os objetivos organizacionais. Essa capacidade de reconhecer o valor de novas informações, assimilá-las e aplicá-las é chamada de capacidade de absorção (COHEN; LEVINTHAL, 1990). A capacidade de absorção também é definida como uma capacitação dinâmica relacionada à criação e utilização de conhecimento que melhora a habilidade de uma empresa de obter e sustentar uma vantagem competitiva por ser uma capacitação sobre a qual outras capacitações podem ser construídas, tais como entregas rápidas, curtos ciclos de desenvolvimento de produtos ou processos produtivos de alta qualidade (ZAHRA; GEORGE, 2002). Alguns autores consideram a aprendizagem e o conhecimento organizacionais como a principal fonte de vantagem competitiva (GRANT, 1996b; EISENHARDT; SANTOS, 2000), especialmente em mercados mais dinâmicos e competitivos, por ser capaz de integrar as diversas capacitações de uma empresa (GRANT, 1996a).

O Quadro 4 apresenta uma proposta de sistematização da literatura a respeito de aprendizagem e conhecimento organizacionais. Neste quadro, apresentam-se as cinco dimensões identificadas, a saber: troca de conhecimento interna, troca de conhecimento externa, estoque de conhecimento dos trabalhadores, estoque de conhecimento dos gestores e

---

[15] Informação verbal

clima social. Essas dimensões possuem três funções no sistema de aprendizagem e conhecimento organizacionais: processos (trocas de conhecimento), recursos (estoques de conhecimento) e contexto (clima social).

Função	Dimensão	Base Teórica	Descrição
Processos da aprendizagem organizacional	Troca de conhecimento interna	Schroeder et al. (2002), Paiva, Roth e Fensterseifer (2002; 2008)	Troca de informações relevantes dentro da fábrica, entre colegas, entre gestores e subordinados ou entre diferentes departamentos da fábrica.
	Troca de conhecimento externa		Troca e aquisição de informações relevantes de clientes, fornecedores, concorrentes.
Recursos da aprendizagem organizacional	Estoque de conhecimento dos trabalhadores	Cohen e Levinthal (1990), Tu et al. (2006)	Entendimento de procedimentos de trabalho, tecnologias e práticas por parte dos trabalhadores.
	Estoque de conhecimento dos gestores		Entendimento de tecnologias, práticas e habilidades decisórias por parte dos gestores.
Contexto da aprendizagem organizacional	Clima social	Kogut e Zander (1992), Collins e Smith (2006)	Ambiente de confiança e valores compartilhados, necessário para que a aprendizagem ocorra.

Quadro 4 – Sistema de Aprendizagem e de Conhecimento Organizacionais

Na área de operações, vários estudos já ligaram elementos do sistema de aprendizagem e conhecimento organizacionais com práticas de operações ou desempenho das operações. Por exemplo, a capacidade de absorção melhora a utilização de práticas de manufatura enxuta (TU *et al.*, 2006), que, por sua vez, é antecedente de outras capacitações de mais alto nível, como personalização em massa (TU; VONBEREMBSE; RAGU-NATHAN, 2001). O estoque de conhecimento organizacional também está positivamente relacionado com a habilidade das operações em criar vantagem competitiva (PAIVA; ROTH; FENSTERSEIFER, 2008). Os recursos de conhecimento de uma operação aumentam o desempenho organizacional mediados pelas capacitações operacionais (MENOR; KRISTAL; ROSENZWEIG, 2007). Os valores organizacionais podem predizer a adoção de técnicas avançadas de produção e também o desempenho da fábrica nas suas dimensões competitivas (KHAZANCHI; LEWIS; BOYER, 2007). As atividades de aprendizagem organizacional estão ligadas à redução de perdas no processo produtivo (LAPRÉ; MUKHERJEE; VAN

WASSENHOVE, 2000; LEVIN, 2000) e também à redução de falhas de produtos em gerações consecutivas de produção (DEMEESTER; QI, 2005). A aprendizagem organizacional também pode favorecer o *ramp-up*, a velocidade em que a empresa atinge a plena utilização de sua capacidade produtiva (TERWIESCH; E. BOHN, 2001). Tais estudos, entretanto, não foram capazes de organizar o sistema de aprendizagem e conhecimento organizacionais de uma forma coesa, propondo um modelo. Eventualmente, uma ou mais dimensões do sistema de aprendizagem e conhecimento organizacionais são utilizadas, mas nenhum estudo em operações propôs um modelo completo reunindo todas as dimensões.

A literatura sobre aprendizagem e conhecimento organizacionais não é clara em diversos aspectos, apresentando, algumas vezes, definições sobrepostas e confusas e relações causais ambíguas (YANG; WATKINS; MARSICK, 2004; KONTOGHIORGHES; AWBRE; FEURIG, 2005). Assim, sendo uma área de estudo recente na estratégia de operações, é preciso estabelecer, para propor uma teoria (BACHARACH, 1989), além de uma definição dos construtos, já apresentada, proposições que forneçam uma lógica que relacione tais construtos. Portanto, neste trabalho, duas proposições são apresentadas: 1) a aprendizagem existe quando há um aumento do conhecimento, 2) a relação entre aprendizagem e conhecimento é moderada pelo clima social.

Dessas proposições depreendem-se alguns pressupostos. Primeiro, o aumento de conhecimento é consequência da aprendizagem e não causa dele. Muitos autores (por exemplo, COHEN; LEVINTHAL, 1990; MARCH, 1991) consideram o conhecimento como antecedente da aprendizagem ("quanto mais sei, mais aprendo"), enquanto outros (por exemplo, SLATER; NARVER, 1995; LUKAS; HULT; FERRELL, 1996; HARVEY; DENTON, 1999; LINDERMAN *et al.*, 2004; FOSFURI; TRIBO, 2008) consideram o conhecimento como consequência da aprendizagem ("quanto mais aprendo, mais sei"). Embora as bases ontológicas e filosóficas de tais posições estejam fora do escopo desta tese, é necessária uma pequena elaboração sobre a relação entre aprendizagem e conhecimento. Eventualmente, a base de conhecimento pode ampliar a capacidade de reconhecer informações importantes, como argumentam Cohen e Levinthal (1990), mas há casos notórios onde organizações com uma ampla base de conhecimento, como a IBM ou a Xerox (CARROLL, 1993), não souberam aproveitar esse conhecimento para entrar em novos mercados (respectivamente, da computação pessoal e da interface gráfica baseada em janelas). Ou seja, a base de conhecimento não garante a aprendizagem, mas não é possível dizer que houve aprendizagem sem que tivesse havido aumento da base de conhecimento, mesmo que

esse aumento não se manifestasse como mudança de comportamento, como aponta Huber (1991). Assim, a direção de causalidade deve ser da existência da aprendizagem para o aumento da base do conhecimento, e não o contrário, como alguns estudos sugerem.

Segundo, aprendizagem é um elemento dinâmico que envolve a troca de conhecimento, e este é um elemento estático do sistema relacionado à memória e *know-how*. Por ser um elemento dinâmico que depende de troca entre as pessoas, o clima social, envolvendo confiança e linguagem compartilhada (COLLINS; SMITH, 2006), modera a relação entre a aprendizagem e o conhecimento. Vários estudos na área da educação suportam tal afirmação, quando se trata de aprendizagem em sala de aula (ver, por exemplo, AUSUBEL, 1978, p. 470). Como já disse Vygotsky, os processos mentais superiores têm origem em processos sociais (VYGOTSKY, 1981; MOREIRA, 1999). Diferentemente de Vygotsky e de Collins e Smith, entretanto, a proposta deste trabalho é que o clima social não medeia a relação entre aprendizagem e conhecimento, mas a modera. Ou seja, não é através do clima social que a aprendizagem organizacional se transforma em conhecimento organizacional, mas o clima social altera a intensidade dessa transformação. Quanto maior o clima social, ou seja, as relações de confiança e a linguagem compartilhada por um grupo social de uma empresa (ou uma unidade dela), maior será a taxa de aumento do conhecimento organizacional relacionado à aprendizagem organizacional.

A formulação da estratégia de operações, por ser uma atividade eminentemente tácita (BARNES, 2002), depende fortemente do sistema de aprendizagem e conhecimento organizacionais. De outra forma, não seria possível aos gestores de uma unidade organizacional obterem as informações necessárias da alta administração e das outras funções organizacionais, como marketing, para formular a estratégia das operações. Da mesma maneira, a implementação da estratégia de operações depende do sistema de aprendizagem e conhecimento organizacionais de uma unidade. Do contrário, não haveria como disseminar um senso de prioridade e de conjunto de um plano não-escrito, como é a estratégia de operações.

2.6 CONTEXTO EXTERNO ÀS OPERAÇÕES

Os dois textos abaixo retratam duas grandes empresas automobilísticas do século XX na visão de seus líderes:

> Vários elementos precisam ser destacados no pano de fundo em relação ao progresso da General Motors. Sua existência dificilmente poderia ser imaginada a não ser nos Estados Unidos, com seus cidadãos muito ativos e empreendedores; seus recursos, inclusive científicos e tecnológicos, e seu conhecimento empresarial e industrial; seus vastos espaços, suas estradas e seus ricos mercados; suas características de mudança, mobilidade e produção em massa; sua grande expansão industrial no século XX e seu sistema de liberdade em geral e de liberdade competitiva de mercado em particular. A adaptação ao caráter específico do mercado automotivo americano foi um elemento crítico e complexo no progresso da General Motors. Se, por um lado, contribuímos para o estilo dos Estados Unidos expresso pelo automóvel, a contribuição foi recíproca. (SLOAN, 2001, p. xvi (escrito em 1963))

> Uma das razões por que foi difícil desenvolver uma indústria automotiva no nosso país [Japão] foi que o corpo do automóvel não poderia ser produzido em massa como na América. E é difícil estabelecer a indústria produzindo o corpo dos carros manualmente. Este sempre foi o problema mais agonizante. [...] Os japoneses são, por natureza, um povo artesão e fazem muitas coisas à mão. A produção em massa, entretanto, exige o uso de prensas utilizando matrizes. Mas nós não iríamos produzir dezenas de milhões de carros como na América, e não podíamos investir a mesma quantidade de dinheiro para produzir matrizes. De algum jeito, tínhamos que combinar as prensas utilizando matrizes e o acabamento manual em uma maneira que evitasse copiar exatamente o método americano. (TOYODA, 1936, apud OHNO, 1997, p.97)

Nos exemplos, respectivamente, das gêneses da General Motors nos Estados Unidos e da Toyota no Japão, fica claro que o contexto mais amplo onde a operação está inserida, influencia o desenho do sistema produtivo. Assim, a estratégia de operações é um esforço para ajustar o sistema produtivo ao contexto[16] das operações. Portanto, uma análise do contexto é importante para a formulação da estratégia de operações. Embora o contexto seja uma preocupação presente desde os textos clássicos da estratégia de operações (por exemplo, SKINNER, 1969; FINE; HAX, 1985; HILL, 1989), ainda não existe um consenso sobre qual, efetivamente, deve ser o contexto a ser levado em consideração na formulação da estratégia de operações.

Skinner (1969), por exemplo, propôs que a estratégia de produção deveria ser consistente com a estratégia da unidade de negócios em que está inserida. Fine e Hax (1985), por sua vez, entenderam que a produção deveria interagir com as demais áreas organizacionais, que, por sua vez, mediariam a relação da produção com o contexto externo

---

[16] A literatura usa as expressões “contexto” e “ambiente” como sinônimos, especialmente na área de estratégia. Este trabalho adota a expressão “contexto” como sinônimo de “ambiente de negócios” e “ambiente” como sinônimo de “ambiente natural”.

da organização (como o mercado de capitais, o mercado de trabalho, o mercado de produtos, o mercado de insumos e o mercado de tecnologias). Hill (1989) enfatizou a importância de a estratégia de produção estar alinhada com a estratégia de marketing. Paiva, Carvalho Jr. e Fensterseifer (2004) preconizaram que a produção deve estar alinhada com as atividades da rede de valor de operações, sendo contingentes às exigências do mercado e à pressão da concorrência. Já Hayes et al. (2008) afirmaram que a estratégia de produção deve estar alinhada com a estratégia da unidade de negócios à qual está ligada.

É importante, para o entendimento deste texto, diferenciar os conceitos de estratégia de operações (*operations strategy*) e estratégia de produção (*manufacturing strategy*). Apesar de alguns autores, como Slack et al. (2002), considerarem "produção" (*production*) a maneira pela qual as organizações produzem bens e serviços, a maioria dos autores de livros-texto de Administração da Produção e Operações (por exemplo, GAITHER; FRAZIER, 2002; RITZMAN; KRAJEWSKI, 2004) considera tal definição adequada para "operações" (*operations*). Dos autores revisados, os únicos que discutem a diferença entre produção (*manufacturing*) e operações (*operations*) são Brown et al. (2005). Para esses autores, as operações estão preocupadas com todas as atividades, "desde os insumos básicos até os produtos e serviços completos fornecidos ao cliente final" (p.9), ou seja, "a administração e a estratégia de manufatura são um subconjunto da estratégia de operações" (SAMSON, 1991, apud BROWN *et al.*, 2005). Nesse sentido, gestão de operações se aproxima muito do conceito de gestão da cadeia de suprimentos, como definida por alguns autores (por exemplo, COOPER; LAMBERT; PAGH, 1997; LAMBERT; COOPER; PAGH, 1998; LAMBERT; COOPER, 2000). A estratégia de operações inclui a estratégia de produção (manufatura), a estratégia de cadeia de suprimentos/logística e a estratégia de serviços.

Ao expandir a estratégia de produção para a estratégia das operações como um todo, entretanto, não seria razoável esperar que a formulação da estratégia de operações levasse em consideração apenas os elementos imediatamente adjacentes às atividades da rede de valor de operações, como as outras funções (marketing, finanças, etc.) e o nível corporativo. Este trabalho propõe que, contrariamente à ideia tradicional de que as operações são apenas contingentes à unidade estratégica de negócios (LEONG; SNYDER; WARD, 1990), elas também são contingentes à estratégia corporativa e, portanto, os fatores externos preponderantes para a formulação da estratégia de operações não são apenas os fatores que afetam a formulação das estratégias de negócios, mas também os fatores que afetam a formação da estratégia corporativa. A Figura 2 ilustra tal situação. Elementos normalmente

citados na literatura de estratégia incluem: fatores macroeconômicos, sociais, legais, tecnológicos, etc. (por exemplo, AGUILAR, 1967; FAHEY; KING; NARAYANAN, 1981; MORRISON, 1992; WRIGHT; KROLL; PARNELL, 2000) e partes interessadas (*stakeholders*), como governos, sindicatos, comunidade, etc. (FREEMAN, 1984; FREEMAN; EVAN, 1990; PRESTON; SAPIENZA, 1990; DONALDSON; PRESTON, 1995; PHILLIPS; FREEMAN; WICKS, 2003; AGLE *et al.*, 2008). Por outro lado, os gestores são contingentes, em sua formulação da estratégia de operações, às variáveis de análise da escola da Organização Industrial (por exemplo, BAIN, 1959; PORTER, 1980, 1985), tais como o padrão de concorrência do setor, poder de barganha dos clientes, poder de barganha dos fornecedores, barreiras à entrada de novos concorrentes e ameaça de produtos substitutos. Uma classificação diversa é proposta por Hambrick (1982), que divide as atividades de rastreamento do contexto externo pela organização nas dimensões empreendedoras (tendências de mercado), de engenharia (tendências tecnológicas), administrativas (novas formas de organização e gestão) e regulatórias (legislação, etc.). Donaldson e Preston (1995) ofereceram uma relação de *stakeholders* que engloba todas as categorias de análise dos outros estudos: consumidores, fornecedores, investidores, empregados, governos, grupos políticos, associações empresariais e comunidades.

Tais preocupações com o contexto externo à empresa permeiam tanto os estudos em estratégia ligados à economia dos custos de transação (WILLIAMSON, 1979, 1981, 1991) quanto à RBV (MAKADOK; BARNEY, 2001). Consistentemente com a teoria de dependência de recursos (ALDRICH; PFEFFER, 1976), vários estudos buscaram identificar de que forma o time de executivos de uma empresa rastreia seu ambiente a fim de adaptar a organização ou gerenciar o contexto (por exemplo, DILL, 1958; SUTCLIFFE; HUBER, 1998; HENRIQUES; SADORSKY, 1999; ANDERSON; NICHOLS, 2007).

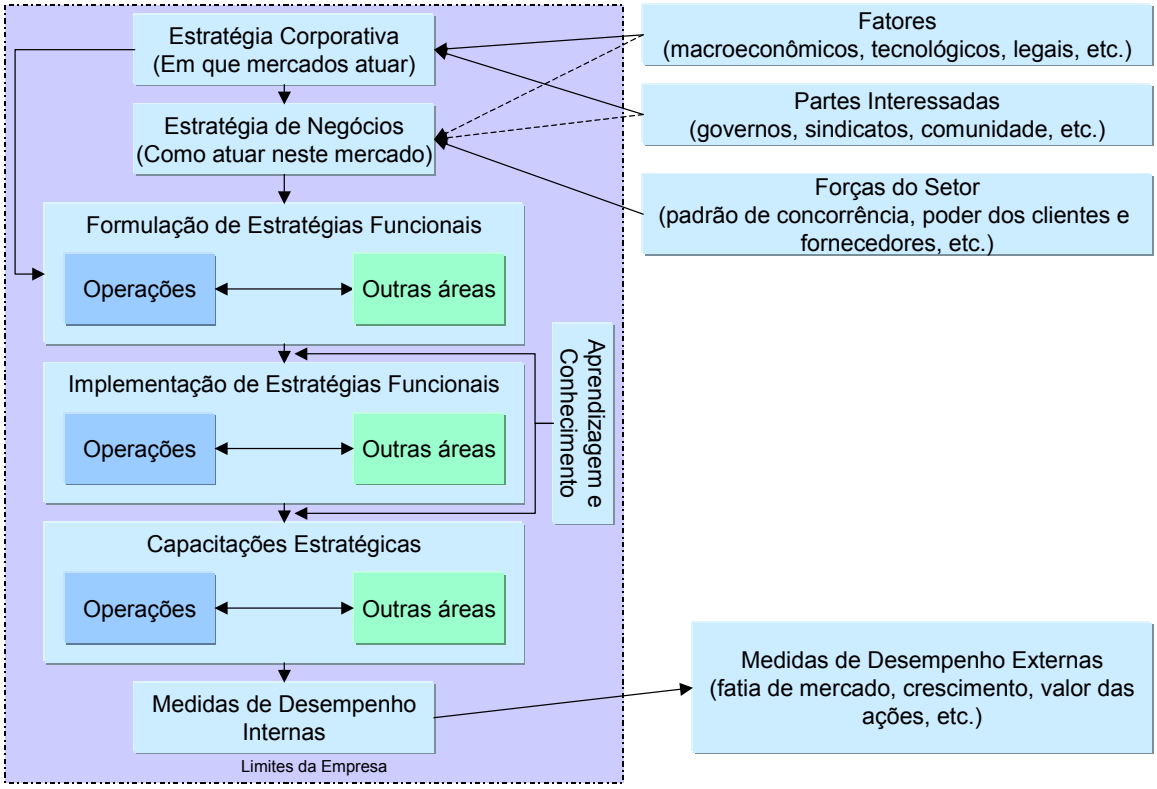


Figura 2 – O Contexto da Estratégia de Operações

Fonte: Adaptado de Leong et al. (1990)

Se diversas unidades de negócios estão submetidas às mesmas condições ambientais, deveria esperar-se que várias operações tivessem um comportamento semelhante entre si, formando grupos de organizações que, mesmo distintas, tivessem comportamento semelhante e, portanto, padrões de decisões estratégicas semelhantes. Tais padrões de decisões estratégicas receberam denominações distintas na literatura: tipos organizacionais (MILES; SNOW, 1978a), estratégias genéricas (PORTER, 1980) ou configurações (MILLER, 1987). Miles e Snow (1978a; 1978b) propuseram quatro tipos organizacionais: os defensores, unidades de negócio que têm um foco de produto-mercado estreito e devotam seus esforços para o aumento de eficiência de suas operações existentes; os prospectores, unidades de negócio que buscam novas oportunidades de mercado, investindo pesadamente em inovação e não em eficiência; os analisadores, unidades de negócios que operam em dois mercados distintos: um mais estável, onde operam mais eficientemente, e outro em transformação, onde observam os competidores e rapidamente copiam a estratégia que lhes parece mais adequada; e os reagentes, que não conseguem perceber adequadamente seu ambiente a tempo e somente mudam quando não resta outra alternativa. Já Porter (1980; 1985) propôs que as unidades de

negócios podem adotar 5 estratégias genéricas: a liderança em custos, em que uma unidade de negócios orienta todas suas forças para obter eficiência; a estratégia de diferenciação, em que uma unidade de negócios busca atrair seus compradores sendo melhor que seus concorrentes em alguma outra dimensão competitiva, como confiabilidade de produto ou estética, mantendo uma certa paridade de preços; a estratégia de nicho, em que uma unidade de negócios busca uma parcela estreita de mercado onde pode atuar em situação de "monopólio temporário"[17]; uma estratégia "ambidestra"[18], em que uma empresa pode ser líder em custos e diferenciar-se simultaneamente sob condições muito específicas de mercado (PORTER, 1985); e o meio-termo, em que uma unidade de negócios tenta ser boa em tudo e não é boa em nada. Tais proposições foram amplamente testadas empiricamente (ver, por exemplo, CONANT; MOKWA; VARADARAJAN, 1990; JENNINGS; LUMPKIN, 1992; ver, por exemplo, PARNELL, 1997). Alguns autores (por exemplo, MILLER, 1986; por exemplo, HAMBRICK, 2003) identificaram semelhanças entre os tipos estratégicos de Miles e Snow e as estratégias genéricas de Porter. A liderança em custo e os defensores, por exemplo, guardam grande afinidade, bem como o meio-termo e os reagentes e a estratégia de diferenciação e os prospectores. Tais semelhanças, nesses e em outros estudos, levaram autores como Miller (1986) a propor a existência de configurações estratégicas, ou seja, um conjunto de características que ocorrem em conjunto. Consistente com a literatura da teoria da contingência (BURNS; STALKER, 1961; CHANDLER, 1962; WOODWARD, 1965), Miller (1986) propôs que estrutura e estratégia deviam ter um alinhamento. Assim, poderia esperar-se que estratégias organizacionais de diferenciação e nicho (à semelhança da estratégia de foco de Porter) tivessem uma centralização de poder no topo, com um "dono-gerente", baixa especialização dos trabalhadores, baixa burocratização, operassem em setores pouco concentrados, com alta competição e baixas barreiras à entrada, com um dinamismo moderado, fabricando produtos tecnologicamente simples e personalizados. Já a estratégia de liderança em custos implicaria uma estrutura com muitas regras formais, políticas e procedimentos, sistemas de controle de custos e orçamentos, produção em massa de produtos padronizados num contexto externo de baixo dinamismo e incertezas e num setor de baixo crescimento e alta concentração cujas barreiras à entrada fossem baseadas em escala

---

[17] Schumpeter (1961) chamou de "monopólio temporário" uma situação em que uma empresa lança uma inovação que a torna, temporariamente, a única fornecedora num dado mercado.

[18] Porter considerou essa situação muito rara e temporária. A expressão "ambidestras", na verdade, foi utilizada por Tushman e O'Reilly (1996) para designar as empresas que buscam mudanças incrementais e revolucionárias simultaneamente, e foi adaptada nesse contexto.

produtiva e capital intensivo. Finalmente, a estratégia de diferenciação inovadora estaria relacionada a uma estrutura orgânica cujo poder está nas mãos de cientistas, engenheiros e gestores intermediários, as informações são obtidas e compartilhadas por rastreamento informal do contexto externo e comunicações abertas entre os membros da organização, a competição é moderada, o dinamismo e as incertezas do contexto externo são grandes e as barreiras à entrada são baseadas em conhecimento.

A ideia de tipos estratégicos acompanha a estratégia de operações desde seu nascimento. Em seu artigo seminal, Skinner (1969, p. 136) já propunha, no primeiro parágrafo, que a função produção era "tipicamente uma arma competitiva ou uma 'pedra no sapato' da corporação. Raramente ela é neutra." Ou seja, para Skinner, há dois tipos de estratégia de operações (então, estratégia de produção): "arma competitiva" e "pedra no sapato". Wheelwright e Hayes (1985) estendem essa ideia, propondo quatro tipos estratégicos de empresas de acordo com o papel que a função operações cumpre: minimizar os efeitos negativos das operações, atingir paridade com os competidores, prover de suporte a estratégia de negócios ou perseguir uma vantagem competitiva baseada em operações. Miller e Roth (1994) fizeram uma taxonomia[19] das estratégias de operações, utilizando como "*taxons*[20]" onze dimensões competitivas, e identificaram três grupos de estratégias: os "zeladores", operações que enfatizam eficiência produtiva (baixos custos) e qualidade (conformidade às especificações), mas atribuem baixa importância aos serviços pós-venda ou a fornecer produtos de alto desempenho; os "mercadores", que enfatizam capacitações orientadas ao mercado, como ampla distribuição, ampla linha de produtos e resposta rápida a alterações da demanda; e os "inovadores", grupo que enfatiza as capacitações de fazer mudanças no projeto de produtos e de introduzir rapidamente novos produtos. Frohlich e Dixon (2001) conduziram uma replicação com extensão do estudo de Miller e Roth e obtiveram praticamente os mesmos grupos estratégicos. Kathuria (2000) identificou quatro grupos estratégicos num estudo com pequenas empresas de manufatura classificadas por sua ênfase gerencial nas dimensões competitivas (Kathuria avaliou apenas custo de produção, entrega, flexibilidade e qualidade): "iniciantes", com baixa ênfase em todas as dimensões competitivas; "qualificados eficientes" enfatizam custo e qualidade; "qualificados rápidos" enfatizam entrega e qualidade; e os "faz-tudo" enfatizam todas as dimensões simultaneamente.

---

[19] Taxonomias são classificações numéricas de indivíduos em grupos, enquanto tipologias são classificações conceituais (HAMBRICK, 1984; BOZARTH; MCDERMOTT, 1998).

[20] Variáveis utilizadas para a classificação numérica (MILLER; ROTH, 1994).

Já o estudo das configurações em operações, segundo alguns autores (BOYER; BOZARTH; MCDERMOTT, 2000), ainda é uma área pouco explorada. Bozarth e McDermott (1998), num levantamento da literatura, encontraram apenas oito propostas de configurações em operações. A ideia de configurações, entretanto, apesar de pouco explorada, já tem uma longa tradição nos estudos de estratégia de operações. Hayes e Wheelwright (1979), num artigo clássico na estratégia de operações, propuseram que as operações se estruturam internamente de acordo com os estágios do ciclo de vida do produto. Consequentemente, as capacitações operacionais estão ligadas ao contexto externo, de mercado, do estágio evolutivo do setor e das condições sociais e tecnológicas no qual a operação está inserida. Estudos subsequentes (por exemplo, SAFIZADEH *et al.*, 1996) encontraram suporte empírico para a configuração da matriz de produto-processo. Apesar de pouco exploradas, as configurações são uma avenida promissora de estudo da relação entre o contexto externo e as capacitações desenvolvidas por uma operação.

Os elementos de formulação da estratégia de operações identificados na literatura (decisões estratégicas, dimensões competitivas, atividades da RVO, aprendizagem e conhecimento organizacionais e contexto externo) permitem propor um modelo de formulação da estratégia de operações, o que será feito na seção a seguir.

2.7 O PROCESSO DA ESTRATÉGIA DE OPERAÇÕES

Uma decisão em operações não é um gesto desconectado: sempre terá impactos sistêmicos tanto em seu contexto interno quanto em seu contexto externo. O exemplo a seguir foi retirado de uma fala de um gestor numa fábrica brasileira:

> [...] nós não tínhamos um planejamento bem feito, tu vivias incrementando pedidos e tirando pedidos de fornecedores. “Ah, eu quero 100, agora quero 200, quero 500”. Eu era comprador na época que entrou a AGCO [no controle acionário da Iochpe-Maxion] e eu brincava com todo mundo, [...] eu dizia: “Eu duvido, não vai passar seis meses e essa AGCO já vai estar fechando portarias, já vai estar trancando fornecedor, vai passar seis meses e eles não vão aguentar isso daí”. Só que dois fatores [ocorreram]: primeiro, isso jamais aconteceu (cortar pedido e fechar portaria, dizer que não quer mais peça de fornecedor) e o segundo fato é que quem faz isso somos nós mesmos, não é uma entidade [...], a AGCO, que vai cortar ou vai botar pedido, porque nós mesmos somos responsáveis pelo planejamento. (GRAMKOW, 2002, p.47)

Podem-se inferir os impactos sistêmicos da decisão descrita sobre vários elementos da estratégia de operações: nas dimensões competitivas, apesar do risco de aumentar custos com estoques, a confiabilidade da entrega e do próprio produto devem aumentar devido à estabilidade do fornecimento de peças. Tal estabilidade também pode acarretar uma redução de custos, por exemplo, ao diminuir o número de fretes expressos para resolver situações de emergência tanto da produção quanto dos clientes e da manutenção. Além das dimensões competitivas, as decisões estratégicas de operações também serão afetadas por tal decisão. Por exemplo, os sistemas de gerenciamento da produção devem ser impactados (positivamente), pois uma maior estabilidade de fornecimento de peças requer uma menor quantidade de reprogramações da produção da mesma forma que os sistemas de gerenciamento da distribuição devem beneficiar-se, pois menores paradas na produção implicam mais estabilidade na entrega. Finalmente, diversas atividades da cadeia de valor de operações deverão ser afetadas pela decisão de estabilizar os pedidos aos fornecedores: suprimentos, a própria produção e a distribuição deverão tornar-se mais estáveis e confiáveis e com menores custos totais. Ou seja, uma decisão estratégica de operações não apenas não é tomada no vácuo, como disseram Fine e Hax (1985), como também não tem apenas impacto local, mas sim sistêmico.

Para entender o padrão das decisões estratégicas em operações, ou seja, a estratégia de operações, é preciso levar em consideração outros quatro fatores interdependentes: o contexto externo às operações (ambiente macro-econômico, legislação, concorrência, etc.), dimensões competitivas (preço, qualidade, etc.), atividades da rede de valor de operações (suprimento, desenvolvimento de produtos, produção, etc.) e o sistema de aprendizagem e conhecimento organizacionais (troca de conhecimento externa, estoque de conhecimento dos trabalhadores, clima social, etc.). A Figura 3 traz uma representação gráfica dos elementos da estratégia de operações. A forma de pirâmide foi escolhida, em vez dos tradicionais diagramas de retângulos e setas, para não suscitar uma ideia de sentido e fluxo. Na prática, não faz muito sentido se pensar numa ordem cronológica para os elementos da estratégia de operações, como já fizeram outros autores (por exemplo, SKINNER, 1969; FINE; HAX, 1985; LEONG; SNYDER; WARD, 1990), mas sim num processo interativo em que os fatores entram no processo decisório ora simultaneamente, ora são previstos *ex-ante*, ora são revistos *ex-post*. A estratégia de operações é formulada e constantemente reformulada durante sua implementação.

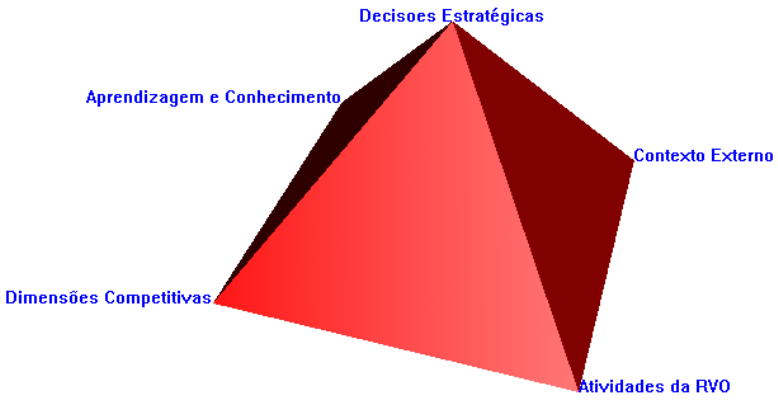


Figura 3 – A Pirâmide da Estratégia de Operações

A natureza técnica e quase artística de algumas soluções para problemas de operações exige o acionamento simultâneo de diversos elementos da estratégia de operações. Por exemplo, recentemente uma fábrica de adesivos precisava embalar um adesivo para seus clientes em sacos plásticos[21]. A escolha da embalagem implicava uma importante redução de custos e ganhos em termos de velocidade para a produção desse adesivo. A única forma de fazer era criar uma máquina para embalar tal adesivo. O problema é que o adesivo perde viscosidade abaixo de 150ºC, portanto derretia a embalagem plástica ao entrar em contato com ela. A resposta de um gestor intermediário da fábrica à alta administração foi que seria impossível fazê-lo. Um analista de manutenção, com mais de 20 anos em projetos de máquinas, trabalhou vários dias e conseguiu fazer os ajustes necessários na máquina para poder embalar o adesivo. A solução encontrada envolvia passar água a 5ºC na embalagem durante o processo, assim o adesivo podia ser dispensado a 150ºC sem destruir o plástico da embalagem. Esse exemplo mostra quão difícil é fazer planos para as atividades de operações. Muitas vezes, os planos podem ser impedidos por restrições técnicas de campo, imprevisíveis no gabinete, ou viabilizados por soluções quase artísticas dos especialistas ou mesmo dos trabalhadores das diversas atividades da rede de valor em operações.

Apesar da natureza emergente da estratégia de operações, ainda assim é importante haver um planejamento prévio das operações, mesmo que a realidade do campo requeira

[21] Informação verbal fornecida ao pesquisador.

ajustes de rumo. Talvez o argumento mais forte para suportar essa afirmação esteja na área de planejamento de projetos. Os projetos, por sua natureza única, em geral sem precedentes, inevitavelmente atrasam ou estouram seus orçamentos. Mas as técnicas de gerenciamento de projetos aumentaram a precisão do planejamento e da execução de tais projetos, como os gráficos de barras introduzidos por Gantt na produção de navios na Primeira Guerra Mundial ou a técnica PERT, utilizada pela primeira vez na construção do submarino nuclear Polaris, na década de 1950 (SLACK; CHAMBERS; JOHNSON, 2002). Ou seja, na área de operações, os planos nem sempre são executados como planejados, mas, sem o planejamento, a execução sempre é mais cara e trabalhosa.

Da mesma forma, não se deve esperar que uma fábrica alinhe seus recursos produtivos em busca de determinados objetivos sem que haja um planejamento, escrito ou não, ou seja, sem que haja uma formulação da estratégia de operações. É importante diferenciar o conteúdo da estratégia de operações, ou seja, o conjunto de decisões estratégicas efetivamente obtido, de seu processo de formulação, ou seja, a intenção estratégica, racional, de se atingir um determinado patamar de desempenho nas dimensões competitivas, através de decisões estratégicas quanto aos recursos e rotinas organizacionais das operações, nas diversas atividades da rede de valor das operações, dado um conjunto de restrições, ameaças e oportunidades advindas do contexto externo às operações. Mas, devido à natureza tecnicamente complexa das operações, a ordem em que esses elementos serão acionados ou levados em consideração na formulação da estratégia de operações não pode ser determinada a priori.

Um outro ponto importante a notar na formulação da estratégia de operações é o fato de que todos os cinco vértices são dinâmicos, portanto não podem constituir uma lista rígida e fechada. As decisões estratégicas, por exemplo, se alteram ao longo do tempo: na década de 1950, a energia de origem fóssil, como petróleo e carvão, era tratada como se esses recursos fossem ilimitados, e não fazia sentido incorporar preocupações energéticas à formulação da estratégia de operações. Hoje, a energia se tornou uma restrição tão importante ao sistema produtivo que não faz mais sentido formular uma estratégia de operações que não contemple a questão energética como decisão estratégica, adicional à já consagrada lista de decisões estruturais. Nas dimensões competitivas, critérios que já foram importantes diferenciais (ganhadores de pedido), hoje são a exigência mínima para participar de um dado mercado (qualificadores). Por outro lado, dimensões não imaginadas antes hoje passam a ser valorizadas. Por exemplo, alguns clientes exigem que a Góoc, fabricante brasileira de bolsas e

calçados, garanta que não utiliza materiais como couro em seus produtos por serem provenientes de animais mortos, o que contradiz as convicções pessoais de certos grupos de consumidores [22]. Nas atividades da rede de valor de operações, quando Henry Ford estabeleceu a produção em massa de automóveis, segundo ele mesmo (FORD; CROWTHER, 1926), não havia fornecedores capazes de fornecer vidros planos na quantidade de que sua fábrica precisava, o que o forçou a verticalizar a produção de vidros planos. Hoje, é absolutamente impensável para uma montadora de automóveis verticalizar a fabricação de vidros. Não se trata apenas da decisão estratégica de produzir ou comprar, mas sim de uma atividade inteira da rede de valor de operações que não existe mais, pelo menos dentro das montadoras. Outras atividades, entretanto, surgiram ao longo dos anos, seja por força de necessidades de negócios, seja por força da lei. Por exemplo, os departamentos de saúde e segurança ocupacionais. As mudanças nas sociedades, por sua vez, provocam diversas alterações no ambiente externo às operações. A legislação, por exemplo, é um importante condicionante às operações das empresas. Até 1930, o Brasil não tinha limites para as jornadas de trabalho. Com a promulgação da Consolidação das Leis do Trabalho, nessa década, as jornadas de trabalho passaram a ser rigidamente definidas, o que causa impacto no processo decisório dos gestores de operações, uma vez que a capacidade é fortemente relacionada com a jornada de trabalho. A legislação, além de ser alterada ao longo do tempo, impondo restrições e abrindo oportunidades às empresas, também tem uma dimensão espacial, pois uma empresa com unidades geograficamente dispersas está sujeita a múltiplas legislações. As exigências em relação ao sistema de aprendizagem e conhecimento organizacionais mudam com o tempo. Numa fábrica tradicional de produção em massa ocidental, até a década de 1970, a única aprendizagem esperada dos trabalhadores era a de aprender a fazer sua tarefa mais rapidamente. A Albarus, uma metalúrgica brasileira, hoje incorporada pela inglesa GKN, tinha, inclusive, operários analfabetos até a implantação de seus programas de qualidade, na década de 1980. O baixo grau de instrução de seus trabalhadores impedia a implantação de certos procedimentos, como a leitura de cartas de Controle Estatístico de Processos. Como solução, a Albarus teve de instalar escolas de ensino supletivo (hoje Educação de Jovens e Adultos) a fim de elevar o patamar de instrução de seus operários e passar a admitir apenas novos operários com o ensino médio concluído.[23]

---

[22] Informação verbal fornecida ao pesquisador pelo proprietário da Góoc.

[23] Informação verbal fornecida ao pesquisador por um gestor da empresa.

Em função do caráter dinâmico de todos os seus vértices, a formulação da estratégia de operações, para ser também dinâmica, precisa ser extensível, ou seja, deve reconhecer que novas dimensões são incorporadas, ao longo do tempo e do espaço, a cada um dos vértices: dimensões competitivas, decisões estratégicas, contexto externo, atividades da rede de valor de operações e sistema de aprendizagem e conhecimento organizacionais. Não é possível, portanto, esperar que haja uma lista estática e imutável de elementos em cada um de seus vértices.

3 ESTRATÉGIA DE OPERAÇÕES SUSTENTÁVEIS

"A ideia de que ser verde é divertido, é fácil e é lucrativo, é perigosa. É trabalho duro. É confuso. Nem sempre é lucrativo. As empresas têm de abrir o placar e começar a fazer coisas." Essa frase, atribuída a Auden Schendler, gestor ambiental de um *resort* de esqui frustrado com as dificuldades de seu cargo (ELGIN, 2007), ilustra um ponto importante para a formulação e a implementação de estratégias de operações sustentáveis: elas estão submetidas a recursos limitados, como todas as outras decisões em operações, portanto sujeitas a regras muito longe da perfeição em termos técnicos, mas que atendam a múltiplos critérios, muitas vezes, conflitantes. Schendler tinha um projeto, em 2006, de U$100.000 para renovar as unidades de hospedagem. Tal projeto se pagaria em 7 anos pela redução dos custos de energia, mas o projeto não foi aprovado e a verba do orçamento foi alocada para compras de equipamentos de esqui e outras compras convencionais. O comentário do vice-presidente de patrimônio de sua empresa foi: "A disponibilidade de capital não é infinita" (ELGIN, 2007).

Todos os recursos organizacionais são finitos, seja capital, trabalho ou conhecimento. Assim sendo, não é possível se esperar que uma operação vá implantar o que existe de mais moderno em tecnologia simplesmente porque é mais eficiente do ponto de vista de uso de recursos naturais. Portanto, deve haver um padrão de decisões quanto aos investimentos ambientais numa empresa, especialmente no que diz respeito aos investimentos nas operações, ou seja, uma estratégia de operações sustentáveis.

A proposta deste trabalho é que a estratégia de operações sustentáveis segue o modelo proposto no capítulo anterior, sujeita às dimensões dos cinco vértices da estratégia de operações: dimensões competitivas, decisões estratégicas, atividades da RVO, sistema de aprendizagem e conhecimento organizacionais e contexto externo. Por exemplo, um projeto de eficiência energética, que é uma decisão estrutural (instalações) na atividade "produção" da RVO, será aprovado, se, entre os outros projetos concorrentes, for o projeto que tiver os recursos de conhecimento organizacional suficientes (ou adquiríveis) para sua implantação e tiver a maior aderência com a estratégia de negócios e o maior impacto positivo nas dimensões competitivas da operação. Este capítulo se inicia com uma definição de sustentabilidade, seguida por uma discussão do impacto do contexto externo na formulação da estratégia de operações sustentáveis.

3.1 SUSTENTABILIDADE

No século XX, começam a surgir estudos que apontam para o risco da exaustão dos recursos naturais. Na década de 1970, é publicado o livro "Limites do Crescimento" (MEADOWS *et al.*, 1972), um relatório da reunião do Clube de Roma que aponta para a completa depleção de recursos naturais finitos, dado o crescimento exponencial de seu consumo. Embora amplamente criticado (SOLOW, 1974b; LOMBORG, 2001), principalmente devido a sua metodologia de cálculo da duração dos recursos não-renováveis, o livro do Clube de Roma suscita uma importante questão: com a tecnologia atual, é possível fazer com que a economia global cresça sem exaurir completamente os recursos naturais do planeta Terra? Hart (1995), por exemplo, afirmou que, se cada família da China e da Índia possuísse um automóvel e uma geladeira (abaixo ainda, portanto, do padrão de vida norte-americano), o planeta Terra não suportaria o impacto desse consumo. Se o crescimento é um imperativo do sistema capitalista (HAMILTON, 2003), então remover essa barreira é uma necessidade das empresas. Algumas iniciativas nesse sentido têm sido propostas, como a estratégia da riqueza na base da pirâmide (PRAHALAD, 2005). Empoderar as sociedades marginalizadas, entretanto, não vai resolver o problema dos recursos naturais, mas sim torná-lo ainda mais agudo, pois quanto mais rápido as pessoas na base da pirâmide social tiverem acesso à renda, mais rápida será sua entrada no mercado de consumo, mais recursos naturais, renováveis ou não, serão necessários para manter esse consumo, maior será a quantidade de dejetos gerados, mais energia será necessária... enfim, mesmo que seja classificada como "neo-malthusiana" (BARBIERI, 2004), a ideia proposta pelo Clube de Roma de que existe uma relação negativa entre crescimento econômico e disponibilidade de recursos naturais, moderada pela tecnologia, não pode ser desprezada pela estratégia, seja ela corporativa, de negócios ou de operações.

A definição de desenvolvimento sustentável desenvolvido pela Comissão Mundial de Ambiente e Desenvolvimento, também conhecido como Relatório Brundlandt, é:

> Desenvolvimento sustentável é o desenvolvimento que atende às necessidades do presente sem comprometer a habilidade das futuras gerações em atender às suas próprias necessidades. Esta [definição] contém dois conceitos-chave:
>
> - O conceito de "necessidades", em particular as necessidades essenciais dos pobres do mundo, para as quais prioridade absoluta deve ser dada, e

- A ideia de limitações impostas pelo estado da tecnologia e da organização social na habilidade do ambiente de atender a necessidades presentes e futuras (WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT, 1987, chapter 2)

O segundo corolário do Relatório Brundlandt reforça o papel da tecnologia como moderador entre os recursos e sua taxa de consumo, já presentes no relatório do Clube de Roma. Essa definição, apesar de ser o conceito padrão da ONU para a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento de 1992, também conhecida como Rio 92 (BOUTROS-GHALI, 1993), encerra uma série de dificuldades de caráter prático e teórico. As principais questões são: a valoração dos recursos exauríveis, a ser discutida mais adiante, e a taxa de desconto a ser aplicada a fim de se identifique um valor intergeneracional.

Na verdade, academicamente, a discussão sobre a taxa de desconto a ser aplicada no valor futuro dos recursos exauríveis não é recente. Hotelling (1931, p. 137) escreveu:

> A contemplação do desaparecimento das fontes mundiais de minerais, florestas e outros ativos exauríveis levou à demanda pela regulação de sua exploração. O sentimento de que esses produtos são agora tão baratos pelo bem das futuras gerações, que eles estão sendo explorados egoisticamente a uma taxa muito rápida, e que eles estão sendo produzidos e consumidos de forma perdulária levaram à criação do movimento conservacionista.

Hotelling propôs uma questão interessante: qual é o maior interesse social? Se o maior interesse social é que os preços sejam os mais baixos, então os recursos naturais exauríveis devem ser explorados o mais rápido possível até o limite de sua exaustão, pois isso reduz os preços (pelo aumento da oferta), enquanto o interesse dos produtores é reduzir a velocidade da exploração a fim de garantir que os preços sejam mais altos (pela redução da oferta), mas não tão lenta que torne o valor presente líquido de seus ativos muito baixo, ou seja, a taxa ótima de exploração, por parte do dono do recurso, depende da taxa de desconto. Da mesma forma, se houver uma preocupação com as gerações futuras, a taxa de desconto será a chave da conservação dos recursos naturais: se a taxa aplicada para calcular o valor presente for muito alta, o valor presente líquido de qualquer ativo, no futuro, irá valer muito pouco, portanto ele é utilizado agora, enquanto tem valor. Essa hipótese da taxa de desconto tem sido a preocupação de diversos economistas ao tratar de recursos naturais e de sua regulamentação,

como Solow (1974b; 1974a; 1986; 1993), Arrow (1974; 1995), e mais recentemente do Relatório Stern (STERN; GREAT BRITAIN TREASURY., 2007).

Uma distinção entre os recursos de que trata a sustentabilidade, se faz necessária. Alguns recursos naturais renováveis, como o sol e o vento, não requerem uma preocupação maior com relação a sua taxa de consumo, pois não há limites (conhecidos) sobre seu uso. Alguns recursos naturais, entretanto, como o estoque de peixes no oceano, o solo ou as florestas podem ser explorados indefinidamente, mas apenas até o limite de sua capacidade de recuperação. Os outros recursos, não-renováveis, como minérios ou combustíveis fósseis, simplesmente podem ser utilizados até o limite de suas reservas (SOLOW; JOHN, 1999). Ou seja, os recursos naturais, tanto alguns renováveis como os não-renováveis, formam o grupo dos recursos exauríveis na análise de Hotelling (1931) e dos demais economistas dos recursos naturais (CROPPER; OATES, 1992), área do conhecimento que tem uma relação importante com o impacto do contexto externo na formulação de uma estratégia sustentável. Um outro tipo de recurso, o capital humano, é definido como a qualidade do trabalho devido a melhores condições de saúde, educação, treinamento, etc. (SOLOW; JOHN, 1999).

A própria valoração dos recursos naturais é uma lacuna teórica, apesar de ser uma discussão ainda mais antiga. Tome-se, como exemplo, a teoria do valor. Para Aristóteles (ARISTOTLE, 350B.C.), "riqueza" são todas as coisas cujo valor pode ser mensurado em dinheiro, pois o dinheiro é o que permite que coisas incomensuráveis possam ser trocadas. Portanto, em consonância com Aristóteles, na sociedade humana, os capitais natural e social só poderiam ser considerados riquezas a partir de sua valorização em dinheiro. Adam Smith, em 1776, já tecia considerações sobre o valor dos recursos naturais. Para ele, havia dois valores: o valor de uso e o valor de troca. O exemplo de Smith é hoje um clássico: os diamantes têm pouco valor de uso, mas um grande valor de troca, enquanto a água tem um grande valor de uso, mas um baixo valor de troca (SMITH, [1776] 1983). Por estar preocupado com a formação dos preços, Smith não desenvolveu mais essa distinção entre o valor de uso e o de troca, concentrando-se em formular uma teoria a respeito do último, estabelecendo uma distinção entre o preço "natural" de um produto e seu preço de mercado. Para Smith, o preço natural de um produto é a soma de seus fatores de produção (a remuneração pelo uso da terra, trabalho e capital), enquanto o preço de mercado, efetivamente observável, pode ser maior ou menor do que o preço natural do produto, conforme a proporção entre a oferta e a demanda desse produto. Ricardo ([1817] 1821) compartilha a mesma posição: a utilidade de um bem é essencial para que ele tenha valor, mas não condição

suficiente. Para esse autor, duas variáveis determinam o valor de um bem: horas trabalhadas para obtê-lo e escassez. Portanto, nenhum recurso natural tem valor por si, pois não requer trabalho para sua produção, apenas para sua extração. Mill ([1848] 1909) ofereceu ainda menos recursos teóricos para a valorização dos recursos naturais ao afirmar que o valor de uso "não interessa" – se os diamantes são importantes para alguém, como adorno, eles têm valor de uso, e não cabe à Economia fazer juízo de valor –, apenas o valor de troca, que deveria ser o interesse da Economia. Portanto, o que não pode ser trocado, não tem valor.

Já para os economistas marginalistas (por exemplo, Walras, Jevons, Menger, Böhm-Bawerk), o valor de um bem não é intrínseco ao bem, mas seria determinado pela utilidade percebida pelo comprador, ou seja, seria um valor subjetivo. Böhm-Bawerk ([1888] 1891) lançou mão do exemplo do viajante sedento que só tem um copo d'água, em contraste com um homem que está ao lado de uma bica. Para o último, a água vale menos, pois, se virar o copo e perder o líquido, poderá tomar outro, possibilidade que o primeiro não tem. Ou seja, não é apenas a escassez do bem que vale, mas a escassez relativa ou marginal. Para Jevons ([1871] 1888), a água, apesar de ser muito útil, não vale nada porque é abundante, ou seja, o primeiro copo mata a sede, mas os copos seguintes não vão ter tanta utilidade. A utilidade do primeiro copo é grande, a do segundo menor e assim sucessivamente a utilidade marginal vai decaindo com a quantidade. Menger ([1871] 1976) ofereceu um exemplo semelhante: em que os habitantes de um povoado consomem água de um rio próximo. Se o rio tiver uma oferta acima da necessidade de consumo, a água não terá valor, enquanto, se a oferta diminuir em função de uma seca, por exemplo, o valor atribuído à água será diferente. Walras ([1874] 1996) apresentou uma curiosa classificação das coisas: as coisas inúteis, "como certos animais e as ervas daninhas" (p.47) – certamente uma referência equivocada à biodiversidade –, as coisas úteis e abundantes – sobre as quais não havia interesse –, e as coisas úteis e raras – estas, sim, foco da Economia.

Portanto, a Economia não oferecia, até bem pouco tempo atrás, nenhum ferramental para valorar o capital natural nem o capital social. Pela ótica dos economistas clássicos (Smith, Ricardo, J.S. Mill), como não há como mensurar "custos de produção" dos recursos naturais e sociais, seu preço natural deveria ser zero. Já pela lógica dos marginalistas, recursos abundantes não têm valor, e recursos que não têm "utilidade" para as pessoas, não têm valor, ou seja, pela teoria econômica, uma floresta ou mata ciliar não tem valor intrínseco. Não tendo valor, o gestor público não terá como justificar investimentos sustentáveis. Por exemplo, se tivesse de decidir entre instalar uma fábrica e preservar uma nascente de um rio,

um gestor público "racional" deveria preferir a primeira opção, pois a segunda não tem valor. Como observou a Comissão de Geociências, Ambiente e Recursos do Conselho Nacional de Pesquisa norte-americano, a avaliação do valor "de mercado" da água nunca foi possível porque, nos Estados Unidos, a água nunca foi comercializada "no mercado" (NATIONAL RESEARCH COUNCIL (U.S.). COMMISSION ON GEOSCIENCES ENVIRONMENT AND RESOURCES, 1997). Dessa forma, como não há instrumento para medir diretamente o valor de um recurso natural, se usa o artifício de medir o valor do serviço que o ecossistema presta ao homem (NATIONAL RESEARCH COUNCIL (U.S.). COMMITTEE ON ASSESSING AND VALUING THE SERVICES OF AQUATIC AND RELATED TERRESTRIAL ECOSYSTEMS., 2005). O método do serviço do ecossistema foi utilizado, por exemplo, na Avaliação do Milênio dos Ecossistemas, da ONU, de forma a relacionar os recursos naturais e o bem-estar humano e para melhorar a capacidade dos gestores públicos de avaliar os *trade-offs* entre as diferentes formas de gestão dos ecossistemas e cursos de ação social que alteram o uso dos ecossistemas (ALCAMO; BENNETT; MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (PROGRAM), 2003). Costanza e outros avaliariam o valor dos serviços do ecossistema global, em média, em 33 trilhões de dólares ao ano, comparados com um produto nacional bruto global de 18 trilhões de dólares ao ano (COSTANZA *et al.*, 1997).

Ou seja, há muito dinheiro em jogo para que o risco ambiental e seu impacto no bem-estar humano sejam simplesmente ignorados pela estratégia das empresas. No entanto, os indicadores, como os relatórios do IPCC (PARRY; INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. WORKING GROUP II., 2007) e do Tesouro Britânico (STERN; GREAT BRITAIN TREASURY., 2007), apontam na direção contrária: as mudanças climáticas estão ocorrendo com importantes impactos sobre a possibilidade de existência da espécie humana no futuro e consequentemente de existência, no longo prazo, das próprias empresas. Essa é a típica situação da tragédia da comuna (HARDIN, 1968): os recursos naturais são comunitários, ou seja, não são propriedade particular de ninguém, portanto há um incentivo a utilizá-los até o limite de sua exaustão. Como disse Hardin, não há solução técnica para o problema da comuna. Entretanto, esperar pela formulação de políticas públicas ambientais não parece ser uma opção sensata para as empresas. Políticas ambientais são implantadas em duas etapas: em primeiro lugar, se estabelecem padrões e metas para a qualidade ambiental e, num segundo momento, um sistema regulatório é projetado e implementado para atingir tais padrões (CROPPER; OATES, 1992). Portanto, todas as

empresas terão que modificar seus processos produtivos para atender à legislação. Isso implica duas coisas: a primeira – todos os que cumprirem os requisitos legais estarão nas mesmas condições competitivas porque todos os concorrentes do mesmo patamar tecnológico terão os mesmos custos de modificação e todos terão a mesma oferta em termos de benefícios; a segunda – adiar as modificações de produto e processo até que elas se tornem exigência legal faz com que as mudanças sejam mais bruscas e custosas, comparadas com as mudanças incrementais feitas ao longo do tempo. Portanto, a estratégia que antecipe os requisitos legais e avance a posição da empresa rumo à sustentabilidade, parece a opção mais sensata no longo prazo. A validação dessa afirmação, entretanto, requereria que tanto os custos de mudança quanto os benefícios e a taxa de desconto (por se tratar de um benefício futuro) fossem conhecidos, o que não acontece.

Mesmo assim, diversas empresas já estão começando a incorporar preocupações com a sustentabilidade em sua estratégia corporativa e de negócios. A evidência disso é o surgimento de associações de empresas, como o Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS), ligado ao *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD), que congrega empresas com a finalidade de compartilhar informações sobre práticas sustentáveis entre seus membros e de seus membros para o restante da sociedade[24]. O Pacto Global da ONU, ou *UN Global Compact*, é uma iniciativa com participantes de 4700 empresas que buscam implementar 10 princípios que envolvem quatro dimensões (direitos humanos, padrões de trabalho, ambiente e anticorrupção): 1) as empresas devem apoiar e respeitar a proteção dos direitos humanos reconhecidos internacionalmente (da Declaração Universal); 2) as empresas devem assegurar-se de que não são cúmplices de abusos dos direitos humanos; 3) as empresas devem apoiar a liberdade de associação e o reconhecimento efetivo do direito à negociação coletiva; 4) as empresas devem eliminar todas as formas de trabalho forçado ou compulsório; 5) as empresas devem apoiar a abolição do trabalho infantil; 6) as empresas devem eliminar a discriminação no emprego; 7) as empresas devem apoiar uma abordagem preventiva aos desafios ambientais; 8) as empresas devem desenvolver iniciativas para promover maior responsabilidade ambiental; 9) as empresas devem incentivar o desenvolvimento e difusão de tecnologias ambientalmente amigáveis; e 10) as empresas devem combater a corrupção em todas as suas formas, inclusive extorsão e propina[25]. O Ceres é uma rede de investidores, organizações ambientais e outros

---

[24] http://www.cebds.org.br/cebds/cebds-objetivos.asp, consultado em 18 de dezembro de 2008.

[25] http://www.pactoglobal.org.br/dezPrincipios.aspx, consultado em 18 de dezembro de 2008.

grupos de interesse para integrar a sustentabilidade ao mercado de capitais. O Ceres informa que mais de 50 empresas, entre as quais 13 pertencentes à lista *Fortune 500*, são signatárias de seus princípios: proteção à biosfera; uso sustentável dos recursos naturais; redução e disposição dos resíduos; conservação da energia; redução dos riscos ambientais e sociais; produtos e serviços seguros; restauração (remediação) ambiental; informação ao público; comprometimento ambiental da administração; e auditorias e relatórios anuais no padrão Ceres[26]. A *Global Reporting Initiative* (GRI) é uma outra organização cujo objetivo é gerar um padrão de evidenciação das ações empresariais de sustentabilidade[27]. A ISO (International Standards Association) é um organismo internacional, não-governamental, desenvolvedor e publicador de normas técnicas, que congrega representantes de 157 organismos nacionais de padronização, entre elas a ABNT brasileira, a ANSI norte-americana, a CSA canadense, a BSI inglesa. Além de outras normas técnicas, a ISO desenvolveu, em 1996, as normas 14001, do sistema de gestão ambiental (adaptadas da norma inglesa BS7750, de 1992), atualmente na revisão 2004, e as normas OSHAS 18001, de saúde e segurança do trabalho, atualmente na revisão 1999 (WHITELAW, 2004). Tais normas representaram um grande impulso na formalização e certificação de sistemas de gestão ambiental e de saúde e segurança ocupacionais empresariais. O Instituto Ethos é uma organização não-governamental, com sede no Brasil, cuja missão, segundo seu sítio na internet[28], é o segue:

> A missão do Instituto Ethos é disseminar a prática da **responsabilidade social empresarial**, ajudando as instituições a:
>
> 1. compreender e incorporar de forma progressiva o conceito do comportamento empresarial socialmente responsável;
> 2. implementar políticas e práticas que atendam a elevados critérios éticos, contribuindo para o alcance do sucesso econômico sustentável em longo prazo;
> 3. assumir suas responsabilidades com todos aqueles que são atingidos por suas atividades;
> 4. demonstrar a seus acionistas a relevância de um comportamento socialmente responsável para o retorno em longo prazo sobre seus investimentos;
> 5. identificar formas inovadoras e eficazes de atuar em parceria com as comunidades na construção do bem-estar comum;
> 6. prosperar, contribuindo para um desenvolvimento social, econômico e ambientalmente sustentável.
>
> (grifo do autor)

---

[26] http://www.ceres.org/Page.aspx?pid=416, consultado em 19 de dezembro de 2008.

[27] http://www.globalreporting.org/AboutGRI/WhatWeDo/, consultado em 19 de dezembro de 2008.

[28] http://www.ethos.org.br/DesktopDefault.aspx?TabID=3356&Alias=Ethos&Lang=pt-BR, consultado em 19 de dezembro de 2008.

O último exemplo serve para ilustrar o seguinte ponto: apesar de haver um escasso referencial teórico sobre "estratégia sustentável", o tema "responsabilidade social corporativa" (CSR) é teoricamente equivalente e muito mais explorado. Há uma tendência recente em investir cada vez mais recursos organizacionais em CSR (JUST., 2008), e, com isso, existe a percepção dos executivos de que a palavra "social" se torna restritiva, sendo "responsabilidade corporativa", em alguns casos, preferida (JUST., 2008). Não há, entretanto, consenso sobre qual seja a responsabilidade da organização com seu contexto externo. Para Friedman (1970), por exemplo, a responsabilidade social das empresas é aumentar seus lucros e pagar seus impostos, ou seja, ao internalizarem as responsabilidades sociais e ambientais, os gestores estariam aumentando seus custos, sendo menos eficientes, portanto contrariando a função essencial da empresa de gerar lucro aos seus acionistas. Constatam-se, entretanto, divergências quanto a esse posicionamento. Outra visão da CED (Comitê para o Desenvolvimento Econômico) é que há três "círculos" de responsabilidade empresarial. No círculo interno, o nível mais básico da empresa (e seus executivos) deveria executar eficientemente sua missão, oferecendo produtos de qualidade, empregos e crescimento econômico. Esse nível é de que trata Friedman. Num círculo intermediário, a empresa deveria preocupar-se com os valores e as prioridades sociais, como o meio ambiente e relações com os funcionários. No círculo mais externo, a empresa deveria preocupar-se com questões mais amplas, como a pobreza e a deterioração urbana (COMMITTEE FOR ECONOMIC DEVELOPMENT, 1971, apud CARROLL, 1979). Carrol (1979), por sua vez, especificou quatro categorias de responsabilidade social empresarial: responsabilidades econômicas, responsabilidades legais, responsabilidades éticas e responsabilidades discricionárias. O conjunto das responsabilidades nessas quatro categorias forma a responsabilidade social total de uma empresa. As responsabilidades econômicas são as básicas: oferecer, com lucro, bens e serviços que a sociedade necessita e deseja. As responsabilidades legais são as leis e regulamentações às quais as empresas devem submeter-se para poderem operar. As responsabilidades éticas são comportamentos e atividades da empresa que, embora não sejam codificados na lei, são esperados pelos membros da sociedade. Por exemplo, quando a empresa de petróleo Shell se omitiu no conflito entre o governo militar da Nigéria (África) e o líder do Movimento de Sobrevivência do Povo Ogoni (MOSOP), Ken Saro-Wiwa, daquele país, (PAINE; MOLDOVEANU, 1999a) não estava cometendo nenhuma ilegalidade. Afinal,

ela apenas mantinha operações de extração de petróleo na Nigéria. Mas a Shell encontrou problemas com os consumidores e com os grupos ambientais em seus principais mercados consumidores, com protestos e boicotes em vários países da Europa, quando o governo nigeriano decidiu condenar à morte Saro-Wiwa e executá-lo em 1995 (PAINE; MOLDOVEANU, 1999b). Finalmente, as responsabilidades discricionárias (ou voluntárias) são aquelas expectativas que a sociedade coloca sobre as empresas que não pertencem a nenhuma das outras categorias, sendo muito mais dificilmente percebidas por seus executivos. Por exemplo, a empresa farmacêutica Merck, em 1978, começou a investigar a aplicação de um medicamento utilizado, originalmente, como um parasiticida de uso veterinário (Ivomec) para tratar a "cegueira do rio" (*onchocerciasis*), uma doença que afeta populações ribeirinhas em países subdesenvolvidos, transmitida por uma mosca, e que leva à cegueira e outra série de sintomas, como uma violenta e incessante coceira na pele (HANSON; WEISS, 1991a). Entretanto, as populações contaminadas não teriam condições financeiras de comprar os medicamentos, tornando o negócio inviável. Mesmo assim, na expectativa de poder vender aos governos dos países afetados ou à Organização Mundial da Saúde (OMS), em 1980 a Merck decidiu autorizar os testes clínicos do novo medicamento, que viria a se chamar Mectizan. Em 1987, o medicamento foi aprovado pelo organismo francês que regulamenta o setor de medicamentos, amplamente aceito nas ex-colônias francesas da África. Entretanto, até aquele momento, nenhum dos organismos de auxílio internacional, como a OMS ou a US AID (organismo de auxílio internacional norte-americano), havia se comprometido a bancar os custos do medicamento. (HANSON; WEISS, 1991b). A Merck então decidiu não apenas doar os medicamentos, mas também trabalhar ativamente na sua distribuição (HANSON; WEISS, 1991c). Entre 1988 e 1991, mais de 1,5 milhão de pessoas receberam tratamento com o Mectizan gratuitamente (HANSON; WEISS, 1991d).

Além dessa classificação das responsabilidades sociais da empresa, é também possível classificar as questões sociais que a empresa pode tentar resolver. Porter e Kramer (2006) propuseram que as questões sociais fossem classificadas em: questões sociais genéricas, questões sociais da cadeia de valor e questões sociais do contexto competitivo. Questões sociais genéricas não são afetadas pelas atividades da empresa nem têm impacto de longo prazo na sua competitividade. Questões sociais da cadeia de valor são aquelas que são afetadas pelas atividades diretas ou indiretas da empresa. Já as questões sociais do contexto competitivo afetam significativamente os determinantes da competitividade da empresa nos locais em que ela opera. Uma mesma questão social pode assumir papéis diferentes para cada

empresa. Como exemplo, Porter e Kramer sugeriram que as emissões de gases do efeito estufa podem ser questões sociais genéricas para um banco, questões sociais da cadeia de valor para uma empresa de transportes ou tanto questões sociais da cadeia de valor quanto do contexto competitivo para uma montadora de automóveis.

Uma outra classificação das ações de CSR é quanto aos seus objetivos. Porter e Kramer (1999; 2002; 2006) sugeriram duas categorias: responsiva e estratégica. A estratégia responsiva consiste na boa cidadania empresarial (atividades como filantropia ou ações conjuntas com entidades sociais) e na mitigação dos impactos negativos das atividades empresariais. Para Porter e Kramer, apenas responder às demandas da sociedade não gera diferenciação, portanto não resulta em diferenciação nem em vantagem competitiva. Segundos esses autores, para se diferenciar, é preciso ir além das boas práticas, tomando ações diferentes dos competidores de forma a reduzir custos ou atender melhor às necessidades e desejos de um grupo de compradores. Para "ir bem fazendo o bem"[29] (JUST., 2008), ou seja, poder contribuir para o desenvolvimento sustentável sem prejudicar o desempenho financeiro da empresa, ela deveria agir estrategicamente (PORTER; KRAMER, 1999, 2002).

Relacionar, entretanto, o resultado financeiro de uma empresa que pratica o CSR com sua intenção estratégica, entretanto, tem seus limites. Por exemplo, quando questionados quanto a sua ação na África, executivos da Merck responderam não saberem se um dia terão retorno financeiro, mas comentaram que os japoneses ainda associavam a Merck à distribuição de estreptomicina para o combate à tuberculose no Japão após o fim da Segunda Guerra Mundial, operação que, então, não gerou resultados financeiros, entretanto a Merck era, na década de 1990, a maior empresa farmacêutica norte-americana em operação no Japão em função de sua reputação nesse país (HANSON; WEISS, 1991d). Mas, nem a ação no Japão nem na África partiram de uma intenção estratégica da Merck. No final da Segunda Guerra Mundial, o Japão era um país miserável e destruído pela guerra, como são ainda hoje os países da África, e a Merck desenvolveu o Mectizan não para ser doado, mas na expectativa (frustrada) de vender para organismos de auxílio internacional. Essa ação social da Merck pode ser caracterizada mais como uma estratégia emergente do que planejada. Estudos empíricos em larga escala também refletem resultados inconclusivos sobre a relação entre CSR e desempenho financeiro da empresa (ver uma revisão desses estudos em HULL; ROTHENBERG, 2008). Usando a base de dados KLD, que reúne informações sobre

---

[29] Tradução livre de "*doing well by doing good*".

investimentos de empresas em sustentabilidade, Waddock e Graves (1997) identificaram uma relação positiva entre CSR e desempenho financeiro. McWilliams e Siegel (2000), entretanto, utilizando os mesmos dados, mostraram que os investimentos de P&D, por estarem positivamente correlacionados tanto com os investimentos em CSR quanto com o desempenho econômico das empresas, eram um importante preditor omitido na especificação anterior. Ao controlar os investimentos em P&D, os investimentos em CSR não tiveram efeito significativo sobre o desempenho. Hull e Rothenberg (2008), a partir da mesma base de dados, mostraram que o investimento em P&D, um *proxy* para inovação e investimentos em tecnologia, modera a relação entre CSR e desempenho. Ou seja, há uma interação negativa entre CSR e P&D: empresas com baixos investimentos em P&D têm uma relação positiva entre CSR e desempenho, enquanto empresas com altos investimentos em P&D já têm um desempenho econômico alto, portanto os investimentos em CSR não têm um efeito tão grande no desempenho. Por essa razão, os efeitos de CSR no desempenho, encontrados no estudo de McWilliams e Siegel, foram nulos. Na verdade, os investimentos em P&D mudam o efeito de CSR no desempenho, e, se essa interação não for controlada, os efeitos serão nulos. Tais resultados reforçam a proposição de que a tecnologia e a inovação têm um papel importante na relação entre sustentabilidade e crescimento econômico, também no nível das empresas. Paralelamente a essas análises da base KLD, Barnett e Salomon (2006) estudaram o desempenho de carteiras socialmente responsáveis. Carteiras são "pacotes" de ações de empresas criados por fundos de investimento para seus clientes, em geral, investidores individuais. Carteiras socialmente responsáveis eliminam de seu pacote ações de empresas que não apresentem um comportamento socialmente aceito por um dado grupo, como muçulmanos ou evangélicos. Exemplos de critérios utilizados são a exclusão de empresas que atuam nos setores bélico, de tabaco, de bebidas alcoólicas, etc. Barnett e Salomon descobriram que o desempenho de tais carteiras tem uma relação curvilínea, em forma de U invertido, com o rigor do filtro utilizado para excluir empresas. Ou seja, tanto carteiras sem nenhum critério de sustentabilidade quanto carteiras com um número muito grande de critérios de exclusão têm um desempenho menor do que carteiras com um número intermediário de critérios. Além disso, esses autores descobriram que usar critérios sociais na seleção de ações tem um melhor impacto no desempenho do fundo do que os critérios ambientais. Uma possível explicação (do autor deste trabalho) para essa diferença está na tecnologia: o custo de implantar tecnologias ambientais nos processos produtivos e de fazer P&D para melhorar o desempenho ambiental dos produtos é muito maior do que as

tecnologias gerenciais necessárias para melhorar o desempenho social da empresa. Tais tecnologias gerenciais em operações poderiam incluir um melhor projeto e organização do trabalho, critérios mais rigorosos de relacionamento com fornecedores, entre outras, enquanto tecnologias ambientais podem requerer estações de tratamento de efluentes, aterros de resíduos industriais perigosos, equipamentos especiais de transporte de substâncias perigosas, etc. A tecnologia é um elemento essencial para implementar a sustentabilidade em seu sentido mais amplo, ou seja, tem altos padrões simultâneos de desempenho econômico, social e ambiental.

A literatura sobre CSR, portanto, oferece mais subsídios teóricos para o entendimento do papel das empresas no desenvolvimento sustentável e para uma eventual implantação de práticas sustentáveis por parte das empresas do que a escassa e imprecisa literatura de estratégia sustentável. Parnell (2008, p.39), por exemplo, conceitua gestão estratégica sustentável como "estratégias e processos relacionados, associados com a continuidade do desempenho superior – entendido de forma ampla – tanto da perspectiva de mercado quanto da ambiental", esquecendo, portanto, a importância do desempenho da empresa nos aspectos sociais numa estratégia sustentável.

Portanto, na mesma medida em que a estratégia de operações deve ser alinhada às estratégias corporativa e empresarial, a estratégia de operações sustentáveis deve ser alinhada à estratégia de CSR da unidade de negócios e da corporação. Para este trabalho, a estratégia de operações sustentáveis é definida como o padrão de decisões em operações sustentáveis. Define-se operação sustentável como aquela que é eficiente economicamente, enquanto é responsável ambiental e socialmente. Nessa medida, não faz sentido dizer "ambientalmente sustentável" – não se pode ser sustentável em apenas um dos eixos. Nesse caso, seria mais adequado dizer ambientalmente responsável. Ser ambientalmente responsável é um requisito para a sustentabilidade, mas não é suficiente, pois a busca da responsabilidade ambiental pode vir às expensas da eficiência econômica, o que não é sustentável.

Como a estratégia de operações sustentáveis é um subconjunto da estratégia de operações, compartilha uma série de características com esta. Como precisa haver uma aderência ao contexto externo e, em consequência disso, um conjunto de dimensões competitivas às quais as operações precisam atentar, é necessário desenvolver capacitações em cada uma das categorias de decisão em operações, para cada uma das atividades da rede de valor em operações, portanto é necessário pôr em marcha um sistema de aprendizagem e

conhecimento organizacionais. Cada uma dessas características será tratada nas seções seguintes.

3.2 O CONTEXTO EXTERNO DA ESTRATÉGIA DE OPERAÇÕES SUSTENTÁVEIS

O contexto externo às operações será avaliado, utilizando-se as categorias de *stakeholders* propostas por Donaldson e Preston (1995): consumidores, fornecedores, investidores, empregados, governos, grupos políticos, associações empresariais e comunidades[30].

Até o final do século XX, praticamente a sociedade e os governos reagiam a eventos pontuais, e as empresas operavam (e muitas ainda operam) de forma reativa às ações que vinham através de mudanças na regulamentação ambiental. O Quadro 5, por exemplo, mostra alguns acidentes ambientais importantes no século XX. A partir desse quadro, se pode adicionar que, em momentos de crise, tanto as empresas quanto os governos e a sociedade se mobilizavam a fim de estabelecer novas regulamentações ambientais, promover ações de remediação ambiental e, apenas nesses momentos, a questão ambiental ganhava espaço na mídia e na mente dos consumidores.

Ano	Acidente Ambiental
1947	Navio carregado de nitrato de amônia explodiu no Texas, tendo como consequência mais de 500 mortes e deixando 3.000 pessoas feridas.
1956	Contaminação na baía de Minamata, no Japão. Foram registrados casos de disfunções neurológicas em famílias de pescadores, gatos e aves. A contaminação acontecia desde 1939 devido a uma companhia química instalada às margens. Moradores morreram devido às altas concentrações de mercúrio, que provocaram a chamada "doença de Minamata".
1966	Na cidade de Feyzin, França, um vazamento de GLP (gás liquefeito de petróleo) causou a morte de 18 pessoas e deixou 65 intoxicadas.
1976	A fábrica Hoffmann-La Roche liberou, na cidade de Seveso, Itália, uma densa nuvem de agente laranja, um desfolhante que, entre outras substâncias, continha dioxina, altamente venenosa. Em torno de 733 famílias foram retiradas da região.

[30] Um elemento do contexto externo raramente citado nos estudos de estratégia é a mídia. Seu estudo, entretanto, foge do escopo deste trabalho.

Ano	Acidente Ambiental
1978	Na cidade de São Carlos, na Espanha, um caminhão-tanque carregado de propano explodiu, causando 216 mortes e deixando mais de 200 feridos.
1984	Um vazamento de 25 toneladas de isocianato de metila, ocorrido em Bhopal, Índia, causou a morte de 3.000 pessoas e a intoxicação de mais de 200.000. O acidente foi originado pelo vazamento de gás da fábrica da Union Carbide.
1984	Em San Juanico, México, incêndio de GLP seguido de explosão causou 650 mortes e deixou 6.400 feridos.
1986	Um acidente na usina de Chernobyl, na Ucrânia (então URSS), provocado pelo desligamento do sistema de refrigeração com o reator ainda em funcionamento, resultou num incêndio que durou uma semana, lançando na atmosfera um volume de radiação cerca de 30 vezes maior do que o da bomba atômica de Hiroshima. A radiação espalhou-se, atingindo vários países europeus e até mesmo o Japão.
1986	Em Basileia, na Suíça, foram derramadas 30 toneladas de pesticidas no rio Reno após o incêndio na fábrica da Novartis (então Sandoz), causando a mortandade de meio milhão de peixes ao longo de 193 km. Este foi considerado o maior acidente ambiental da Europa.
1989	O navio-tanque Exxon-Valdez bateu num recife e encalhou no estreito do Príncipe William, no Alaska. O rombo aberto no casco deixou vazar cerca de 44 milhões de litros de petróleo. O vazamento de óleo, o pior da história dos EUA, atingiu uma área de 260 km^2, poluindo águas, ilhas e praias da região. Morreram milhares de animais – peixes, aves, baleias e leões-marinhos.

Quadro 5 – Principais Acidentes Ambientais no Século XX

Fonte: Adaptado de (DIAS, 2006; 1986, 2008)

No final do século XX, entretanto, a percepção da sociedade começou a mudar com relação aos problemas ambientais. Com a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento, em 1992, no Rio de Janeiro (RIO92), começaram a surgir indícios de que os Estados iriam mudar seus processos decisórios na questão da sustentabilidade. Por exemplo, na Declaração do Rio de Janeiro sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1992), o Princípio 8 diz: "Para alcançar o desenvolvimento sustentável [...], os Estados deveriam reduzir e eliminar os sistemas de produção e consumo não sustentados (sic) e fomentar políticas demográficas apropriadas." Já o Princípio 16 postula: "As autoridades nacionais deveriam procurar fomentar a internalização dos custos ambientais e o uso de instrumentos econômicos, tendo em conta o critério de que o que contamina deveria [...] arcar com os custos [...]". Em seu Capítulo 30, a Agenda 21 (o Relatório da RIO92) aponta para o papel da indústria no uso sustentável dos recursos do meio ambiente, na manutenção da saúde e segurança ocupacionais e no relacionamento responsável

com clientes e fornecedores, implicando mudanças no processo de desenvolvimento de produtos, modificação de processos produtivos, relações com governos e com associações de classe. Mesmo não tendo sido implementados na velocidade esperada, os Princípios da RIO92 já indicavam uma mudança de mentalidade, que desloca o eixo da ação governamental para uma ação *ex-post,* para um planejamento e ações *ex-ante*. Se até então os Estados nacionais se colocavam numa posição de policiamento, punindo as empresas que agissem de forma inadequada do ponto de vista ambiental e social, a partir de então começava a haver uma sinalização de que instrumentos econômicos de fomento às atividades de produção e consumo sustentáveis passariam a ser utilizados pelos governos nacionais. Portanto, o contexto externo começava a sinalizar para as empresas que os atributos de produto e processo produtivo ligados à sustentabilidade começariam a se tornar mais valorizados e que, portanto, deveriam começar a fazer parte das estratégias corporativas, de negócios e, em consequência, das estratégias funcionais, como a estratégia de operações.

Com o passar do tempo, outros organismos internacionais passaram a fazer coro com os Princípios da Agenda 21. Por exemplo, o Banco Mundial publicou seis prioridades para suas atividades a fim de apoiar a Agenda 21: 1) tornar a sustentabilidade ambiental (sic) central nas atividades de desenvolvimento; 2) integrar as dimensões sociais e culturais à agenda do desenvolvimento; 3) investir em parcerias efetivas; 4) construir e compartilhar conhecimento mais eficientemente; 5) mensurar o progresso diferentemente; e 6) mobilizar e multiplicar o financiamento (WORLD BANK., 1997, p. 4). A adesão desses organismos internacionais reforça a necessidade das empresas de incorporarem a sustentabilidade à formulação de sua estratégia.

Apesar de o Banco Mundial reconhecer, explicitamente, a importância da produção industrial e de todo seu impacto no meio ambiente (WHEELER; WORLD BANK, 1999), a produção industrial ainda não consta nas estratégias ambientais de muitos organismos nacionais e internacionais. Por exemplo, a Organização para Cooperação Econômica e Desenvolvimento (OECD), que congrega os países da Europa Ocidental, traçou como uma de suas estratégias ambientais o desacoplamento entre os limites impostos pelo meio ambiente e o crescimento econômico, mas o foco é na agricultura, transportes e energia, não havendo menção à indústria (OECD, 2004). No Brasil, o Ministério do Meio Ambiente coloca, como temas-eixo, a Agenda 21, a Amazônia, assuntos internacionais, biodiversidade e florestas, etc., mas não há nenhuma menção explícita à indústria como foco de suas políticas e estratégias (BRASIL, 2008). Já na região do NAFTA (Tratado Norte-Americano de Livre-

Comércio), os países membros (Estados Unidos, Canadá e México) têm políticas claras e transparentes de melhoria, controle e auditoria das operações industriais, operadas nacionalmente pelas agências de cada um dos três países e orquestrada regionalmente pela Comissão para Cooperação Ambiental (CEC - www.cec.org). Os Estados Unidos, desde 1990, com a promulgação do *Pollution Prevention Act* (Ato de Prevenção da Poluição), têm uma política clara de incentivo à prevenção da poluição na fonte em vez de controlar a poluição gerada. O Canadá, em 1992, criou o Centro Canadense de Prevenção da Poluição (C2P2 - www.c2p2online.com) a fim de incentivar as práticas de prevenção da poluição na fonte. Todos os três países membros do NAFTA agora disponibilizam publicamente os dados de emissões reportados pelas fábricas: os Estados Unidos através do TRI (Inventário de Emissões Tóxicas), o Canadá através do NPRI (Inventário Nacional de Emissões de Poluentes) e o México através do RETC (Registro de Emissões e Transferência de Poluentes). Mais recente de todos, o RETC só começou a ser divulgado em 2007.

Provavelmente, o elemento do contexto externo mais importante para a formulação de estratégias sustentáveis, ainda hoje, é a legislação. A evidência disso é o fato de que o Wal-Mart operacionalizou sua estratégia de sustentabilidade com os fornecedores internacionais, exigindo evidências de que eles cumpram as legislações dos países em que operam (WINSTON, 2008). É através da legislação ambiental que os governos comunicam as suas políticas ambientais às empresas, seja através de uma abordagem de comando-e-controle ou através de mecanismos econômicos de incentivo. Legislações ambientais do tipo comando-e-controle podem incluir limites de emissões, limites tolerados de substâncias químicas perigosas presentes em produtos, normas para disposição final dos produtos e para o tratamento de resíduos de processos produtivos (BONIFANT *et al.*, 1995). Legislações ambientais com mecanismos econômicos de incentivo podem incluir programas governamentais de apoio a ações ambientais nas empresas, descontos em taxas e impostos como contrapartida da melhora do desempenho ambiental das empresas, o pagamento de serviços ambientais, etc. Um exemplo de pagamento de serviços ambientais é o que está sendo executado pelo município de Extrema, no sul de Minas Gerais, Brasil. Nesse município, os produtores rurais são pagos para não utilizar as terras próximas a nascentes de rios, o que evita a contaminação na origem (SERVIÇOS2008b). Além de ser uma fonte de dificuldade na gestão de operações globais devido às diferenças entre as legislações ambientais nacionais, em muitos países, inclusive no Brasil, a legislação ambiental é diferente em nível nacional, estadual e municipal. Portanto, uma operação que está de acordo com todas

as regulamentações ambientais num dado município, poderia ser considerada "ilegal", caso estivesse instalada no município vizinho. Essa multiplicidade de regras às quais as múltiplas operações de uma empresa têm de atender, além de trazer complicações ao processo de formulação da estratégia de operações, criou a necessidade de contratação de consultorias especializadas em legislação ambiental, além das consultorias especializadas em tecnologias ambientais. A Braskem, por exemplo, mantinha um contrato com uma consultoria em legislação ambiental, que periodicamente rastreava as modificações da legislação nos três níveis (federal, estadual e municipal), filtrava as questões relevantes e informava a área ambiental da empresa para que esta fizesse as modificações de produto e processo necessárias para continuar agindo na legalidade[31].

As associações de empresas também têm um papel relevante na formulação das estratégias ambientais das empresas. As associações de empresas são instituições, que são organizações formais ou informais, que tanto restringem as ações de seus membros quanto permitem determinados tipos de ações – em outras palavras, "instituições definem e limitam o conjunto de escolhas dos indivíduos" (NORTH, 1990, p. 4). Além das associações de empresas com escopo mais amplo, como as citadas na seção anterior (WBCSD, Pacto Global, Ceres, GRI, etc.), existem associações setoriais de caráter voluntário que estabelecem regras que impactam a formulação das estratégias de operações das empresas. Por exemplo, no setor químico, existe, desde 1988, o programa *Responsible Care*, criado pelo *American Chemistry Council* (ACC) como resposta aos problemas de imagem gerados pelo acidente de Bhopal (BARNETT; KING, 2008). Com o tempo, o programa se tornou uma ação global do setor químico e hoje é gerido globalmente pelo *International Council of Chemical Associations* (ICCA) e, em cada país, pela associação nacional de indústrias químicas. No Brasil, o programa se chama Atuação Responsável e é mantido pela Associação Brasileira de Química (ABIQUIM), no Canadá o *Responsible Care* é gerido pela *Canada's Chemical Producers Association* e assim sucessivamente. Segundo o sítio de Internet do programa, o objetivo do *Responsible Care* é ajudar o setor químico "a operar de forma segura, rentável e com cuidado com as gerações futuras"[32], ou seja, de forma sustentável. King e Lenox (2000), entretanto, encontraram mais melhoras no desempenho ambiental (medido pela soma de emissões registradas na base TRI) de empresas não-participantes do *Responsible Care* do que nas empresas participantes, sugerindo que o programa, na verdade, serve apenas como uma defesa

---

[31] Informação verbal fornecida ao pesquisador por um gestor ambiental da Braskem.

[32] http://www.responsiblecare.org/page.asp?p=6407&l=1, consultado em 7 de janeiro de 2009.

institucional do que uma fonte efetiva de melhoria contínua. Num estudo mais recente, Barnett e King (2008) identificaram que as empresas químicas participantes do *Responsible Care* tiveram menos acidentes após a criação do programa, que também serviu como "cerca" entre os participantes, evitando que um acidente num membro criasse problemas de imagem para o resto do setor. Enfim, tais associações de empresas, presentes nos mais diversos setores da economia, contribuem para a formulação de estratégias de operações com os mais diversos resultados na sustentabilidade das operações.

Não menos importantes no contexto externo no que se refere às estratégias sustentáveis, são os grupos políticos. Entre eles, podem-se citar as ONGs (organizações não-governamentais), que são instituições formais, de caráter privado, consideradas pela própria ONU como sendo de "particular importância para a implementação e o exame de um desenvolvimento sustentável, ambientalmente saudável e socialmente responsável, tal como o previsto em toda a Agenda 21" (CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1992, cap. 27, item 27.3). Exemplos incluem o Sierra Club, fundado, em 1892, nos Estados Unidos; o Greenpeace, fundado, em 1971, no Canadá, entre outros. No caso do Brasil, existe um outro tipo de organização, a OSCIP (organização da sociedade civil de interesse público), regulamentada pela Lei 9.790, de 23 de março de 1999. As OSCIPs podem desempenhar diversas funções de interface entre o poder público e o interesse privado. A OSCIP Amanhágua, de Minas Gerais, por exemplo, intermedeia a relação entre o IEF (Instituto Estadual de Florestas de MG) e os pequenos agricultores do município de Baependi a fim de mapear as áreas vizinhas às nascentes, construir cercas para proteger essas áreas e remunerar os agricultores pela não-utilização dessa área para a produção agrícola e pecuária (ARAÚJO, 2008a). Essa OSCIP consegue fazer, de forma mais ágil e eficiente, uma ação ambiental que nenhuma das outras partes envolvidas têm recursos para executar. Outra forma de grupo político que impacta sobremaneira a formulação da estratégia de operações, são os sindicatos. Do ponto de vista social, diversas modificações no processo produtivo, na organização do trabalho e nos produtos foram empreendidas por pressão externa desses grupos. No início do século XIX, na Inglaterra, sindicatos foram constituídos para melhorar as condições de trabalho nas atividades industriais e extrativistas (DONKIN, 2003). Embora alguns autores afirmem que a participação dos trabalhadores e dos sindicatos melhore as condições de saúde e segurança do trabalho (por exemplo, CUNNINGHAM, 2008) e as condições competitivas das próprias empresas (WOOD; GLAISTER, 2008), há evidências de que os sindicatos têm uma agenda

própria de poder e de autossustentação que não está relacionada com os interesses dos trabalhadores (DRUCKER, 1974), e de que os sindicatos acabam por reduzir o desempenho das empresas (DOUCOULIAGOS; LAROCHE, 2009), o que acabaria por afugentar as empresas de locais fortemente sindicalizados, o que, no longo prazo, acaba também prejudicando os trabalhadores e a comunidade. Preuss (2008) constatou que, na Europa, os sindicatos começaram a ligar as práticas (e o discurso) do CSR das empresas com suas próprias metas, embora o ceticismo com o CSR ainda seja dominante. Alguns autores em administração (principalmente na área de estratégia) se debruçaram sobre o problema de como os grupos políticos influenciam as empresas (por exemplo, FROOMAN, 1999; ZIETSMA *et al.*, 2002). Para Porter e Kramer (2006), é muito mais importante para os grupos políticos que a empresa tenha possibilidade de ser alvo, graças a sua visibilidade, do que seu impacto. Como exemplo, esses autores utilizaram o caso da Nestlé, maior fornecedor de água engarrafada do mundo, alvo principal do debate sobre o acesso à água potável, mas responsável por 0,0008% do consumo mundial de água potável, enquanto a agricultura utiliza 70% do mesmo recurso e é altamente ineficiente nos seus processos de irrigação. Mas é um alvo muito menos conveniente do que uma grande empresa.

Os clientes organizacionais são *stakeholders* extremamente importantes, e suas exigências podem mudar o desempenho das empresas na área da sustentabilidade. Lloyd (2008), por exemplo, identificou que as pressões por reduções de custos por parte dos grandes varejistas impõem às fábricas de produtos de marca própria (do varejista) um ritmo de trabalho que termina por acarretar problemas de saúde ocupacional a seus trabalhadores. Por outro lado, Gavronski, Paiva e Ferrer (2003) verificaram que muitas empresas brasileiras procuraram certificar-se para atender a exigências de seus clientes.

A relação entre contexto externo e a formulação da estratégia de operações ainda permanece uma área relativamente inexplorada. A evidência disso é uma chamada de trabalhos para uma edição especial do *International Journal of Operations and Production Management* sobre a relação entre estratégia de operações e seu contexto a ser lançada na segunda metade de 2010. O contexto externo, entretanto, é fundamental para a estratégia de operações, pois é ele que define a importância relativa de cada dimensão competitiva, a própria existência de cada dimensão competitiva, e é através da leitura desse contexto que os gerentes de operações de cada empresa fazem, que são tomadas as decisões estratégicas em operações para cada atividade da rede de valor. As próximas seções tratarão dos temas que se referem à formulação da estratégia de operações sustentáveis.

3.3 DIMENSÕES COMPETITIVAS EM OPERAÇÕES SUSTENTÁVEIS

A sociedade muda com o tempo. E, com ela, mudam os requisitos dos consumidores, que, aliás, pertencem a grupos sociais distintos, com culturas distintas. Os compradores organizacionais não são diferentes: as empresas às quais pertencem, colocam sobre eles requisitos distintos quanto aos produtos e serviços que adquirem de acordo com a localização geográfica da empresa e de acordo com a postura estratégica que a empresa está adotando no momento. Os mercados são dinâmicos tanto temporal quanto espacialmente. Assim, é de se esperar que as dimensões competitivas de operações mudem de importância e que surjam dimensões novas[33] de acordo com os mercados que a empresa deseja suprir.

De que maneira e sob que condições, entretanto, um atributo ligado à sustentabilidade pode ser considerado uma dimensão competitiva importante[34] em operações? Jiménez e Lorente (2001) propuseram dois critérios para tal: a) essa dimensão de desempenho deve ser obtida dentro da função de operações; e b) deve prover uma vantagem competitiva à empresa. Para poder ser fonte de vantagem competitiva, um atributo deve ser, minimamente, valioso para os clientes[35]. Para que seja valorizado pelos clientes, o atributo precisa, minimamente, ser percebido. Portanto, uma capacitação invisível não poderia ser considerada uma dimensão competitiva. Por exemplo, se uma fábrica tem uma estação de tratamento de efluentes de última geração, impecavelmente mantida, capaz de extrair da água todos os resíduos do processo produtivo, devolvendo a água com níveis de poluentes muito abaixo dos patamares mínimos exigidos pela legislação ambiental, e ninguém mais sabe disso além do órgão ambiental e do departamento de meio ambiente da fábrica, essa capacitação não pode ser considerada uma dimensão competitiva. Por outro lado, se essa estação de tratamento de

---

[33] O surgimento de uma dimensão competitiva é equivalente à mudança da importância de um atributo de zero para qualquer valor positivo. Ou seja, do ponto de vista lógico, mudança de importância e surgimento de nova dimensão competitiva são a mesma coisa. Dito de outra maneira, suponha-se que a função utilidade empregada pelos clientes para avaliar o desempenho de uma operação (y) seja a composição linear de todos os possíveis atributos dessa operação (x_i), ponderada por seus pesos relativos (β_i). Então $y=\beta_0+\beta_1x_1+...+\beta_nx_n$. Se um atributo (por exemplo, x_{21}) não é considerado pelo mercado no processo decisório de compra para uma determinada operação, seu peso relativo (β_{21}, nesse exemplo) será zero. Se o mercado passar a valorizar tal atributo, seu peso relativo passará a ser diferente de zero.

[34] A expressão "dimensão competitiva importante" aqui está sendo utilizada no sentido proposto por Hill (1989), que a separa em ganhadores de pedido, qualificadores e sem importância. Ou seja, uma dimensão competitiva é importante quando ela é qualificadora ou ganhadora de pedido. Usando o exemplo da composição linear dos atributos, ela será importante quando seu peso relativo na utilidade do comprador for maior do que zero.

[35] Os demais critérios VRIN, ou seja, rara, imperfeitamente imitável e não-substituível, serão considerados mais adiante.

efluentes permitir que a empresa crie uma reputação melhor com o órgão ambiental[36] de tal forma que os custos de reportar análises químicas dos efluentes sejam reduzidos e essa redução de custos possa ser repassada aos clientes na forma de menores preços, serão esses menores preços a dimensão competitiva em questão e não a estação de tratamento de efluentes. Essa capacitação, apesar de dar suporte à redução de preços, não é mais do que um dos muitos componentes da capacitação de oferecer preços baixos. Essa distinção é consistente com a distinção entre dimensões da competição e dimensões da competência (CORBETT; VAN WASSENHOVE, 1993a). Nesse exemplo, tanto a reputação quanto os preços menores são dimensões competitivas que são mutuamente reforçadoras, advindas de competências cumulativas (ver outros exemplos em CARTER; ROGERS, 2008). No entanto, algumas dimensões competitivas também podem gerar *trade-offs*. Por exemplo, a adição de chumbo tetraetila como antidetonante na gasolina permitiu aumentar a taxa de compressão dos motores e, com isso, aumentar a potência e reduzir o consumo de energia (SLOAN, 2001), entretanto tal aditivo é altamente poluente (MAVROPOULOS, 1999; HILL, 2004). O Sistema Toyota de Produção, ao introduzir uma maior variedade de produtos em menor tempo, causa maiores descartes de produtos e, ao envolver movimentações frequentes de insumos com os fornecedores, aumenta o consumo de energia e o congestionamento nas estradas (CUSUMANO, 1994). Em ambos os casos, tanto uma melhoria de desempenho do produto (qualidade na GM) quanto de processo produtivo (entrega na Toyota) têm impactos negativos no desempenho ambiental.

Quando um cliente compra os produtos de um determinado fornecedor e, nesse processo de compra, leva em consideração um atributo do produto ou do processo produtivo que esteja ligado à sustentabilidade, então esse atributo é uma dimensão competitiva em operações. Exemplos de produtos de consumo que possuem dimensões competitivas sustentáveis são os produtos agrícolas orgânicos, produzidos sem agrotóxicos ou fertilizantes químicos, que conseguem um preço *premium*, geralmente, em decorrência de seus consumidores aceitarem pagar mais caro pela convicção de que estão adquirindo um produto mais saudável. Ainda dentro dos produtos de consumo, a fabricante de cosméticos Natura é um exemplo de empresa que compete não apenas com atributos de produto (tais como embalagens recicláveis) como também de processo produtivo, alegando, em suas peças publicitárias, que a atividade extrativista necessária para a obtenção de seus óleos essenciais é

[36] Neste exemplo, o órgão ambiental também funciona como um "agente" dos clientes ao garantir que a fábrica não forneça produtos que venham a causar problemas de uso ou imagem para o comprador.

feita de forma sustentável, respeitando o limite natural de extração e as comunidades que dela dependem (DINATO, 2006). Os consumidores da Natura, entretanto, têm poucos meios para identificar se a empresa realmente faz o que promete.

A rotulagem ambiental (TACHIZAWA; ANDRADE, 2008), ou selos verdes, é uma forma de conter o problema do oportunismo nessa relação assimétrica de informação entre produtores e compradores. Os compradores, especialmente os consumidores finais, não têm condições (muitas vezes, nem técnicas) de verificar se o fornecedor está fazendo aquilo que promete tanto no produto quanto no processo produtivo. Um rótulo ambiental certifica tais práticas. Do ponto de vista do comprador, existe uma garantia, fornecida por uma terceira parte da transação, de que o que o fornecedor clama, está correto. Do ponto de vista da estratégia de operações, os rótulos ambientais permitem aos fornecedores transformarem suas capacitações ligadas à sustentabilidade em dimensões competitivas. Tanto a publicidade quanto a rotulagem ambiental conferem às capacitações ligadas à sustentabilidade uma importante característica para que sejam dimensões competitivas: visibilidade.

Uma outra característica é o critério da adicionalidade. Aproximadamente 80% do aço produzido pela Siderúrgica Gerdau provém de materiais metálicos reciclados, em geral, pós-uso. Entre 10% e 30% dos solados injetados de PU utilizados em calçados provêm de resíduos do próprio processo de injeção (galhos decorrentes dos canais de injeção nas formas) micronizados. Até 30% das lonas de freio são feitas com material reciclado, também do próprio processo produtivo[37]. No entanto, nenhum comprador de aço, solados de PU ou lonas de freio leva em consideração o percentual de material reciclado utilizado em sua produção. Nesses mercados, a reciclagem é uma necessidade econômica, e todos os fabricantes a praticam em maior ou menor grau. Os fabricantes de papel, entretanto, recentemente cobravam preços *premium* por papéis reciclados ou não-branqueados até que todos os fabricantes tivessem, pelo menos, uma marca de papel com tais características. O critério de adicionalidade também é exigido dos projetos de redução de gases do efeito estufa do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) para que possam receber as Reduções Certificadas de Emissões (RCEs) de tal forma a comercializá-las no mercado de créditos de carbono, previsto no Protocolo de Quioto (LOPEZ, 2002).

Em resumo, para que um atributo ligado à sustentabilidade possa ser considerado uma dimensão competitiva importante em operações, ele deve provir da área de operações, ser

---

[37] Essas informações foram fornecidas verbalmente ao pesquisador por gestores de empresas que atuam nesses setores.

diretamente valorizado pelos compradores, ser visível e ser adicional, ou seja, raro. As demais condições VRIN – imitabilidade imperfeita e não-substitutibilidade – são mais importantes para a possibilidade de obter vantagem competitiva (portanto renda) num prazo mais longo das capacitações do que critérios que transformem capacitações em vantagem competitiva. As capacitações ligadas à sustentabilidade com potencial para criar vantagem competitiva direta ou indiretamente, entretanto, precisam ser identificadas e desenvolvidas pelos gestores. Da mesma forma que as demais capacitações em operações, as capacitações ligadas à sustentabilidade estão dispersas, ao longo das decisões estratégicas de operações, por todas as atividades da rede de valor de operações, como será visto nas próximas seções.

3.4 DECISÕES ESTRATÉGICAS EM OPERAÇÕES SUSTENTÁVEIS

O trabalho pioneiro de Angel e Klassen (1999), estabelecendo ligações entre as decisões ambientais e as decisões estratégicas em operações, mostrou que as capacitações ambientais têm um impacto sistêmico na gestão das operações das empresas, portanto na formulação das estratégias sustentáveis. O Quadro 6 mostra a agenda de pesquisa em responsabilidade ambiental proposta por aqueles autores.

Categoria de Decisão	**Possíveis questões de pesquisa**
Instalações	Verificar se as tecnologias de controle de poluição *end-of-pipe* são preferidas quando a instalação é mais madura em seu ciclo de vida.
	Verificar se a localização de plantas em redes afeta a percepção da importância de retornar materiais reciclados.
	Verificar se as regulamentações ambientais locais tornam-se menos importantes na decisão de localização à medida que padrões internacionais, como ISO 14001, são mais adotados.
Tecnologia de Processo	Verificar se tecnologias ambientalmente sustentáveis podem reduzir o custo das operações.
	Verificar se as tecnologias ambientalmente sustentáveis são mais fortemente presentes como ganhadoras de pedido em operações de lote e linha de produção.
	Verificar se tecnologias ambientais que minimizam resíduos, efluentes e emissões (uma forma de prevenção da poluição), são mais rapidamente adotadas em indústrias de processo contínuo.

Categoria de Decisão	Possíveis questões de pesquisa
	Verificar se a gestão ambiental oferece vantagens competitivas crescentes quando os clientes são envolvidos no processo de produção ou prestação do serviço.
	Verificar se as melhorias ambientais são crescentemente custosas ou oferecem menos vantagens competitivas à medida que o investimento no processo declina e a intensidade de capital aumenta.
Capacidade	Verificar se a expansão de capacidade numa estratégia de operações que compete em qualidade, é mais provável de construir capacitações para usar insumos reciclados do que numa estratégia baseada em custos.
	Verificar se demandas crescentes por melhor desempenho ambiental favorecem a expansão de capacidade através da desativação de instalações antigas em vez de reconfigurar a capacidade existente.
	Verificar se o tipo e a quantidade de capacidade estão relacionados ao impacto ambiental.
Integração Vertical	Verificar se empresas de ponta ativamente desenvolvem e gerenciam canais de logística reversa que tragam vantagens competitivas.
	Verificar se o aumento do uso de material reciclado resulta na preferência pelas operações integradas verticalmente.
	Verificar se, à medida que a gestão de resíduos se torna mais cara, as operações tendem a integrar para frente.
	Verificar se o aumento das pressões externas, inclusive custos e regulamentação, leva as operações a terceirizar processos ambientalmente sensíveis.
	Verificar se alianças estratégicas e *joint ventures*, em vez de terceirização, tendem a ocorrer quando os clientes percebem valor na gestão ambiental.
Suprimentos	Verificar se *just-in-time* tem um impacto negativo no desempenho ambiental da cadeia produtiva em função das entregas frequentes (consumo de energia).
	Verificar se operações com compras centralizadas têm mais probabilidade de considerar as implicações de ciclo de vida ambiental das escolhas de materiais e fornecedores.
	Verificar se operações com compras menos centralizadas têm mais probabilidade de entender as preocupações dos clientes quanto ao desempenho ambiental.
Novos Produtos	Verificar se o projeto ecológico (ecoprojeto) pode produzir menos resíduos, efluentes e emissões, maior produtividade e maior inovação.
	Verificar se a análise do ciclo de vida pode direcionar o projeto ecológico ao foco na inovação de produto e processo.
	Verificar se o projeto ecológico tem mais chance de oferecer vantagens competitivas quando as operações competem com base em inovação e qualidade.
Recursos Humanos	Verificar se sistemas de sugestão de funcionários podem ser alavancados efetivamente para melhorias ambientais significativas.
	Verificar se sistemas *top-down* são críticos para identificar oportunidades ambientais relacionadas a produto por causa das amplas implicações para as operações.

Categoria de Decisão	Possíveis questões de pesquisa
	Verificar se sistemas *bottom-up*, como os relacionados à qualidade, são críticos para identificar oportunidades ambientais relacionadas a processo.
	Verificar se gestores ambientais de *staff* têm maior propensão a buscar melhorias ambientais ligadas a produto do que os gestores de linha.
	Verificar se a inclusão de critérios ambientais na avaliação de desempenho dos gestores de operações melhora o desempenho ambiental e aumenta o uso de prevenção da poluição.
Gestão da Qualidade	Verificar se o uso de programas da qualidade (ISO 9000, PNQ, PGQP) e ferramentas da qualidade (PDCA, *QC story*, diagramas de Pareto, diagramas de causa-e-efeito, gráficos de controle e histogramas) melhora o diagnóstico de problemas ambientais e o desempenho ambiental.
	Verificar se a inclusão de critérios ambientais em programas de qualidade melhora o desempenho ambiental.
	Verificar se o aumento no uso de materiais reciclados aumenta a variabilidade do processo, portanto reduzindo a conformidade.
	Verificar se um programa de gestão da qualidade fortemente implantado é uma condição necessária para uma implantação adequada de um programa de qualidade ambiental.
Sistemas de Planejamento e Controle	Verificar se, à medida que as auditorias ambientais se tornam mais sofisticadas, mais oportunidades de melhorias efetivas em custo são identificadas e implantadas.
	Verificar se, à medida que sistemas de avaliação e incentivo aumentam as considerações ambientais, o desempenho ambiental melhora sem sacrificar outros aspectos do desempenho operacional.

Quadro 6 – Propostas de Pesquisa em Decisões Estratégicas Ambientais

Fonte: Angell e Klassen (1999)

Estabelecer, entretanto, uma agenda de pesquisa é parte da solução do problema de prover os gerentes de operações de informações para a tomada de decisão em estratégia de operações sustentáveis. É preciso também mapear as capacitações que as empresas precisam desenvolver e empregar para apoiar a estratégia de sustentabilidade.

Hart (1995) escreveu o primeiro trabalho sobre capacitações ambientais alinhado com a RBV. Para esse autor, há três capacitações ambientais estratégicas que as empresas deveriam desenvolver a fim de obter vantagens competitivas: prevenção da poluição, responsabilidade sobre o produto e desenvolvimento sustentável. Segundo ele, há duas formas de reduzir a poluição gerada por uma empresa: implementando controles *end-of-pipe*, isto é, apenas no fim do processo produtivo, para tratar a poluição gerada, ou prevenindo a geração da poluição. A última maneira requer, como recursos básicos, o envolvimento dos

funcionários e uma abordagem de melhoria contínua e traz, como vantagem competitiva, a redução de custos, pois evita o investimento em caros equipamentos de controle, como também aumenta a eficiência, ao utilizar melhor os insumos do processo produtivo, reduzir o tempo de ciclo por eliminar operações desnecessárias ao processo e reduzir o risco de multas por reduzir as emissões de poluentes. A responsabilidade sobre o produto é a capacitação de reduzir o impacto ambiental dos produtos ao longo de todo o seu ciclo de vida. Essa capacitação permite a uma empresa: 1) sair de negócios ambientalmente perigosos; 2) reprojetar produtos e sistemas de produção existentes para reduzir o risco ambiental; e 3) desenvolver produtos com menores impactos ao longo do ciclo de vida. A capacitação depende da integração das partes interessadas e cria a vantagem competitiva de ter acesso a um mercado consumidor mais exigente do ponto de vista ambiental (através de uma capacitação de reputação). Finalmente, a capacitação de desenvolvimento sustentável está ligada a evitar que, para expandir suas atividades em países desenvolvidos, as empresas não exauram os recursos naturais em países subdesenvolvidos, ou que não aumentem o consumo de energia em seus mercados. Para Hart, essa capacitação traz as maiores implicações, especialmente para as empresas multinacionais, pois permite que essas empresas possam aumentar seus mercados, mesmo em países em desenvolvimento, sem aumentar o impacto ambiental decorrente da sua nova atividade econômica.

Shrivastava (1995) utilizou o conceito de "tecnologias ambientais". Para esse autor, tecnologias ambientais são "equipamentos de produção, métodos e procedimentos, projetos de produtos e mecanismos de distribuição de produtos que conservam energia e recursos naturais, minimizam a carga ambiental das atividades humanas e protegem o ambiente natural" (SHRIVASTAVA, 1995, p. 185). Shrivastava dividiu as tecnologias ambientais em projeto para desmontagem, produção ambiental, gestão da qualidade total ambiental, ecossistemas industriais e avaliação tecnológica. O projeto para desmontagem consiste em projetar produtos que permitam uma reciclagem de seus componentes a um custo aceitável. A produção ambiental é o redesenho dos processos produtivos para reduzir o impacto ambiental, o uso de tecnologias mais limpas, o uso de técnicas de produção mais eficientes, a redução de resíduos na fonte e a maximização da eficiência energética. Gestão da qualidade total ambiental aplica uma perspectiva de sistemas e princípios de gestão da qualidade a problemas ambientais. Ecossistemas industriais são formas de integrar diferentes empresas de forma que os resíduos de uma empresa sejam usados como insumos no processo produtivo de outra empresa para que não haja produção de resíduos do "ecossistema". Avaliação tecnológica é

uma ferramenta analítica que permite "avaliar os riscos à saúde e ao meio ambiente, impactos de projetos e instalações específicas, potencial de efluentes, liberações e dejetos perigosos e custos de ciclo de vida de produtos" (SHRIVASTAVA, 1995, p. 189).

Sarkis e Rasheed (1995) identificaram cinco elementos da produção responsável: reduzir, remanufaturar, reciclar, reusar e dispor. A redução dos recursos necessários para produzir um bem ou serviço, como matérias-primas ou energia, obtida através de projeto de produto ou de processos produtivos, está alinhada com as práticas e a filosofia de trabalho do TQM e JIT. A remanufatura consiste no reaproveitamento, no processo produtivo de peças e componentes retiradas de produtos previamente utilizados (embora tal prática traga problemas de variabilidade de oferta, complicando o planejamento da produção). Ver FERRER; WHYBARK, 2001). A reciclagem consiste em transformar um material em insumo do processo produtivo. Exemplos de reciclagem incluem obtenção de alumínio a partir de latas de bebidas vazias ou de vidro a partir de garrafas vazias. O reuso consiste em fazer retornar insumos ou peças ao processo produtivo ou produtos inteiros. Exemplos de reuso incluem o uso de cabines de pintura com ciclo fechado de água (uma cortina de água é necessária atrás de peças sendo pintadas para coletar o resto da tinta) e o uso de garrafas vazias de bebidas, pós-consumo, para o envasilhamento de bebidas. Já a disposição é o tratamento do resíduo do processo produtivo. Exemplos incluem a construção de Aterros de Resíduos Industriais Perigosos (ARIP), a contratação de empresas autorizadas para dispor de resíduos, etc. Sarkis e Rasheed (1995) ainda propuseram diversos indicadores de desempenho ambiental, tais como percentual de reciclabilidade dos materiais utilizados, remanufaturabilidade, degradabilidade, poluição decorrente do processo, uso de recursos/energia e atendimento à legislação, entre outros. Esses autores (SARKIS, 1995; SARKIS; RASHEED, 1995) propuseram uma classificação do que chamaram "tecnologias de ecofabricação": tecnologias de sistemas de produção, tecnologias de sistemas de recuperação e tecnologias de controle e avaliação. Tecnologias de sistemas de produção envolvem tanto tecnologias de projeto de produto, tais como modelagem de resíduos e projeto global concorrente, quanto tecnologias de processo, tais como redução de resíduos na fábrica, materiais de usinagem de alta dureza específica, usinagem de materiais altamente recicláveis, ou montagem de estruturas facilmente desmontáveis. Tecnologias de sistemas de recuperação podem envolver tecnologias de desmontagem, tais como reconhecimento e triagem de materiais, robôs inteligentes para desmontagem em alta velocidade e fábrica limpa, ou tecnologias de reciclagem de materiais, tais como reciclagem de materiais raros, reconhecimento e triagem

automáticos de materiais, projeto de materiais altamente recicláveis. Já tecnologias de controle e avaliação envolvem técnicas de avaliação de resíduos, monitoramento de resíduos, projeto de ecologia industrial (ver adiante) e controle e operação.

Klassen e Whybark (1999b; 1999a) propuseram uma tipologia de tecnologias ambientais de operações: prevenção da poluição, sistemas de gestão ambiental e controle da poluição. A prevenção da poluição requer investimentos estruturais em operações que envolvam mudanças fundamentais no produto básico ou no processo primário. A prevenção da poluição pode prover de benefícios a empresa por melhorar o desempenho ambiental das operações ao longo do processo e não apenas no final. Sistemas de gestão são os investimentos infraestruturais que afetam a forma como as operações são geridas. Incluem formalização de procedimentos, coordenação interfuncional, envolvimento de partes interessadas, monitoramento, divulgação interna e externa de resultados, treinamento, certificação e outras atividades relacionadas à questão ambiental na empresa. A certificação na norma NBR ISO 14001 é um exemplo de investimento em sistemas de gestão. Controle de poluição são os investimentos estruturais que tratam as emissões no final do processo, depois que elas são geradas. Podem ser soluções do tipo "controle de fim de tubo", como filtros de chaminés ou estações de tratamento de efluentes, ou atividades de mitigação de efeitos, para limpar os danos ambientais de atividades passadas, como limpeza de vazamentos ou a remoção de tanques subterrâneos de armazenamento de resíduos com vazamento.

A produção mais limpa (UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, 2002; NAGEL, 2003; NASCIMENTO; LEMOS; MELLO, 2008) é uma metodologia de melhoria contínua do desempenho ambiental com uma aparente inspiração no TQM.

Hill (2004) sistematizou as opções tecnológicas de resíduo zero/emissão zero em três grandes grupos: desmaterialização, ecologia industrial e desintoxicação. Mesmo reconhecendo a impossibilidade de ter um processo 100% eficiente, que utiliza toda a energia e insumos na produção de bens e serviços, a autora sugeriu que uma meta de 100% de eficiência nos processos produtivos fará com que menos recursos naturais sejam necessários para oferecer o nível de bem-estar necessário à população do planeta – a desmaterialização. Já a ecologia industrial é uma abordagem de ciclo fechado. Ou seja, em vez de enxergar a empresa como um sistema aberto e linear, com produtos e resíduos que devem ser dispostos, a filosofia da ecologia industrial propõe que as empresas sejam conectadas, formando "parques ecoindustriais" (LAMBERT; BOONS, 2002) de maneira que os subprodutos de uma fábrica sejam utilizados como insumos em outra. Ou seja, em vez de um sistema linear e aberto, as

empresas formam parte de um sistema mais amplo de ciclo fechado. Essa ideia foi proposta inicialmente por Pauli (1998) com o nome de ZERI (*Zero Emissions Research Initiative*). Como ferramentas para sustentar a ecologia industrial, Hill sugeriu o uso de Análise do Ciclo de Vida (LCA) e Projeto para o Ambiente (DFE). A LCA é uma análise de impacto ambiental de um produto "do berço ao túmulo", ou seja, desde a extração do recurso natural à disposição final do produto, passando por todos os impactos de todos os processos intermediários, de aquisição, produção, distribuição e uso (SARKIS, 2001). O DFE é a inclusão da redução dos impactos do produto e do processo produtivo no desenvolvimento do produto (SARKIS, 2001). Já a desintoxicação, ou "química verde", consiste na substituição de insumos químicos perigosos e/ou não-degradáveis de produtos finais ou processos de produtos. Exemplos incluem a substituição de plásticos derivados de petróleo por bioplásticos, gerados a partir de ação enzimática ou microbiótica (HILL, 2004).

Em resumo, as capacitações ambientais em operações podem ser dividas em dois grandes grupos: controle da poluição e prevenção da poluição. As tecnologias de controle da poluição são aquelas desenhadas para tratar os resíduos e emissões do processo produtivo após a sua geração. Dividem-se em dois grandes grupos de tecnologias: tecnologias de remediação e tecnologias de fim de tubo. As tecnologias de remediação são aquelas utilizadas para recuperar áreas degradadas, como em derramamentos de óleo e outros produtos tóxicos. As tecnologias de fim de tubo são aquelas utilizadas para evitar que os resíduos e emissões entrem em contato com o meio ambiente, como estações de tratamento de efluentes (ETEs), filtros de chaminés, aterros de resíduos industriais perigosos (ARIPs), entre outras. Já as tecnologias de prevenção da poluição tentam evitar a geração dos resíduos e das emissões. Dividem-se em três grandes grupos de tecnologias: sistemas de gestão ambiental (SGAs), modificações de produto e modificações de processo produtivo. Os SGAs são um conjunto de políticas e sistemas organizacionais que buscam padronizar a resposta da organização aos aspectos ambientais de seus processos produtivos, reduzindo seu impacto. Exemplos de SGA incluem os baseados na norma internacional ISO 14001. As modificações de produto são o projeto ou o redesenho de produto, buscando minimizar o impacto ambiental de um produto durante sua produção, uso ou pós-consumo. Podem incluir o aumento de materiais recicláveis e/ou reciclados na composição de um produto, o emprego de remanufatura, técnicas de análise de ciclo de vida (LCA), a redução do uso de materiais ou energia ou a seleção de insumos e/ou componentes ambientalmente mais responsáveis. As modificações de processo são alterações do processo produtivo que reduzem o impacto ambiental desse processo. Exemplos

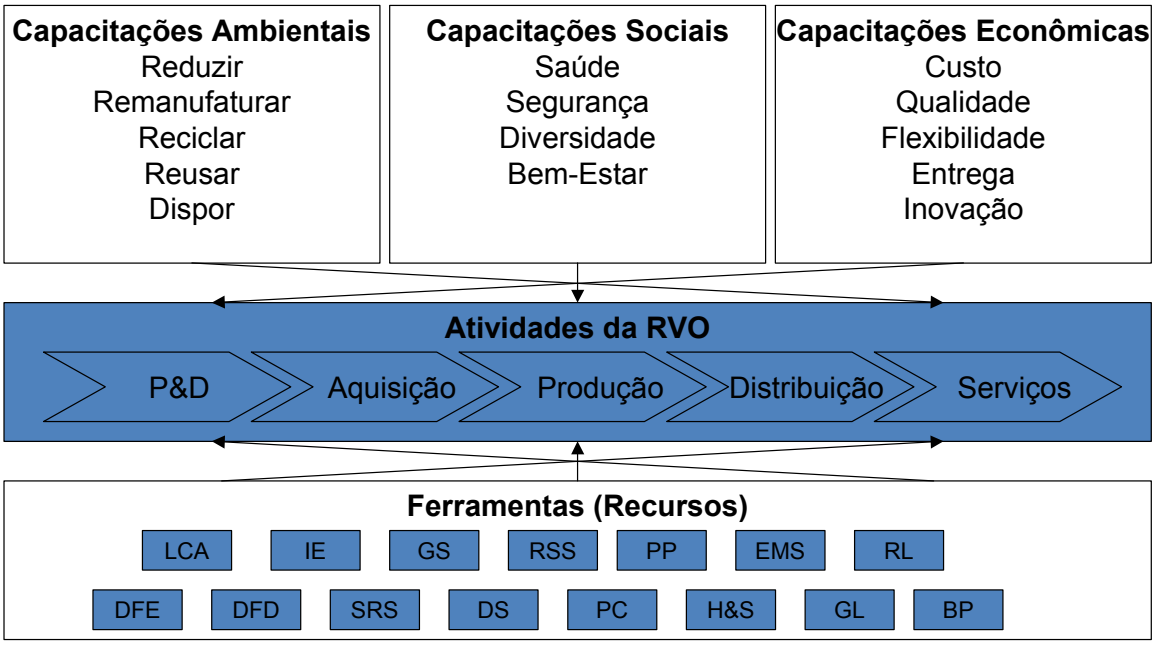
incluem o uso de ecologia industrial, o uso de técnicas de produção mais limpa, compras e logística ambientalmente responsáveis, entre outros.

As capacitações ligadas aos aspectos sociais da sustentabilidade têm uma tradição de pesquisa muito menor em gestão ou estratégia de operações. Com elas, acontece uma situação paradoxal: as questões intraempresa (saúde e segurança ocupacionais, por exemplo) são muito mais regulamentadas e (talvez) implementadas pelas empresas, mas recebem muito menos atenção dos acadêmicos da área, enquanto as questões interempresas (responsabilidade social na cadeia de suprimentos), apesar de menos regulamentadas e ainda em sua infância na maior parte das empresas, recebem muito maior atenção acadêmica. Por exemplo, uma pesquisa no principal periódico científico na área de operações, o *Journal of Operations Management*, usando as palavras-chave "saúde" ou "segurança", nos artigos publicados desde 1995 até 2009, retornou apenas três artigos relevantes. Um, com mais de dez anos (BROWN, 1996), fazia uma chamada de pesquisa, convidando os pesquisadores em operações a incluírem a segurança ocupacional em suas pesquisas, disponibilizando uma agenda de pesquisas na área estruturada em três dimensões: TQM, mudança tecnológica e mudança nas práticas de operações (tais como JIT). A autora não teve resposta ao seu convite: o único artigo publicado nos doze anos que se seguiram, foi da própria Brown com colegas (BROWN; WILLIS; PRUSSIA, 2000). O terceiro artigo, publicado recentemente (DAS *et al.*, 2008), constatou a deficiência do conhecimento sobre segurança ocupacional na área de operações e identificou uma relação entre segurança no trabalho e qualidade.

Já os estudos de operações que se debruçaram sobre as questões sociais na cadeia de suprimentos, são muito mais abundantes, embora ainda as questões sociais sejam menos exploradas do que as questões ambientais (SEURING *et al.*, 2008). Talvez em função da enorme preocupação, surgida no final da década de 1990, com as condições de trabalho dos funcionários de empresas contratadas na Ásia para fabricar produtos de marcas conhecidas para os países desenvolvidos, como foi o caso da Nike (BURNS; SPAR, 2000), e mais recentemente com a qualidade dos produtos que são importados desses países, como brinquedos (da fabricante Mattel, por exemplo BAPUJI; BEAMISH, 2008b, 2008a), alimentos para animais domésticos, pneus e creme dental (HOYT, 2008), a literatura em operações tem sido mais prolífica na questão da responsabilidade social e ambiental na cadeia produtiva do que em tais aspectos intraempresa. Carter e Jennings (CARTER; JENNINGS, 2002a; CARTER, 2004; CARTER; JENNINGS, 2004), por exemplo, identificaram dimensões a que a responsabilidade social da área de suprimentos da empresa deveria

estender-se: o ambiente, a diversidade, os direitos humanos, filantropia e segurança. As preocupações ambientais dizem respeito à inclusão de critérios ambientais no relacionamento com os fornecedores e no projeto de produtos. A diversidade é a inclusão de critérios de valorização das minorias nos fornecedores. Os direitos humanos incluem a garantia de que os fornecedores não requerem trabalhos de escravos ou crianças e de que pagam um salário digno. A filantropia é a inclusão de ações de apoio à comunidade nas atividades da empresa, como voluntariado. A segurança é a garantia de que os fornecedores ofereçam um local de trabalho seguro e que transportem os insumos de forma segura aos trabalhadores até a empresa.

Enxergar, portanto, apenas a empresa na definição de uma estratégia de operações sustentáveis deixa de fora grande parte do problema da sustentabilidade. Filosofias como o ZERI, por exemplo, estão focadas principalmente no processo produtivo, enquanto, em muitos setores industriais, o maior problema está no resíduo pós-uso, como é o caso do setor de eletrônicos (UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, 2007) e não nos resíduos do processo produtivo. Quando se cria um "parque ecoindustrial", os subprodutos de uma fábrica são utilizados em outros processos produtivos, como o sempre citado parque de Kalundborg (esse parque é um exemplo recorrente na literatura – ver, por exemplo, BARBIERI, 2004; HILL, 2004), onde a produção de cimento se beneficia das cinzas geradas por uma planta de geração de energia elétrica, que também fornece água quente para uma fazenda de salmões, vapor para uma refinaria e gesso para uma fábrica de materiais de construção. Não há, entretanto, uma indicação clara do que fazer com as placas de gesso acartonado das casas demolidas, com os restos de salmão consumidos nas casas e restaurantes nem com os produtos da refinaria utilizados fora do parque. E essa omissão se torna ainda mais complicada de resolver quanto mais distante do "ecoparque" os produtos são consumidos (por exemplo, exportados para outros países). A Figura 4 mostra essa relação dos recursos e das capacitações ambientais em operações com as atividades da RVO. Por essa razão, é necessário explorar os aspectos e impactos ambientais e sociais em todas as atividades da RVO, o que será feito na seção a seguir.



BP – riqueza na base da pirâmide; DFD – projeto para desmontagem; DFE – projeto para o ambiente; DS – sistemas de desmontagem; EMS – sistemas de gestão ambiental; GL – distribuição ambientalmente responsável; GS – aquisição (compras) ambientalmente responsável; H&S – saúde e segurança ocupacionais; IE – ecologia industrial; LCA – análise do ciclo de vida; PC – controle da poluição; PP – prevenção da poluição; RL – logística reversa; RSS – sistemas de reconhecimento e triagem; SRS – aquisição socialmente responsável

Figura 4 – Recursos e Capacitações Ambientais em Operações

3.5 REDE DE VALOR DE OPERAÇÕES SUSTENTÁVEIS

Existe um limite para melhorias locais no desempenho ambiental. Por exemplo, atualmente os produtos eletrônicos são ubíquos. Um grande número de residências hoje possui, ao menos, um aparelho eletrônico, ou mesmo um aparelho elétrico com circuitos eletrônicos (máquinas de lavar roupas, por exemplo). É uma característica também recente a rápida obsolescência de praticamente todo e qualquer aparelho eletrônico. Em muitos países, é muito mais barato comprar um aparelho novo (e com novas funções) do que consertar o aparelho antigo. É o encurtamento do tempo de vida útil econômica do bem. Além desse tipo de obsolescência, existe a obsolescência "conceitual", como está acontecendo com monitores e televisores de CRT (tubos de raios catódicos), que estão sendo substituídos por monitores e televisores de LCD (mostrador de cristal líquido). Existe também uma obsolescência estética, como acontece com os telefones celulares, que se tornam "velhos" simplesmente porque foram lançados modelos novos. Os computadores estão sujeitos, além das obsolescências mencionadas, a uma espécie distinta: é a obsolescência da velocidade. Com o acréscimo

crescente de funcionalidades nos softwares, não é mais possível executar as aplicações recentes em equipamentos "antigos" (com 2 ou 3 anos), fazendo com que os equipamentos tenham de ser destinados à disposição final. Finalmente, com o barateamento dos chips e da montagem dos componentes, surgem eletrônicos descartáveis, de uso único. Há para vender uma vela de aniversário com um eletrônico embutido que toca "parabéns a você" quando é acesa. Uma companhia aérea colocou um eletrônico numa revista que, ao se abrir a página, fazia um som de avião. É uma obsolescência por projeto. Ou seja, como as diversas formas de obsolescência estão tornando o ciclo de vida dos eletrônicos mais curto, o lixo eletrônico (*e-waste*) está tornando-se um problema sério para a sustentabilidade. Além de pressionar os já problemáticos aterros sanitários, o lixo eletrônico contém chumbo, utilizado para solda dos componentes, cádmio, usado em baterias recarregáveis, e outras substâncias perigosas. Como esse problema pode ser resolvido? Certamente, um fabricante pode decidir eliminar o chumbo das soldas de seus produtos, seja por vontade própria, ou por exigência legal em seu país, ou para exportar para a União Europeia[38]. Essa medida não poderá ser exclusivamente local, interna à sua fabrica. Tal projeto vai requerer que todos os fornecedores sejam notificados, monitorados, substituídos, treinados, enfim, medidas necessárias para que os componentes comprados também não tenham chumbo. Caso deseje também reduzir o impacto pós-consumo de seus produtos, pode não ser suficiente trabalhar com seus canais de distribuição para que os produtos sejam retornados, desmanchados e reciclados. Pode ser necessário reprojetar o produto a fim de que ele consuma menos energia e materiais e conseguir com que seus fornecedores façam o mesmo com seus componentes. As melhorias do desempenho ambiental podem ser obtidas localmente, mas seu alcance é limitado. As melhorias mais eficientes e profundas só podem ser obtidas através de uma ação sistêmica na RVO.

Outros autores já fizeram esforço semelhante. Carter e Jennings (2002b), por exemplo, identificaram atividades que compras, transporte e armazenagem deveriam desempenhar, para garantir uma operação sustentável nas dimensões propostas (ambiente, diversidade, direitos humanos, filantropia e segurança). Tais atividades incluem comprar de fornecedores ambientalmente responsáveis, garantir que os fornecedores não usam mão-de-obra infantil, garantir que as instalações dos fornecedores são seguras para seus trabalhadores (compras), identificar o impacto ambiental de cada modal, cumprir a legislação de sinalização de cargas perigosas, montar escalas de trabalho que permitam aos motoristas passar um tempo adequado

---

[38] A União Europeia baniu o chumbo de seus produtos eletrônicos com a norma RoHS. Fonte: http://europa.eu.int/eur-lex/pri/en/oj/dat/2003/l_037/l_03720030213en00190023.pdf, consultado em 7 de

em casa (transportes), encontrar usos lucrativos para materiais obsoletos no estoque, equipamentos/procedimentos de segurança, treinamento e certificação do uso de equipamentos de movimentação de materiais (armazenagem), etc. Já Zhu, Sarkis e Wang (2005) identificaram quatro dimensões do que chamaram *green supply chain management* (gestão ambiental da cadeia de suprimentos): gestão ambiental interna, gestão ambiental externa (à empresa), ecoprojeto e recuperação do investimento. As práticas propostas por aqueles autores incluem o comprometimento da alta administração, cooperação interfuncional para a melhoria ambiental, certificação ISO 14001 (gestão ambiental interna), cooperação com fornecedores para atingimento de objetivos ambientais, cooperação com clientes para ecoprojeto (gestão ambiental externa), projeto de produtos para reduzir o consumo de materiais/energia, projeto de produtos para reuso, reciclagem e recuperação de materiais e componentes (ecoprojeto), vendas de excedentes de estoques/materiais, vendas de equipamentos ociosos (recuperação do investimento), etc. Apesar de as dimensões de Zhu e colaboradores não serem estruturadas exatamente por atividades da RVO, pode-se observar que várias delas afetam uma (ou mais) atividades distintas da RVO, como o ecoprojeto, que requer colaboração com fornecedores, clientes, além do engajamento da engenharia/P&D. Kleindorfer, Singhal e Van Wassenhove (2005) constataram três áreas da gestão de operações sustentáveis: desenvolvimento de produtos e processos ambientalmente responsáveis, gestão de operações enxutas e ambientalmente responsáveis (*lean and green*) e cadeias de suprimento de ciclo fechado/remanufatura. Essas três áreas mapeiam-se com razoável aderência às atividades da RVO. Vachon e Klassen (2003, 2006 #654, 2006 #742) sugeriram que tanto o ecoprojeto (VACHON; KLASSEN, 2006a) quanto a colaboração e as atividades de monitoramento (VACHON; KLASSEN, 2006b) devem ocorrer tanto a jusante quanto a montante na cadeia de suprimentos, envolvendo, portanto, mais de uma atividade da RVO. Corbett e Klassen (2006) identificaram questões ambientais tanto na TQM – interna, portanto, à atividade de produção da RVO – quanto na gestão da cadeia de suprimentos – as demais atividades da RVO. Na gestão da cadeia de suprimentos, descobriram três grupos de atividades nas quais a gestão ambiental pode ser incorporada à gestão de operações: projeto da rede, arranjos de suprimento e ligações interorganizacionais. Quanto ao projeto da rede, o tema que esses autores consideraram mais importante é o da logística reversa, que consiste, minimamente, em dois aspectos: coletar e reintegrar produtos usados e resíduos e minimizar sistemicamente o consumo de recursos e as emissões ambientais. Verificaram que o conjunto

---

fevereiro de 2007.

das pesquisas no assunto mostrou que o projeto e gestão de uma rede de suprimentos bidirecional e integrada resultam em melhor desempenho do que decompor o sistema em duas redes distintas, uma direta e outra reversa. Quanto aos arranjos de suprimento, esses autores propuseram que o conceito de cadeia de suprimento reversa é uma consequência da necessidade de logística reversa. Segundo eles, empresas mais a montante na cadeia de suprimentos tendem a enfatizar taxas de emissão e de eficiência com implicações diretas para a seleção de materiais, projeto de processos e reinserção dos fluxos reversos. Empresas na porção intermediária da cadeia de suprimentos enfatizariam eficiência de transporte e montagem. Finalmente, empresas a jusante na cadeia de valor enfatizariam reciclagem e embalagem. Portanto, os impactos da gestão ambiental seriam distintos em cada atividade da RVO, gerando especializações no tratamento dos problemas. Porter e Kramer (2006) fizeram um mapeamento mais direto dos impactos ambientais e sociais em cada atividade da cadeia de valor, aproveitando o modelo original de cadeia de valor de Porter (1980). Nas atividades da cadeia de valor mais afins com a RVO, como desenvolvimento de tecnologia, suprimentos (atividades de apoio), logística de suprimentos, operações, logística de distribuição e serviços pós-vendas (atividades primárias), há diversas oportunidades para a gestão de operações sustentáveis. O Quadro 7 apresenta um resumo de tais oportunidades.

Atividades Socioambientais x Atividades da RVO	**Suprimentos**	**Produção**	**Distribuição**	**Desenvolvimento de produtos**	**Serviços**
Impactos do transporte: emissões, congestionamento, etc. (CUSUMANO, 1994; CARTER; JENNINGS, 2002b; PORTER; KRAMER, 2006)	*		*		
Uso e disposição das embalagens primárias (PORTER; KRAMER, 2006)			*		*
Resíduos e emissões do processo produtivo(CORBETT; KLASSEN, 2006)	*				
Resíduos e emissões do processo produtivo (ZHU; SARKIS; GENG, 2005)				*	
Resíduos e emissões do processo produtivo (SARKIS, 1995; SARKIS; RASHEED, 1995; CORBETT; KLASSEN, 2006; PORTER; KRAMER, 2006)		*			

Atividades Socioambientais x Atividades da RVO	Suprimentos	Produção	Distribuição	Desenvolvimento de produtos	Serviços
Compras e práticas da cadeia de suprimentos, tais como suborno, trabalho infantil, diamantes de áreas de conflito, preços pagos aos produtores rurais (PORTER; KRAMER, 2006)	*				
Uso de determinados insumos, tais como pele animal (PORTER; KRAMER, 2006)	*				
Utilização de recursos naturais (PORTER; KRAMER, 2006)	*				
Utilização de recursos naturais (ZHU; SARKIS; GENG, 2005)	*	*	*	*	*
Biodiversidade e ecologia (PORTER; KRAMER, 2006)		*			
Uso de água e energia (PORTER; KRAMER, 2006)		*			
Segurança do trabalhador e relações de trabalho (PORTER; KRAMER, 2006)		*			
Materiais perigosos (PORTER; KRAMER, 2006)		*			
Relações com universidades (PORTER; KRAMER, 2006)				*	
Práticas éticas de pesquisa, tais como testes com animais, uso de organismos geneticamente modificados (GMOs), etc. (PORTER; KRAMER, 2006)				*	
Segurança do produto (PORTER; KRAMER, 2006)				*	
Conservação de matérias-primas (PORTER; KRAMER, 2006)				*	
Reciclagem (PORTER; KRAMER, 2006)				*	
Disposição de produtos obsoletos (CORBETT; KLASSEN, 2006; PORTER; KRAMER, 2006)					*
Manuseio de consumíveis, tais como óleo de máquinas, tinta de impressão (PORTER; KRAMER, 2006)					*
Privacidade dos consumidores (PORTER; KRAMER, 2006)					*
Ferramentas de ecoprojeto: LCA e DFE (SARKIS, 2001)				*	
Mudanças de projeto de processo dos fornecedores (CORBETT; KLASSEN, 2006)	*				
Obtenção de informações de desempenho ambiental dos fornecedores (CORBETT; KLASSEN, 2006; VACHON; KLASSEN, 2006b)	*				
Colaboração com fornecedores para ecoprojeto (VACHON; KLASSEN, 2006a)	*			*	

Atividades Socioambientais x Atividades da RVO	Suprimentos	Produção	Distribuição	Desenvolvimento de produtos	Serviços
Colaboração com clientes para ecoprojeto (VACHON; KLASSEN, 2006a)			*	*	*

Quadro 7 – Oportunidades de Atividades Socioambientais das Diferentes Atividades da Rede de Valor de Operações (RVO)

No entanto, se as ações de sustentabilidade estão mapeadas (PORTER; KRAMER, 2006), se as operações sustentáveis são a fonte de vantagem competitiva sustentável a longo prazo (KLEINDORFER; SINGHAL; VAN WASSENHOVE, 2005) e se é rentável ser sustentável, dependendo das opções tecnológicas que são feitas (KING; LENOX, 2002; HULL; ROTHENBERG, 2008), por que nem todas as empresas o fazem? A resposta a essa questão talvez esteja no sistema de aprendizagem e conhecimento organizacionais, que será tratado na próxima seção.

3.6 APRENDIZAGEM E CONHECIMENTO ORGANIZACIONAIS PARA A SUSTENTABILIDADE

Na década de 1970, duas crises internacionais do petróleo fizeram essa fonte de energia tornar-se uma fonte de ameaças no contexto externo. As reações, globalmente, foram as mais diversas. O Brasil, por exemplo, investiu no etanol como fonte de combustível para veículos e intensificou a construção de usinas hidroelétricas para o fornecimento de energia elétrica para o uso residencial e industrial. Nas empresas, as preocupações não foram menores. A empresa Ford, norte-americana, e a Volvo, sueca, se debruçaram sobre o problema da energia alternativa, adotando o metanol como combustível em seus projetos. Essas duas empresas, apesar das naturais diferenças entre os projetos (o carro Ford era exclusivamente movido a metanol, enquanto o Volvo era bicombustível, entre outras), adotaram a mesma lógica: ofereceram o metanol como uma alternativa de motorização para uma linha pré-existente de carros. Devido à perda de desempenho, ao preço maior, à menor

autonomia, às dificuldades de abastecimento e à sensação de estar levando o mesmo carro por um preço maior, os carros movidos a metanol nunca fizeram sucesso junto aos consumidores. A Ford descontinuou sua linha de carros a metanol em 2004. Partindo de um conjunto de pressupostos totalmente distintos, a Toyota se lançou, na década de 1990, o desafio de lançar um veículo que consumisse, pelo menos, 50% menos gasolina. O Toyota Prius, por ser um carro híbrido (a gasolina/elétrico), onde o motor a gasolina carrega as baterias que movimentam os motores elétricos, permite que os consumidores utilizem a mesma infraestrutura de postos de combustível pré-existente, amplamente disponível. Além disso, a autonomia, pela eficiência de combustível, é maior do que nos carros movidos a gasolina. Finalmente, por ser uma linha de carros somente híbrida e não uma opção de motorização numa linha pré-existente, o consumidor do Prius percebe o carro como um produto diferenciado e é percebido pelos seus pares como um consumidor diferenciado. Apesar de ter o mesmo preço de um carro movido a metanol, portanto maior do que um carro equivalente movido a gasolina, o Toyota Prius foi amplamente aceito pelos consumidores. As trajetórias tecnológicas e a dependência do caminho escolhido pelas empresas no lançamento de um "ecoproduto" foram fundamentais para o sucesso de cada um dos empreendimentos (WILLIANDER, 2007).

Há muitos casos de empresas que promoveram inovações sociais e ambientais com um maior ou menor grau de sucesso em suas implementações. Sarkis (2001), num artigo conceitual, ressaltou a importância da mudança organizacional e das relações interfuncionais para que as operações atingissem metas de sustentabilidade. As evidências, entretanto, do impacto do sistema de aprendizado e conhecimento organizacionais no desempenho, em sua maioria, são anedóticas, faltando uma validação empírica em larga escala. Uma das poucas exceções encontradas na literatura é o trabalho seminal de Carter (2005), que mostra que a aprendizagem organizacional medeia a relação entre práticas sustentáveis com fornecedores e desempenho.

King e Lenox representam outras exceções. Esses autores (KING; LENOX, 2001) estudaram o efeito da produção enxuta sobre as práticas ambientais. As práticas ambientais estudadas foram a adoção de um SGA baseado em ISO 14000, geração de resíduos, tratamento no local e emissões. Dessas, conseguiu-se mostrar que a produção enxuta está positivamente relacionada com a adoção do SGA e negativamente relacionada com a geração de resíduos e as emissões. A razão para isso, sugerem os autores, é que o custo marginal de melhorar o desempenho ambiental é menor quando se adotam as práticas de produção enxuta,

ou seja, o conhecimento obtido com a produção enxuta é reutilizado na melhoria do desempenho ambiental. Mais tarde, os mesmos autores (LENOX; KING, 2004) estudaram o efeito da provisão central (corporativa) de informação sobre prevenção da poluição na adoção de prevenção da poluição das unidades de negócios (fábricas). Tanto a adoção da prática no setor de atividade em que a fábrica opera quanto a experiência obtida com experiências passadas dessa fábrica moderam a relação da provisão central de informação com a adoção de prevenção da poluição, atenuando seu efeito. De qualquer forma, a adoção de prevenção da poluição nas fábricas da amostra (1026 fábricas de 311 empresas) é fortemente explicada pelo conhecimento de prevenção da poluição adquirido por essas fábricas.

Clarke e Roome (1999) apresentaram um estudo de caso numa empresa canadense em que o histórico do sistema de gestão ambiental foi acompanhado de 1989 a 1994. Os autores averiguaram que a gestão ambiental teve 3 estágios distintos: a passagem da gestão ambiental de um conjunto de ações dispersas para um direcionamento estratégico (identificação), a integração da gestão ambiental às atividades existentes (operacionalização) e a transformação da responsabilidade ambiental no conceito mais amplo de desenvolvimento sustentável, ou "responsabilidade e cidadania corporativas". Nesse processo, os autores destacaram que uma série de condições, internas e externas, habilitou a empresa a aprender e a mudar para desenvolver suas capacitações em gestão ambiental e desenvolvimento sustentável. Entre as pré-condições internas, os autores chamaram a atenção para os valores da empresa e seu processo estratégico, que identificou questões ambientais como um futuro direcionador estratégico. Além disso, os autores realçaram a capacidade da empresa de adquirir novos conhecimentos a partir de múltiplas perspectivas e múltiplos *stakeholders*.

Siebenhüner e Arnold (2007) fizeram estudos de casos em 6 empresas européias de médio e grande portes para identificar as causas do que chamam de "aprendizagem organizacional orientada à sustentabilidade". Quatro grandes categorias de sentido foram utilizadas: fatores estruturais (porte da empresa, estrutura de pessoal e mecanismos de aprendizagem), fatores culturais (valores e normas, redes internas, estilos de liderança e conflitos), fatores comportamentais (agentes de mudança) e fatores externos (pressão do mercado, regulação do Estado, demandas dos *stakeholders* e opinião pública). Os autores constataram que o porte da empresa tem influência no processo de aprendizagem. Mudanças radicais, por exemplo, são mais facilmente encontradas em empresas de médio porte. Empresas de maior porte, por outro lado, têm mais recursos alocados para P&D e departamentos de P&D mais bem estruturados. A estrutura de pessoal apresentou pouco poder

de explicação nos processos de aprendizagem observados. A existência, entretanto, de uma estrutura para a iniciação e difusão de processos de aprendizagem e a cooperação interdisciplinar mostraram-se benéficas para os processos de aprendizagem. Os seguintes mecanismos de aprendizagem se mostraram relevantes: orientação a metas ambientais ambiciosas, integração de objetivos ambientais aos projetos de P&D, instrumentos de comunicação formalizados, grupos de trabalho auto-organizados, diretrizes corporativas (para o caso de empresas multidivisionais) e departamentalização por projetos. Os autores também verificaram a importância de agentes de mudança, indivíduos da organização que fazem a ligação entre as diversas unidades organizacionais e níveis de hierarquia. Em médias empresas, esses agentes estavam em nível gerencial e, nas empresas maiores, nos departamentos de sustentabilidade ou P&D. O estilo de liderança participativo parece ter contribuído mais para os processos de aprendizagem do que estilos mais diretivos ou consultivos. Quanto aos valores e normas organizacionais, os autores averiguaram a importância da inclusão da sustentabilidade na declaração de missão e sistemas de relatórios de sustentabilidade bem desenvolvidos, além do comprometimento da alta administração em combater problemas sociais e ambientais ao mesmo tempo. Foi constatada também a importância das redes organizacionais internas na promoção de níveis mais altos de aprendizagem (ciclo-duplo e mudanças radicais). Quanto aos fatores externos, grandes empresas parecem se preocupar mais com a pressão (real ou antecipada) dos *stakeholders*, enquanto os fatores internos parecem contribuir mais para a aprendizagem em empresas de médio porte. Em ambos os tipos de empresas, os clientes não estão ainda exigindo um desempenho ambiental, com exceção de alguns nichos de mercado industrial e poucos mercados de massa, como na Escandinávia. A legislação ambiental tem efeitos diversos nas empresas da amostra: na indústria eletrônica e da construção, a legislação foi um importante determinante da aprendizagem, enquanto no setor de transportes não foi importante. Tais categorias de sentido foram propostas anteriormente (MÜLLER; SIEBENHÜNER, 2007) num artigo conceitual em que um dos autores estava envolvido.

Rothenberg, Pil e Maxwell (2001), ao tentarem relacionar as práticas de produção enxuta e desempenho ambiental, sugeriram que a produção enxuta estaria positivamente relacionada com a ecoeficiência por sua ênfase em melhorias contínuas e eliminação de desperdícios, enquanto a produção enxuta estaria negativamente relacionada com as emissões atmosféricas, especialmente de VOCs (compostos orgânicos voláteis), já que tais emissões requerem investimentos estruturais mais caros, como controles de poluição *end-of-pipe*. Os

resultados não foram estatisticamente significativos para nenhuma das relações propostas. Apesar disso, os autores encontraram evidências, em entrevistas realizadas em fábricas da sua amostra, de que os elementos da produção enxuta, especialmente ligados à aprendizagem, contribuem tanto para o aumento da ecoeficiência quanto para a redução das emissões. Pil e Rothenberg (2003) constataram evidências de que melhoras no desempenho ambiental estão positivamente associados à qualidade (conformidade) por usarem uma mesma base de conhecimento. Rothenberg e Zyglidopoulos (2007) encontraram relação positiva entre a adoção de inovações produtivas e inovações ambientais, dois elementos com alto conteúdo de conhecimento. Hull e Rothenberg (2008) identificaram um efeito moderador da inovação na relação entre CSR e desempenho financeiro das empresas.

Chen (2008) estudou o impacto do capital intelectual ambiental sobre as vantagens competitivas que as empresas de sua amostra obtinham. O autor definiu capital intelectual ambiental como o estoque total de ativos intangíveis, conhecimentos, capacitações, relações, etc. que uma empresa possui em relação à proteção ambiental e inovação ambiental tanto em nível individual quanto em nível organizacional. O capital intelectual ambiental é um construto multifacetado, composto de capital humano ambiental, capital estrutural ambiental e capital relacional ambiental. O capital humano ambiental pertence aos indivíduos (conhecimentos, habilidades, etc. individuais), o capital estrutural ambiental pertence à empresa (na forma de sistemas, políticas, etc.) e capital relacional ambiental, que se forma na relação entre a empresa e seus *stakeholders* (clientes, concorrentes, fornecedores, governo, institutos de pesquisa, etc.). Todas as três dimensões do capital intelectual ambiental (humano, estrutural e relacional) eram positivamente correlacionadas com a obtenção de vantagens competitivas.

3.7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os cinco vértices da estratégia de operações estão presentes na estratégia de operações sustentáveis: decisões estratégicas, dimensões competitivas, contexto externo, atividades da RVO e sistema de aprendizagem e conhecimento organizacionais. Cada um desses vértices, na estratégia de operações sustentáveis, tem importantes relações com os outros vértices da estratégia de operações sustentáveis e com os vértices da estratégia de operações tradicional, estendendo-a.

A Figura 5 mostra uma representação do modelo proposto de estratégia de operações. Nessa representação, a estratégia de operações sustentáveis aparece como uma extensão da estratégia de operações tradicional. Cada um dos vértices da pirâmide maior tem peculiaridades específicas da sustentabilidade e responsabilidades tradicionais, que herda da estratégia de operações tradicionais. As decisões estratégicas em operações sustentáveis incorporam, além das decisões tradicionais da estratégia de operações, decisões sobre o impacto ambiental e social das operações. O contexto externo, além da tradicional ligação com a corporação, com as outras unidades de negócios e funções organizacionais, se preocupa com um leque mais amplo de stakeholders, como governos e ONGs. As dimensões competitivas, portanto, incorporam a noção de desempenho triplo: econômico, ambiental e social. O sistema de aprendizagem e conhecimento preocupa-se em incorporar uma consciência ambiental e social ao grupo de trabalhadores da própria operação e em incentivar a responsabilidade ambiental e social nas atividades da RVO, que, além de suas tradicionais atividades, também passa a atuar alinhadamente com a estratégia de sustentabilidade.

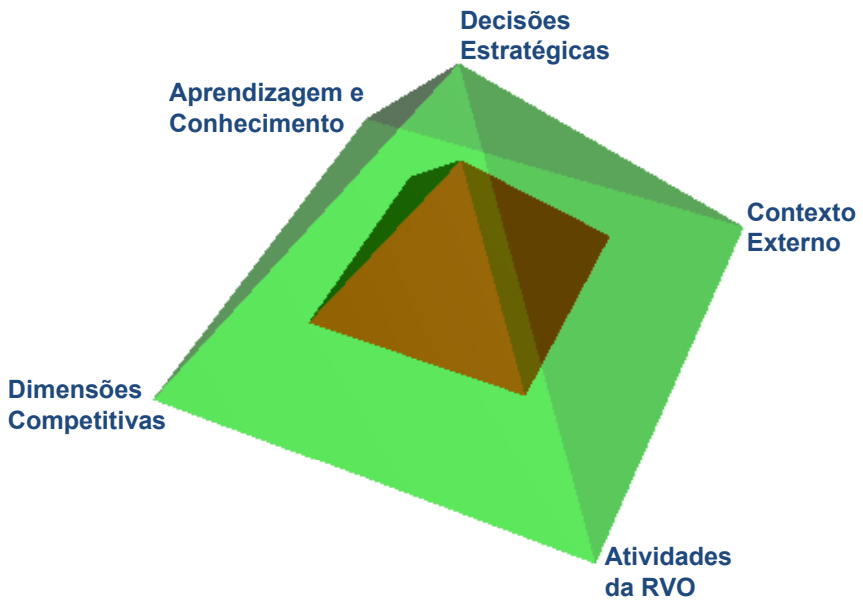


Figura 5 – Pirâmide da Estratégia de Operações Sustentáveis

A validação empírica completa do modelo teórico de estratégia de operações sustentáveis proposto nesta tese, dadas as limitações de tempo e de outros recursos, foge do

escopo deste trabalho. Esta tese, entretanto, apresentará evidências empíricas de parte do modelo mais amplo nos próximos três capítulos.

4 ANÁLISE 1: IMPACTO DAS DECISÕES TECNOLÓGICAS AMBIENTAIS NO DESEMPENHO DE OPERAÇÕES

Para competir através das operações, é preciso que os recursos e capacitações operacionais de uma empresa se traduzam em vantagens competitivas. Portanto, para que a sustentabilidade, em especial a responsabilidade ambiental, faça parte da estratégia de operações, é preciso verificar como as capacitações ambientais se traduzem em dimensões competitivas em operações. Existem evidências empíricas de que a escolha da tecnologia ambiental está relacionada com melhor desempenho das operações. King e Lenox (2002) constataram que a decisão de investimento em prevenção da poluição está positivamente correlacionada com o desempenho financeiro e operacional da empresa. Esse estudo, entretanto, não identifica qual das dimensões competitivas em operações são beneficiadas. Klassen e Whybark (1999b) procuraram averiguar o impacto da decisão de alocação de investimentos ambientais nas dimensões competitivas em operações. Tal estudo, porém, consolidou as decisões de investimento ambiental em apenas três alternativas: controle da poluição, prevenção da poluição e sistemas de gestão ambiental. Além disso, os valores absolutos das respostas obtidas junto aos gestores foram utilizados como preditores do desempenho em cada uma das dimensões competitivas, o que não é o procedimento mais adequado, como se verá adiante. A presente análise tem por objetivo verificar o impacto das decisões de alocação do orçamento ambiental, portanto das escolhas de tecnologias ambientais, no desempenho das diferentes dimensões competitivas.

4.1 TEORIA E HIPÓTESES

Há duas abordagens distintas no tratamento da questão ambiental nas empresas: a prevenção da poluição e o controle da poluição (ASHFORD, 1993). A prevenção da poluição, ou seja, o conjunto de atividades que busca evitar a geração de resíduos/emissões no processo produtivo e no uso/pós-uso dos produtos, deve conferir mais vantagens competitivas à empresa, pois aumenta a eficiência do uso dos recursos em vez de aumentar os custos (PORTER; VAN DER LINDE, 1995), além de permitir que a empresa obtenha outras formas de diferenciação, oferecendo bens e serviços mais atraentes a determinados nichos de

mercado (PORTER; KRAMER, 2006). Entre as tecnologias ligadas à prevenção da poluição, incluem-se tecnologias de caráter estrutural, tais como modificações no processo produtivo para evitar resíduos/emissões (produção mais limpa), modificações no projeto de produto para evitar resíduos/emissões (LCA, DFE, etc.), e tecnologias de caráter infraestrutural, tais como sistemas de gestão ambiental (SGA) baseados em ISO 14001, políticas ambientais de suprimentos, etc.

Hipótese 1.1: As tecnologias de prevenção da poluição (modificações de processo produtivo, modificações de projeto de produto, SGA) são positivamente relacionadas com o desempenho das dimensões competitivas em operações (custo, qualidade, entrega e flexibilidade).

Tecnologias de controle da poluição, contrariamente, devem estar relacionadas negativamente com o desempenho. Por estarem disponíveis há muito tempo, já não oferecem mais possibilidade de diferenciação (ASHFORD, 1993), são caras para implantar (ROTHENBERG; PIL; MAXWELL, 2001), os resíduos gerados precisam ser dispostos em aterros cada vez mais raros e caros (HILL, 2004) e utilizam os recursos produtivos (materiais e energia) de forma menos eficiente (HART, 1995). Nessa categoria, enquadram-se tanto as tecnologias de controle de poluição *end-of-pipe* (fim de tubo), tais como chaminés, estações de tratamento de efluentes (ETE), aterros de resíduos industriais perigosos (ARIP), quanto tecnologias de remediação, ou mitigação, tais como limpeza de derramamentos de óleo e outras substâncias químicas tóxicas e/ou perigosas.

Hipótese 1.2: As tecnologias de controle da poluição (fim de tubo, remediação) são negativamente relacionadas com o desempenho das dimensões competitivas em operações (custo, qualidade, entrega e flexibilidade).

A Figura 6 mostra uma representação do modelo a ser testado.

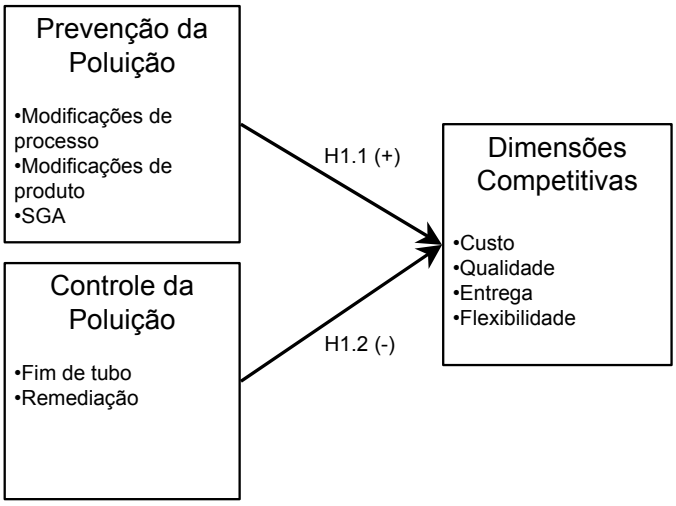


Figura 6 – Tecnologias Ambientais x Dimensões Competitivas

4.2 MÉTODO DE ANÁLISE

Para aumentar a confiabilidade e validade das medidas, foram utilizadas escalas previamente publicadas em estudos de estratégia de operações. Para mensurar o **desempenho das dimensões competitivas** foi utilizada uma escala do GMRG – Global Manufacturing Research Group (WHYBARK, 1997; CORBETT; WHYBARK, 2001), que já havia sido utilizada anteriormente em pesquisas em operações sustentáveis (por exemplo, KLASSEN; WHYBARK, 1999b). A redação completa desta escala encontra-se no Apêndice B. São 14 itens do tipo Likert, onde é solicitado ao gestor que compare o desempenho de sua fábrica com seus competidores. Essa medida é consistente com a proposta original de Hill (1989), que afirmou que o desempenho de uma operação deve ser comparado com o da concorrência. Tais medidas perceptuais de desempenho já foram confrontadas com medidas contábeis e se mostraram confiáveis (KETOKIVI; SCHROEDER, 2004). Os itens utilizados nesta pesquisa, entretanto, não conseguiram compor quatro fatores, utilizando o método de formação de escalas de Churchill (1979). Assim, havia algumas opções: colapsar flexibilidade e entrega num único construto, trabalhar com dois construtos (custo e diferenciação) ou descartar os itens finais da escala referentes à flexibilidade. A última opção é mais aderente à teoria de estratégia de operações e foi adotada. A Figura 7 mostra o gráfico dos autovalores (*eigenvalues*) gerados a partir dos nove itens da escala purificada (*screeplot*), que sugere a solução a 3 fatores.

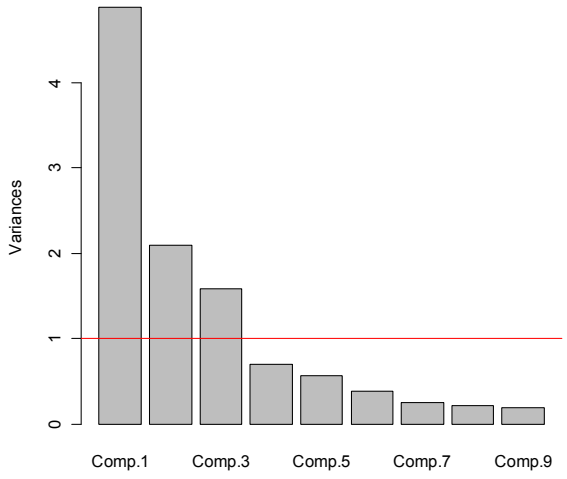


Figura 7 – *Screeplot* das Dimensões Competitivas (9 itens)

Os nove itens formaram 3 construtos, que apresentaram altos índices de confiabilidade e cargas fatoriais, que sugerem unidimensionalidade e validade convergente e divergente: custo, qualidade e entrega. A Tabela 1 apresenta os resultados das análises dessas propriedades psicométricas. As cargas fatoriais, altas entre as variáveis dentro de um mesmo fator e baixas para os demais fatores, indicam, respectivamente, validade convergente e divergente. Tais cargas foram obtidas por máxima verossimilhança (MLE) (ANDERSON; RUBIN, 1956; JORESKÖG, 1963, apud R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2007). Os indicadores de qualidade da amostra, como o teste KMO (0,74) e a variância acumulada (68%), são evidências favoráveis à solução encontrada (HAIR *et al.*, 2005; TRUJILLO-ORTIZ *et al.*, 2006). A confiabilidade, medida pelo alfa de Cronbach (1951), mostrou-se bastante satisfatória, com todos os fatores acima de 0,80 (HAIR *et al.*, 2005).

Tabela 1 – Análise fatorial das dimensões competitivas em operações

	Entrega	Custo	Qualidade
s3q1a – Custos diretos de produção	0,19	**0,86**	0,15
s3q1b – Custos totais de produção	0,21	**0,88**	0,13
s3q1c – Custos de matéria-prima	0,23	**0,53**	0,05
s3q1d – Características dos produtos	-0,06	0,12	**0,60**
s3q1e – Desempenho do produto	0,10	0,10	**0,91**
s3q1f – Qualidade percebida	0,12	0,06	**0,77**
s3q1g – Velocidade de atendimento	**0,89**	0,19	0,06
s3q1h – Velocidade de entrega	**0,88**	0,28	0,02
s3q1i – Entrega como prometido	**0,80**	0,21	0,07
Eigenvalues (cargas SS)	2,38	1,98	1,82
Variância Explicada	0,26	0,22	0,20
Variância Acumulada	0,26	0,48	0,68
Alfa de Cronbach	0,92	0,83	0,80

Os construtos foram formados a partir da média aritmética dos itens correspondentes (HAIR *et al.*, 2005). A Figura 8 mostra os histogramas dos três construtos obtidos, onde não se pode perceber nenhuma distorção grave na distribuição dos dados.

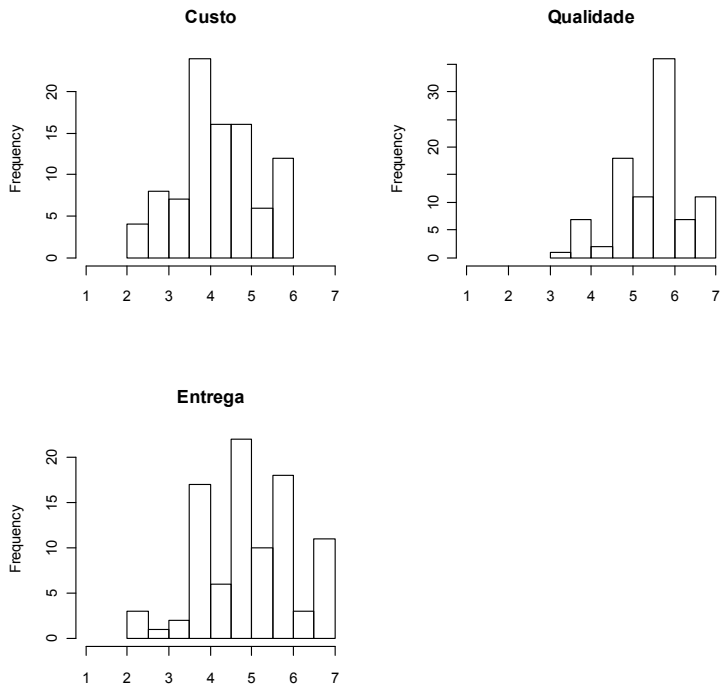


Figura 8 – Histogramas das Dimensões Competitivas em Operações

As **tecnologias ambientais** foram mensuradas com uma escala em que os gestores avaliam a alocação, nos últimos dois anos, de seu orçamento para melhorias ambientais entre cinco opções: remediação, tecnologias de fim de tubo, sistemas de gestão ambiental, mudanças de produto e mudanças de processo. As respostas devem somar 100%. (KLASSEN; MCLAUGHLIN, 1996; KLASSEN; WHYBARK, 1999b, 1999a; KLASSEN, 2000b, 2000a). A redação completa desta escala também se encontra no Apêndice B. As respostas foram codificadas no formato decimal (por exemplo, 70% foi codificado como 0,70), fazendo com que a soma das respostas de cada fábrica seja 1,00. A Figura 9 mostra os histogramas das respostas para esses itens. Duas coisas chamam a atenção nestes histogramas: o elevado número de respostas zero (45% dos respondentes para ações de remediação e praticamente 9% para ações de modificação de processo) e o extremo desvio à esquerda das distribuições.

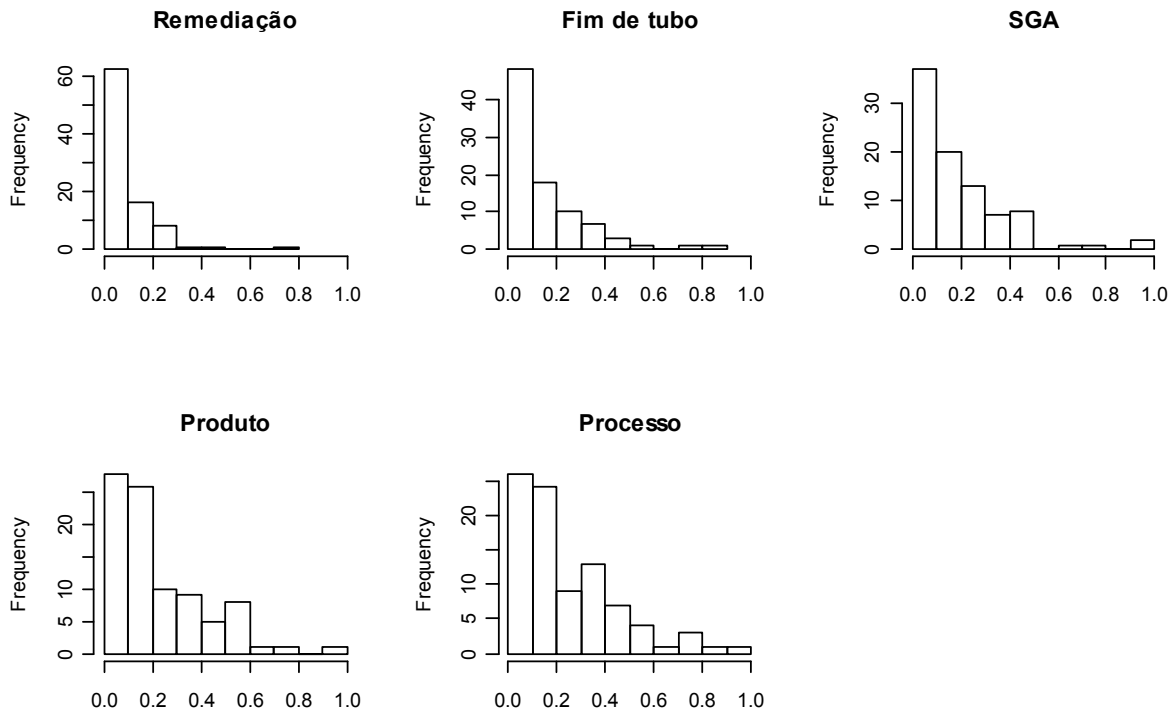


Figura 9 – Histogramas das Tecnologias Ambientais

Pelo fato de forçar as respostas a somarem um número fixo, a escala utilizada é classificada como uma escala ipsativa (CHAN, 2003). Apesar de receber inúmeras críticas (CORNWELL; DUNLAP, 1994; MEADE, 2004), principalmente pelo fato de que a matriz de variâncias e covariâncias ser singular (não-inversível) e de as covariâncias (e correlações) serem artificialmente negativas (CHAN, 2003), as escalas ipsativas são largamente empregadas em diversas áreas, incluindo Psicologia (BARON, 1996) e Geologia, onde são chamadas de dados composicionais[39] (AITCHISON, 1986). Chan (2003) classificou as escalas ipsativas em aditivas, multiplicativas e ordinais. As escalas ipsativas aditivas são construídas a partir de escalas normativas, subtraindo o escore bruto de cada indivíduo da média dos escores desse mesmo indivíduo. As escalas ipsativas multiplicativas são obtidas a partir de percentagens de uma mesma base. Já as escalas ipsativas nominais ordinais são obtidas através de classificações (*rankings*) de itens. As escalas multiplicativas, como é o caso da escala de tecnologias ambientais, podem ser tratadas como dados composicionais (CHAN, 2003). Aitchison (1986) propôs o tratamento mais aceito para este tipo de dado. Consiste numa transformação do espaço amostral simplex, onde residem os dados composicionais, para o espaço real, onde técnicas multivariadas regulares podem ser utilizadas com os dados. Essa transformação consiste em dividir o logaritmo de cada um dos $k-1$ itens de uma escala de k itens pelo logaritmo de um item determinado (qualquer). A nova escala, com $k-1$ itens, pertence ao espaço amostral real. A restrição consiste no fato de que a escala não deveria ter valores zero (não se pode calcular o logaritmo de zero). Esforços têm sido desenvolvidos no sentido de tratar os zeros nos dados composicionais (FRY; FRY; MCLAREN, 2000; MARTÍN-FERNÁNDEZ; BARCELÓ-VIDAL; PAWLOWSKY-GLAHN, 2003; MARTÍN-FERNÁNDEZ; THIÓ-HENESTROSA, 2006; PALAREA-ALBALADEJO; MARTÍN-FERNÁNDEZ; GÓMEZ-GARCÍA, 2007; BUTLER; GLASBEY, 2008; PALAREA-ALBALADEJO; MARTÍN-FERNÁNDEZ, 2008). Basicamente, a solução depende do tipo de zero. Os zeros podem ser classificados em estruturais e arredondados (MARTÍN-FERNÁNDEZ; BARCELÓ-VIDAL; PAWLOWSKY-GLAHN, 2003). Zeros estruturais identificam a ausência de ocorrência de uma determinada categoria. Por exemplo, se não houve nenhuma ação de remediação nos últimos 2 anos, então essa categoria recebeu 0% do orçamento para projetos de melhoria ambiental. Para técnicas de tratamento, ver (BUTLER; GLASBEY, 2008). Já os zeros arredondados ocorrem quando os instrumentos de medida não são tão sensíveis que consigam captar quantidades muito pequenas. É possível inferir que os

[39] Dados composicionais recebem esse nome por estarem associados a composição de um determinado estrato.

zeros encontrados nesta pesquisa são zeros arredondados, uma vez que o gestor pode ter investido uma pequena quantidade de seu orçamento ambiental num pequeno projeto nos últimos 2 anos e, na hora de preencher o questionário, atribuiu 0% para essa categoria. Para o tratamento de zeros arredondados, há tratamentos não-paramétricos (basicamente, a imputação de um pequeno valor, geralmente 0,01% ou 0,0065%, para os valores zero, e diferentes formas de ajustes nos demais valores a fim de manter o valor total da composição. Ver MARTÍN-FERNÁNDEZ; BARCELÓ-VIDAL; PAWLOWSKY-GLAHN, 2003) e paramétricos (baseados em algoritmos Expectativa-Maximização – EM – ver PALAREA-ALBALADEJO; MARTÍN-FERNÁNDEZ; GÓMEZ-GARCÍA, 2007). Métodos não-paramétricos não se comportam bem quando há mais de 10% de zeros, e métodos paramétricos requerem tamanhos de amostra maiores, o que inviabiliza o uso da técnica com os dados em mãos.

Outra possibilidade é considerar a escala como dados ipsativos ordinais (ranking), transformá-la em comparações pareadas e analisá-la, usando equações estruturais (MAYDEU-OLIVARES; BOCKENHOLT, 2005; MAYDEU-OLIVARES; HERNÁNDEZ, 2007; KRABBE, 2008). Isso é feito transformando cada um dos k itens da escala original em $k \times (k-1) \div 2$ pares de comparações. Cada um desses pares de comparações então é considerado uma variável observável das utilidades latentes do respondente. Calcula-se a matriz de correlações tetracóricas[40], e essa matriz é tratada por um software de sistema de equações estruturais. Entretanto, o número mínimo de casos minimamente suportado é 100 e apenas para estimar um número k pequeno (MAYDEU-OLIVARES; HERNÁNDEZ, 2007). Mesmo assim, um tamanho de amostra de 100 casos é considerado o mínimo aceito para uso de modelagem de equações estruturais em vários textos (BOLLEN, 1989; HAIR *et al.*, 2005). Mesmo uma amostra de 100 casos ainda sujeita a análise a um inflacionamento dos erros (BOLLEN *et al.*, 2007).

A solução adotada foi a transformação dos dados ipsativos em dicotômicos. Dados dicotômicos, ou *dummy*, são variáveis categóricas codificadas como zero e um dependendo de seu significado. Seu uso é amplo nas Ciências Sociais pelo fato de que podem ser analisadas pelas técnicas multivariadas como uma variável numérica (COHEN *et al.*, 2002; WOOLDRIDGE, 2003; HAIR *et al.*, 2005; GELMAN; HILL, 2007). Sua interpretação, entretanto, é mais delicada do que das variáveis numéricas conforme o sentido da codificação

utilizada (GELMAN; HILL, 2007). Nesta análise, as cinco tecnologias ambientais foram codificadas, utilizando dois critérios distintos, que serão analisados e interpretados separadamente. O primeiro critério, dada a grande quantidade de zeros nos dados, foi codificar qualquer valor de investimento acima de zero como um. Assim, nessa codificação, o valor zero significava que a empresa não alocou parte do orçamento para melhorias ambientais para uma dada tecnologia, enquanto o valor um indicava que houve investimentos para uma determinada tecnologia, ou mais de uma, se fosse o caso. Outro critério de codificação foi alocar o valor um para percentuais de investimento acima da mediana e zero para os demais valores. Nessa codificação, o valor um indica um investimento acima da média da amostra (e, supõe-se, da população) para uma dada categoria de tecnologias ambientais. De ambas as maneiras, caiu a restrição de que todas as variáveis, somadas para cada indivíduo, tivessem o mesmo valor. Assim, as correlações espúrias entre as variáveis desapareceram e tomaram os valores esperados na literatura: positivamente correlacionados entre as variáveis de controle da poluição, negativamente correlacionados entre as variáveis de controle e prevenção da poluição e positivamente correlacionados entre as variáveis de prevenção da poluição. A Tabela 2 apresenta tais valores. Os valores destacados dentro de caixas são as correlações de Pearson entre as variáveis de uma mesma escala. Em negrito, estão as correlações entre uma variável numa escala e sua transformada em outra escala. Embora não exista nenhuma referência na literatura utilizando tal método, de uma certa maneira, essa abordagem é semelhante aos experimentos de Fisher com diferentes níveis de nitrogênio, fósforo e potássio (N, P, K), em que diferentes composições (dados ipsativos multiplicativos, portanto) eram transformados em níveis e testados com técnicas multivariadas tradicionais, tais como ANOVA (análise de variância) (EDEN; FISCHER, 1929).

---

[40] Correlação tetracórica estima a correlação entre variáveis dicotômicas de forma mais eficiente que a correlação de Pearson, projetada para duas variáveis contínuas. A correlação tetracórica é um caso especial da correlação policórica, utilizada para estabelecer a correlação entre duas variáveis ordinais.

Tabela 2 – Correlações entre as tecnologias ambientais e suas transformações

	Escala Ipsativa					Dicotômica (x*=1 se x>0)					Dicotômica (x*=1 se x>mediana)				
	rem	eop	ems	prd	prc	rem	eop	ems	prd	prc	rem	eop	ems	prd	prc
rem	1,00	-0,04	0,01	-0,27	-0,34	**0,67**	0,15	0,04	-0,14	-0,16	**0,75**	0,09	0,03	-0,24	-0,35
eop	-0,04	1,00	-0,09	-0,34	-0,38	0,08	**0,57**	0,00	-0,09	0,11	0,08	**0,77**	0,03	-0,29	-0,42
ems	0,01	-0,09	1,00	-0,48	-0,43	0,06	-0,09	**0,45**	-0,41	-0,35	0,05	-0,09	**0,77**	-0,42	-0,37
prd	-0,27	-0,34	-0,48	1,00	-0,06	-0,27	-0,38	-0,27	**0,48**	-0,06	-0,25	-0,21	-0,43	**0,78**	0,13
prc	-0,34	-0,38	-0,43	-0,06	1,00	-0,29	-0,11	-0,19	0,09	**0,41**	-0,35	-0,39	-0,37	0,03	**0,79**
rem	0,67	0,08	0,06	-0,27	-0,29	1,00	0,46	0,12	0,15	0,18	**0,82**	0,29	0,19	-0,25	-0,30
eop	0,15	0,57	-0,09	-0,38	-0,11	0,46	1,00	0,24	0,19	0,33	0,39	**0,58**	0,05	-0,26	-0,15
ems	0,04	0,00	0,45	-0,27	-0,19	0,12	0,24	1,00	0,02	-0,02	0,04	0,00	**0,31**	-0,25	-0,08
prd	-0,14	-0,09	-0,41	0,48	0,09	0,15	0,19	0,02	1,00	0,45	0,07	0,03	-0,25	**0,32**	0,22
prc	-0,16	0,11	-0,35	-0,06	0,41	0,18	0,33	-0,02	0,45	1,00	0,11	0,13	-0,17	0,01	**0,28**
rem	0,75	0,08	0,05	-0,25	-0,35	0,82	0,39	0,04	0,07	0,11	1,00	0,30	0,11	-0,23	-0,35
eop	0,09	0,77	-0,09	-0,21	-0,39	0,29	0,58	0,00	0,03	0,13	0,30	1,00	0,01	-0,19	-0,41
ems	0,03	0,03	0,77	-0,43	-0,37	0,19	0,05	0,31	-0,25	-0,17	0,11	0,01	1,00	-0,36	-0,28
prd	-0,24	-0,29	-0,42	0,78	0,03	-0,25	-0,26	-0,25	0,32	0,01	-0,23	-0,19	-0,36	1,00	0,26
prc	-0,35	-0,42	-0,37	0,13	0,79	-0,30	-0,15	-0,08	0,22	0,28	-0,35	-0,41	-0,28	0,26	1,00

Observações:
rem: Remediação
eop: Controle da poluição end-of-pipe
ems: Sistemas de Gestão Ambiental (SGA)
prd: Prevenção da poluição através de modificações de produto
prc: Prevenção da poluição através de modificações de processo produtivo

Quanto às **variáveis de controle**, sete itens foram utilizados: o tamanho da fábrica, a idade dos equipamentos de produção, a taxa de investimento em novos equipamentos e tecnologias, o tamanho do orçamento para melhorias ambientais, a quantidade de estoque em processo, a intensidade de mão-de-obra do processo e a inovatividade da empresa. O tamanho da fábrica foi controlado na análise, utilizando o logaritmo do número de empregados devido ao fato de fábricas grandes poderem ter mais recursos para investir em tecnologias ambientais. A idade média dos equipamentos utilizados no processo produtivo (logaritmo) e o nível de investimento em novos equipamentos (percentual das vendas investidos) também foram incluídos. Essas variáveis de controle são amplamente utilizadas na literatura de gestão ambiental (VACHON; KLASSEN, 2006b). O tamanho do orçamento para melhorias ambientais, como percentual das vendas utilizadas em projetos de melhorias ambientais, também foi incluído na análise para evitar que a utilização de tecnologias mais caras, como

prevenção da poluição[41], distorcesse a análise. Como já foi dito, o objetivo é verificar se a escolha da tecnologia ambiental em si tem impacto no desempenho das dimensões competitivas e não o custo dessa tecnologia. A quantidade de estoque em processo, medida em percentual sobre o total dos estoques, foi utilizada para evitar que a adoção de práticas de manufatura enxuta, positivamente relacionada com o desempenho ambiental (KING; LENOX, 2001; ROTHENBERG; PIL; MAXWELL, 2001), confundisse o efeito das escolhas de tecnologias ambientais nas dimensões competitivas. A intensidade de mão-de-obra no processo produtivo, medida como o percentual do custo da mão-de-obra nos custos totais de produção, foi incluída para controlar o efeito do grau de automação nas categorias de desempenho. A automação foi extremamente importante no sistema de produção em massa para obter ganhos de escala e redução de custos (FORD; CROWTHER, 1926) e foi cuidadosamente evitada nos primeiros tempos da manufatura enxuta a fim de melhorar as dimensões de qualidade e entrega (OHNO, 1988). Por essa razão, o controle da intensidade da mão-de-obra (consequentemente do grau de automação) é importante para evitar confundir o efeito das tecnologias ambientais no desempenho das dimensões competitivas. A inovatividade, medida como o percentual da receita proveniente de produtos introduzidos nos últimos 2 anos, foi controlada para evitar que os efeitos do lançamento de novos produtos nas dimensões custo, qualidade e entrega confundissem os resultados das análises. O setor de atuação da empresa, entretanto, bastante utilizado como variável de controle em outros estudos (ver, por exemplo, COLLINS; SMITH, 2006), não foi utilizado nesta pesquisa por algumas razões. A primeira delas, de natureza mais prática, é que a informação não era disponível para todos os casos, fazendo com que mais casos tivessem de ser desconsiderados, o que o tamanho da amostra não permitiu. A segunda é que o setor de atuação é tão amplo (por exemplo, no setor de produtos de metal fabricados, havia na amostra uma fábrica do setor aeroespacial e outra de componentes para automóveis) que ele tinha um pequeno poder de discriminação. A terceira é que o setor de atuação não se tem mostrado um bom indicador de desempenho das empresas (ver, por exemplo, HAWAWINI; SUBRAMANIAN; VERDIN, 2003). Finalmente, as variáveis de controle utilizadas permitem capturar melhor o padrão de concorrência no qual uma fábrica está inserida do que o simples pertencimento a um dado setor de atuação.

---

[41] Há uma pequena correlação positiva entre prevenção da poluição e tecnologias de prevenção da poluição, como pode ser constatado na Tabela 3.

Quanto ao **tratamento de dados perdidos** (*missing values*), dois tratamentos distintos foram utilizados de acordo com a característica das variáveis. Uma análise do padrão de dados perdidos permitiu supor que os dados eram MCAR (perdidos completamente ao acaso. Ver, por exemplo, HAIR *et al.*, 2005). Todas as variáveis numéricas que tinham dados perdidos tiveram seus valores substituídos pela média para aquela variável, procedimento amplamente utilizado (HAIR *et al.*, 2005). Como nenhuma variável numérica apresentou mais de 10% de dados perdidos (máximo: 9,6%, média: 4,0%), a substituição pela média em dados MCAR não gera maiores distorções (COHEN *et al.*, 2002). Além disso, técnicas de imputação de dados perdidos do tipo máxima verossimilhança (MLE) usando o algoritmo de expectativa-maximização (EM) requerem grandes tamanhos de amostra (n>200, ver COHEN *et al.*, 2002), o que não é o caso desta pesquisa. Já as variáveis de tecnologias ambientais sem informação, por serem dicotômicas, foram consideradas perdidas (cf. HAIR *et al.*, 2005) e os casos em que tais variáveis não foram informadas (4 casos, ou 4,3% da amostra), foram descartados completamente das análises.

As estatísticas descritivas das variáveis desta análise serão apresentadas junto com os resultados.

4.3 ANÁLISES E RESULTADOS

A Tabela 3 mostra as médias, desvios padrão (D.P.) e correlações entre as variáveis usadas na primeira parte desta análise, que utiliza a escolha das tecnologias ambientais codificadas com o valor 1 quando existe qualquer investimento numa determinada tecnologia e zero nas demais situações. Como não houve colinearidade extrema entre as variáveis independentes, utilizou-se, para o teste das hipóteses propostas, a técnica de regressão múltipla com a estimativa dos coeficientes com mínimos quadrados ordinários (OLS). Os valores em negrito mostram as correlações entre as variáveis independentes substantivas e as variáveis dependentes. A única variável independente correlacionada com (algumas) variáveis dependentes de forma estatisticamente significativa é o investimento em prevenção da poluição através de modificações no projeto do produto. Antes de serem submetidas à análise de regressão, as variáveis que medem as dimensões competitivas, foram centralizadas (isto é, tiveram seu valor subtraído da média do construto) e padronizadas (ou seja, tiveram seu valor dividido pelo desvio padrão) a fim de tornar os coeficientes com melhor interpretação. Como

se sabe, tais operações não alteram as correlações bivariadas nem os demais resultados da regressão (AIKEN; WEST, 1991), mas, uma vez que o coeficiente de uma variável dicotômica é a diferença de médias entre os grupos que essa variável discrimina (GELMAN; HILL, 2007), ao manter a escala original das variáveis dependentes (a média de uma escala de 1 a 7), não se teria tanta capacidade de interpretação quanto os escores padronizados. Como a média da escala é zero e o desvio padrão é um, o coeficiente das variáveis dicotômicas vai indicar quantos desvios padrão um determinado grupo difere dos outros. Por exemplo, o coeficiente da variável SGA no modelo de desempenho em qualidade indica, em média, qual é a diferença do desempenho da qualidade entre as fábricas que investiram em SGA e as que não investiram nessa tecnologia ambiental, mantendo constantes os demais valores: não investiram em nenhuma outra tecnologia e mantiveram valores médios em termos de tamanho, idade dos equipamentos e demais variáveis de controle. Nesse exemplo, como o valor do desempenho está padronizado, o coeficiente de SGA representa qual é a diferença média no desempenho da dimensão competitiva qualidade, em desvios padrão de desempenho da qualidade, entre fábricas que investiram em SGA, mantidas as demais variáveis constantes. Dessa maneira, é possível identificar o efeito único de uma tecnologia ambiental no desempenho da amostra.

Finalmente, como a regressão múltipla só permite analisar uma variável dependente em cada modelo, foram construídos modelos distintos para cada dimensão competitiva em operações (custo, qualidade e entrega). Além disso, foram construídos modelos separados, analisando o efeito das variáveis de controle e depois o impacto da adição das variáveis substantivas na análise.

Tabela 3 – Estatísticas descritivas: dimensões competitivas e tecnologias ambientais

Variável	Média	D.P.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1. Custo	4,25	0,98														
2. Qualidade	5,50	0,84	0,22*													
3. Entrega	5,04	1,12	0,44***	0,11												
4. Remediação[a]	0,53	0,50	**0,04**	**0,10**	**-0,08**											
5. Fim de tubo[a]	0,72	0,45	**-0,03**	**0,15**	**-0,14**	0,46***										
6. SGA[a]	0,85	0,36	**0,04**	**0,12**	**-0,12**	0,12	0,24*									
7. Produto[a]	0,87	0,34	**0,26***	**-0,05**	**0,26***	0,15	0,19^{+}	0,02								
8. Processo[a]	0,91	0,29	**0,09**	**-0,08**	**-0,04**	0,18	0,33**	-0,02	0,45***							
9. Tamanho da fábrica[b]	5,01	0,89	0,02	0,13	-0,25*	0,11	0,14	0,02	-0,01	-0,12						
10. Idade dos equipamentos[b]	2,29	0,82	-0,04	-0,03	-0,20^{+}	0,13	0,20^{+}	0,04	-0,20^{+}	0,13	0,10					
11. Investimento em tecnologia[c]	0,05	0,05	0,07	0,04	0,13	0,20^{+}	0,29**	0,12	0,22*	0,15	0,05	-0,12				
12. Orçamento ambiental[c]	0,04	0,03	0,05	0,06	0,13	0,11	0,19^{+}	0,11	0,05	-0,13	0,09	-0,10	0,09			
13. Estoque em processo[c]	0,28	0,19	-0,12	0,16	-0,04	0,01	0,30**	0,21*	-0,03	-0,04	0,09	-0,01	0,14	0,07		
14. Intensidade M.O.[c]	0,23	0,15	-0,05	0,22*	0,23*	0,17	0,21*	0,08	0,03	-0,05	0,06	0,05	0,04	0,11	0,31**	
15. Inovatividade[c]	0,20	0,25	0,02	0,19^{+}	0,04	-0,21*	-0,22*	-0,19^{+}	0,10	-0,06	-0,11	-0,43***	-0,11	-0,10	-0,11	-0,13

Observações:

$^{+}$ $p < 0,10$
* $p < 0,05$
** $p < 0,01$
*** $p < 0,001$
[a] Variável dicotômica: 0=nenhum investimento, 1=algum investimento
[b] Logaritmos
[c] Percentual, codificado em formato decimal (ex. 20% = 0,20)

A equação que descreve o modelo OLS a ser estimado, é $Y=\beta_0+\boldsymbol{\beta_s X_s}+\boldsymbol{\beta_c X_c}+\varepsilon$, onde Y é o desempenho da dimensão competitiva, β_0 é o intercepto, $\boldsymbol{\beta_s}$ é o vetor dos coeficientes das variáveis dependentes substantivas, $\boldsymbol{X_s}$ é o vetor das variáveis dependentes substantivas (tecnologias ambientais), $\boldsymbol{\beta_c}$ é o vetor dos coeficientes das variáveis dependentes de controle, $\boldsymbol{X_c}$ é o vetor das variáveis dependentes de controle e ε é o erro da estimativa. A Tabela 4 apresenta as estimativas OLS para β_0, $\boldsymbol{\beta_s}$ *e* $\boldsymbol{\beta_c}$. Como o tamanho de amostra é razoavelmente pequeno, também foi conduzida uma operação de *bootstrap*. O *bootstrap* é uma simulação de Monte Carlo que toma *R* amostras, com reposição, da amostra original e calcula a estatística de interesse (no caso, a regressão múltipla OLS) para cada uma das *R* amostras. A partir dessas *R* execuções, é calculado um intervalo de confiança para cada um dos coeficientes (STINE, 1989). Em alguns casos, a refutação da hipótese nula de que o coeficiente em questão é zero é mais confiável, utilizando o intervalo de confiança do *bootstrap* do que calculando a estatística *t* sobre o erro padrão da estimativa (EFRON; TIBSHIRANI, 1986). Na Tabela 4, são mostrados os intervalos de confiança inferior (IC inf) e superior (IC sup), com 90% de confiança, a partir de um *bootstrap* com *R*=1000, calculados, utilizando a correção de viés (EFRON, 1987), como descrito em Edwards e Lambert (2007). A interpretação, como usual, é que, se o zero não estiver contido nesse intervalo de confiança, será possível refutar a hipótese nula de que a estimativa é zero.

O Modelo 4.1 mostra o efeito das variáveis de controle sobre a dimensão competitiva custo. O Modelo 4.2 mostra o efeito das tecnologias ambientais sobre essa dimensão competitiva. Pode-se observar que, das tecnologias ambientais, apenas as modificações de produto têm um efeito significativo sobre a dimensão custo, ou seja, as fábricas que investiram em modificações de produto para a melhoria ambiental, também tiveram vantagem competitiva na dimensão custo, controlados os demais fatores, o que parcialmente suporta a Hipótese 1.1. Como dito anteriormente, a interpretação do coeficiente é direta: as empresas que investem qualquer percentual de seu orçamento ambiental em mudanças de produto, têm uma média de desempenho em custos 0,79 de desvio padrão acima das empresas que não investem nessa tecnologia. O Modelo 4.4, que analisa o efeito das tecnologias ambientais sobre a dimensão competitiva qualidade, mesmo apresentando um valor de correlação múltipla (R^2) maior do que o Modelo 4.3 (apenas variáveis de controle), não apresentou nenhum efeito significativo. Já o Modelo 4.6, que analisa os efeitos das tecnologias ambientais sobre a dimensão entrega, obteve resultados semelhantes ao Modelo 4.2: modificações em produto têm um efeito significativo nessa dimensão de desempenho,

suportando parcialmente a Hipótese 1.1. Além disso, o Modelo 4.6 foi o modelo que apresentou os melhores indicadores de aderência do modelo aos dados: a estatística $F_{12,76} = 2,79$ é significativa ($p < 0,01$) e a $R^2 = 0,31$ indica que o modelo explica 31% da variância, 12% a mais do que apenas as variáveis de controle do Modelo 4.5. Nenhum dos modelos analisados na Tabela 4, entretanto, suportou a Hipótese 1.2.

Tabela 4 – Regressão múltipla: tecnologias ambientais e dimensões competitivas

	Custo				Qualidade				Entrega			
	Modelo 4.1	Modelo 4.2			Modelo 4.3	Modelo 4.4			Modelo 4.5	Modelo 4.6		
	Estimativas	Estimativas	IC Inf	IC Sup	Estimativas	Estimativas	IC Inf	IC Sup	Estimativas	Estimativas	IC Inf	IC Sup
(Intercepto)	0,04	-0,95	-2,47	0,43	-1,75*	-1,65^{+}	-3,19	-0,27	1,40^{+}	1,33	0,06	2,61
Remediação[a]		0,05	-0,37	0,46		0,14	-0,23	0,50		-0,17	-0,50	0,21
Fim de tubo[a]		-0,24	-0,72	0,26		0,20	-0,29	0,69		-0,34	-0,77	0,08
SGA[a]		0,19	-0,28	0,67		0,32	-0,11	0,86		-0,36	-0,78	0,11
Produto[a]		0,79*	0,18	1,39		-0,26	-0,89	0,29		0,89**	0,39	1,43
Processo[a]		0,01	-0,68	0,74		-0,17	-0,88	0,59		-0,46	-1,10	0,15
Tamanho da fábrica[b]	0,01	0,04	-0,16	0,23	0,13	0,13	-0,05	0,31	-0,31**	-0,30*	-0,48	-0,13
Idade dos equipamentos[b]	-0,02	0,05	-0,17	0,33	0,12	0,07	-0,18	0,29	-0,14	-0,08	-0,29	0,15
Investimento em tecnologia[c]	1,33	0,81	-2,44	4,25	0,83	0,59	-2,76	3,70	2,16	2,72	-0,08	5,83
Orçamento ambiental[c]	1,00	1,67	-3,68	6,47	1,28	0,61	-4,33	5,80	2,60	3,53	-1,25	7,61
Estoque em processo[c]	-0,59	-0,52	-1,57	0,49	0,67	0,39	-0,57	1,32	-0,58	-0,34	-1,25	0,58
Intensidade M.O.[c]	0,07	-0,16	-1,40	1,13	1,42^{+}	1,28	0,16	2,53	1,90**	1,95**	0,89	2,97
Inovatividade[c]	-0,03	0,01	-0,69	0,84	1,11*	1,30*	0,56	2,07	-0,04	-0,26	-0,91	0,46
R^2	0,02	0,09			0,13	0,17			0,18	0,31		
ΔR^2		0,08				0,04				0,12		
F	0,20	0,66			1,87^{+}	1,29			2,75*	2,79**		
g.l.	7,85	12,76			7,85	12,76			7,85	12,76		

Observações:

$^{+}$ $p < 0,10$
* $p < 0,05$
** $p < 0,01$
*** $p < 0,001$

[a] Variável dicotômica: 0=nenhum investimento, 1=algum investimento
[b] Logaritmos
[c] Percentual, codificado em formato decimal (ex. 20% = 0,20)

A Tabela 5 mostra as médias, desvios padrão (D.P.) e correlações entre as variáveis usadas na segunda parte desta análise, que utiliza a escolha das tecnologias ambientais codificadas com o valor 1 quando existe investimento acima da mediana da amostra numa determinada tecnologia e zero nas demais situações. A mediana foi escolhida como medida de tendência central para que o resultado não fosse distorcido por valores extremos, como acontece com a média aritmética simples. Como não houve colinearidade extrema entre as variáveis independentes, utilizou-se, para o teste das hipóteses propostas, a técnica de regressão múltipla com a estimativa dos coeficientes com mínimos quadrados ordinários (OLS). Os valores em negrito mostram as correlações entre as variáveis independentes substantivas e as variáveis dependentes. Nesta análise, mais variáveis independentes são correlacionadas de forma estatisticamente significativa do que na análise anterior, sugerindo que investimentos acima da média nas tecnologias ambientais apresentam maior impacto nas dimensões competitivas do que simplesmente medir se uma tecnologia foi empregada ou não. Da mesma forma que nas análises anteriores, antes de serem submetidas à análise de regressão, as variáveis que medem as dimensões competitivas, foram centralizadas e padronizadas a fim de tornar os coeficientes com melhor interpretação. Novamente, como a regressão múltipla só permite analisar uma variável dependente em cada modelo, foram construídos modelos distintos para cada dimensão competitiva em operações (custo, qualidade e entrega). Além disso, foram construídos modelos separados, analisando o efeito das variáveis de controle e depois o impacto da adição das variáveis substantivas na análise.

Tabela 5 – Estatísticas descritivas: dimensões competitivas e tecnologias ambientais

Variável	Média	D.P.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1. Custo	4,25	0,98														
2. Qualidade	5,50	0,84	0,22*													
3. Entrega	5,04	1,12	0,44***	0,11												
4. Remediação[a]	0,43	0,50	**-0,02**	**0,17**	**-0,13**											
5. Fim de tubo[a]	0,46	0,50	**-0,26***	**0,09**	**-0,24***	0,30**										
6. SGA[a]	0,36	0,48	**-0,13**	**-0,05**	**-0,22***	0,11	0,01									
7. Produto[a]	0,39	0,49	**0,11**	**-0,08**	**0,22***	-0,23*	-0,19^{+}	-0,36***								
8. Processo[a]	0,44	0,50	**0,27***	**-0,18**$^{+}$	**0,14**	-0,35***	-0,41***	-0,28**	0,26*							
9. Tamanho da fábrica[b]	5,01	0,89	0,02	0,13	-0,25*	0,04	0,10	0,14	-0,06	-0,07						
10. Idade dos equipamentos[b]	2,29	0,82	-0,04	-0,03	-0,20^{+}	0,11	0,07	0,13	-0,29**	0,02	0,10					
11. Investimento em tecnologia[c]	0,05	0,05	0,07	0,04	0,13	0,20^{+}	0,24*	0,12	-0,12	0,00	0,05	-0,12				
12. Orçamento ambiental[c]	0,04	0,03	0,05	0,06	0,13	0,12	0,08	0,07	-0,07	-0,11	0,09	-0,10	0,09			
13. Estoque em processo[c]	0,28	0,19	-0,12	0,16	-0,04	0,08	0,18^{+}	-0,02	-0,08	-0,05	0,09	-0,01	0,14	0,07		
14. Intensidade M.O.[c]	0,23	0,15	-0,05	0,22*	0,23*	0,18^{+}	0,22*	0,02	-0,04	-0,34**	0,06	0,05	0,04	0,11	0,31**	
15. Inovatividade[c]	0,20	0,25	0,02	0,19^{+}	0,04	-0,13	-0,14	-0,14	0,17	0,05	-0,11	-0,43***	-0,11	-0,10	-0,11	-0,13

Observações:

$^{+}$ $p < 0,10$
* $p < 0,05$
** $p < 0,01$
*** $p < 0,001$
[a] Variável dicotômica: 0= investimento≤mediana, 1= investimento>mediana
[b] Logaritmos
[c] Percentual, codificado em formato decimal (ex. 20% = 0,20)

A Tabela 6 apresenta as estimativas OLS para a amostra e os valores inferiores (IC Inf) e superiores (IC Sup) do intervalo de confiança de 90% com correção de viés dos coeficientes das amostras *bootstrap*. Os coeficientes dos Modelos 4.1, 4.3 e 4.5 foram repetidos nesta tabela para fins de comparação, uma vez que a diferença entre os modelos 4.7, 4.8 e 4.9 e 4.2, 4.4 e 4.6, respectivamente, são as variáveis substantivas e não as variáveis de controle, com as quais esses modelos são comparados.

O Modelo 4.7 mostra o efeito das tecnologias ambientais sobre essa dimensão competitiva. Pode-se observar que, das tecnologias ambientais, as tecnologias de fim de tubo têm um efeito significativo ($p < 0,1$) sobre a dimensão custo, além mudanças de processo produtivo ($0,01 \leq \beta_s \leq 0,82$), ou seja, as fábricas que investiram em modificações de processo para a melhoria ambiental, também tiveram vantagem competitiva na dimensão custo, enquanto as empresas que investiram em tecnologias de fim de tubo, tiveram um menor desempenho na dimensão custo, controlados os demais fatores, o que parcialmente suporta as Hipóteses 1.1 e 1.2. O Modelo 4.8, que analisa o efeito das tecnologias ambientais sobre a dimensão competitiva qualidade, mesmo apresentando um valor de correlação múltipla (R^2) maior do que o Modelo 4.3 (apenas variáveis de controle), não apresentou nenhum efeito significativo, como nas análises anteriores. Já o Modelo 4.9, que analisa os efeitos das tecnologias ambientais sobre a dimensão entrega, obteve outro conjunto de resultados: as tecnologias de fim de tubo têm um efeito significativo ($p < 0,05$) nessa dimensão de desempenho, suportando parcialmente a Hipótese 1.2, mas o investimento em SGA tem um efeito negativo ($p < 0,10$) na dimensão entrega, contrariando a Hipótese 1.1. A interpretação dos coeficientes é a seguinte: fábricas que investiram acima da mediana em SGA, nessa amostra, tiveram, em média, 0,37 de desvio padrão a menos de desempenho em entrega do que as fábricas que não o fizeram. Da mesma forma, as fábricas que investiram acima da mediana em tecnologias de fim de tubo, tiveram, em média, 0,55 de desvio padrão a menos do que as fábricas que não o fizeram. Novamente, o Modelo 4.9 foi o modelo que apresentou os melhores indicadores de aderência do modelo aos dados: a estatística $F_{12,76}=3,40$ é significativa ($p<0,001$) e a $R^2=0,35$ indica que o modelo explica 35% da variância, 16% a mais do que apenas as variáveis de controle do Modelo 4.5.

Tabela 6 – Regressão múltipla: tecnologias ambientais e dimensões competitivas

	Custo				Qualidade				Entrega			
	Modelo 4.1	Modelo 4.7			Modelo 4.3	Modelo 4.8			Modelo 4.5	Modelo 4.9		
	Estimativas	Estimativas	IC Inf	IC Sup	Estimativas	Estimativas	IC Inf	IC Sup	Estimativas	Estimativas	IC Inf	IC Sup
(Intercepto)	0,04	-0,45	-1,60	0,92	-1,75*	-1,54+	-2,84	-0,38	1,40+	1,11	0,00	2,15
Remediação[a]		0,19	-0,15	0,62		0,24	-0,12	0,61		-0,21	-0,52	0,12
Fim de tubo[a]		-0,50 +	-0,84	-0,10		-0,09	-0,47	0,31		-0,55*	-0,87	-0,21
SGA[a]		-0,23	-0,65	0,11		-0,26	-0,67	0,10		-0,37+	-0,69	-0,04
Produto[a]		0,01	-0,36	0,38		-0,15	-0,55	0,22		0,15	-0,18	0,50
Processo[a]		0,42	0,01	0,82		-0,24	-0,67	0,22		0,08	-0,27	0,44
Tamanho da fábrica[b]	0,01	0,08	-0,11	0,26	0,13	0,16	-0,02	0,35	-0,31**	-0,25*	-0,41	-0,10
Idade dos equipamentos[b]	-0,02	-0,03	-0,24	0,22	0,12	0,09	-0,14	0,31	-0,14	-0,12	-0,33	0,10
Investimento em tecnologia[c]	1,33	2,36	-1,15	5,50	0,83	0,78	-2,45	4,22	2,16	4,34*	1,66	7,51
Orçamento ambiental[c]	1,00	2,08	-2,71	6,95	1,28	1,06	-3,96	5,78	2,60	4,07	-0,05	8,16
Estoque em processo[c]	-0,59	-0,69	-1,60	0,29	0,67	0,61	-0,25	1,56	-0,58	-0,62	-1,47	0,25
Intensidade M.O.[c]	0,07	0,60	-0,63	1,78	1,42+	1,05	-0,23	2,27	1,90**	2,44**	1,37	3,57
Inovatividade[c]	-0,03	-0,06	-0,77	0,71	1,11*	1,14*	0,48	1,97	-0,04	-0,17	-0,77	0,53
R^2	0,02	0,16			0,13	0,17			0,18	0,35		
ΔR^2		0,14				0,04				0,16		
F	0,20	1,20			1,87+	1,33			2,75*	3,40***		
g.l.	7,85	12,76			7,85	12,76			7,85	12,76		

Observações:

+ $p < 0,10$
* $p < 0,05$
** $p < 0,01$
*** $p < 0,001$
[a] Variável dicotômica: 0= investimento≤mediana, 1= investimento>mediana
[b] Logaritmos
[c] Percentual, codificado em formato decimal (ex. 20% = 0,20)

4.4 DISCUSSÃO

O objetivo das análises deste capítulo foi o de propor e testar um modelo de como a escolha das tecnologias ambientais se relaciona com as dimensões competitivas em operações. Esse modelo foi elaborado, primeiramente definindo as tecnologias ambientais analisadas em categorias como remediação, tecnologias de fim de tubo, sistemas de gestão ambiental (SGA), modificações em produto e modificações em processo produtivo. Então, tais tecnologias foram teórica e empiricamente conectadas às dimensões competitivas em operações: custo, qualidade e entrega. Finalmente, a teoria sobre estratégia de operações sustentáveis foi expandida por ser este o primeiro trabalho, de que se tem conhecimento, que constate de que forma os diferentes investimentos em controle da poluição e em prevenção da poluição estão relacionados com as dimensões de desempenho das operações.

A fim de contornar as limitações impostas pela escala ipsativa multiplicativa utilizada nesta e em outras pesquisas anteriores, foi proposta a dicotomização dos itens das escalas, utilizando dois diferentes critérios. Esses dois critérios permitiram identificar, em conjunto com os efeitos das tecnologias, um novo padrão de comportamento das fábricas quanto às operações sustentáveis, não testado anteriormente.

O primeiro critério de dicotomização foi o objeto da primeira parte deste capítulo. Nele, dividiram-se as fábricas em dois grupos: as que investiam numa tecnologia ambiental e as que não investiam nessa categoria. Como são cinco categorias distintas, foi possível avaliar o efeito individual de cada tecnologia ambiental nas diferentes dimensões competitivas. Com isso, conseguiu-se um suporte parcial à Hipótese 1.1, de que as tecnologias de prevenção da poluição estão positivamente relacionadas com o desempenho. Constatou-se que, das tecnologias de prevenção da poluição, a modificação de produtos para melhora do desempenho ambiental tem o maior impacto no desempenho das operações. As fábricas que investiram qualquer percentual de seu orçamento para melhorias ambientais num projeto de modificação de seus produtos, tiveram um desempenho em custos 0,79 de desvio padrão acima da média do grupo de fábricas que não teve projetos dessa natureza. Já na dimensão entrega, esse mesmo grupo de fábricas que teve qualquer percentual de seu orçamento alocado para melhorias ambientais num projeto de modificação de seus produtos, conseguiu um desempenho em custos 0,89 de desvio padrão acima da média do grupo de fábricas que

não o fez. Esses resultados reforçam os achados de estudos anteriores que já identificaram a prevenção da poluição como fonte de vantagens competitivas e lançam uma nova luz sobre essa questão ao mostrar a importância do projeto de produtos para a estratégia de operações sustentáveis. As implicações gerenciais desses achados são bem claras: os gestores de operações precisam investir em tecnologias de projetos de produtos ambientalmente responsáveis, pois é em tempo de desenvolvimento do produto que os maiores ganhos podem ser obtidos tanto em custos de fabricação quanto em desempenho pós-produção, ou seja, entrega. Portanto, metodologias como LCA e DFE devem ser estimuladas na área de operações como um todo e nas áreas de engenharia de produto em particular. Do ponto de vista de formulação de políticas públicas, os gestores públicos devem criar mecanismos de incentivos, econômicos e de outra natureza para o desenvolvimento de produtos ambientalmente responsáveis.

O segundo critério de dicotomização foi objeto da parte final deste capítulo. Nele, dividiram-se as fábricas em dois grupos: as que investiam numa tecnologia ambiental um percentual do orçamento ambiental que era superior à mediana dos percentuais para essa tecnologia em toda a amostra, e as fábricas que investiam um percentual igual ou inferior à mediana, inclusive zero. Nesse grupo de análises, foi possível verificar de que forma investimentos excepcionalmente altos numa determinada tecnologia ambiental estão relacionados com o desempenho das operações. Com essas análises, obteve-se suporte parcial às Hipóteses 1.1 e 1.2. Constatou-se que as empresas que investiram percentuais superiores de seu orçamento ambiental em tecnologias de fim de tubo, tiveram um desempenho em custo 0,50 de desvio padrão abaixo da média do outro grupo e um desempenho em entrega 0,55 de desvio padrão também abaixo da média do outro grupo, o que suporta parcialmente a Hipótese 1.2. As fábricas que alocaram um percentual superior ao das demais para as tecnologias de melhorias de processo, tiveram um desempenho em custo 0,42 de desvio padrão acima da média do outro grupo, o que suporta parcialmente a Hipótese 1.1. Os investimentos superiores em SGA, entretanto, contrariamente à Hipótese 1.1, mostraram uma relação negativa com o desempenho em entrega. As implicações gerenciais desses achados incluem o fato de que os gestores de operações não devem temer alocar grandes porções de seus orçamentos para melhorias ambientais em projetos de mudanças de processos produtivos. Já os investimentos em tecnologia de controle de poluição de final de tubo, que não apresentavam efeito negativo apenas por serem utilizadas, quando consomem uma grande

parte dos orçamentos destinados a melhorias ambientais, podem tornar-se um elemento de deterioração do desempenho em operações.

Esses achados permitem avançar no conhecimento pré-existente em estratégia de operações sustentáveis em alguns pontos. As análises, entretanto, apresentam algumas limitações. Com a pequena amostra utilizada (93 casos no total, mas apenas 89 em análise), muitas estatísticas não foram significativas. Análises dos modelos 4.1 a 4.9 removendo casos extremos melhorou o ajuste dos dados ao modelo, mas com uma amostra tão pequena não é possível garantir que esses casos sejam respostas extremas da população ou dessa amostra em particular. O *bootstrap* foi utilizado como técnica mais robusta para testar significância, mas ainda assim amostras maiores poderiam identificar, de forma mais segura, as relações propostas e permitir uma maior validade externa dos achados. Além disso, o número de preditores utilizados nas estimativas OLS era razoavelmente elevado para o número de casos: pouco mais de 7 casos por variável, o que está acima do mínimo recomendado (5), mas ainda abaixo do ideal (10 casos/variável. Ver HAIR *et al.*, 2005). Nessa situação, outras variáveis, substantivas ou de controle, não poderiam ser inseridas na modelagem atual a fim de aumentar o poder de explicação dos modelos. Em trabalhos futuros, por exemplo, pesquisadores poderiam investigar se a existência de determinados processos industriais, como tratamento de superfície, modifica, de alguma forma, a relação entre a escolha de tecnologias ambientais e desempenho. Nesse exemplo específico, algumas tecnologias de tratamento de superfície, como a galvanização, requerem o tratamento de efluentes líquidos carregados de resíduos tóxicos, como cromo e outros metais. Então, uma fábrica não teria escolha quanto ao investimento em tecnologias de controle de poluição de fim de tubo, já que a tecnologia atual de tratamento de superfícies (como galvanização) requer a geração dos referidos efluentes. Pesquisadores também poderiam estudar o impacto de outras tecnologias nessa relação. Por exemplo, tecnologias tradicionais de pintura à base de solventes orgânicos provocam uma grande quantidade de emissões de VOCs, gerando riscos ao ambiente e à saúde dos trabalhadores. Já pinturas à base de água, apesar de mais seguras, podem demorar mais a secar, causando problemas no desempenho das operações. Outro exemplo é a tecnologia tradicional de soldagem de componentes eletrônicos baseada em chumbo. O chumbo, apesar de tóxico, representando riscos de contaminação para os trabalhadores, quando da fabricação, para os usuários de eletrônicos, quando do uso, e para o meio ambiente, quando o *e-waste* é disposto, apresenta propriedades muito interessantes de condutividade e ponto de fusão para o desempenho tanto do produto quanto do processo produtivo

respectivamente. O desempenho de materiais alternativos para soldagem ainda é objeto de estudos. Futuras pesquisas poderiam verificar de que forma as fábricas que utilizam tais tecnologias alternativas, têm seu desempenho em operações afetado com tais decisões. Finalmente, certos produtos são mais propícios para reciclagem. O conteúdo de material reciclado em materiais como aço para construção e alumínio é muito alto. Já embalagens de produtos alimentícios têm um conteúdo baixo de materiais reciclados, especialmente, porque, em muitos países (como o Brasil), é proibido utilizar material reciclado em embalagens. Futuros trabalhos poderiam investigar se o grau de "reciclabilidade" do produto influencia, de alguma maneira, a relação entre as tecnologias ambientais e o desempenho das operações. Os investimentos em tecnologias ambientais parecem ter uma relação não-linear com o desempenho de operações. Baixos investimentos em controles da poluição com tecnologias de fim de tubo não parecem ter um impacto negativo nas dimensões competitivas de operações. Altos investimentos nesse tipo de tecnologia, no entanto, são prejudiciais ao desempenho de algumas dessas dimensões. Portanto, modelagens não-lineares poderiam ser utilizadas para capturar tais relações. Ainda, o tipo de desempenho (custo, qualidade, entrega) poderia ser modelado como uma categoria, como um fator randômico (amostra de uma quantidade ilimitada de dimensões competitivas) e entrar no modelo na forma de modelos mistos. Tais oportunidades mostram que, mesmo limitado, o presente estudo abre ilimitadas possibilidades de investigações futuras.

5 ANÁLISE 2: IMPACTO DO SISTEMA DE CONHECIMENTO E APRENDIZAGEM ORGANIZACIONAIS NAS DECISÕES DE TECNOLOGIA AMBIENTAL

Apesar das evidências empíricas de que a prevenção da poluição é mais eficiente economicamente do que o controle da poluição (KLASSEN; MCLAUGHLIN, 1996; KLASSEN; WHYBARK, 1999b; KING; LENOX, 2001; ROTHENBERG; PIL; MAXWELL, 2001; KING; LENOX, 2002), não foi encontrada, na literatura, uma explicação de por que a prevenção da poluição não se tornou o padrão dominante de tecnologia ambiental em uso nas fábricas. Posto de outra forma, que condições contingenciam a escolha de tecnologias de prevenção ou controle da poluição? Se os custos fossem a única contingência, então não haveria mais tecnologias de controle da poluição, como estações de tratamento de efluentes e aterros sanitários, apenas para mencionar exemplos na área industrial.

Este trabalho argumenta que tanto fatores externos quanto fatores internos determinam o padrão de decisões ambientais em operações, ou seja, a estratégia de operações sustentáveis. Neste capítulo, o objetivo é investigar de que forma um conjunto desses fatores internos influencia uma parte importante da formulação de estratégia de operações sustentáveis: a decisão de alocação do orçamento ambiental em diferentes tecnologias ambientais. Mais especificamente, será analisado como as variáveis do sistema de aprendizagem e conhecimento organizacionais se relacionam com a decisão sobre as tecnologias ambientais. Este estudo se justifica por permitir verificar se os gestores de operações não conseguem implantar tecnologias de prevenção da poluição por deficiência de conhecimento de sua equipe gerencial ou operacional.

5.1 TEORIA E HIPÓTESES

Com as crescentes pressões dos diferentes *stakeholders*, internos ou externos à empresa, para que as operações se tornem mais sustentáveis, muitos gestores de operações ainda têm dificuldades para formular suas estratégias de operações de forma a observarem os três pilares da sustentabilidade. Especialmente na área ambiental, a regulamentação complexa e em contínua mudança e o custo dos equipamentos de controle da poluição impõem

complexos *trade-offs* entre desempenho ambiental e desempenho econômico. Esse e outros estudos já apontaram a prevenção da poluição como um instrumento de superação desses *trade-offs* ao permitir o aumento simultâneo do desempenho ambiental e econômico, aumentando as eficiências (ASHFORD, 1993; HART, 1995; PORTER; VAN DER LINDE, 1995; HART, 1997), mas implantar quaisquer tecnologias requer um processo de mudança organizacional (KONTOGHIORGHES; AWBRE; FEURIG, 2005). No caso de melhoria do desempenho ambiental, a aprendizagem organizacional parece ser um fator preponderante (SIEBENHÜNER; ARNOLD, 2007). Ao definir aprendizagem organizacional como pré-requisito para a mudança organizacional, é possível afirmar que a escolha de tecnologias ambientais seja contingente às características do sistema de aprendizagem e conhecimento organizacionais.

Há cinco elementos do sistema de aprendizagem e conhecimento organizacionais identificados na literatura: estoque de conhecimento dos gestores, estoque de conhecimento dos trabalhadores, clima social, troca de conhecimento interna e troca de conhecimento externa. O estoque de conhecimento dos gestores (TU *et al.*, 2006), ou conhecimento gerencial, é a base de conhecimento prévio (COHEN; LEVINTHAL, 1990) sobre a qual as decisões são tomadas. O estoque de conhecimento dos trabalhadores (TU *et al.*, 2006), ou conhecimento operacional, é a base de conhecimento prévio (COHEN; LEVINTHAL, 1990) sobre a qual as ações são executadas. O clima social é o conjunto de crenças compartilhadas a respeito de normas e valores que governam as interações entre os funcionários à medida que eles desempenham suas atividades e que influenciam as habilidades, motivações e oportunidades dos funcionários para trocar e combinar conhecimento (COLLINS; SMITH, 2006). A troca de conhecimento interna, ou aprendizagem interna, é o intercâmbio de conhecimento dentro dos limites da fábrica (HUANG; KRISTAL; SCHROEDER, 2008) a fim de aumentar a capacidade de transferir o conhecimento individual ou departamental para o nível organizacional. A troca de conhecimento externa, ou aprendizagem externa, é a aprendizagem interorganizacional através da solução conjunta de problemas com fornecedores e clientes (HUANG; KRISTAL; SCHROEDER, 2008).

O sistema de aprendizagem e conhecimento organizacionais já foi associado a melhorias no processo produtivo, seja através da implantação de novos processos produtivos (UPTON; KIM, 1998), através da implantação de TQM (CHOO; LINDERMAN; SCHROEDER, 2007), na viabilização da customização em massa (TU *et al.*, 2006; HUANG; KRISTAL; SCHROEDER, 2008), na criação de vantagem competitiva em operações

(PAIVA; ROTH; FENSTERSEIFER, 2008). Do ponto de vista de resposta da organização aos desafios e problemas relacionados ao ambiente, já foi sugerido que questões internas determinam a forma como os membros da organização percebem e reagem a questões ambientais (BANSAL, 2003) e que a forma de as operações tomarem a decisão esperada pela organização é a incorporação da gestão ambiental aos programas de melhoria em curso (CORBETT; VAN WASSENHOVE, 1993b). A aprendizagem organizacional é a base para a melhoria do desempenho ambiental e para a implementação da sustentabilidade nas empresas (SIEBENHÜNER; ARNOLD, 2007).

Há dois grandes grupos de tecnologias ambientais: controle da poluição e prevenção da poluição. As tecnologias de controle da poluição são aquelas desenhadas para tratar os resíduos e emissões do processo produtivo após a sua geração. Dividem-se em dois grandes grupos de tecnologias: tecnologias de remediação e tecnologias de fim de tubo. As tecnologias de remediação são aquelas utilizadas para recuperar áreas degradadas, como em derramamentos de óleo e outros produtos tóxicos. As tecnologias de fim de tubo são aquelas utilizadas para evitar que os resíduos e emissões entrem em contato com o meio ambiente, como estações de tratamento de efluentes (ETEs), filtros de chaminés, aterros de resíduos industriais perigosos (ARIPs), entre outras. Já as tecnologias de prevenção da poluição tentam evitar a geração dos resíduos e das emissões. Dividem-se em três grandes grupos de tecnologias: sistemas de gestão ambiental (SGAs), modificações de produto e modificações de processo produtivo. Os SGAs são um conjunto de políticas e sistemas organizacionais que buscam padronizar a resposta da organização aos aspectos ambientais de seus processos produtivos, reduzindo seu impacto. Exemplos de SGA incluem os baseados na norma internacional ISO 14001. As modificações de produto são o projeto ou o redesenho de produto, buscando minimizar o impacto ambiental de um produto durante sua produção, uso ou pós-consumo. Podem incluir o aumento de materiais recicláveis e/ou reciclados na composição de um produto, o emprego de remanufatura, técnicas de análise de ciclo de vida (LCA), a redução do uso de materiais ou energia ou a seleção de insumos e/ou componentes ambientalmente mais responsáveis. As modificações de processo são alterações do processo produtivo que reduzem o impacto ambiental desse processo. Exemplos incluem o uso de ecologia industrial, o uso de técnicas de produção mais limpa, compras e logística ambientalmente responsáveis, entre outros.

As tecnologias de controle da poluição aumentam o desempenho ambiental de uma operação ao evitar que a poluição ocorra, ou, pelo menos, ao fazer com que eventuais

problemas sejam remediados. Apesar disso, o desempenho ambiental é aumentado às custas de desempenho financeiro, pois, além de serem tecnologias caras, as tecnologias de controle da poluição não evitam que uma parte do insumo e da energia seja utilizada para gerar resíduos, reduzindo a eficiência do sistema produtivo, portanto aumentando os custos (HART, 1995; PORTER; VAN DER LINDE, 1995; KLASSEN; WHYBARK, 1999b; KING; LENOX, 2002). Uma operação, portanto, com um baixo nível de aprendizagem e conhecimento organizacionais deve ter maior probabilidade de optar por tecnologias de controle da poluição, dado seu desconhecimento das desvantagens desse tipo de tecnologia e pelo fato de tecnologias de controle da poluição não requerem mudanças substanciais no produto e no processo produtivo.

Hipótese 2.1: As variáveis do sistema de aprendizagem e conhecimento organizacionais estão negativamente relacionadas com a probabilidade de escolha de tecnologias de remediação.

Hipótese 2.2: As variáveis do sistema de aprendizagem e conhecimento organizacionais estão negativamente relacionadas com a probabilidade de escolha de tecnologias de fim de tubo.

De forma contrária, as tecnologias de prevenção da poluição reduzem os custos de uma operação (KLASSEN; WHYBARK, 1999b; KING; LENOX, 2002), sendo responsáveis por uma vantagem competitiva sustentável (HART, 1995; PORTER; VAN DER LINDE, 1995), pois, ao evitarem gerar o resíduo, evitam a adoção de tecnologias caras de controle da poluição e aumentam a eficiência do processo produtivo. Sua adoção, porém, requer a adoção de habilidades socialmente complexas, como a gestão interfuncional (HART, 1995), portanto um maior nível de aprendizagem e conhecimento organizacionais.

Hipótese 2.3: As variáveis do sistema de aprendizagem e conhecimento organizacionais estão positivamente relacionadas com a probabilidade de escolha de sistemas de gestão ambiental.

Hipótese 2.4: As variáveis do sistema de aprendizagem e conhecimento organizacionais estão positivamente relacionadas com a probabilidade de escolha de modificações de produto.

Hipótese 2.5: As variáveis do sistema de aprendizagem e conhecimento organizacionais estão positivamente relacionadas com a probabilidade de escolha de modificações de processo.

A Figura 10 mostra uma representação do modelo a ser testado.

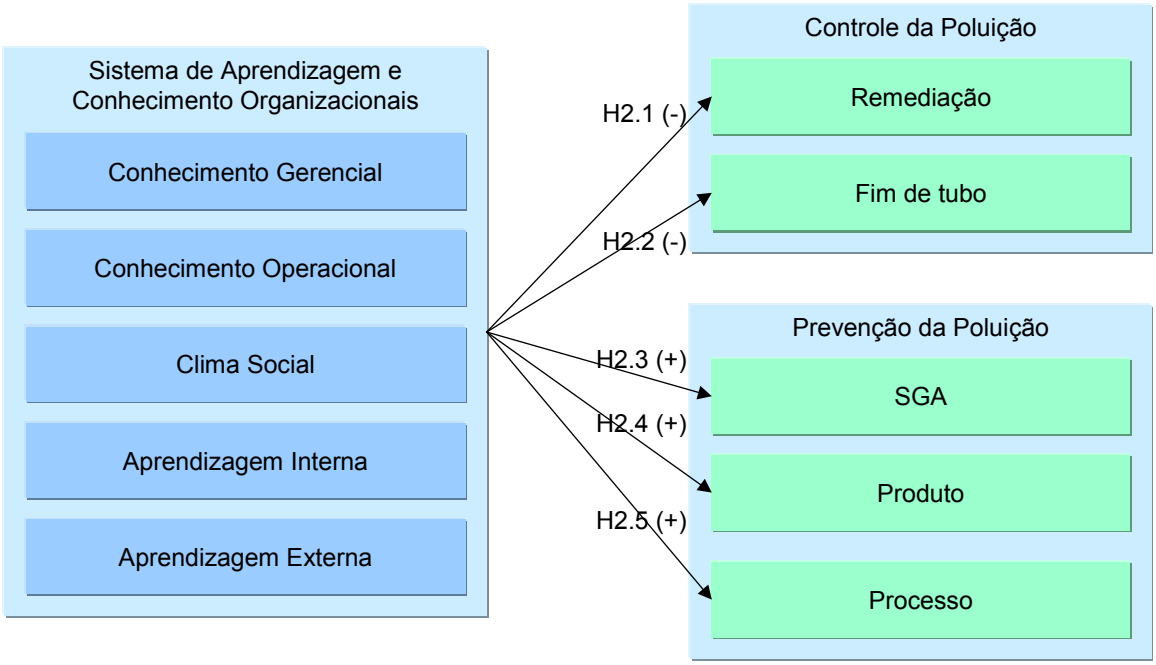


Figura 10 – Aprendizagem e Conhecimento x Tecnologias Ambientais

5.2 MÉTODO DE ANÁLISE

Para aumentar a confiabilidade e validade das medidas, foram utilizadas escalas previamente publicadas em estudos em estratégia de operações. Para mensurar o sistema de aprendizagem e conhecimento organizacionais, foi utilizada uma escala adaptada de Tu et al.

(2006). A escala original, com cinco dimensões dispostas em 23 itens, convergia para uma única variável latente de segundo nível (capacidade de absorção), o que não aconteceu com a amostra desta pesquisa. Após a purificação da escala (CHURCHILL, 1979), dois itens foram descartados, e os 21 itens restantes foram submetidos à análise fatorial exploratória usando máxima verossimilhança (JÖRESKOG, 1969) e rotação ortogonal dos fatores usando o critério VARIMAX (HAIR *et al.*, 2005). As análises foram efetuadas, usando o pacote estatístico R versão 2.8.1 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2007). O teste KMO da amostra apresentou valor 0,82, considerado muito bom para ser submetido à análise fatorial (TRUJILLO-ORTIZ *et al.*, 2006). A Figura 1 mostra um gráfico do tipo *screeplot*, obtido a partir dos *eigenvalues* (autovalores) dos primeiros componentes. O critério de Kayser (eigenvalue > 1) para determinação de fatores sugere até 6 fatores. O critério visual do *screeplot* sugere entre 3 e 6 fatores. A solução a cinco fatores, apesar de oferecer uma variância explicada de 62%, um pouco abaixo do recomendado (66%), foi adotada por ser consistente com a literatura (HAIR *et al.*, 2005).

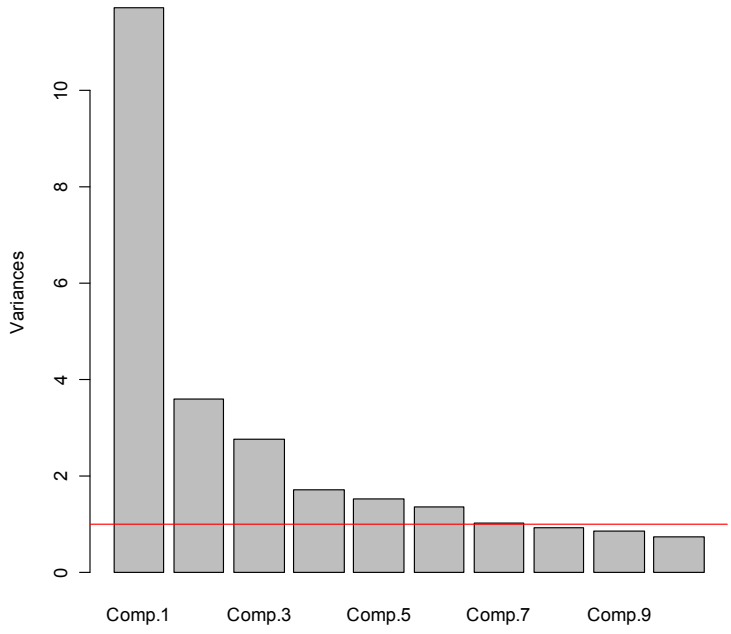


Figura 11 – *Screeplot* das Dimensões de Aprendizagem e Conhecimento Organizacionais

A Tabela 7 apresenta os resultados na análise fatorial das dimensões do sistema de aprendizagem e conhecimento organizacionais, onde podem ser observadas evidências de validade convergente e discriminante. Na última linha da tabela, se encontram os valores do alfa de Cronbach (1951) para cada construto, indicando uma alta confiabilidade dos itens do construto.

Tabela 7 – Análise Fatorial das Dimensões da Aprendizagem e Conhecimento Organizacionais

	Clima Social	Apren-dizagem Externa	Conhe-cimento Operacional	Apren-dizagem Interna	Conhe-cimento Gerencial
s2_4q1a - Conhecimento técnico (operadores)	0.09	0.21	**0.72**	0.17	0.23
s2_4q1b - Educação formal (operadores)	-0.01	0.09	**0.66**	0.35	0.13
s2_4q1c – Competência para o trabalho (operadores)	0.26	0.23	**0.70**	0.07	0.23
s2_4q1d - Conhecimentos gerais (operadores)	0.15	0.19	**0.83**	0.07	0.24
s2_4q2a - Tomar decisões (gerentes)	0.15	0.17	0.27	0.36	**0.60**
s2_4q2b - Usar novas tecnologias (gerentes)	0.14	0.39	0.32	0.33	**0.50**
s2_4q2c - Gerenciar o dia-a-dia (gerentes)	0.16	0.14	0.26	0.17	**0.71**
s2_4q2d - Resolver problemas técnicos (gerentes)	0.18	0.28	0.25	0.19	**0.68**
s2_4q3a - Comunicação supervisores/subordinados	0.31	0.04	0.19	**0.70**	0.32
s2_4q3b - Comunicação entre áreas funcionais	0.29	0.11	0.12	**0.74**	0.13
s2_4q3c - Comunicação entre departamentos da produção	0.24	0.10	0.21	**0.73**	0.13
s2_4q3d - Comunicação entre gerência e supervisores	0.20	0.29	0.09	**0.62**	0.21
s2_4q4a - Confiança entre funcionários	**0.74**	0.06	0.18	0.34	0.09
s2_4q4b - Ajuda mútua entre funcionários	**0.72**	0.25	0.14	0.18	0.06
s2_4q4c - Livre expressão de ideias	**0.65**	0.25	0.21	0.25	0.25
s2_4q4d - Disposição para mudanças	**0.81**	0.11	0.00	0.22	0.18
s2_4q5b - Benchmarking (fonte de novas ideias)	0.07	**0.71**	0.03	0.12	0.12
s2_4q5c - Novas tecnologias (fonte de novas ideias)	0.34	**0.69**	0.14	0.12	0.11
s2_4q5d - Novos negócios (fonte de novas ideias)	0.13	**0.62**	0.21	0.04	0.16
s2_4q5f – Fornecedores (fonte de novas ideias)	0.17	**0.57**	0.18	0.14	0.02
s2_4q5g - Clientes (fonte de novas ideias)	-0.01	**0.65**	0.12	0.05	0.17
Eigenvalues (cargas SS)	2.78	2.77	2.75	2.74	2.12
Variância Explicada	0.13	0.13	0.13	0.13	0.10
Variância Acumulada	0.13	0.26	0.39	0.52	0.62
Alfa de Cronbach	0.88	0.82	0.87	0.87	0.86

Os construtos foram formados a partir da média aritmética dos itens correspondentes (HAIR *et al.*, 2005). A Figura 12 mostra os histogramas das dimensões obtidas, onde não se observa qualquer violação muito grave da premissa de normalidade dos dados.

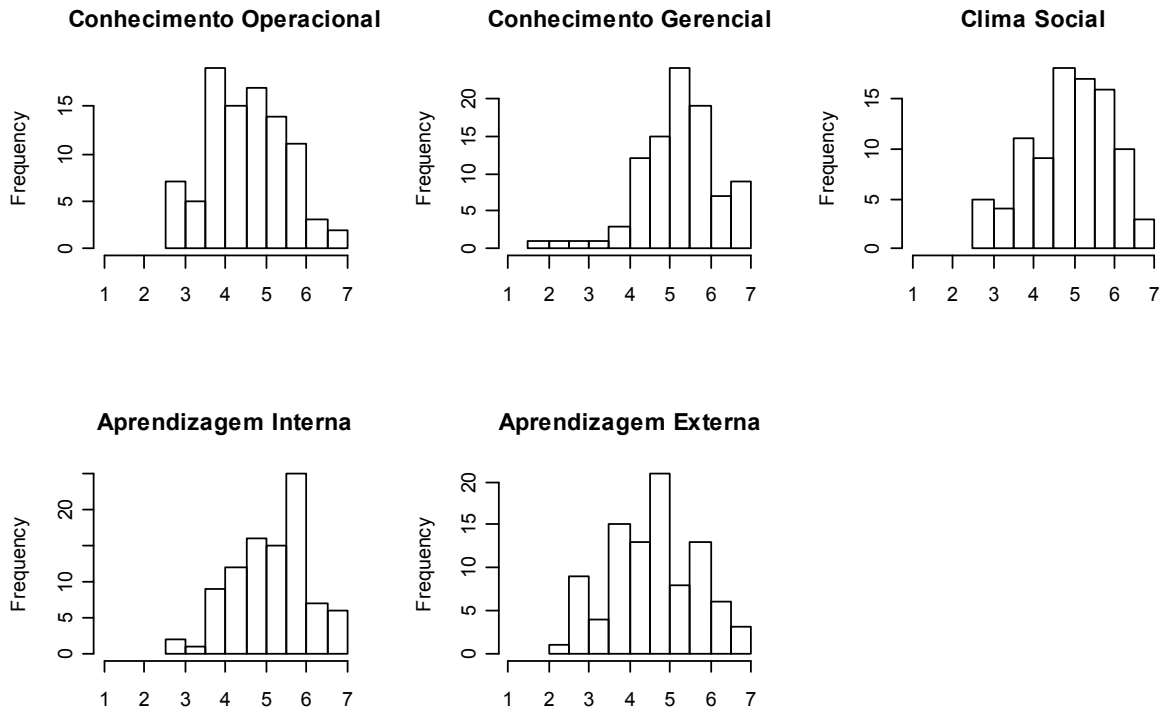


Figura 12 – Histogramas das Dimensões de Aprendizagem e Conhecimento Organizacionais

As **tecnologias ambientais** foram mensuradas com uma escala em que os gestores avaliam a alocação, nos últimos dois anos, de seu orçamento para melhorias ambientais entre cinco opções: remediação, tecnologias de fim de tubo, sistemas de gestão ambiental, mudanças de produto e mudanças de processo. As respostas devem somar 100%. (KLASSEN; MCLAUGHLIN, 1996; KLASSEN; WHYBARK, 1999b, 1999a; KLASSEN, 2000b, 2000a). A redação completa desta escala também se encontra no Apêndice B. As respostas foram codificadas, usando dois critérios: a) quando uma fábrica fez qualquer investimento numa determinada tecnologia ambiental, a variável referente a essa tecnologia era codificada com o valor 1, caso contrário, com o valor zero; b) quando uma fábrica fazia investimentos numa proporção acima da mediana da amostra, a variável referente a essa tecnologia era codificada com o valor 1, caso contrário, com o valor zero. Dessa maneira, foi possível contornar o problema de tratamento de dados ipsativos (ver, por exemplo, MEADE, 2004) e dar um tratamento multivariado apropriado aos dados.

Quanto às **variáveis de controle**, sete itens foram utilizados: o tamanho da fábrica, a idade dos equipamentos de produção, a taxa de investimento em novos equipamentos e tecnologias, o tamanho do orçamento para melhorias ambientais, a quantidade de estoque em

processo, a intensidade de mão-de-obra do processo e a inovatividade da empresa. O tamanho da fábrica foi controlado na análise, utilizando o logaritmo do número de empregados, devido ao fato de que fábricas grandes pudessem ter mais recursos para investir em tecnologias ambientais, em especial nas mais caras, como as ligadas ao controle da poluição, distorcendo o efeito das variáveis substantivas. A idade média dos equipamentos utilizados no processo produtivo (logaritmo) e o nível de investimento em novos equipamentos (percentual das vendas investido) também foram incluídos. Essas variáveis de controle são amplamente utilizadas na literatura de gestão ambiental (VACHON; KLASSEN, 2006b). Empresas com equipamentos mais novos podem ter mais características ligadas à prevenção da poluição, o que fará com que seu investimento nessas tecnologias seja menor. O tamanho do orçamento para melhorias ambientais, como percentual das vendas utilizadas em projetos de melhorias ambientais, também foi incluído na análise para evitar que a utilização de tecnologias mais caras, como controle da poluição, distorcesse a análise. A quantidade de estoque em processo, medida em percentual sobre o total dos estoques, foi utilizada para evitar que a adoção de práticas de manufatura enxuta, positivamente relacionada com a prevenção da poluição (KLASSEN, 2000b), confundisse o efeito sobre a escolha de tecnologias ambientais. A intensidade de mão-de-obra no processo produtivo, medida como o percentual do custo da mão-de-obra nos custos totais de produção, foi incluída para controlar o efeito do grau de automação na escolha de tecnologias ambientais. A automação pode impactar a escala e a rigidez do processo produtivo. Por essa razão, o controle da intensidade da mão-de-obra (e consequentemente do grau de automação) é importante para evitar confundir o efeito na escolha das tecnologias ambientais. A inovatividade, medida como o percentual da receita proveniente de produtos introduzidos nos últimos 2 anos, foi controlada para evitar que fábricas mais inovadoras, portanto atuando em contextos de negócio mais dinâmicos, confundissem os resultados das análises. O setor de atuação da empresa, entretanto, bastante utilizada como variável de controle em outros estudos (ver, por exemplo, COLLINS; SMITH, 2006), não foi utilizada nesta pesquisa por algumas razões. A primeira delas, de natureza mais prática, é que a informação não era disponível para todos os casos, fazendo com que mais casos tivessem de ser desconsiderados, o que o tamanho da amostra não permitiu. A segunda é que o setor de atuação é tão amplo (por exemplo, no setor de produtos de metal fabricados, havia na amostra uma fábrica do setor aeroespacial e outra de componentes para automóveis) que o setor tinha um pequeno poder de discriminação. Finalmente, as variáveis de controle

utilizadas permitem capturar melhor o padrão de concorrência no qual uma fábrica está inserida do que o simples pertencimento a um dado setor de atuação.

A forma como as variáveis dependentes desta análise foram modeladas sugere o uso de modelos de decisão discreta (TRAIN, 2003). Modelos de decisão discreta são modelos que estimam a probabilidade de um evento ocorrer (GELMAN; HILL, 2007). Quando os modelos de decisão discreta envolvem uma decisão com apenas duas possibilidades, são utilizados os modelos de regressão logística (*logit*), que são um tipo de regressão censurada, ou seja, os valores dos coeficientes forçam o modelo a uma resposta dicotômica (GREENE, 2003; WOOLDRIDGE, 2003). Os modelos *logit* foram utilizados para testar as hipóteses deste capítulo, utilizando as variáveis dicotômicas de tecnologias ambientais como variáveis independentes.

As estimativas de modelos *logit* são calculadas a partir de máxima verossimilhança (MLE) e não OLS (GELMAN; HILL, 2007), o que requer o uso de outros critérios para validação do modelo. Para a análise da aderência dos modelos aos dados, foram utilizados diversos critérios. Para testar a hipótese nula de que um coeficiente é igual a zero, foi utilizado o teste t a partir do erro padrão das estimativas (WOOLDRIDGE, 2003). Para testar a hipótese nula de que o modelo irrestrito (em que são estimados todos os coeficientes) tem todos seus coeficientes diferentes de zero, são utilizados dois critérios: num deles é calculado o *likelihood ratio* entre o modelo irrestrito e o modelo nulo (em que é estimado apenas o intercepto) e esse coeficiente é testado com a estatística do qui-quadrado com tantos graus de liberdade quantas variáveis estejam sendo testadas. Caso o valor do qui-quadrado seja significativo, rejeita-se a hipótese nula (TRAIN, 2003, p. 74; WOOLDRIDGE, 2003). Outro critério é o da *deviance*, que é uma medida de erro do modelo (quanto menor, melhor). Comparando o *deviance* de um modelo com outro, se as variáveis adicionadas forem apenas ruído, a diferença no *deviance* não deverá ser maior do que –1 por variável (GELMAN; HILL, 2007). A variância explicada foi obtida pelo pseudo-R^2 (MCFADDEN, 1974, apud WOOLDRIDGE, 2003, p. 534). Finalmente, a comparação entre os modelos se dá pela comparação de suas *deviances* (GELMAN; HILL, 2007) e pelo *likelihood ratio* calculado entre o modelo irrestrito (com mais variáveis sendo estimadas) e o modelo restrito. Caso o *likelihood ratio* entre o modelo irrestrito e o modelo restrito seja significativo, rejeita-se a hipótese nula de que os coeficientes das variáveis estimadas apenas no modelo irrestrito sejam zero (TRAIN, 2003, p. 74).

5.3 ANÁLISES E RESULTADOS

A Tabela 8 mostra as médias, desvios padrão (D.P.) e correlações entre as variáveis dependentes, as tecnologias ambientais (codificadas com o critério de assinalar o valor 1 para qualquer investimento numa determinada tecnologia), as variáveis substantivas e as variáveis de controle. Como não há uma colinearidade muito acentuada entre as variáveis independentes, é possível proceder à análise dos modelos *logit*.

Tabela 8 – Estatísticas descritivas: tecnologias ambientais e aprendizagem e conhecimento (critério a)

Variável	Média	D.P.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1. Remediação[a]	0,53	0,50																
2. Fim de tubo[a]	0,72	0,45	0,46***															
3. SGA[a]	0,85	0,36	0,12	0,24*														
4. Produto[a]	0,87	0,34	0,15	0,19+	0,02													
5. Processo[a]	0,91	0,29	0,18	0,33**	-0,02	0,45***												
6. Conhecimento operacional	4,65	0,98	0,14	0,16	0,05	0,01	0,01											
7. Conhecimento gerencial	5,35	0,97	0,13	0,12	-0,05	0,08	0,04	0,60***										
8. Clima social	5,04	1,01	0,08	0,04	-0,09	0,27*	0,09	0,38***	0,48***									
9. Aprendizagem interna	5,21	0,95	0,17	0,09	-0,09	0,04	0,00	0,45***	0,60***	0,61***								
10. Aprendizagem externa	4,61	1,05	0,14	0,28**	0,06	0,26*	0,08	0,45***	0,51***	0,45***	0,36***							
11. Tamanho da fábrica[b]	5,01	0,89	0,11	0,14	0,02	-0,01	-0,12	-0,03	0,05	-0,05	0,06	-0,07						
12. Idade dos equipamentos[b]	2,29	0,82	0,13	0,20+	0,04	-0,20+	0,13	-0,08	0,03	-0,20+	-0,18+	-0,01	0,10					
13. Investimento em tecnologia[c]	0,05	0,05	0,20+	0,29**	0,12	0,22*	0,15	-0,04	0,08	0,03	0,06	0,14	0,05	-0,12				
14. Orçamento ambiental[c]	0,04	0,03	0,11	0,19+	0,11	0,05	-0,13	-0,03	-0,03	0,00	0,09	0,11	0,09	-0,10	0,09			
15. Estoque em processo[c]	0,28	0,19	0,01	0,30**	0,21*	-0,03	-0,04	0,16	0,02	-0,04	0,15	0,10	0,09	-0,01	0,14	0,07		
16. Intensidade M.O.[c]	0,23	0,15	0,17	0,21*	0,08	0,03	-0,05	0,20+	0,13	0,10	0,20+	0,15	0,06	0,05	0,04	0,11	0,31**	
17. Inovatividade[c]	0,20	0,25	-0,21*	-0,22*	-0,19+	0,10	-0,06	0,14	0,07	0,18+	-0,09	-0,01	-0,11	-0,43***	-0,11	-0,10	-0,11	-0,13

Observações:

+ $p < 0,10$
* $p < 0,05$
** $p < 0,01$
*** $p < 0,001$

[a] Variável dicotômica: 0=nenhum investimento, 1=algum investimento
[b] Logaritmos
[c] Percentual, codificado em formato decimal (ex. 20% = 0,20)

A Tabela 9 mostra as médias, desvios padrão (D.P.) e correlações entre as variáveis dependentes, as tecnologias ambientais (codificadas com o critério de assinalar o valor 1 para qualquer investimento numa determinada tecnologia), as variáveis substantivas e as variáveis de controle. Como não há uma colinearidade muito acentuada entre as variáveis independentes, é possível proceder à análise dos modelos *logit*.

Tabela 9 – Estatísticas descritivas: tecnologias ambientais e aprendizagem e conhecimento (critério b)

Variável	Média	D.P.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1. Remediação[a]	0,43	0,50																
2. Fim de tubo[a]	0,46	0,50	0,30**															
3. SGA[a]	0,36	0,48	0,11	0,01														
4. Produto[a]	0,39	0,49	-0,23*	-0,19+	-0,36***													
5. Processo[a]	0,44	0,50	-0,35***	-0,41***	-0,28**	0,26*												
6. Conhecimento operacional	4,65	0,98	0,20+	0,01	-0,02	-0,06	-0,14											
7. Conhecimento gerencial	5,35	0,97	0,27*	0,01	-0,05	0,09	0,03	0,60***										
8. Clima social	5,04	1,01	0,11	-0,02	-0,32**	0,41***	0,08	0,38***	0,48***									
9. Aprendizagem interna	5,21	0,95	0,20+	0,06	-0,16	0,06	-0,13	0,45***	0,60***	0,61***								
10. Aprendizagem externa	4,61	1,05	0,11	0,00	-0,11	0,13	0,01	0,45***	0,51***	0,45***	0,36***							
11. Tamanho da fábrica[b]	5,01	0,89	0,04	0,10	0,14	-0,06	-0,07	-0,03	0,05	-0,05	0,06	-0,07						
12. Idade dos equipamentos[b]	2,29	0,82	0,11	0,07	0,13	-0,29**	0,02	-0,08	0,03	-0,20+	-0,18+	-0,01	0,10					
13. Investimento em tecnologia[c]	0,05	0,05	0,20+	0,24*	0,12	-0,12	0,00	-0,04	0,08	0,03	0,06	0,14	0,05	-0,12				
14. Orçamento ambiental[c]	0,04	0,03	0,12	0,08	0,07	-0,07	-0,11	-0,03	-0,03	0,00	0,09	0,11	0,09	-0,10	0,09			
15. Estoque em processo[c]	0,28	0,19	0,08	0,18+	-0,02	-0,08	-0,05	0,16	0,02	-0,04	0,15	0,10	0,09	-0,01	0,14	0,07		
16. Intensidade M.O.[c]	0,23	0,15	0,18+	0,22*	0,02	-0,04	-0,34**	0,20+	0,13	0,10	0,20+	0,15	0,06	0,05	0,04	0,11	0,31**	
17. Inovatividade[c]	0,20	0,25	-0,13	-0,14	-0,14	0,17	0,05	0,14	0,07	0,18+	-0,09	-0,01	-0,11	-0,43***	-0,11	-0,10	-0,11	-0,13

Observações:

+ $p < 0,10$
* $p < 0,05$
** $p < 0,01$
*** $p < 0,001$

[a] Variável dicotômica: 0= investimento≤mediana, 1= investimento>mediana
[b] Logaritmos
[c] Percentual, codificado em formato decimal (ex. 20% = 0,20)

A Tabela 10 mostra os efeitos das variáveis do sistema de aprendizagem e conhecimento organizacionais na escolha de tecnologias de remediação. Excetuando-se o critério de *deviance* para alguns modelos (por exemplo, o modelo 5.1 tem uma redução de mais de –7 de *deviance* entre o modelo irrestrito e o modelo nulo), os modelos não apresentam grande aderência aos dados: o *likelihood ratio* entre o modelo irrestrito e o modelo nulo não é significativo para nenhum dos modelos, nem entre os modelos irrestritos e restritos, e as estimativas de erro padrão são tão altas para os coeficientes que não é possível rejeitar a hipótese nula de que os coeficientes são zero.

Ou seja, nem as variáveis substantivas nem as variáveis de controle explicam, de forma significativa, a opção por investir em tecnologias de remediação. Assim, não foram encontradas evidências empíricas que suportem a Hipótese 2.1.

Tabela 10 – Modelo Logit: Remediação

	Remediação[a]			Remediação[b]		
	Modelo 5.1	Modelo 5.2	Modelo 5.3	Modelo 5.4	Modelo 5.5	Modelo 5.6
Intercepto	0,13	0,14	0,15	-0,31	-0,31	-0,34
Conhecimento operacional			0,37			0,27
Conhecimento gerencial			-0,20			0,51
Aprendizagem interna		0,29	0,28		0,45	0,11
Aprendizagem externa		0,14	0,10		-0,04	-0,32
Clima social		0,00	0,00		0,02	0,02
Tamanho da fábrica[c]	0,18	0,18	0,23	-0,01	-0,05	-0,07
Idade dos equipamentos[c]	0,24	0,31	0,35	0,34	0,48	0,36
Investimento em tecnologia[d]	9,42	8,94	9,93 $^{+}$	9,07 $^{+}$	9,33 $^{+}$	9,19 $^{+}$
Orçamento ambiental[d]	4,78	4,12	4,34	5,52	5,46	7,22
Estoque em processo[d]	-1,15	-1,33	-1,68	0,11	-0,07	0,04
Intensidade M.O.[d]	2,62	2,18	1,96	2,24	1,86	1,67
Inovatividade[d]	-1,26	-1,19	-1,33	-0,38	-0,14	-0,61
Log likelihood	-55,64	-54,55	-53,86	-56,24	-54,61	-52,66
g.l.	8,81	11,78	13,76	8,81	11,78	13,76
Pseudo-R^2	0,10	0,11	0,12	0,07	0,10	0,13
Likelihood ratio		2,18	1,38		3,26	3,89
Deviance (irrestrito)	111,27	109,09	107,72	112,48	109,21	105,33
Deviance (nulo)	123,10	123,10	123,10	121,47	121,47	121,47
Deviance (nulo-irrestrito)	-11,83	-14,01	-15,38	-8,99	-12,26	-16,14
Deviance (do anterior)		-2,18	-1,38		-3,26	-3,89

Observações:

$^{+}$ $p < 0{,}10$
* $p < 0{,}05$
** $p < 0{,}01$
*** $p < 0{,}001$

[a] Variável dicotômica: 0=nenhum investimento, 1=algum investimento
[b] Variável dicotômica: 0= investimento≤mediana, 1= investimento>mediana
[c] Logaritmos
[d] Percentual, codificado em formato decimal (ex. 20% = 0,20)

A Tabela 11 mostra as estimativas para o modelo *logit* em que a escolha de tecnologias de fim de tubo é a variável dependente testada (Hipótese 2.2). Como nos testes anteriores, as variáveis de interesse não foram capazes de dar suporte à Hipótese 2.2. Entretanto, outras informações podem ser obtidas das análises. As variáveis de controle (ver Modelo 5.7) conseguem, ao menos, explicar a escolha desse tipo de tecnologia, contrariamente aos Modelos 5.1 a 5.6. Confirmando estudos anteriores, maiores estoques em processo (fábricas menos enxutas, portanto) e com maiores investimentos em tecnologia (fim de tubo é mais caro) estão positivamente relacionados com a escolha de tecnologias de fim de tubo. As variáveis do sistema de aprendizagem e conhecimento, entretanto, não tiveram o comportamento esperado em relação a tal escolha. Contrariamente ao esperado, a aprendizagem externa teve um efeito positivo na probabilidade de escolha de tecnologias de fim de tubo, quando se levam em consideração quaisquer níveis de investimento, mas esse efeito desaparece para percentuais mais altos de investimento.

Tabela 11 – Modelo Logit: Fim de Tubo

	Fim de Tubo[a]			Fim de Tubo[b]		
	Modelo 5.7	Modelo 5.8	Modelo 5.9	Modelo 5.10	Modelo 5.11	Modelo 5.12
Intercepto	1,61 ***	1,66 ***	1,73 ***	-0,14	-0,13	-0,13
Conhecimento operacional			0,54			0,01
Conhecimento gerencial			-0,16			-0,04
Aprendizagem interna		-0,06	-0,21		0,05	0,07
Aprendizagem externa		0,69 +	0,67		-0,20	-0,19
Clima social		-0,04	0,02		-0,01	-0,01
Tamanho da fábrica[c]	0,35	0,44	0,44	0,13	0,11	0,11
Idade dos equipamentos[c]	0,68	0,61	0,62	0,20	0,24	0,25
Investimento em tecnologia[d]	33,48 **	29,44 *	30,85 *	11,96 +	13,11 *	13,15 *
Orçamento ambiental[d]	9,33	9,19	10,77	1,29	1,78	1,70
Estoque em processo[d]	4,75 *	4,37 *	3,64 +	1,22	1,31	1,29
Intensidade M.O.[d]	1,42	1,69	1,54	2,52	2,58	2,57
Inovatividade[d]	-0,46	-0,90	-1,34	-0,57	-0,45	-0,43
Log likelihood	-37,36 ***	-35,61 ***	-34,81 ***	-55,04 +	-54,74	-54,73
g.l.	8,81	11,78	13,76	8,81	11,78	13,76
Pseudo-R^2	0,29	0,33	0,34	0,10	0,11	0,11
Likelihood ratio		3,49	1,61		0,60	0,01
Deviance (irrestrito)	74,71	71,22	69,61	110,08	109,48	109,47
Deviance (nulo)	105,70	105,70	105,70	122,83	122,83	122,83
Deviance (nulo-irrestrito)	-30,99	-34,48	-36,09	-12,75	-13,35	-13,36
Deviance (do anterior)		-3,49	-1,61		-0,60	-0,01

Observações:

+ $p < 0,10$
* $p < 0,05$
** $p < 0,01$
*** $p < 0,001$

[a] Variável dicotômica: 0=nenhum investimento, 1=algum investimento
[b] Variável dicotômica: 0= investimento≤mediana, 1= investimento>mediana
[c] Logaritmos
[d] Percentual, codificado em formato decimal (ex. 20% = 0,20)

A Tabela 12 mostra as estimativas do processo de escolha de sistemas de gestão ambiental (SGA). Mesmo que os índices de aderência dos modelos não sejam todos significativos, uma informação importante surge na comparação dos Modelos 5.14 e 5.17: enquanto investimentos quaisquer em SGA não estejam relacionados com o clima social, a probabilidade de fazer investimentos excepcionalmente altos em SGA está negativamente relacionada com o clima social, contrariamente ao esperado. Assim, não foi possível encontrar suporte empírico para a Hipótese 2.3.

Tabela 12 – Modelo Logit: SGA

	SGA[a]			SGA[b]		
	Modelo 5.13	Modelo 5.14	Modelo 5.15	Modelo 5.16	Modelo 5.17	Modelo 5.18
Intercepto	2,11 ***	2,16 ***	2,18 ***	-0,63 **	-0,70 **	-0,72 **
Conhecimento operacional			0,43			0,30
Conhecimento gerencial			0,04			0,24
Aprendizagem interna		-0,63	-0,83		0,07	-0,15
Aprendizagem externa		0,16	0,07		0,05	-0,12
Clima social		0,17	0,17		-0,80 *	-0,83 *
Tamanho da fábrica[c]	0,02	0,04	0,06	0,33	0,38	0,36
Idade dos equipamentos[c]	-0,04	-0,28	-0,33	0,31	0,26	0,19
Investimento em tecnologia[d]	7,74	7,84	8,55	4,79	5,75	6,03
Orçamento ambiental[d]	6,90	6,70	8,80	3,93	3,40	4,06
Estoque em processo[d]	4,27 +	4,15	3,46	-0,74	-1,28	-1,40
Intensidade M.O.[d]	-0,46	0,07	0,20	0,08	0,73	0,64
Inovatividade[d]	-1,26	-2,00	-2,51 +	-0,75	-0,28	-0,69
Log likelihood	-32,83	-31,68	-31,11	-55,23	-50,75	-49,71
g.l.	8,81	11,78	13,76	8,81	11,78	13,76
Pseudo-R^2	0,11	0,14	0,16	0,05	0,13	0,14
Likelihood ratio		2,29	1,15		8,95 *	2,08
Deviance (irrestrito)	65,66	63,37	62,22	110,45	101,51	99,43
Deviance (nulo)	74,02	74,02	74,02	116,26	116,26	116,26
Deviance (nulo-irrestrito)	-8,36	-10,65	-11,80	-5,81	-14,75	-16,83
Deviance (do anterior)		-2,29	-1,15		-8,95	-2,08

Observações:

+ $p < 0,10$
* $p < 0,05$
** $p < 0,01$
*** $p < 0,001$

[a] Variável dicotômica: 0=nenhum investimento, 1=algum investimento
[b] Variável dicotômica: 0= investimento≤mediana, 1= investimento>mediana
[c] Logaritmos
[d] Percentual, codificado em formato decimal (ex. 20% = 0,20)

A Tabela 13 mostra os resultados da análise da escolha por modificações de produto para melhoria do desempenho ambiental. Nestas análises, apesar da grande aderência do modelo aos dados, a Hipótese 2.4 é parcialmente suportada. No Modelo 5.20, pode-se observar que tanto a aprendizagem externa quanto o clima social têm o efeito esperado, estando positivamente relacionados com a probabilidade de escolha de modificações de produto para melhoria ambiental. Já no Modelo 5.24, pode ser observado também que o clima social e o conhecimento gerencial estão positivamente relacionados com uma alocação de um percentual acima da média em modificações de produto. Ambos os modelos parecem ser parcimoniosos, ou seja, agregam uma quantidade de variáveis de tal forma a aumentar a aderência aos dados maior do que o mero ruído. O Modelo 5.21, entretanto, não é significativamente diferente do Modelo 5.20, o que faz com que a hipótese nula de que o estoque de conhecimento atual (tanto gerencial quanto operacional) não tem efeito sobre a escolha de modificações de produto não possa ser rejeitada. Contrariamente ao esperado, a aprendizagem interna mostrou ser negativamente relacionada à probabilidade de investir qualquer percentual do orçamento ambiental em modificações de produto (Modelo 5.20) e tanto o conhecimento operacional quanto a aprendizagem externa estão negativamente relacionados com a probabilidade de uma fábrica investir acima da média em modificações de produto para melhorar o seu desempenho ambiental.

Tabela 13 – Modelo Logit: Modificações de Produto

	Produto[a]			Produto[b]		
	Modelo 5.19	Modelo 5.20	Modelo 5.21	Modelo 5.22	Modelo 5.23	Modelo 5.24
Intercepto	2,84 ***	3,08 ***	3,12 ***	-0,50 *	-0,91 **	-1,19 **
Conhecimento operacional			-0,19			-0,89 *
Conhecimento gerencial			-0,42			0,97 +
Aprendizagem interna		-1,22 *	-1,06 +		-1,39 **	-1,70 **
Aprendizagem externa		0,85 +	1,03 +		0,13	0,06
Clima social		1,05 +	1,19 +		2,25 ***	2,66 ***
Tamanho da fábrica[c]	0,00	0,12	0,18	-0,02	0,15	0,20
Idade dos equipamentos[c]	-0,68	-1,24 +	-1,12	-0,88 *	-1,22 **	-1,39 **
Investimento em tecnologia[d]	45,63 *	34,01 *	32,60 *	-7,41	-13,92 +	-14,23 +
Orçamento ambiental[d]	0,21	10,89	9,43	-5,22	-2,42	-2,51
Estoque em processo[d]	-0,77	-0,81	-0,66	-0,83	-1,03	-0,32
Intensidade M.O.[d]	0,14	-0,27	-0,64	0,32	0,18	0,93
Inovatividade[d]	0,94	-0,98	-0,28	0,09	-1,98	-1,88
Log likelihood	-28,27 +	-23,55 **	-23,22 *	-53,96	-41,00 ***	-37,59 ***
g.l.	8,81	11,78	13,76	8,81	11,78	13,76
Pseudo-R^2	0,20	0,33	0,34	0,10	0,31	0,37
Likelihood ratio		9,44 *	0,65		25,92 ***	6,82 *
Deviance (irrestrito)	56,54	47,10	46,45	107,92	82,00	75,18
Deviance (nulo)	70,39	70,39	70,39	119,29	119,29	119,29
Deviance (nulo-irrestrito)	-13,85	-23,29	-23,94	-11,37	-37,29	-44,11
Deviance (do anterior)		-9,44	-0,65		-25,92	-6,82

Observações:

+ $p < 0,10$
* $p < 0,05$
** $p < 0,01$
*** $p < 0,001$

[a] Variável dicotômica: 0=nenhum investimento, 1=algum investimento
[b] Variável dicotômica: 0= investimento≤mediana, 1= investimento>mediana
[c] Logaritmos
[d] Percentual, codificado em formato decimal (ex. 20% = 0,20)

A Tabela 14 mostra as análises da decisão de investimento em mudanças de processo. Os investimentos de qualquer percentual do orçamento ambiental em mudanças de processo produtivo não foram explicados adequadamente pelas variáveis do sistema de aprendizagem e conhecimento organizacionais (nem pelas variáveis de controle – ver Modelos 5.25 a 5.27). Já a decisão de investimentos em mudança de processo produtivo acima da média foi mais bem explicada pelos modelos (ver Modelo 5.29). Das estimativas esperadas, em decorrência da Hipótese 2.5, apenas o clima social teve o comportamento esperado, estando positivamente relacionado à probabilidade de haver investimentos acima da média em modificações de produto. A aprendizagem interna, entretanto, apresentou uma relação negativa com a probabilidade de haver investimentos acima da média em modificações de processo produtivo.

Tabela 14 – Modelo Logit: Modificações de Processo

	Processo[a]			Processo[b]		
	Modelo 5.25	Modelo 5.26	Modelo 5.27	Modelo 5.28	Modelo 5.29	Modelo 5.30
Intercepto	3,04 ***	3,06 ***	3,08 ***	-0,36	-0,40	-0,39
Conhecimento operacional			-0,20			-0,44
Conhecimento gerencial			0,02			0,53
Aprendizagem interna		-0,23	-0,19		-0,56 +	-0,70 +
Aprendizagem externa		-0,07	-0,04		0,10	0,04
Clima social		0,63	0,64		0,60 +	0,61 +
Tamanho da fábrica[c]	-0,51	-0,56	-0,59	-0,15	-0,10	-0,17
Idade dos equipamentos[c]	0,51	0,67	0,70	0,21	0,11	0,01
Investimento em tecnologia[d]	32,21	29,17	28,74	1,33	0,43	-0,81
Orçamento ambiental[d]	-11,95	-10,24	-11,41	-5,19	-6,34	-5,06
Estoque em processo[d]	-0,07	0,34	0,60	0,87	1,57	2,01
Intensidade M.O.[d]	-1,20	-1,77	-1,65	-6,85 **	-7,39 **	-7,00 **
Inovatividade[d]	0,02	-0,18	-0,02	0,33	-0,42	-0,47
Log likelihood	-22,33	-21,65	-21,60	-54,09 +	-51,89 +	-50,46 *
g.l.	8,81	11,78	13,76	8,81	11,78	13,76
Pseudo-R^2	0,17	0,20	0,20	0,11	0,15	0,17
Likelihood ratio		1,35	0,11		4,39	2,88
Deviance (irrestrito)	44,66	43,31	43,20	108,18	103,79	100,91
Deviance (nulo)	53,81	53,81	53,81	122,02	122,02	122,02
Deviance (nulo-irrestrito)	-9,15	-10,50	-10,61	-13,84	-18,23	-21,11
Deviance (do anterior)		-1,35	-0,11		-4,39	-2,88

Observações:

+ $p < 0,10$
* $p < 0,05$
** $p < 0,01$
*** $p < 0,001$

[a] Variável dicotômica: 0=nenhum investimento, 1=algum investimento
[b] Variável dicotômica: 0= investimento≤mediana, 1= investimento>mediana
[c] Logaritmos
[d] Percentual, codificado em formato decimal (ex. 20% = 0,20)

5.4 DISCUSSÃO

O objetivo deste capítulo foi averiguar de que forma cada um dos elementos do sistema de aprendizagem e conhecimento organizacionais está relacionado com a probabilidade da escolha de diferentes tecnologias ambientais. Este modelo foi elaborado, primeiramente, definindo as dimensões do sistema de aprendizagem e conhecimento organizacionais, a saber: conhecimento gerencial, conhecimento operacional, clima social, aprendizagem interna e aprendizagem externa. Depois, essas dimensões foram teórica e empiricamente relacionadas à probabilidade de escolha das tecnologias ambientais: remediação, tecnologias de fim de tubo, sistemas de gestão ambiental (SGA), modificações de produto e modificações de processo produtivo. Este capítulo contribui, de forma única, para a estratégia de operações sustentáveis, pois é o primeiro trabalho, entre os identificados na literatura, que identifica estatisticamente a relação entre aprendizagem e escolha de tecnologias ambientais.

Os modelos testados, apesar de não suportarem integralmente as hipóteses propostas neste capítulo, lançam luz sobre um processo até então oculto na estratégia de operações sustentáveis, abrindo uma avenida de novas possibilidades de investigação. Por exemplo, investimentos em atividades de remediação ambiental, ou mitigação dos impactos, não são explicados por nenhuma das variáveis propostas. O que, então, explicam esses investimentos? Por que os gestores de operações alocam parte de seu orçamento ambiental para reparação aos danos causados anteriormente? Trabalhos futuros podem tentar investigar o papel da fiscalização ambiental nessa decisão, o papel do histórico dos acidentes ambientais prévios a esse investimento numa dada planta ou outros elementos internos que deflagrem tal decisão.

Quanto aos investimentos em tecnologias de fim de tubo, contrariamente também do esperado, não são as fábricas que “sabem menos”, que investem nesse tipo de tecnologias. Quase ao contrário, as fábricas que têm um maior nível de aprendizagem externa, são mais propensas a investir em tecnologias de fim de tubo. Uma possível explicação para isso é que projetos do tipo estações de tratamento de efluentes (ETEs), aterros de resíduos industriais perigosos (ARIPs) e outros exemplos de dispositivos de fim de tubo, além de caros, são tecnologicamente complexos, o que requer uma expertise externa para seu projeto e sua

implementação. Caberá, portanto, a pesquisas futuras investigar os fatores que explicam a adoção de tais tecnologias.

Mais surpreendentemente, apesar de toda a literatura que identifica os sistemas de gestão ambiental (SGAs) com os sistemas de gestão da qualidade e estes com o sistema de aprendizagem e conhecimento organizacionais, a relação positiva entre aprendizagem e conhecimento e investimento em SGA não foi confirmada. Pelo contrário, o que se constatou é que empresas com um menor grau de confiança e suporte mútuos (clima social) tendem a investir acima da média em SGAs. Uma possível explicação para isso é que o SGA é uma mudança sistêmica do processo produtivo e de gestão, o que requer um clima social mais adequado para sua implantação. Fábricas, portanto, em que esse clima social não seja favorável, serão obrigadas a investir um grande percentual de seu orçamento ambiental no SGA, aumentando, assim, os gastos com atividades de motivação, treinamento e de conscientização.

Quanto aos investimentos de modificações de processo produtivo, contrariamente ao esperado, o sistema de aprendizagem e conhecimento organizacionais explicou pouco a probabilidade de ocorrência dessa decisão. Uma possível explicação para isso é que a complexidade técnica das mudanças de processo produtivo requeiram tecnologias externas, o que, uma certa forma, é corroborado pelo fato de que empresas mais automatizadas (menos intensivas em mão-de-obra, portanto) tenham uma probabilidade maior de investir grandes percentuais de seu orçamento para melhorias ambientais nesse tipo de tecnologia. Assim, empresas que tenham um nível mais baixo de aprendizagem interna, acabam por investir acima da média em tecnologias de modificação de processo, uma vez que precisam contar com tecnologia "pronta" para tal, em vez de desenvolvê-la internamente.

Em todos os modelos, com exceção dos relacionados a modificações de produto, as variáveis da parte estática do sistema de aprendizagem e conhecimento organizacionais, ou seja, o estoque prévio de conhecimento, não tiveram influência na escolha das tecnologias ambientais. Ou seja, aparentemente, os aspectos dinâmicos e sociais da aprendizagem têm um efeito maior na escolha de tecnologias ambientais do que os aspectos estáticos, o que contraria a teoria da capacidade de absorção (COHEN; LEVINTHAL, 1990; ZAHRA; GEORGE, 2002). Pesquisas futuras poderiam debruçar-se sobre esse problema, estendendo-o para outras aplicações, como o efeito nas escolhas de outras tecnologias de processo ou de produto, grau de inovatividade, desempenho e outras variáveis importantes para a estratégia de operações.

A decisão sobre alocação de parte do orçamento ambiental para as modificações de produto foi a decisão melhor explicada pelo sistema de aprendizagem e conhecimento organizacionais. Tanto o clima social quanto a aprendizagem externa estão positivamente relacionados com a probabilidade de fazer quaisquer níveis de investimento em mudança de produtos, o que é desejável, dado seu impacto positivo no desempenho das operações (ver discussão no capítulo anterior). Portanto, gerentes que queiram fomentar as modificações de produtos em suas unidades produtivas, devem estimular um ambiente de confiança e apoio mútuo entre as suas equipes e também facilitar a troca de conhecimento externa à fábrica, estimulando visitas a clientes, fornecedores, feiras de tecnologia e outras fábricas do grupo. Já o conhecimento interno está negativamente relacionado com a probabilidade de investimentos em modificações de produto. Uma possível explicação para isso é que a aprendizagem externa toma recursos da aprendizagem interna, ou ainda que a aprendizagem externa é mais valorizada pelos gestores (MOLINA; LLORENS-MONTES; RUIZ-MORENO, 2007). Outra possível explicação é que as modificações de produto são de alto conteúdo técnico e mudanças dessa natureza sejam concentradas em equipes de especialistas e não tratadas por times de trabalho (TYRE; HAUPTMAN, 1992). Isso também explicaria o fato de que empresas com menores níveis de conhecimento dos trabalhadores e uma menor aprendizagem interna tenham uma probabilidade maior de ter uma grande parte de seu orçamento ambiental alocada para mudanças de produto, uma vez que estarão adquirindo uma tecnologia externa.

6 ANÁLISE 3: IMPACTO DO SISTEMA DE CONHECIMENTO E APRENDIZAGEM ORGANIZACIONAIS NA GESTÃO AMBIENTAL DA CADEIA DE SUPRIMENTOS

Obter melhorias contínuas de desempenho em operações, atuando em apenas uma atividade da rede de valor, tem um limite. Por exemplo, quando a Toyota desenvolveu o sistema Kanban para gerenciamento da produção, conseguiu uma grande aceleração no fluxo do processo. O piloto desse sistema foi desenvolvido na fábrica de motores da empresa na década de 1950. Na década de 1960, teve sua implantação iniciada em todas as fábricas da Toyota. Na década de 1970, sentindo a necessidade de melhorar o desempenho do sistema, a Toyota iniciou a introdução do sistema Kanban nos seus fornecedores (OHNO, 1997). Aumentar o desempenho ambiental, portanto, apenas com ações dentro dos portões da fábrica apresenta limitações. Ter uma ação ambiental sistêmica passa pela relação com os fornecedores.

Relacionamento com os fornecedores, no entanto, não é uma atividade monolítica. Uma empresa não trata igualmente todos os seus fornecedores. Alguns fornecedores são considerados parceiros, outros têm menor proximidade. Além disso, entre as empresas há diferenças de tratamento. Em algumas, mesmo fornecedores considerados importantes são tratados de forma distante, enquanto, em outras, há uma proximidade maior. Ainda, no relacionamento com os fornecedores, as dimensões de desempenho têm um tratamento diferente. Algumas empresas valorizam apenas o preço, enquanto outras, preço e qualidade, enquanto outras exigem que, além das categorias tradicionais de desempenho, os fornecedores também apresentem um bom desempenho nas dimensões ambiental e social de suas operações. O que explica, nas empresas, os diferentes níveis de relacionamento com seus fornecedores?

Várias explicações alternativas têm sido oferecidas na literatura, algumas baseadas na economia dos custos de transação (por exemplo, WILLIAMSON, 1979, 1981; por exemplo, WILLIAMSON, 1991; XU; BEAMON, 2006), outras na economia da organização industrial (PORTER, 1980, 1985). Este trabalho incorpora uma explicação fundamentada na Visão Baseada em Recursos – RBV – de que as capacitações organizacionais, em especial a aprendizagem e o conhecimento organizacionais, explicam as diferenças entre as empresas (WERNERFELT, 1984; BARNEY, 1991; GRANT, 1996b; PAIVA; ROTH; FENSTERSEIFER, 2008).

Para testar essa proposição, este capítulo investiga a relação entre o sistema de aprendizagem e conhecimento organizacionais e as diferentes modalidades de relacionamento ambiental com fornecedores. Assim, é proposto um modelo em que três diferentes modalidades de relacionamento ambiental com fornecedores, cada uma com um grau de comprometimento dos recursos e capacitações organizacionais, são vistas como parte de um processo de amadurecimento e aprofundamento do compromisso da estratégia de operações com a estratégia de sustentabilidade da empresa.

6.1 TEORIA E HIPÓTESES

A implantação de uma mudança num processo organizacional em geral – e particularmente em operações – requer alguma forma de aprendizagem organizacional (FIOL; LYLES, 1985; MARCH, 1991; UPTON; KIM, 1998). Tanto a aprendizagem interna quanto a aprendizagem externa são positivamente relacionadas com a implementação efetiva de processos (HUANG; KRISTAL; SCHROEDER, 2008) e com a obtenção de vantagem competitiva através das operações (PAIVA; ROTH; FENSTERSEIFER, 2008), o que, em última análise, faz a aprendizagem e o conhecimento organizacionais mediarem a relação entre práticas de melhorias de operações, tais como TQM, e o desempenho (LINDERMAN *et al.*, 2004). Como o relacionamento com fornecedores é um processo intensivo em transferência de conhecimento (MODI; MABERT, 2007), que permite a criação de redes de aprendizagem interorganizacionais (POWELL; KOPUT; SMITH-DOERR, 1996), é de se esperar que tanto o nível de troca interna de conhecimento quanto a troca externa de conhecimento de uma operação suscitem maiores níveis de relacionamento com fornecedores. O relacionamento ambiental, sendo uma atividade que requer intensa coordenação (CARTER; CARTER, 1998), deve ser, por isso, mais suscetível aos níveis de aprendizagem de uma operação.

Hipótese 3.1. A aprendizagem interna é positivamente relacionada com o relacionamento ambiental com fornecedores.

Hipótese 3.2. A aprendizagem externa é positivamente relacionada com o relacionamento ambiental com fornecedores.

O clima social, ou seja, o nível de confiança e suporte mútuos dentro de uma organização, é um importante fator no sistema de aprendizagem e conhecimento organizacionais. O clima social é um importante antecedente da aprendizagem (FIOL; LYLES, 1985; SLATER; NARVER, 1995; COLLINS; SMITH, 2006). A confiança medeia as relações entre comunicação intraorganizacional e cooperação (MORGAN; HUNT, 1994). As interações entre o clima social e aprendizagem organizacional, entretanto, ainda não foram exploradas. Quando uma variável interage com as variáveis preditoras, alterando a intensidade ou a direção dessa variável com a variável dependente, aquela é chamada variável moderadora (BARON; KENNY, 1986).

Hipótese 3.3. O clima social modera a relação entre aprendizagem e relacionamento com fornecedores. Quanto maior o valor da escala de clima social, maior será a intensidade da relação entre aprendizagem e relacionamento ambiental com fornecedores.

O relacionamento com fornecedores, entretanto, não é um processo monolítico. A porta de entrada de um fornecedor potencial numa cadeia de suprimentos é o processo de **seleção de fornecedores**. Para conduzir uma seleção estratégica de fornecedores, é preciso incluir outras variáveis no processo decisório além do preço praticado por esse fornecedor, tais como o desempenho financeiro desse fornecedor, alinhamento estratégico, velocidade de projeto, capacidade de projeto, capacidade produtiva, entre outras (ELLRAM, 1990). Se o desempenho ambiental é uma das dimensões competitivas de uma operação e um de seus objetivos de desempenho (JIMÉNEZ; LORENTE, 2001), então o desempenho ambiental passa a ser um critério de seleção dos fornecedores potenciais, além dos critérios tradicionais de preço, qualidade, entrega e serviços (HANDFIELD; SROUFE; WALTON, 2005). Por não envolver a base atual de fornecedores, mudanças nas políticas de seleção de fornecedores são "*low hanging fruits*", ou seja, são as políticas de relacionamento com fornecedores mais fáceis de mudar e que requerem o menor comprometimento de recursos. Em alguns casos, é a única política ambiental inserida no processo de suprimentos (GAVRONSKI; NASCIMENTO; FENSTERSEIFER, 2006).

O processo de avaliação e **monitoramento de fornecedores** é a aquisição de conhecimento a respeito de forças e fraquezas de cada fornecedor (CARR; PEARSON, 1999). O monitoramento ambiental de fornecedores, portanto, é a solicitação a respeito de práticas (recursos e capacitações) e resultados (desempenho) ambientais dos fornecedores. Em algumas circunstâncias, o monitoramento ambiental dos fornecedores é uma das formas mais eficientes de aumentar seu desempenho ambiental (GREEN; MORTON; NEW, 1998). Mudar práticas com fornecedores atuais requer mais recursos organizacionais do que fazê-lo com fornecedores potenciais. É de se esperar, por isso, que empresas comecem implantando a seleção ambiental de fornecedores e, depois que tiverem desenvolvido mais capacitações no relacionamento ambiental com fornecedores, implantem o monitoramento ambiental de fornecedores.

O processo de desenvolvimento, ou **colaboração com fornecedores**, já foi definido como qualquer esforço sistemático para criar e manter uma base de fornecedores competentes, desde selecionar bons fornecedores até desenvolver capacitações na base atual de fornecedores (HAHN; WATTS; KIM, 1990). Este trabalho, porém, enfoca a colaboração ambiental no extremo superior do espectro das possíveis atividades de desenvolvimento de fornecedores: o desenvolvimento conjunto de capacitações a fim de aumentar o desempenho em mais de uma dimensão competitiva. Tal restrição já foi utilizada em estudos anteriores (por exemplo, KRAUSE; ELLRAM, 1997; por exemplo, KRAUSE; HANDFIELD; SCANNELL, 1998; HANDFIELD *et al.*, 2000). A cooperação com os fornecedores é intensiva em aprendizagem e conhecimento intra e interorganizacionais (MODI; MABERT, 2007) e está presente em empresas cujos sistemas de gestão são reconhecidamente sofisticados, com peculiaridades específicas em cada operação (SAKO, 2004). Estudos constataram que tanto fatores externos, como exigência dos clientes, são importantes determinantes do relacionamento ambiental com fornecedores (CARTER; CARTER, 1998) quanto fatores internos, como o suporte da alta administração (CARTER; ELLRAM; READY, 1998). A colaboração ambiental difere do monitoramento ambiental e da seleção ambiental de fornecedores por ser uma relação mais estreita entre fábrica e fornecedores (KLASSEN; VACHON, 2003; VACHON; KLASSEN, 2006b). O monitoramento ambiental de fornecedores, portanto, requer o maior comprometimento de recursos organizacionais e de capacitações. Essa modalidade de relacionamento ambiental, em função dos recursos e capacitações necessários, provavelmente será implementada apenas por empresas em estágio avançado de relacionamento ambiental com fornecedores. Deverá haver, assim, um

desenvolvimento gradativo e processual de capacitações e um avanço paulatino do relacionamento ambiental com fornecedores, iniciando-se na seleção ambiental de fornecedores, seguindo-se de monitoramento ambiental de fornecedores e finalmente atingindo o patamar de colaboração ambiental com fornecedores.

Hipótese 3.4 O monitoramento ambiental de fornecedores medeia a relação entre a seleção ambiental de fornecedores e a cooperação ambiental com os fornecedores.

A Figura 13 mostra uma representação gráfica do modelo proposto.

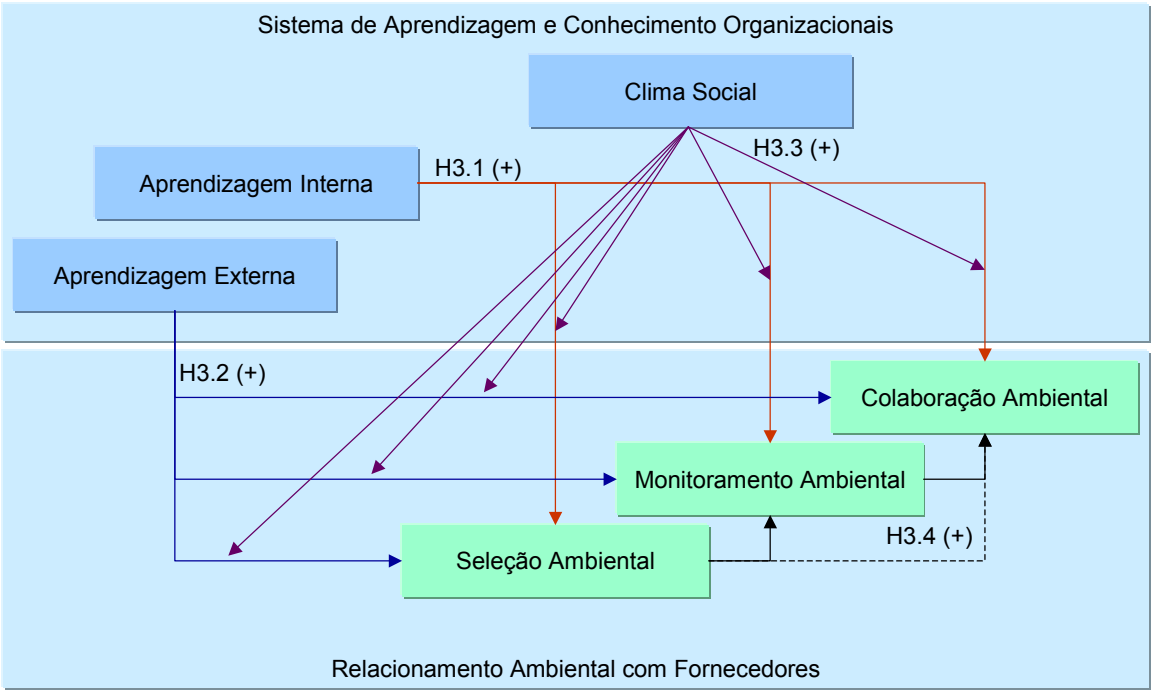


Figura 13 – Sistema de Aprendizagem e Conhecimento Organizacionais x Relacionamento Ambiental com Fornecedores

6.2 MÉTODO DE ANÁLISE

Para mensurar as variáveis do sistema de aprendizagem e conhecimento organizacionais, foi utilizada a escala de Tu et al. (2006). As propriedades psicométricas de

tal escala já foram evidenciadas no capítulo anterior e permitem adotar os construtos dela derivados como válidos e confiáveis.

Quanto às variáveis do relacionamento ambiental, não havia escalas previamente publicadas com os três construtos de interesse. Os itens da escala de relacionamento ambiental com fornecedores de Klassen e Vachon (KLASSEN; VACHON, 2003; VACHON; KLASSEN, 2006b) foram adaptados para acomodar tais construtos. Na escala original, existiam apenas os construtos de colaboração e "avaliação". O último construto foi dividido em dois construtos: monitoramento ambiental (voltado à base de fornecimento existente) e seleção ambiental (voltado para fornecedores potenciais). Os itens então foram submetidos a dois professores de gestão de operações, especialistas em gestão da cadeia de suprimentos, Larry Menor e Fraser P Johnson, ambos da Richard Ivey *School of Business*. Para controlar o problema da diferença de peso entre os critérios dos diferentes tipos de fornecimento (WILSON, 1994), foi solicitado ao respondente apenas que avaliasse as práticas referentes aos seus fornecedores principais nos construtos de monitoramento ambiental e colaboração ambiental. A escala de colaboração ambiental e monitoramento ambiental tinham a mesma pergunta ("Durante os últimos 2 anos, em que extensão sua fábrica implementou as seguintes atividades ambientais com seus principais fornecedores?"), enquanto a seleção ambiental de fornecedores tinha uma pergunta distinta, mas que permitia uma mesma escala ("Durante os últimos 2 anos, em que extensão sua fábrica implementou as seguintes atividades ambientais com seus principais fornecedores potenciais?"). Os itens eram escalas do tipo Likert, com sete pontos, e três pontos âncoras (1=nenhuma, 4=moderadamente, 7=grande extensão) e podem ser encontrados, na íntegra, no Apêndice B. A Figura 14 mostra os histogramas das respostas aos itens da escala proposta. Os histogramas permitem verificar que boa parte das fábricas da amostra não havia implementado nenhuma das atividades, o que é até razoável, considerando que tais práticas ainda são uma novidade. Para evitar distorções nas análises, dada a aparente violação da normalidade, os dados foram usados em sua forma logarítmica. Os dados perdidos, em pequena quantidade, foram substituídos pela média aritmética das respostas válidas para cada item (HAIR *et al.*, 2005).

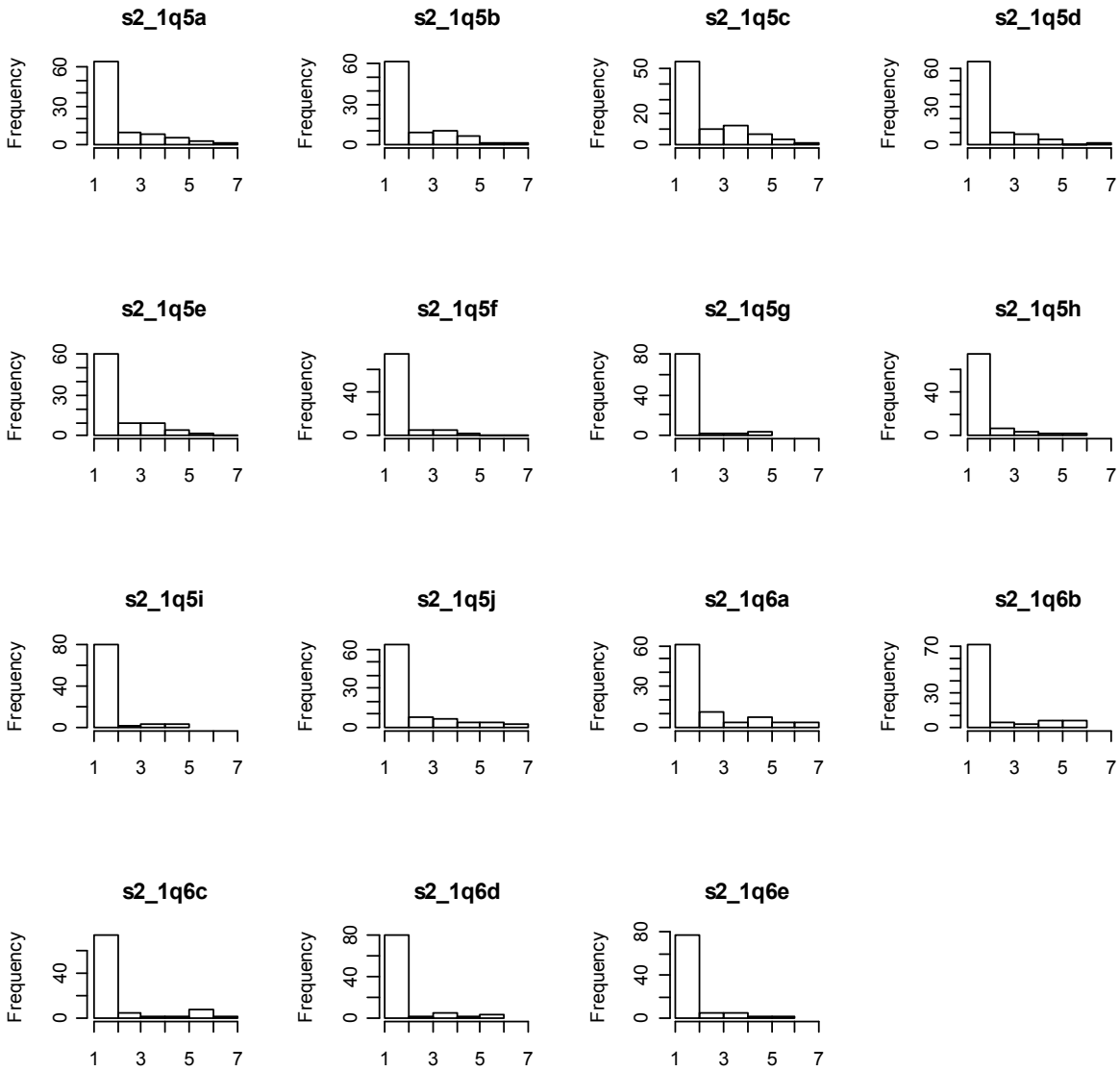


Figura 14 – Histogramas dos Itens de Relacionamento Ambiental com Fornecedores

Após a purificação da escala (CHURCHILL, 1979), cinco itens foram descartados e os dez itens restantes foram submetidos à análise fatorial exploratória usando máxima verossimilhança (JÖRESKOG, 1969) e rotação ortogonal dos fatores usando o critério VARIMAX (HAIR *et al.*, 2005). As análises foram efetuadas, usando o pacote estatístico R versão 2.8.1 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2007). O teste KMO da amostra apresentou valor 0,85, considerado muito bom para ser submetido à análise fatorial (TRUJILLO-ORTIZ *et al.*, 2006). A Figura 15 mostra um gráfico do tipo *screeplot*, obtido a partir dos *eigenvalues* (autovalores) dos primeiros componentes. O critério de Kayser (eigenvalue > 1) para

determinação de fatores sugere a extração de apenas um fator. O critério visual do *screeplot* sugere entre 2 e 3 fatores. A solução a três fatores, oferecendo uma variância explicada de 72%, bastante acima do mínimo recomendado (66%), foi adotada (HAIR *et al.*, 2005).

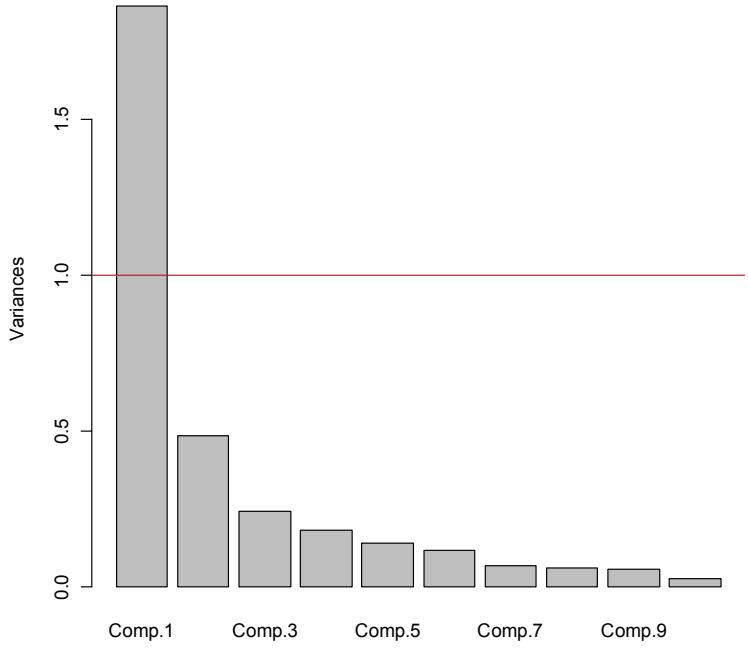


Figura 15 – *Screeplot* do Relacionamento Ambiental com Fornecedores

A Tabela 15 mostra os resultados da análise fatorial, estimados com MLE (ANDERSON; RUBIN, 1956; JORESKÖG, 1963, apud R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2007), bem como os alfas de Cronbach (1951). Tais resultados permitem esperar uma boa validade convergente e discriminante e alta confiabilidade nos construtos obtidos.

Tabela 15 – Análise fatorial das dimensões do relacionamento ambiental com fornecedores

		Seleção Ambiental	Colaboração Ambiental	Monitoramento Ambiental
s2_1q5a -	Atingir metas ambientais coletivamente	0.21	**0.65**	0.33
s2_1q5d -	Planejamento conjunto para antecipar e resolver problemas ambientais	0.25	**0.87**	0.26
s2_1q5e -	Decisões conjuntas para reduzir impacto ambiental dos produtos	0.20	**0.93**	0.20
s2_1q5f -	Questionários ambientais para fornecedores	0.26	0.26	**0.71**
s2_1q5g -	Exigir metas de redução de resíduos de fornecedores	0.30	0.39	**0.57**
s2_1q5h -	Ter critérios ambientais na avaliação periódica de fornecedores	0.38	0.29	**0.78**
s2_1q6a -	Requerer licenças ambientais de potenciais fornecedores	**0.60**	0.21	0.36
s2_1q6b -	Requerer SGA dos fornecedores potenciais	**0.67**	0.34	0.25
s2_1q6c -	Exigir declaração dos fornecedores potenciais	**0.80**	0.08	0.43
s2_1q6d -	Auditar potenciais fornecedores com especialistas ambientais	**0.82**	0.22	0.14
Eigenvalues (cargas SS)		2.58	2.58	2.05
Variância Explicada		0.26	0.26	0.21
Variância Acumulada		0.26	0.52	0.72
Alfa de Cronbach		0.88	0.91	0.86

A Figura 16 apresenta os histogramas dos construtos, obtidos a partir da média aritmética das variáveis selecionadas (HAIR *et al.*, 2005).

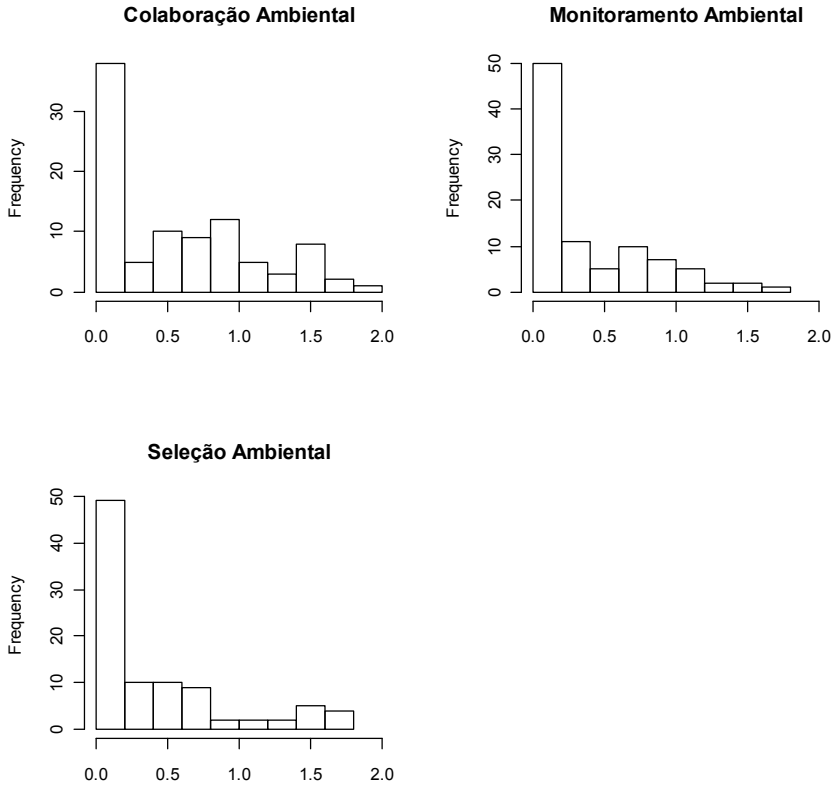


Figura 16 – Histogramas dos Construtos de Relacionamento Ambiental

Quanto às variáveis de controle, três condições foram controladas: tamanho da fábrica, idade dos equipamentos e tamanho relativo ao principal fornecedor. O tamanho da fábrica foi incluído, além de manter a compatibilidade com outros estudos na área (KLASSEN; WHYBARK, 1999a; ZHU; SARKIS, 2004; VACHON; KLASSEN, 2006b), para controlar a possibilidade de que fábricas maiores possuam mais recursos e possam investir mais no relacionamento ambiental com fornecedores. Além disso, fábricas maiores poderiam ser alvos mais cobiçados por grupos de defesa do meio ambiente (PORTER; KRAMER, 2006), o que faria com que houvesse maior investimento num relacionamento ambiental com fornecedores. A idade do equipamento foi incluída para indicar o grau de atualização do sistema produtivo (KLASSEN; WHYBARK, 1999a). Finalmente, o tamanho da fábrica em relação ao seu principal fornecedor (escala do tipo Likert, de 7 pontos, com 3 âncoras: 1=muito menor, 4=aproximadamente iguais, 7=muito maior) foi utilizado para controlar o poder de barganha do fornecedor (PORTER, 1980). Tais variáveis foram utilizadas por capturarem melhor o

padrão de concorrência do setor do que o simples pertencimento a um setor de atuação ("eletrônicos", por exemplo). Todas as variáveis de controle sofreram transformação logarítmica.

Quanto ao teste das hipóteses, como se trata de um modelo que apresenta moderação e mediação (BARON; KENNY, 1986), alguns cuidados foram tomados. Todas as variáveis foram centralizadas para evitar colinearidade (AIKEN; WEST, 1991). Tal procedimento foi utilizado, mesmo nas variáveis independentes, para facilitar a interpretação dos coeficientes e interceptos. Entre as diversas possibilidades de análise simultânea de mediação e moderação (para uma revisão, ver EDWARDS; LAMBERT, 2007), foi adotada uma extensão do método proposto por Edwards e Lambert (2007). Tal método consiste em estimar as equações das variáveis mediadoras e da variável dependente com OLS e, utilizando o cálculo de inclinações simples (AIKEN; WEST, 1991), estimar os efeitos das variáveis ao longo do caminho testado. Como tais efeitos incluem a multiplicação dos parâmetros das estimativas OLS, Edwards e Lambert sugerem calcular os coeficientes, usando *bootstrap* (STINE, 1989), calcular os efeitos, utilizando as equações propostas, e construir intervalos de confiança, usando correção de viés (EFRON; TIBSHIRANI, 1986; EFRON, 1987). As equações de Edwards e Lambert, porém, só contemplavam uma variável independente, uma variável mediadora e uma variável moderadora. A extensão necessária para duas variáveis dependentes, duas variáveis mediadoras e uma variável moderadora encontra-se no Apêndice D. Os comandos em R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2007) necessários para a execução desta análise encontram-se no Apêndice E. Os modelos preveem o teste da mediação completa e parcial. A mediação completa ocorre quando não há efeito direto entre a variável independente e a dependente, apenas através da variável mediadora. A mediação parcial ocorre quando a variável dependente sofre os efeitos diretos da variável independente e também os efeitos indiretos dessa variável através da variável mediadora.

6.3 ANÁLISES E RESULTADOS

A Tabela 16 mostra as estatísticas descritivas e as correlações das variáveis utilizadas nas análises dos modelos. As variáveis, antes de os modelos serem estimados, foram centralizadas e padronizadas, ou seja, sua média passou a ser zero e desvio padrão um, o que

não altera o valor das correlações aqui apresentadas. Como não há multicolinearidade excessiva, pode-se proceder às análises.

Tabela 16 – Estatísticas descritivas: relacionamento ambiental com fornecedores e sistema de aprendizagem e conhecimento organizacionais

Variável	Média	D.P.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. EC: Colaboração ambiental[a]	0,54	0,56										
2. EM: Monitoramento ambiental[a]	0,34	0,45	0,62 ***									
3. ES: Seleção ambiental[a]	0,40	0,51	0,52 ***	0,66 ***								
4. IK: Aprendizagem interna[a]	5,24	0,95	-0,14	-0,25 *	-0,11							
5. EK: Aprendizagem externa[a]	4,62	1,05	0,39 ***	0,12	0,09	0,35 ***						
6. SC: Clima social[a]	5,03	1,00	0,03	-0,12	-0,07	0,59 ***	0,40 ***					
7. IK × SC[b]	0,58	1,01	0,02	0,12	0,03	-0,07	-0,15	-0,04				
8. EK × SC[b]	0,40	1,07	0,13	0,06	0,13	-0,14	-0,13	-0,15	0,45 ***			
9. Tamanho da fábrica[c]	4,99	0,87	0,03	0,05	0,21 *	0,03	-0,07	-0,04	-0,09	0,05		
10. Idade dos equipamentos[c]	2,32	0,84	0,07	0,07	0,06	-0,14	-0,01	-0,20 +	-0,10	0,05	0,08	
11. Tamanho relativo ao fornecedor[c]	1,08	0,66	-0,01	0,13	0,14	0,19 +	0,23 *	0,06	-0,16	-0,01	0,27 **	0,01

Observações:

+ $p < 0,10$
* $p < 0,05$
** $p < 0,01$
*** $p < 0,001$

[a] Valor original da variável
[b] Calculado a partir das variáveis centralizadas e padronizadas
[c] Logaritmo

Os modelos a serem estimados são:

$$ES = a_0 + a_1IK + a_2EK + a_3SC + a_4IK\times SC + a_5EK\times SC + \boldsymbol{\beta X_c} + \varepsilon_{ES} \quad (1)$$

$$EM = c_0 + c_1IK + c_2EK + c_3SC + c_4IK\times SC + c_5EK\times SC + c_6ES + \boldsymbol{\beta X_c} + \varepsilon_{EM} \quad (2)$$

$$EC = b_0 + b_1IK + b_2EK + b_3ES + b_4SC + b_5SC + b_6IK\times SC + b_7EK\times SC + \boldsymbol{\beta X_c} + \varepsilon_{EC} \quad (3)$$

Onde:

- ES, EM, EC = variáveis do relacionamento ambiental com fornecedores: seleção ambiental, monitoramento ambiental, colaboração ambiental respectivamente.
- IK, EK, SC = variáveis do sistema de conhecimento e aprendizagem organizacionais: aprendizagem interna, aprendizagem externa e clima social respectivamente.
- $\boldsymbol{\beta X_c}$ = variáveis de controle e seus coeficientes.
- a_0, b_0, c_0 = interceptos.
- a_1-a_5, c_1-c_6, b_1-b_7 = coeficientes a serem estimados.

A Tabela 17 mostra as estimativas OLS dos modelos propostos. Pelo incremento da correlação múltipla (ΔR^2) e pela diferença na estatística de ajuste (F), pode-se observar que as variáveis propostas adicionam bastante explicação às variâncias das variáveis de interesse, com exceção da seleção ambiental de fornecedores.

Tabela 17 – Regressão múltipla: relacionamento ambiental com fornecedores e sistema de aprendizagem e conhecimento organizacionais

	Colaboração Ambiental[a]		Monitoramento Ambiental[a]		Seleção Ambiental[a]	
Variável	Modelo 6.1	Modelo 6.2	Modelo 6.3	Modelo 6.4	Modelo 6.5	Modelo 6.6
(Intercepto)	0,00	-0,01	0,00	-0,05	0,00	-0,06
IK - Aprendizagem interna[a]		-0,12		-0,24 *		-0,16
EK - Aprendizagem externa[a]		0,40 ***		0,13		0,17
SC - Clima social[a]		0,05		0,00		-0,02
ES - Seleção ambiental[a]		0,17		0,63 ***		
EM - Monitoramento ambiental[a]		0,46 ***				
IK x SC		-0,07		0,17 +		0,03
EK x SC		0,14 +		-0,11		0,10
Tamanho da fábrica[a,b]	0,03	0,04	0,01	-0,07	0,18 +	0,20 +
Idade dos equipamentos[a,b]	0,07	0,01	0,07	0,03	0,04	0,01
Tamanho relativo ao fornecedor[a,b]	-0,02	-0,19 *	0,13	0,11	0,09	0,08
R^2	0,01	0,56	0,02	0,52	0,05	0,10
ΔR^2		0,55		0,50		0,05
F	0,20	10,46 ***	0,70	10,02 ***	1,62	1,22
g.l.	3,89	10,82	3,89	9,83	3,89	8,84

Observações:

+ $p < 0,10$
* $p < 0,05$
** $p < 0,01$
*** $p < 0,001$

[a] Variáveis centralizadas e padronizadas
[b] Logaritmo

A Tabela 18 mostra a análise de caminhos, calculada a partir dos coeficientes OLS da amostra original e de um bootstrap com 1000 replicações. Os valores informados são o valor calculado a partir da estimativa OLS, os limites inferiores (IC Inf) e superiores (IC Sup) do intervalo de confiança de 95% com correção de viés. Caso o zero não esteja incluído no intervalo de confiança, é possível rejeitar a hipótese nula de que a variável sendo testada é zero. Caso o zero esteja incluído no intervalo de confiança, é mostrada a mensagem NS (não-significativa) ao lado da estimativa. Existem três grupos de colunas para cada efeito. No primeiro grupo, são mostrados os valores estimados dos efeitos quando a variável moderadora (SC: clima social) tem um valor "baixo". Por convenção, esse valor baixo é o valor da média da variável menos um desvio padrão (AIKEN; WEST, 1991). No segundo grupo, são mostrados os valores estimados dos efeitos quando a variável moderadora (SC: clima social) tem um valor "alto". Por convenção, esse valor alto é o valor da média da variável mais um desvio padrão (AIKEN; WEST, 1991). No terceiro grupo, são mostradas as diferenças entre o valor alto e baixo com os respectivos intervalos de confiança. As fórmulas para a obtenção desses valores podem ser encontradas no Apêndice D.

Os caminhos 4, 6 e 8 permitem testar a Hipótese 6.1. Apenas o caminho 6, que indica o efeito direto da aprendizagem interna no monitoramento ambiental, é significativo, mas apresentou uma direção contrária à hipotetizada. A Hipótese 6.1, portanto, não teve suporte empírico.

Os caminhos 5, 7 e 9 permitem testar a Hipótese 6.2. Contrariamente à situação anterior, apenas o caminho 9, que indica o efeito direto da aprendizagem externa na seleção ambiental, não se mostrou significativo. Tanto o monitoramento ambiental quanto a colaboração ambiental são positivamente relacionados com os níveis de aprendizagem externa das fábricas da amostra, dando suporte parcial à Hipótese 6.2.

Os caminhos 4 a 9 permitem testar a Hipótese 6.3. Lembrando que existirá moderação quando uma variável mudar a intensidade ou a direção da relação entre duas outras variáveis, se a diferença dos efeitos entre duas variáveis, quando houver um valor alto de clima social e um valor baixo de clima social, for significativa, ou se para um dos valores de clima social o efeito for significativo e para outro valor não. Os efeitos diretos da aprendizagem interna na colaboração ambiental (caminho 4), da aprendizagem interna na seleção ambiental (caminho 8) e da aprendizagem externa na seleção ambiental (caminho 9) não mostraram ter efeitos

significativos, portanto não é possível atribuir moderação a esses efeitos. Entretanto, o efeito da aprendizagem externa na colaboração ambiental é aumentado pelo clima social. De forma semelhante, o clima social tem uma interação positiva na relação entre a aprendizagem interna e o monitoramento ambiental. Como essa relação é negativa para valores baixos de clima social, ela aumenta para um valor próximo de zero para valores altos de clima social. Finalmente, na relação entre a aprendizagem externa e o monitoramento ambiental, o clima social tem um efeito contrário do esperado: ele atua como redutor nessa relação. Ou seja, fábricas com clima social baixo têm uma relação maior entre aprendizagem externa e monitoramento ambiental do que fábricas com clima social alto.

A Hipótese 6.4 requer uma análise mais cautelosa. Quanto aos construtos do relacionamento ambiental com fornecedores, o monitoramento ambiental parece mediar completamente a relação entre seleção ambiental e colaboração ambiental, pois o efeito direto entre seleção ambiental e colaboração ambiental é nulo, mas a colaboração ambiental está positivamente relacionada tanto com a seleção ambiental quanto com a colaboração ambiental, e o efeito indireto da seleção ambiental, mediado pelo monitoramento ambiental, na colaboração ambiental, é positivo. Já os efeitos da aprendizagem na colaboração ambiental, mediada pela seleção ambiental, foram nulos. O que é de se esperar, uma vez que os efeitos tanto da aprendizagem interna quanto da aprendizagem externa na seleção ambiental são nulos. O monitoramento ambiental, no entanto, parece mediar totalmente a relação entre a aprendizagem interna e a colaboração ambiental, pois o efeito direto é nulo, mas o efeito indireto da aprendizagem interna na colaboração ambiental, via monitoramento ambiental, é negativo. O monitoramento ambiental também parece mediar a relação entre aprendizagem externa e colaboração ambiental. Essa mediação, porém, é parcial, pois há tanto efeito direto da aprendizagem externa na colaboração ambiental quanto efeito indireto via monitoramento ambiental.

Tabela 18 – Análise de caminhos: relacionamento ambiental com fornecedores e sistema de aprendizagem e conhecimento organizacionais

	Efeitos (SC baixo)			Efeitos (SC alto)			Efeitos (diferença)		
Caminho	Estimativa	IC Inf	IC Sup	Estimativa	IC Inf	IC Sup	Estimativa	IC Inf	IC Sup
1. Efeito direto de ES em EC	0,17	-0,02	0,35 NS	0,17	-0,02	0,35 NS	0,00	0,00	0,00 NS
2. Efeito direto de EM em EC	0,46	0,26	0,65	0,46	0,26	0,65	0,00	0,00	0,00 NS
3. Efeito direto de ES em EM	0,63	0,48	0,79	0,63	0,48	0,79	0,00	0,00	0,00 NS
4. Efeito de ES via EM em EC	0,21	0,07	0,42	0,21	0,07	0,42	0,00	0,00	0,00 NS
5. Efeito direto de IK em EC	-0,05	-0,31	0,21 NS	-0,20	-0,42	0,03 NS	-0,15	-0,43	0,17 NS
6. Efeito direto de EK em EC	0,26	0,06	0,48	0,53	0,32	0,77	0,27	0,01	0,57
7. Efeito direto de IK em EM	-0,41	-0,70	-0,17	-0,08	-0,30	0,17 NS	0,33	0,00	0,65
8. Efeito direto de EK em EM	0,24	0,03	0,46	0,02	-0,23	0,23 NS	-0,22	-0,52	0,07 NS
9. Efeito direto de IK em ES	-0,19	-0,51	0,15 NS	-0,13	-0,45	0,19 NS	0,06	-0,38	0,50 NS
10. Efeito direto de EK em ES	0,07	-0,22	0,37 NS	0,27	-0,05	0,59 NS	0,20	-0,19	0,64 NS
11. Efeito de IK via ES em EM	-0,12	-0,33	0,09 NS	-0,09	-0,28	0,13 NS	0,04	-0,23	0,31 NS
12. Efeito de EK via ES em EM	0,05	-0,14	0,24 NS	0,17	-0,02	0,40 NS	0,13	-0,11	0,41 NS
13. Efeito de IK via ES em EC	-0,03	-0,14	0,01 NS	-0,02	-0,12	0,02 NS	0,01	-0,06	0,13 NS
14. Efeito de EK via ES em EC	0,01	-0,02	0,10 NS	0,05	0,00	0,16 NS	0,03	-0,02	0,17 NS
15. Efeito total de IK em EM	-0,53	-0,85	-0,21	-0,16	-0,47	0,17 NS	0,37	-0,04	0,80 NS
16. Efeito total de EK em EM	0,28	0,02	0,59	0,19	-0,13	0,49 NS	-0,09	-0,49	0,29 NS
17. Efeito de IK via EM em EC	-0,24	-0,48	-0,09	-0,07	-0,23	0,07 NS	0,17	-0,01	0,41 NS
18. Efeito de EK via EM em EC	0,13	0,01	0,29	0,09	-0,05	0,25 NS	-0,04	-0,25	0,12 NS
19. Efeitos totais de IK em EC	-0,32	-0,65	-0,01	-0,29	-0,58	-0,01	0,03	-0,35	0,43 NS
20. Efeitos totais de EK em EC	0,40	0,14	0,66	0,67	0,40	0,96	0,26	-0,11	0,63 NS

A Figura 17 mostra a interação entre clima social e aprendizagem interna no monitoramento ambiental de fornecedores. Quando o clima social é baixo, a aprendizagem interna tem uma relação negativa com o monitoramento ambiental. Já quando o clima social é alto, a aprendizagem interna tem pouca ou nenhuma relação com o monitoramento ambiental de fornecedores.

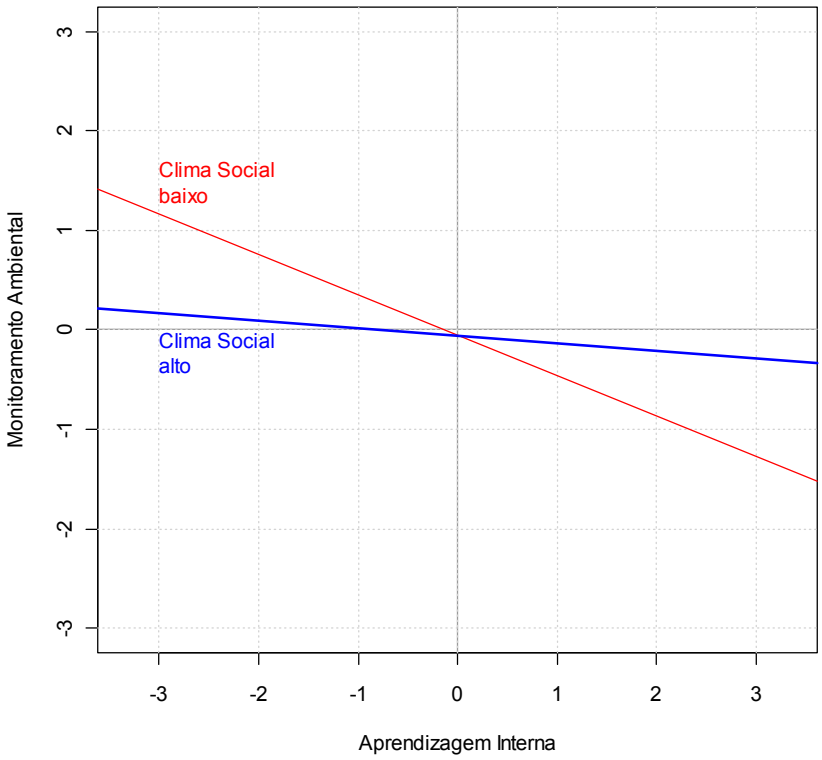


Figura 17 – Interação entre Clima Social e Aprendizagem Interna no Monitoramento Ambiental de Fornecedores

A Figura 18 mostra a interação entre clima social e aprendizagem externa na colaboração ambiental com fornecedores. Quando o clima social é baixo, a aprendizagem externa está positivamente relacionada com a colaboração ambiental, mas com uma intensidade menor do que quando o clima social é alto.

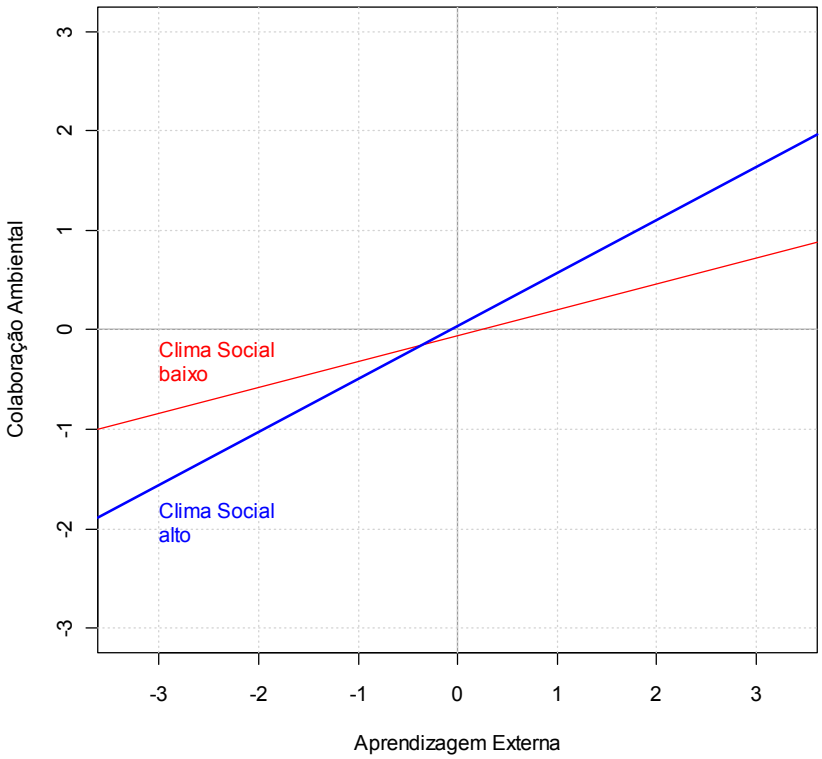


Figura 18 – Interação entre Clima Social e Aprendizagem Externa na Colaboração Ambiental com Fornecedores

6.4 DISCUSSÃO

O objetivo deste capítulo foi investigar a relação entre o sistema de aprendizagem e conhecimento organizacionais e as diferentes modalidades de relacionamento ambiental com fornecedores. Foi proposto um modelo em que três diferentes modalidades de relacionamento ambiental com fornecedores, cada uma com um grau de comprometimento dos recursos e capacitações organizacionais, são vistas como parte de um processo de amadurecimento e aprofundamento do compromisso da estratégia de operações com a estratégia de sustentabilidade da empresa. Foram definidas três dimensões do relacionamento ambiental com fornecedores: seleção ambiental de fornecedores, monitoramento ambiental de fornecedores e colaboração ambiental com fornecedores. Além disso, foram definidas três

dimensões de interesse do sistema de aprendizagem e conhecimento organizacionais: a aprendizagem interna, a aprendizagem externa e o clima social. Depois, tais construtos foram teórica e empiricamente relacionados.

Este capítulo traz várias contribuições originais. Primeiro, por estender a metodologia de análise simultânea de mediação e moderação de Edwards e Lambert (2007), que originalmente conseguia avaliar modelos com apenas uma variável dependente, uma variável moderadora e uma variável mediadora. Com a extensão feita neste capítulo, é possível avaliar modelos com duas variáveis independentes, duas variáveis mediadoras e uma variável moderadora simultaneamente e estimar os efeitos diretos, indiretos e totais de cada variável na variável dependente. Essa análise, porém, tem uma limitação. Por se tratar de um estudo observacional e transversal, onde não podem ser manipulados os efeitos ou identificadas as seqüências temporais dos fatos, qualquer afirmação sobre causalidade deve ser feita com cautela. As análises, entretanto, apresentam indícios de que o modelo proposto é plausível.

Primeiro, parece haver um modelo que relaciona seleção ambiental de fornecedores, monitoramento ambiental de fornecedores e colaboração ambiental de fornecedores. A seleção ambiental de fornecedores, ou seja, a inclusão de critérios ambientais na decisão de começar um relacionamento de suprimento com um fornecedor, é a prática de relacionamento ambiental com fornecedores que menos recursos e capacitações envolve. Isso talvez explique por que tanto a aprendizagem interna quanto a aprendizagem externa não estão relacionadas com a seleção ambiental de fornecedores. O conjunto de capacitações criado pela introdução da seleção ambiental de fornecedores, no entanto, deve ser importante para o próximo passo no relacionamento ambiental de fornecedores: o monitoramento. O monitoramento ambiental de fornecedores consiste na inclusão de critérios ambientais na avaliação da base atual de fornecedores, mais crítico, portanto, do que simplesmente filtrar os potenciais fornecedores. O risco para a operação de desligar um fornecedor atual, seja qual for o motivo, é muito maior do que não admitir um candidato a fornecedor. Assim, o monitoramento ambiental de fornecedores seria uma segunda etapa no relacionamento ambiental de fornecedores. Finalmente, a colaboração ambiental, ou seja, trabalhar em conjunto com os fornecedores atuais a fim de melhorar seu desempenho ambiental, é a prática de relacionamento ambiental com fornecedores que mais recursos e capacitações requer de uma operação. Por esse motivo, as operações com a seleção ambiental e o monitoramento ambiental em marcha já possuem uma base maior de recursos e capacitações que possibilita a elas implementar a colaboração ambiental com fornecedores.

Segundo, a aprendizagem externa está positivamente relacionada tanto com o monitoramento ambiental de fornecedores quanto com a colaboração ambiental com fornecedores. A aprendizagem externa está relacionada direta e indiretamente com a colaboração ambiental, ou seja, o monitoramento ambiental medeia parcialmente tal relação. Operações que buscam fontes externas de conhecimento, estão mais propensas a envolver mais recursos, monitorando o desempenho ambiental de seus fornecedores e colaborando com eles a fim de aumentar seu desempenho ambiental. Além disso, o clima social tem uma interação significativa com essas relações. Operações com valores maiores na escala de clima social terão uma maior propensão à colaboração ambiental à medida que tenham mais aprendizagem externa e uma menor propensão ao monitoramento ambiental sob as mesmas condições. O clima social tem um efeito atenuante sobre a relação positiva entre aprendizagem externa e monitoramento ambiental. Uma possível explicação para tal interação seja que o clima social crie condições que favoreçam a canalização dos recursos e capacitações gerados pela aprendizagem externa para formas mais complexas de relacionamento ambiental, como a colaboração ambiental com fornecedores.

Finalmente, a aprendizagem interna tem uma relação negativa com o monitoramento ambiental e, indiretamente através deste, também uma relação negativa com a colaboração ambiental. Uma possível explicação para tal relação é que operações que tenham baixos níveis de aprendizagem interna, confiem num nível intermediário de relacionamento ambiental com seus fornecedores, o monitoramento ambiental, para aumentar seu próprio desempenho ambiental. O clima social atenua essa necessidade, criando condições internas que reduzam essa dependência.

7 CONCLUSÃO

O objetivo geral deste trabalho foi propor um modelo estendido de formulação estratégica de operações que permita incorporar a responsabilidade ambiental, e extensível, de forma a incorporar as capacitações dinâmicas que, futuramente, venham a ser demandas das empresas de manufatura. Para tanto, foram propostos seis objetivos específicos.

Primeiro: Propor um modelo extensível de formulação estratégica de operações a fim de incorporar capacitações dinâmicas a sua concepção. Esse objetivo foi atingido no capítulo 2, onde a estratégia de operações foi descrita como o estudo das decisões estratégicas a fim de atender dimensões competitivas estabelecidas no seu contexto externo. Tais decisões estratégicas se dividem em categorias de decisão, que são tomadas para cada uma das atividades da rede de valor de operações. Nesse cenário, o sistema de conhecimento e aprendizagem organizacionais foi proposto como um elemento importante na implementação e na adaptação da estratégia de operações a fim de acomodar capacitações dinâmicas.

Segundo: Propor um modelo estendido de formulação estratégica de operações sustentáveis que incorpore a responsabilidade ambiental a sua concepção. Esse objetivo foi atingido no capítulo 3, onde a estratégia de operações sustentáveis foi definida como a incorporação da estratégia de responsabilidade social corporativa ao nível das operações. A estratégia de operações sustentáveis estende e incorpora as características da estratégia de operações tradicional.

Terceiro: Validar empiricamente partes selecionadas do modelo proposto. Dada a complexidade do modelo teórico proposto, seria inexequível, no tempo de um curso de doutorado, validar empiricamente todo o modelo. Optou-se, portanto, no restante do trabalho, por identificar aspectos ainda inexplorados na literatura de operações de modo a maximizar a contribuição desta tese para o conhecimento na área.

Quarto: Avaliar o impacto no desempenho das operações da escolha da tecnologia ambiental. Esse objetivo foi atingido no capítulo 4, primeiramente definindo as tecnologias ambientais analisadas em categorias como remediação, tecnologias de fim de tubo, sistemas de gestão ambiental (SGA), modificações em produto e modificações em processo produtivo. Então, tais tecnologias foram teórica e empiricamente conectadas às dimensões competitivas em operações: custo, qualidade e entrega. Dividiram-se as fábricas em dois grupos: as que investiam numa tecnologia ambiental e as que não investiam nessa categoria. Como são cinco categorias distintas de tecnologias ambientais, foi possível avaliar o efeito individual de cada

tecnologia ambiental nas diferentes dimensões competitivas. Com isso, constatou-se que, das tecnologias de prevenção da poluição, a modificação de produtos para melhora do desempenho ambiental tem o maior impacto no desempenho das operações. Esses resultados reforçam os achados de estudos anteriores, que já identificaram a prevenção da poluição como fonte de vantagens competitivas, e lançam uma nova luz sobre essa questão ao mostrarem a importância do projeto de produtos para a estratégia de operações sustentáveis. As implicações gerenciais desses achados são bem claras: os gestores de operações precisam investir em tecnologias de projetos de produtos ambientalmente responsáveis, pois é em tempo de desenvolvimento do produto que os maiores ganhos podem ser obtidos tanto em custos de fabricação quanto em desempenho pós-produção, ou seja, entrega. Portanto, metodologias como LCA e DFE devem ser estimuladas na área de operações como um todo e nas áreas de engenharia de produto em particular. Do ponto de vista de formulação de políticas públicas, os gestores públicos devem criar mecanismos de incentivos, econômicos e de outra natureza para o desenvolvimento de produtos ambientalmente responsáveis. Depois, analisou-se outro tipo de decisão: investir numa tecnologia ambiental um percentual do orçamento ambiental que era superior à mediana dos percentuais para essa tecnologia em toda a amostra, ou investir um percentual igual ou inferior à mediana, inclusive zero. Nesse grupo de análises, foi possível constatar de que forma investimentos excepcionalmente altos numa determinada tecnologia ambiental estão relacionados com o desempenho das operações. Com essas análises, verificou-se que as empresas que investiram percentuais superiores de seu orçamento ambiental em tecnologias de fim de tubo, tiveram um desempenho em custo abaixo da média do outro grupo e um desempenho em entrega também abaixo da média do outro grupo. As fábricas que alocaram um percentual superior às demais para as tecnologias de melhorias de processo, tiveram um desempenho em custo acima da média do outro grupo. Apenas para resgatar esse conceito do referencial teórico, frisa-se o seguinte: a fábrica que teve um desempenho em custo maior, teve custos menores do que seus concorrentes. Os investimentos superiores em SGA mostraram uma relação negativa com o desempenho em entrega. As implicações gerenciais desses achados incluem o fato de que os gestores de operações não devem temer alocar grandes porções de seus orçamentos para melhorias ambientais em projetos de mudanças de processos produtivos. Já os investimentos em tecnologia de controle de poluição de final de tubo, que não apresentavam efeito negativo apenas por serem utilizados em baixas proporções, quando consumiram uma grande parte dos

orçamentos destinados a melhorias ambientais, se tornaram um elemento de deterioração do desempenho em operações.

Quinto: Avaliar o impacto do sistema de conhecimento e aprendizagem organizacionais na escolha das tecnologias ambientais. Esse objetivo foi atingido no capítulo 5. Primeiramente, foram definidas as dimensões do sistema de aprendizagem e conhecimento organizacionais: conhecimento gerencial, conhecimento operacional, clima social, aprendizagem interna e aprendizagem externa. Depois, essas dimensões foram teórica e empiricamente relacionadas à probabilidade de escolha das tecnologias ambientais: remediação, tecnologias de fim de tubo, sistemas de gestão ambiental (SGA), modificações de produto e modificações de processo produtivo. As fábricas que têm um maior nível de aprendizagem externa, são mais propensas a investir em tecnologias de fim de tubo. Uma possível explicação para isso é que projetos do tipo estações de tratamento de efluentes (ETEs), aterros de resíduos industriais perigosos (ARIPs) e outros exemplos de dispositivos de fim de tubo, além de caros, são tecnologicamente complexos, o que requer uma expertise externa para seu projeto e sua implementação. Apesar de toda a literatura que identifica os sistemas de gestão ambiental (SGAs) com os sistemas de gestão da qualidade e estes com o sistema de aprendizagem e conhecimento organizacionais, a relação positiva entre aprendizagem e conhecimento e investimento em SGA não foi confirmada. Do contrário, o que se constatou é que empresas com um menor grau de confiança e suporte mútuos (clima social) tendem a investir acima da média em SGAs. Uma possível explicação para isso é que o SGA é uma mudança sistêmica do processo produtivo e de gestão, o que requer um clima social mais adequado para sua implantação. Fábricas, portanto, em que esse clima social não seja favorável, serão obrigadas a investir um grande percentual de seu orçamento ambiental no próprio SGA com atividades de motivação, treinamento e de conscientização.

Quanto aos investimentos de modificações de processo produtivo, contrariamente ao esperado, o sistema de aprendizagem e conhecimento organizacionais explicou pouco a probabilidade de ocorrência dessa decisão. Uma possível explicação para tal é que a complexidade técnica das mudanças de processo produtivo requeiram tecnologias externas, o que, uma certa forma, é corroborado pelo fato de que empresas mais automatizadas (menos intensivas em mão-de-obra, portanto) tenham uma probabilidade maior de investir grandes percentuais de seu orçamento para melhorias ambientais nesse tipo de tecnologia. Assim, empresas que tinham um nível mais baixo de aprendizagem interna, acabaram por investir acima da média em tecnologias de modificação de processo, uma vez que precisavam contar

com tecnologia "pronta" para isso em vez de desenvolvê-la internamente. É a decisão sobre a alocação de parte do orçamento ambiental para as modificações de produto que melhor foi explicada pelo sistema de aprendizagem e conhecimento organizacionais. Tanto o clima social quanto a aprendizagem externa estão positivamente relacionados com a probabilidade de fazer quaisquer níveis de investimento em mudança de produtos, o que é desejável, dado seu impacto positivo no desempenho das operações. Portanto, gerentes que queiram fomentar as modificações de produtos em suas unidades produtivas, devem estimular um ambiente de confiança e apoio mútuo entre as suas equipes e também facilitar a troca de conhecimento externa à fábrica, estimulando visitas a clientes, fornecedores, feiras de tecnologia e outras fábricas do grupo. Já o conhecimento interno está negativamente relacionado com a probabilidade de investimentos em modificações de produto. Uma possível explicação para isso é que a aprendizagem externa toma recursos da aprendizagem interna, ou ainda que a aprendizagem externa é mais valorizada pelos gestores. Outra possível explicação é que as modificações de produto são de alto conteúdo técnico e mudanças dessa natureza sejam concentradas em equipes de especialistas e não tratadas por times de trabalho. Isso também explicaria o fato de que empresas com menores níveis de conhecimento dos trabalhadores e uma menor aprendizagem interna tenham uma probabilidade maior de ter uma grande parte de seu orçamento ambiental alocada para mudanças de produto, uma vez que estarão adquirindo uma tecnologia externa.

Finalmente, o sexto objetivo: Avaliar o impacto do sistema de conhecimento e aprendizagem organizacionais na gestão ambiental da cadeia de suprimentos. Tal objetivo foi atingido no capítulo 6. Foram definidas três dimensões do relacionamento ambiental com fornecedores: seleção ambiental de fornecedores, monitoramento ambiental de fornecedores e colaboração ambiental com fornecedores. Além disso, foram definidas três dimensões de interesse do sistema de aprendizagem e conhecimento organizacionais: a aprendizagem interna, a aprendizagem externa e o clima social. Depois, tais construtos foram teórica e empiricamente relacionados. Parece haver um modelo que relaciona seleção ambiental de fornecedores, monitoramento ambiental de fornecedores e colaboração ambiental de fornecedores. A seleção ambiental de fornecedores, ou seja, a inclusão de critérios ambientais na decisão de começar um relacionamento de suprimento com um fornecedor, é a prática de relacionamento ambiental com fornecedores que menos recursos e capacitações envolve. Isso talvez explique por que tanto a aprendizagem interna quanto a aprendizagem externa não estão relacionadas com a seleção ambiental de fornecedores. O conjunto de capacitações

criado pela introdução da seleção ambiental de fornecedores, entretanto, deve ser importante para o próximo passo no relacionamento ambiental de fornecedores: o monitoramento. O monitoramento ambiental de fornecedores consiste na inclusão de critérios ambientais na avaliação da base atual de fornecedores, mais crítico, portanto, do que simplesmente filtrar os potenciais fornecedores. O risco para a operação de desligar um fornecedor atual, seja qual for o motivo, é muito maior do que não admitir um candidato a fornecedor. Assim, o monitoramento ambiental de fornecedores seria uma segunda etapa no relacionamento ambiental de fornecedores. Finalmente, a colaboração ambiental, ou seja, trabalhar em conjunto com os fornecedores atuais a fim de melhorar seu desempenho ambiental, é a prática de relacionamento ambiental com fornecedores que mais recursos e capacitações requer de uma operação. Por esse motivo, as operações com a seleção ambiental e o monitoramento ambiental em marcha já possuem uma base maior de recursos e capacitações que possibilita a elas implementar a colaboração ambiental com fornecedores. A aprendizagem externa está positivamente relacionada tanto com o monitoramento ambiental de fornecedores quanto com a colaboração ambiental com fornecedores. A aprendizagem externa está relacionada direta e indiretamente com a colaboração ambiental, ou seja, o monitoramento ambiental medeia parcialmente tal relação. Operações que buscam fontes externas de conhecimento, estão mais propensas a envolver mais recursos, monitorando o desempenho ambiental de seus fornecedores e colaborando com eles a fim de aumentar seu desempenho ambiental. Além disso, o clima social tem uma interação significativa com essas relações. Operações com valores maiores na escala de clima social terão uma maior propensão à colaboração ambiental à medida que tenham mais aprendizagem externa e uma menor propensão ao monitoramento ambiental sob as mesmas condições. O clima social tem um efeito atenuante sobre a relação positiva entre aprendizagem externa e monitoramento ambiental. Uma possível explicação para tal interação seja que o clima social crie condições que favoreçam a canalização dos recursos e capacitações gerados pela aprendizagem externa para formas mais complexas de relacionamento ambiental, como a colaboração ambiental com fornecedores. A aprendizagem interna tem uma relação negativa com o monitoramento ambiental e, indiretamente através deste, também uma relação negativa com a colaboração ambiental. Uma possível explicação para tal relação é que operações que tenham baixos níveis de aprendizagem interna, confiem num nível intermediário de relacionamento ambiental com seus fornecedores, o monitoramento ambiental, para aumentar seu próprio desempenho ambiental. O clima social atenua essa necessidade, criando condições internas que reduzam essa dependência.

Como acontece com a maioria das pesquisas, esses resultados apresentam algumas limitações. Muitas estatísticas não foram significativas talvez por causa do pouco poder estatístico decorrente do tamanho reduzido de amostra. Também devido ao pequeno tamanho de amostra, não foi possível partir os dados numa amostra de estimação e outra de validação dos modelos, como alguns textos recomendam. Além disso, não foi possível remover casos extremos para melhorar o ajuste dos dados ao modelo, pois com uma amostra tão pequena não é possível garantir que esses casos sejam respostas extremas da população ou dessa amostra em particular. O *bootstrap* foi utilizado como técnica mais robusta para testar significância, mas ainda assim amostras maiores poderiam identificar de forma mais segura as relações propostas e permitir uma maior validade externa dos achados. Além disso, o número de preditores utilizados nas estimativas OLS era razoavelmente elevado para o número de casos. Em trabalhos futuros, tamanhos de amostras maiores seriam recomendáveis.

Por se tratar de um estudo observacional e transversal, onde não podem ser manipulados os efeitos ou identificadas as sequências temporais dos fatos, qualquer afirmação sobre causalidade deve ser feita com cautela. As análises, entretanto, mostram indícios de que os modelos propostos são plausíveis. Estudos futuros poderiam considerar outras estratégias tanto de coleta quanto de análise dos dados, como dados de painel, estudos longitudinais, modelagem hierárquica, modelagem de equações estruturais, entre outros.

Os modelos testados lançam luz sobre um processo até então oculto na estratégia de operações sustentáveis, abrindo uma avenida de novas possibilidades de investigação. Por exemplo, investimentos em atividades de remediação ambiental, ou mitigação dos impactos, não são explicados por nenhuma das variáveis propostas nem do sistema de aprendizagem e conhecimento organizacionais nem variáveis de contexto. Por que os gestores de operações alocam parte de seu orçamento ambiental para reparação aos danos causados anteriormente? Trabalhos futuros podem tentar investigar o papel da fiscalização ambiental nessa decisão, o papel do histórico dos acidentes ambientais prévios a esse investimento em uma dada planta ou outros elementos internos que deflagrem tal decisão.

Pesquisadores poderiam investigar, em trabalhos futuros, se a existência de determinados processos industriais, como tratamento de superfície, modifica, de alguma forma, a relação entre a escolha de tecnologias ambientais e desempenho. Nesse exemplo específico, algumas tecnologias de tratamento de superfície, como a galvanização, requerem o tratamento de efluentes líquidos carregados de resíduos tóxicos, como cromo e outros metais. Então, uma fábrica não teria escolha quanto ao investimento em tecnologias de controle de

poluição de fim de tubo, já que a tecnologia atual de tratamento de superfícies (como galvanização) requer a geração dos referidos efluentes. Pesquisadores também poderiam estudar o impacto de outras tecnologias nessa relação. Por exemplo, tecnologias tradicionais de pintura à base de solventes orgânicos provocam uma grande quantidade de emissões de VOCs, gerando riscos ao ambiente e à saúde dos trabalhadores. Já pinturas à base de água, apesar de mais seguras, podem demorar mais a secar, causando problemas no desempenho das operações. Outro exemplo é a tecnologia tradicional de soldagem de componentes eletrônicos baseada em chumbo. O chumbo, apesar de tóxico, representando riscos de contaminação para os trabalhadores, quando da fabricação, para os usuários de eletrônicos, quando do uso, e para o meio ambiente, quando o e-waste é disposto, apresenta propriedades muito interessantes de condutividade e ponto de fusão para o desempenho tanto do produto quanto do processo produtivo respectivamente. O desempenho de materiais alternativos para soldagem ainda é objeto de estudos. Futuras pesquisas poderiam verificar de que forma as fábricas que utilizam tais tecnologias alternativas, têm seu desempenho em operações afetado por tais decisões. Finalmente, certos produtos são mais propícios para reciclagem. O conteúdo de material reciclado em materiais como aço para construção e alumínio é muito alto. Já embalagens de produtos alimentícios têm um conteúdo baixo de materiais reciclados, especialmente, porque, em muitos países (como o Brasil), é proibido utilizar material reciclado nessas embalagens. Futuros trabalhos poderiam investigar se o grau de "reciclabilidade" do produto influencia, de alguma maneira, a relação entre as tecnologias ambientais e o desempenho das operações. Os investimentos em tecnologias ambientais parecem ter uma relação não-linear com o desempenho de operações. Baixos investimentos em controles da poluição com tecnologias de fim de tubo não parecem ter um impacto negativo nas dimensões competitivas de operações. Altos investimentos nesse tipo de tecnologia, no entanto, são prejudiciais ao desempenho de algumas dessas dimensões. Portanto, modelagens não-lineares poderiam ser utilizadas para capturar tais relações. Ainda, o tipo de desempenho (custo, qualidade, entrega) poderia ser modelado como uma categoria, como um fator randômico (amostra de uma quantidade ilimitada de dimensões competitivas) e poderia ser avaliado de que forma cada um dos componentes de variância afeta outras dimensões de desempenho, como o desempenho econômico-financeiro (modelagem hierárquica ou modelos mistos). Tais oportunidades mostram que, mesmo limitado, o presente estudo abre inúmeras possibilidades de investigações futuras.

Em todos os modelos, com exceção dos relacionados a modificações de produto, as variáveis da parte estática do sistema de aprendizagem e conhecimento organizacionais, ou seja, o estoque prévio de conhecimento, não tiveram influência na escolha das tecnologias ambientais. Ou seja, aparentemente, os aspectos dinâmicos e sociais da aprendizagem têm um efeito maior na escolha de tecnologias ambientais do que os aspectos estáticos, o que contraria a teoria da capacidade de absorção (COHEN; LEVINTHAL, 1990; ZAHRA; GEORGE, 2002). Pesquisas futuras poderiam debruçar-se sobre esse problema, estendendo-o para outras aplicações, como o efeito nas escolhas de outras tecnologias de processo ou de produto, grau de inovatividade, desempenho e outras variáveis importantes para a estratégia de operações.

A estratégia de operações sustentáveis é uma necessidade das empresas. São as operações das empresas que produzem os resíduos e as emissões, e nas operações se encontram as maiores oportunidades de melhoria. Sem uma estratégia de operações sustentáveis, entretanto, não há como garantir a criação de vantagens competitivas que possam ser mantidas no longo prazo.

REFERÊNCIAS

1986: Chemical spill turns Rhine red. **BBC On This Day** 2008. Disponível em: <http://news.bbc.co.uk/onthisday/hi/dates/stories/november/1/newsid_4679000/4679789.stm> . Acesso em: July 16, 2008.

AGLE, B. R. *et al.* Dialogue: Toward Superior Stakeholder Theory. **Business Ethics Quarterly**, v. 18, n. 2, p. 153. 2008.

AGUILAR, F. J. **Scanning the Business Environment**. New York: Macmillan, 1967.

AIKEN, L. S.; WEST, S. G. **Multiple regression: testing and interpreting interactions**. Newbury Park, CA: Sage, 1991.

AITCHISON, J. **The statistical analysis of compositional data**. London: Chapman & Hall, 1986.

ALCAMO, J.; BENNETT, E. M.; MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (PROGRAM). **Ecosystems and human well-being: a framework for assessment**. Washington, DC: Island Press, 2003.

ALDRICH, H. E.; PFEFFER, J. Environments of Organizations. **Annual Review of Sociology**, v. 2, p. 79-105. 1976.

ANDERSON, J. C.; CLEVELAND, G.; SCHROEDER, R. G. Operations strategy: A literature review. **Journal of Operations Management**, v. 8, n. 2, p. 133. 1989.

ANDERSON, M. H.; NICHOLS, M. L. Information Gathering and Changes in Threat and Opportunity Perceptions. **Journal of Management Studies**, v. 44, n. 3, p. 367-387. 2007.

ANDERSON, P.; TUSHMAN, M. L. Technological Discontinuities and Dominant Designs: A Cyclical Model of Technological Change. **Administrative Science Quarterly**, v. 35, n. 4, p. 604-633. Dec., 1991.

ANDERSON, T. W.; RUBIN, H. Statistical Inference in Factor Analysis. In: 3rd Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability. **Anais.** v.V, 1956.

ANGELL, L. C.; KLASSEN, R. D. Integrating environmental issues into the mainstream: an agenda for research in operations management. **Journal of Operations Management**, v. 17, n. 5, p. 575-598. August, 1999.

ANSOFF, H. I. **Strategic management**. New York: Wiley, 1979.

ÁGUA, valor maior. Direção: ARAÚJO, N. Brazil: 2008a. TV. Disponível em: <http://globoruraltv.globo.com/GRural/0,27062,4370-p-20081019,00.html>. Últ. acesso em: Jan 6, 2008.

SERVIÇOS Ambientais. Direção: _____. Rio de Janeiro: Globo, 2008b. TV. Disponível em: <http://globoruraltv.globo.com/GRural/0,27062,4370-p-20081012,00.html>. Últ. acesso em: Jan 6, 2008.

ARGYRIS, C. Single-Loop and Double-Loop Models in Research on Decision Making. **Administrative Science Quarterly**, v. 21, n. 3, p. 363-375. Sep., 1976.

_____. Double loop learning in organizations. **Harvard Business Review**, v. 55, p. 115-125. Sep-Oct, 1977.

ARISTOTLE. **Nicomachean Ethics**. 350B.C. Disponível em: <http://classics.mit.edu/Aristotle/nicomachaen.html>. Últ. acesso em: 2008 Nov 20.

ARROW, K. J. **Intergenerational Equity and the Rate of Discount in Long-term Social Investment**. 1995. Disponível em: <http://www-econ.stanford.edu/faculty/workp/swp97005.pdf>. Últ. acesso em: Nov. 19 2008.

ARROW, K. J.; FISHER, A. C. Environmental Preservation, Uncertainty, and Irreversibility. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 88, n. 2, p. 312-319. May, 1974.

ASHFORD, N. A. Understanding Technological Responses of Industrial Firms to Environmental Problems: Implications for Government Policy. In: FISCHER, K.; SCHOT, J. (Ed.). **Environmental strategies for industry: international perspectives on research needs and policy implications**. Washington,D.C.: Island Press, 1993. Disponível em: <http://www.loc.gov/catdir/enhancements/fy0666/92033544-d.html >.

AUSUBEL, D. P. **Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo**. México: Trillas, 1978.

BACHARACH, S. B. Organizational Theories: Some Criteria for Evaluation. **Academy of Management Review**, v. 14, n. 4, p. 496. 1989.

BAIN, J. S. **Industrial Organization**. New York: Wiley, 1959.

BANSAL, P. From Issues to Actions: The Importance of Individual Concerns and Organizational Values in Responding to Natural Environmental Issues. **Organization Science**, v. 14, n. 5, p. 510-527. Sep, 2003.

BAPUJI, H.; BEAMISH, P. W. **Mattel and the Toy Recalls (A)**. Case #9B08M010: Ivey Publishing, 2008a.

_____. **Mattel and the Toy Recalls (B)**. Case #9B08M011: Ivey Publishing, 2008b.

BARBIERI, J. C. **Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos**. São Paulo: Saraiva, 2004.

BARNES, D. The complexities of the manufacturing strategy formation process in practice. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 22, n. 10, p. 1090-1111. 2002.

BARNETT, M. L.; KING, A. A. Good Fences Make Good Neighbors: A Longitudinal Analysis of an Industry Self-Regulatory Institution. **Academy of Management Journal**, v. 51, n. 6, p. 1150-1170. Dec, 2008.

BARNETT, M. L.; SALOMON, R. M. Beyond dichotomy: the curvilinear relationship between social responsibility and financial performance. **Strategic Management Journal**, v. 27, n. 11, p. 1101-1122. 2006.

BARNEY, J. Firm Resources and Sustained Competitive Advantage. **Journal of Management**, v. 17, n. 1, p. 99-120. Mar, 1991.

BARON, H. Strengths and limitations of ipsative measurement. **Journal of Occupational and Organizational Psychology**, v. 69, n. 1, p. 49-56. 1996.

BARON, R. M.; KENNY, D. A. The moderator-mediator variable distinction in social psychological research: Conceptual, strategic, and statistical considerations. **Journal of Personality and Social Psychology**, v. 51, n. 6, p. 1173-1182. Dec, 1986.

BÖHM-BAWERK, E. V. **The Positive Theory of Capital**. London: Macmillan and Co., [1888] 1891.

BOLLEN, K. A. **Structural equations with latent variables**. Wiley New York, 1989.

BOLLEN, K. A.; KIRBY, J. B.; CURRAN, P. J.; PAXTON, P. M.; CHEN, F. Latent variable models under misspecification: two-stage least squares (2SLS) and Maximum Likelihood (ML) estimators. **Sociological Methods & Research**, v. 36, n. 1, p. 46-86. 2007.

BONIFANT, B. C. *et al.* Gaining competitive advantage through environmental investments. **Business Horizons**, v. 38, n. 4, p. 37-47. Jul-Aug, 1995.

BOUTROS-GHALI, B. Opening Statements. In: UNITED NATIONS (Ed.). **Report of the United Nations Conference on Environment and Development: Proceedings of the Conference**. New York, v.II, p.32-39, 1993. Disponível em: <http://www.un.org/esa/sustdev/documents/docs_unced.htm>. Acesso em: Nov. 25, 2008.

BOWER, J. L.; CHRISTENSEN, C. M. Disruptive Technologies: Catching the Wave. **Harvard Business Review**, v. 73, n. 1, p. 43-53. Jan.-Feb., 1995.

BOYER, K. K.; BOZARTH, C.; MCDERMOTT, C. Configurations in operations: an emerging area of study. **Journal of Operations Management**, v. 18, n. 6, p. 604. 2000.

BOYER, K. K.; SWINK, M.; ROSENZWEIG, E. D. Operations strategy research in the POMS journal. **Production and Operations Management**, v. 14, n. 4, p. 442-449. 2005.

BOZARTH, C.; MCDERMOTT, C. Configurations in manufacturing strategy: A review and directions for future research. **Journal of Operations Management**, v. 16, n. 4, p. 427. Jul, 1998.

BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente: Home page**. 2008. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/>. Últ. acesso em: July 22, 2008.

BROWN, K. A. Workplace safety: A call for research. **Journal of Operations Management**, v. 14, n. 2, p. 157-171. 1996.

BROWN, K. A.; WILLIS, P. G.; PRUSSIA, G. E. Predicting safe employee behavior in the steel industry: Development and test of a sociotechnical model. **Journal of Operations Management**, v. 18, n. 4, p. 445-465. Jun, 2000.

BROWN, S.; LAMMING, R. C.; BESSANT, J.; JONES, P. **Administração da Produção e Operações**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

BURNS, J.; SPAR, D. L. **Hitting the Wall: Nike and International Labor Practices**. Case #9-700-047: Harvard Business School Press, 2000.

BURNS, T.; STALKER, G. M. **The management of innovation**. London: Tavistock Publications, 1961.

BUTLER, A.; GLASBEY, C. A latent Gaussian model for compositional data with zeros. **Journal of the Royal Statistical Society: Series C (Applied Statistics)**, v. 57, n. 5, p. 505-520. 2008.

CARR, A. S.; PEARSON, J. N. Strategically managed buyer-supplier relationships and performance outcomes. **Journal of Operations Management**, v. 17, n. 5, p. 497-519. August, 1999.

CARROLL, A. B. A Three-Dimensional Conceptual Model of Corporate Performance. **Academy of Management Review**, v. 4, n. 4, p. 497-505. Oct., 1979.

CARROLL, P. **Big blues: the unmaking of IBM**. 1st ed. New York: Crown Publishers, 1993.

CARTER, C. R. Ethical issues in international buyer-supplier relationships: A dyadic examination. **Journal of Operations Management**, v. 18, n. 2, p. 191-208. Feb, 2000.

_____. Purchasing and Social Responsibility: A Replication and Extension. **Journal of Supply Chain Management**, v. 40, n. 4, p. 4. Fall, 2004.

_____. Purchasing social responsibility and firm performance: The key mediating roles of organizational learning and supplier performance. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 35, n. 3/4, p. 177. 2005.

CARTER, C. R.; CARTER, J. R. Interorganizational determinants of environmental purchasing: Initial evidence from the consumer products industries. **Decision Sciences**, v. 29, n. 3, p. 659. Summer, 1998.

CARTER, C. R.; ELLRAM, L. M.; READY, K. J. Environmental purchasing: Benchmarking our German counterparts. **International Journal of Purchasing and Materials Management**, v. 34, n. 4, p. 28. 1998.

CARTER, C. R.; JENNINGS, M. M. Social responsibility and supply chain relationships. **Transportation Research. Part E, Logistics & Transportation Review**, v. 38E, n. 1, p. 37. Jan, 2002a.

_____. Logistics social responsibility: An integrative framework. **Journal of Business Logistics**, v. 23, n. 1, p. 145. 2002b.

_____. The Role Of Purchasing In Corporate Social Responsibility: A Structural Equation Analysis. **Journal of Business Logistics**, v. 25, n. 1, p. 145. 2004.

CARTER, C. R.; ROGERS, D. S. A framework of sustainable supply chain management: moving toward new theory. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 38, n. 5, p. 360-387. 2008.

CHAN, W. Analyzing Ipsative Data In Psychological Research. **Behaviormetrika**, v. 30, n. 1, p. 99-121. 2003.

CHANDLER, A. D. **Strategy and structure: chapters in the history of the industrial enterprise**. Cambridge: M.I.T. Press, 1962.

CHEN, Y.-S. The Positive Effect of Green Intellectual Capital on Competitive Advantages of Firms. **Journal of Business Ethics**, v. 77, n. 3, p. 271-286. 2008.

CHOO, A. S.; LINDERMAN, K. W.; SCHROEDER, R. G. Method and context perspectives on learning and knowledge creation in quality management. **Journal of Operations Management**, v. 25, n. 4, p. 918. 2007.

CHRISTENSEN, C. M.; JOHNSON, M. W.; RIGBY, D. K. Foundations for Growth: How To Identify and Build Disruptive New Businesses. **Sloan Management Review**, v. 43, n. 3, p. 22-31. Spring, 2002.

CHURCHILL, G. A., JR. A Paradigm for Developing Better Measures of Marketing Constructs. **Journal of Marketing Research**, v. 16, n. 1, p. 64-73. Feb., 1979.

CLARK, K. B. Competing through manufacturing and the new manufacturing paradigm: is manufacturing strategy passé? **Production and Operations Management**, v. 5, n. 1, p. 42-58. 1996.

CLARKE, S.; ROOME, N. Sustainable business: learning - action networks as organizational assets. **Business Strategy and the Environment**, v. 8, n. 5, p. 296-310. 1999.

COATES, T. T.; MCDERMOTT, C. M. An exploratory analysis of new competencies: a resource based view perspective. **Journal of Operations Management**, v. 20, n. 5, p. 435-450. 2002.

COCA-COLA: In Hot Water. **The Economist** October 8th, 2005. Disponível em: <http://www.economist.com/business/displaystory.cfm?story_id=4492835>. Acesso em: July 15, 2008.

COHEN, P.; COHEN, J.; WEST, S. G.; AIKEN, L. S. **Applied Multiple Regression/Correlation Analysis for the Behavioral Sciences**. 3rd. ed. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 2002.

COHEN, W. M.; LEVINTHAL, D. A. Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation. **Administrative Science Quarterly**, v. 35, n. 1, p. 128-152. Mar, 1990.

COLLINS, C. J.; SMITH, K. G. Knowledge Exchange and Combination: The Role of Human Resource Practices in the Performance of High-Technology Firms. **Academy of Management Journal**, v. 49, n. 3, p. 544. 2006.

COLLIS, D. J.; MONTGOMERY, C. A. Competing on resources: strategy in the 1990s. **Harvard Business Review**, v. 73, n. 4, p. 118-128. July-August, 1995.

CONANT, J. S.; MOKWA, M. P.; VARADARAJAN, P. R. Strategic Types, Distinctive Marketing Competencies and Organizational Performance: A Multiple Measures-Based Study. **Strategic Management Journal**, v. 11, n. 5, p. 365. 1990.

CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Agenda 21**. 1992. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/index.cfm?id_estrutura=18&id_conteudo=578>. Últ. acesso em: Oct. 27, 2005.

CONNER, K. R. A historical comparison of resource-based theory and five schools of thought within industrial organization economics: Do we have a new theory of the firm. **Journal of Management**, v. 17, n. 1, p. 121-154. 1991.

CONTADOR, J. C. Campos da Competição. **Revista de Administração de Empresas, São Paulo**, v. 30, n. 1 1995a.

_____. Armas da competição. **Revista de Administração**, v. 30, n. 2 1995b.

COOPER, M. C.; LAMBERT, D. M.; PAGH, J. D. Supply chain management: more than a new name for logistics. **The International Journal of Logistics Management**, v. 8, n. 1, p. 1-14. 1997.

CORBETT, C.; VAN WASSENHOVE, L. Trade-offs? What trade-offs? Competence and competitiveness in manufacturing strategy. **California Management Review**, v. 35, n. 4, p. 107-22. 1993a.

CORBETT, C. J.; KLASSEN, R. D. Extending the Horizons: Environmental Excellence as Key to Improving Operations. **Manufacturing & Service Operations Management**, v. 8, n. 1, p. 5. 2006.

CORBETT, C. J.; VAN WASSENHOVE, L. N. The green fee: Internalizing and operationalizing environmental issues. **California Management Review**, v. 36, n. 1, p. 116. 1993b.

CORBETT, L. M.; WHYBARK, D. C. Searching for the sandcone in the GMRG data. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 21, n. 7, p. 965-980. 2001.

CORNWELL, J. M.; DUNLAP, W. P. On the questionable soundness of factoring ipsative data: a response to Saville & Willson (1991). (response to article by P. Saville and E. Willson, Journal of Occupational Psychology, vol. 64, p. 219, 1991). **Journal of Occupational and Organizational Psychology**, v. 67, n. 2, p. 89-101. 1994.

COSTANZA, R. *et al.* The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, v. 387, n. 6630, p. 253-260. 1997.

COTTON, W. R.; PIELKE, R. A. **Human impacts on weather and climate**. 2nd ed. Cambridge; New York: Cambridge University Press, 2007.

CRONBACH, L. Coefficient alpha and the internal structure of tests. **Psychometrika**, v. 16, n. 3, p. 297. 1951.

CROPPER, M. L.; OATES, W. E. Environmental Economics: A Survey. **Journal of Economic Literature**, v. 30, n. 2, p. 675-740. 1992.

CUNNINGHAM, N. Occupational Health and Safety, Worker Participation and the Mining Industry in a Changing World of Work. **Economic and Industrial Democracy**, v. 29, n. 3, p. 336. 2008.

CUSUMANO, M. A. The Limits of "Lean". **Sloan Management Review**, v. 35, n. 4, p. 27-32. 1994.

DANGAYACH, G. S.; DESHMUKH, S. G. Manufacturing strategy: Literature review and some issues. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 21, n. 7, p. 884. 2001.

DAS, A.; PAGELL, M.; BEHM, M.; VELTRI, A. Toward a theory of the linkages between safety and quality. **Journal of Operations Management**, v. 26, n. 4, p. 521-535. Jul, 2008.

DE TONI, A.; FILIPPINI, R.; FORZA, C. Manufacturing Strategy in Global Markets: An Operations Management Model. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 12, n. 4, p. 7. 1992.

DEMEESTER, L. L.; QI, M. Managing learning resources for consecutive product generations. **International Journal of Production Economics**, v. 95, n. 2, p. 265-283. Feb., 2005.

DIAS, R. **Gestão Ambiental: Responsabilidade Social e Sustentabilidade**. São Paulo: Atlas, 2006.

DILL, W. R. Environment as an Influence on Managerial Autonomy. **Administrative Science Quarterly**, v. 2, n. 4, p. 409-443. Mar, 1958.

DILLMAN, D. A. **Mail and Internet Surveys: The Taylored Design Method**. New York: Wiley, 2000.

DIMAGGIO, P. J.; POWELL, W. W. The iron cage revisited: institutional isomorphism and collective rationality in organizational fields. In: POWELL, W. W.; DIMAGGIO, P. J. (Ed.). **The new institutionalism in organizational analysis**. London: Sage, p.63-82, 1991.

DINATO, M. R. **Produção e Consumo Sustentáveis: o caso da Natura Cosméticos S.A.** (Tese de Doutorado). Escola de Administração/ UFRGS: Porto Alegre, 2006.

DONALDSON, T.; PRESTON, L. E. The Stakeholder Theory of the Corporation: Concepts, Evidence, and Implications. **Academy of Management Review**, v. 20, n. 1, p. 65-91. Jan, 1995.

DONKIN, R. **Sangue, suor e lágrimas - A Evolução do Trabalho**. São Paulo: M. Books, 2003.

DOUCOULIAGOS, H.; LAROCHE, P. Unions and Profits: A Meta-Regression Analysis. **Industrial Relations**, v. 48, n. 1, p. 146. 2009.

DRUCKER, P. F. **Management: tasks, responsibilities, practices**. 1st ed. New York: Harper & Row, 1974.

DUKE, M. **Sustainability Summit - Beijing 2008**. Beijing: Wal-Mart, 2008. Disponível em: <http://walmartstores.com/Sustainability/8685.aspx?p=232>. Últ. acesso em: Oct. 23, 2008.

EDEN, T.; FISCHER, R. A. Studies in Crop Variation. VI. Experiments on the response of the potato to potash and nitrogen. **Journal of Agricultural Science**, v. 19, p. 201-213. 1929.

EDWARDS, J. R.; LAMBERT, L. S. Methods for Integrating Moderation and Mediation: A General Analytical Framework Using Moderated Path Analysis. **Psychological Methods**, v. 12, n. 1, p. 1-22. 2007.

EFRON, B. Better Bootstrap Confidence Intervals. **Journal of the American Statistical Association**, v. 82, n. 397, p. 171-185. 1987.

EFRON, B.; TIBSHIRANI, R. Bootstrap Methods for Standard Errors, Confidence Intervals, and Other Measures of Statistical Accuracy. **Statistical Science**, v. 1, n. 1, p. 54-75. 1986.

EISENHARDT, K. M.; SANTOS, F. M. Knowledge-Based View: A New Theory of Strategy? In: PETTIGREW, A.; THOMAS, H.; WHITTINGTON, R. (Ed.). **Handbook of Strategy and Management**. London: Sage, 2000.

ELGIN, B. Little Green Lies. **BusinessWeek** October 29, 2007. Disponível em: <www.businessweek.com/magazine/content/07_44/b4056001.htm>. Acesso em: Jul 15, 2008.

ELLRAM, L. M. The Supplier Selection Decision in Strategic Partnerships. **International Journal of Purchasing and Materials Management**, v. 26, n. 4, p. 8. 1990.

FAHEY, L.; KING, W. R.; NARAYANAN, V. K. Environmental scanning and forecasting in strategic planning: The state of the art. **Long Range Planning**, v. 14, n. 1, p. 32-39. Feb., 1981.

FERDOWS, K.; DE MEYER, A. Lasting improvements in manufacturing theory: in search of a new theory. **Journal of Operations Management**, v. 9, p. 168–183. 1990.

FERREIRA CARMO, F. D.; GAVRONSKI, I. A JIT Approach to Mass Customization. In: Global POMS. **Anais.** San Francisco, CA, 2002.

FERRER, G.; WHYBARK, D. C. Material planning for a remanufacturing facility. **Production and Operations Management**, v. 10, n. 2, p. 112–124. 2001.

FINE, C. H.; HAX, A. C. Manufacturing Strategy: A Methodology and an Illustration. **Interfaces**, v. 15, n. 6, p. 28-46. Nov-Dec, 1985.

FIOL, C. M.; LYLES, M. A. Organizational learning. **The Academy of Management Review**, v. 10, n. 4, p. 803. Oct, 1985.

FISCHER, P. Canadian Federal Government requirements and support tools for pollution prevention planning. **Journal of Cleaner Production**, v. 14, n. 6-7, p. 629. 2006.

FORD, H.; CROWTHER, S. **Today and tomorrow**. Garden City, N.Y.: Doubleday, Page & Company, 1926.

FOSFURI, A.; TRIBO, J. A. Exploring the antecedents of potential absorptive capacity and its impact on innovation performance. **Omega**, v. 36, n. 2, p. 173. 2008.

FREEMAN, R. E. **Strategic management: a stakeholder approach**. Boston: Pitman, 1984. (Pitman series in business and public policy).

FREEMAN, R. E.; EVAN, W. M. Corporate governance: A stakeholder interpretation. **Journal of Behavioral Economics**, v. 19, n. 4, p. 337-359. 1990.

FRIEDMAN, M. The social responsibility of business is to increase its profits. **New York Times Magazine**, v. 13, n. 1970, p. 32–33. 1970.

FROHLICH, M. T.; DIXON, J. R. A taxonomy of manufacturing strategies revisited. **Journal of Operations Management**, v. 19, n. 5, p. 541-558. Oct, 2001.

FROOMAN, J. Stakeholder Influence Strategies. **Academy of Management Review**, v. 24, n. 2, p. 191-205. 1999.

FRY, J. M.; FRY, T. R. L.; MCLAREN, K. R. Compositional data analysis and zeros in micro data. **Applied Economics**, v. 32, n. 8, p. 953-959. 2000.

GAITHER, N.; FRAZIER, G. **Administração da Produção e Operações**. 8a. ed. São Paulo: Thomson, 2002.

GARVIN, D. A. Manufacturing strategic planning. **California Management Review**, v. 35, n. 4, p. 85-106. Summer, 1993.

_____. Competing on the Eight Dimensions of Quality. **IEEE ENGINEERING MANAGEMENT REVIEW**, v. 24, n. 1, p. 15-23. 1996.

GAVRONSKI, I. **Gestão estratégica de operações sustentáveis: levantamento das empresas brasileiras certificadas na norma NBR ISO 14001**. (Dissertação de mestrado). / UNISINOS: São Leopoldo, 2003.

GAVRONSKI, I.; NASCIMENTO, L. F.; FENSTERSEIFER, J. E. RBV and Capabilities Creation in the Supply Chain: The Case of Environmental Management. In: Seventeenth Annual POMS Conference. **Anais.** Boston, 2006.

GAVRONSKI, I.; PAIVA, E. L.; FERRER, G. Certificação ISO14001: Motivações e Benefícios. Um Estudo de Estratégia de Operações sob a Ótica da Visão Baseada em Recursos. In: XXVII ENANPAD. **Anais.** Atibaia/SP: ANPAD, 2003.

GELMAN, A.; HILL, J. **Data Analysis Using Regression and Multilevel/Hierarquical Models**. Cambridge: Cambridge University Press, 2007. (Analytical Methods for Social Research).

GRAMKOW, F. B. **Análise da estrutura e da estratégia: o caso AGCO do Brasil**. (Dissertação de Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Administração/ Universidade Federal do Rio Grande do Sul: 2002.

GRANT, R. M. The Resource-Based Theory of Competitive Advantage: Implications for Strategy Formulation. **California Management Review**, v. 33, n. 3, p. 114-135. Spring, 1991.

_____. Prospering in dynamically-competitive environments: Organizational capability as knowledge integration. **Organization Science**, v. 7, n. 4, p. 375-387. Jul/Aug, 1996a.

_____. Toward a knowledge-based theory of the firm. **Strategic Management Journal**, v. 17, n. (Special Issue), p. 109-122. Winter, 1996b.

GREEN, K.; MORTON, B.; NEW, S. Green purchasing and supply policies: do they improve companies' environmental performance? **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 3, n. 2, p. 89-95. Jun, 1998.

GREENE, W. H. **Econometric Analysis**. 5th ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2003.

GREWAL, R.; SLOTEGRAAF, R. J. Embeddedness of Organizational Capabilities. **Decision Sciences**, v. 38, n. 3, p. 451-488. 2007.

GUPTA, A. K.; SMITH, K. G.; SHALLEY, C. E. The Interplay Between Exploration And Exploitation. **Academy of Management Journal**, v. 49, n. 4, p. 693. 2006.

HAHN, C. K.; WATTS, C. A.; KIM, K. Y. The supplier development program: a conceptual model. **International Journal of Purchasing and Materials Management**, v. 26, n. 2, p. 2-7. 1990.

HAIR, J. F.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; BLACK, W. C. **Multivariate data analysis**. 5. ed. Upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall, 1998.

_____. **Análise Multivariada de Dados**. 5a. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

HAMBRICK, D. C. Environmental Scanning and Organizational Strategy. **Strategic Management Journal**, v. 3, n. 2, p. 159-174. Apr.-Jun., 1982.

_____. Taxonomic Approaches to Studying Strategy: Some Conceptual and Methodological Issues. **Journal of Management**, v. 10, n. 1, p. 27-41. Apr, 1984.

_____. Foreword to the Classic Edition. In: MILES, R. E.; SNOW, C. C. (Ed.). **Organizational Strategy, Structure, and Process**. Stanford, California: Stanford University Press, p.vii-xiv, 2003. (Stanford Business Classics).

HAMILTON, C. **Growth Fetish**. London: Allen & Unwin, 2003.

HANDFIELD, R.; SROUFE, R.; WALTON, S. Integrating environmental management and supply chain strategies. **Business Strategy and the Environment**, v. 14, n. 1, p. 1. Jan/Feb, 2005.

HANDFIELD, R. B.; KRAUSE, D. R.; SCANNELL, T. V.; MONCZKA, R. M. Avoid the pitfalls in supplier development. **Sloan Management Review**, v. 41, n. 2, p. 37-49. Winter, 2000.

HANSON, K. O.; WEISS, S. **Merck & Co., Inc.: Addressing Third-World Needs (A)**. Case #9-991-021: Harvard Business School Press, 1991a.

_____. **Merck & Co., Inc.: Addressing Third-World Needs (B)**. Case #9-991-022: Harvard Business School Press, 1991b.

_____. **Merck & Co., Inc.: Addressing Third-World Needs (C)**. Case #9-991-023: Harvard Business School Press, 1991c.

_____. **Merck & Co., Inc.: Addressing Third-World Needs (D)**. Case #9-991-024: Harvard Business School Press, 1991d.

HARDIN, G. The Tragedy of the Commons. **Science**, v. 162, n. 3859, p. 1243-1248. December 13, 1968, 1968.

HART, S. L. A natural-resource-based view of the firm. **Academy of Management. The Academy of Management Review**, v. 20, n. 4, p. 986-1014. October, 1995.

_____. Beyond greening: Strategies for a sustainable world. **Harvard Business Review**, v. 75, n. 1, p. 66-76. Jan/Feb, 1997.

HARVEY, C.; DENTON, J. To Come of Age: The Antecedents of Organizational Learning. **Journal of Management Studies**, v. 36, n. 7, p. 897-918. 1999.

HAWAWINI, G.; SUBRAMANIAN, V.; VERDIN, P. Is performance driven by industry-or firm-specific factors? A new look at the evidence. **Strategic Management Journal**, v. 24, n. 1, p. 1-16. 2003.

HAYES, R. H.; UPTON, D. M. Operations-based strategy. **California Management Review**, v. 40, n. 4, p. 8-25. Summer, 1998.

HAYES, R. H.; UPTON, D. M.; PISANO, G.; WHEELWRIGHT, S. C. **Produção, Estratégia e Tecnologia: Em Busca da Vantagem Competitiva**. Porto Alegre: Bookman, 2008.

HAYES, R. H.; WHEELWRIGHT, S. C. Link Manufacturing and Process and Product Life Cycles. **Harvard Business Review**, v. 57, n. 1, p. 133–140. Jan-Feb, 1979.

HE, Z.-L.; WONG, P.-K. Exploration vs. Exploitation: An Empirical Test of the Ambidexterity Hypothesis. **ORGANIZATION SCIENCE**, v. 15, n. 4, p. 481-494. July 1, 2004, 2004.

HENRIQUES, I.; SADORSKY, P. The Relationship Between Environmental Commitment And Managerial Perceptions Of Stakeholder Importance. **Academy of Management Journal**, v. 42, n. 1, p. 87-99. Feb, 1999.

HERZBERG, F. One More Time: How Do You Motivate Employees? **Harvard Business Review**, v. 81, n. 1, p. 87-96. 2003.

HILL, M. K. **Understanding Environmental Pollution**. 2nd ed. New York: Cambridge University Press, 2004.

HILL, T. **Manufacturing strategy: text and cases**. Homewood, IL: Irwin, 1989.

HOTELLING, H. The Economics of Exhaustible Resources. **The Journal of Political Economy**, v. 39, n. 2, p. 137-175. Apr., 1931.

HOYT, D. **Unsafe for Children: Mattel's Toy Recalls and Supply Chain Management**. Case #9-GS-63: Harvard Business School Publishing, 2008.

HUANG, X.; KRISTAL, M. M.; SCHROEDER, R. G. Linking learning and effective process implementation to mass customization capability. **Journal of Operations Management**, v. 26, n. 6, p. 714-729. Nov, 2008.

HUBER, G. P. Organizational Learning: The Contributing Processes and the Literatures. **Organization Science**, v. 2, n. 1, p. 88-115. 1991.

HULL, C. E.; ROTHENBERG, S. Firm performance: the interactions of corporate social performance with innovation and industry differentiation. **Strategic Management Journal**, v. 29, n. 7, p. 781-789. 2008.

HUSON, M.; NANDA, D. The impact of just-in-time manufacturing on firm performance in the US. **Journal of Operations Management**, v. 12, n. 3-4, p. 297-310. June, 1995.

JENNINGS, D. F.; LUMPKIN, J. R. Insights between environmental scanning activities and Porter's generic strategies: an empirical analysis. **Journal of Management**, v. 18, n. 4, p. 791-803. 1992.

JEVONS, W. S. **The Theory of Political Economy**. London: Macmillan and Co., [1871] 1888.

JIMÉNEZ, J. D. B.; LORENTE, J. J. C. Environmental performance as an operations objective. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 21, n. 12, p. 1553-1572. 2001.

JÖRESKOG, K. A general approach to confirmatory maximum likelihood factor analysis. **Psychometrika**, v. 34, n. 2, p. 183-202. Jun, 1969.

Just good business.(corporate social responsibility). **The Economist**, v. 386, n. 8563, p.4. Jan 19, 2008. Disponível em: <http://find.galegroup.com/itx/infomark.do?&contentSet=IAC-Documents&type=retrieve&tabID=T003&prodId=AONE&docId=A173532663&source=gale&srcprod=AONE&userGroupName=lond95336&version=1.0 >. Acesso em: Dec. 21.

KATHURIA, R. Competitive priorities and managerial performance: a taxonomy of small manufacturers. **Journal of Operations Management**, v. 18, n. 6, p. 627-641. 2000.

KETOKIVI, M. A.; SCHROEDER, R. G. Perceptual measures of performance: fact or fiction? **Journal of Operations Management**, v. 22, n. 3, p. 247. 2004.

KHAZANCHI, S.; LEWIS, M. W.; BOYER, K. K. Innovation-supportive culture: The impact of organizational values on process innovation. **Journal of Operations Management**, v. 25, n. 4, p. 871-884. June, 2007.

KING, A. A.; LENOX, M. J. Industry Self-Regulation without Sanctions: The Chemical Industry's Responsible Care Program. **The Academy of Management Journal**, v. 43, n. 4, p. 698. 2000.

_____. Lean and green? An empirical examination of the relationship between lean production and environmental performance. **Production and Operations Management**, v. 10, n. 3, p. 244-256. 2001.

_____. Exploring the Locus of Profitable Pollution Reduction. **Management Science**, v. 48, n. 2, p. 289-299. 2002.

KIRK, R. The Old Future Is Gone. **Forbes.com** January 4, 2008. Disponível em: <http://www.forbes.com/2008/01/04/environment-kirk-corporate-lead-citizen-cx_rk_0104sustainability_print.html>. Acesso em: May 19, 2008.

KISH, L. **Survey sampling**. New York: John Wiley, 1965.

KLASSEN, R. D. The integration of environmental issues into manufacturing: towards an open-systems model. **Production and Inventory Management Journal**, v. 34, n. 1, p. 82-88. First Quarter, 1993.

_____. Exploring the linkage between investment in manufacturing and environmental technologies. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 20, n. 2, p. 127-147. 2000a.

_____. Just-in-time manufacturing and pollution prevention generate mutual benefits in the furniture industry. **Interfaces**, v. 30, n. 3, p. 95. May/Jun, 2000b.

KLASSEN, R. D.; MCLAUGHLIN, C. P. The Impact of Environmental Management on Firm Performance. **Management Science**, v. 42, n. 8, p. 1199-1214. 1996.

KLASSEN, R. D.; VACHON, S. Collaboration and evaluation in the supply chain: the impact on plant-level environmental investment. **Production and Operations Management**, v. 12, n. 3, p. 336. 2003.

KLASSEN, R. D.; WHYBARK, D. C. Environmental management in operations: The selection of environmental technologies. **Decision Sciences**, v. 30, n. 3, p. 601-631. Summer, 1999a.

_____. The impact of environmental technologies on manufacturing performance. **Academy of Management Journal**, v. 42, n. 6, p. 599-615. December, 1999b.

KLEINDORFER, P. R.; SINGHAL, K.; VAN WASSENHOVE, L. N. Sustainable Operations Management. **Production and Operations Management**, v. 14, n. 4, p. 482. 2005.

KOGUT, B.; ZANDER, U. Knowledge of the Firm, Combinative Capabilities, and the Replication of Technology. **Organization Science**, v. 3, n. 3, p. 383-397. 1992.

KONTOGHIORGHES, C.; AWBRE, S. M.; FEURIG, P. L. Examining the relationship between learning organization characteristics and change adaptation, innovation, and organizational performance. **Human Resource Development Quarterly**, v. 16, n. 2, p. 185 - 212. Summer, 2005.

KORZENIEWICZ, M. Commodity Chains and Marketing Strategies: Nike and the Global Athletic Footwear Industry. In: GEREFFI, G.; KORZENIEWICZ, M. (Ed.). **Commodity chains and global capitalism**. Westport, Conn.: Praeger, p.247-266, 1994.

KRABBE, P. F. M. Thurstone Scaling as a Measurement Method to Quantify Subjective Health Outcomes. **Medical Care April**, v. 46, n. 4, p. 357-365. 2008.

KRAUSE, D. R.; ELLRAM, L. M. Critical elements of supplier development: The buying-firm perspective. **European Journal of Purchasing & Supply Management**, v. 3, n. 1, p. 21. 1997.

KRAUSE, D. R.; HANDFIELD, R. B.; SCANNELL, T. V. An empirical investigation of supplier development: reactive and strategic processes. **Journal of Operations Management**, v. 17, n. 1, p. 39-58. 1998.

LAMBERT, A. J. D.; BOONS, F. A. Eco-industrial parks: stimulating sustainable development in mixed industrial parks. **Technovation**, v. 22, n. 8, p. 471. 2002.

LAMBERT, D. M.; COOPER, M. C. Issues in supply chain management. **Industrial Marketing Management**, v. 29, n. 1, p. 65-83. 2000.

LAMBERT, D. M.; COOPER, M. C.; PAGH, J. D. Supply chain management: implementation issues and research opportunities. **International Journal of Logistics Management**, v. 9, n. 2, p. 1-19. 1998.

LAPRÉ, M. A.; MUKHERJEE, A. S.; VAN WASSENHOVE, L. N. Behind the Learning Curve: Linking Learning Activities to Waste Reduction. **Management Science**, v. 46, n. 5, p. 597-611. May, 2000.

LEE, N.; CASON, J. Automobile Commodity Chains in the NICs: A Comparison of South Korea, Mexico, and Brazil. In: GEREFFI, G.; KORZENIEWICZ, M. (Ed.). **Commodity chains and global capitalism**. Westport, Conn.: Praeger, p.223-244, 1994.

LENOX, M.; KING, A. Prospects for developing absorptive capacity through internal information provision. **Strategic Management Journal**, v. 25, n. 4, p. 331-345. 2004.

LEONG, G. K.; SNYDER, D. L.; WARD, P. T. Research in the process and content of manufacturing strategy. **Omega**, v. 18, n. 2, p. 109. 1990.

LEVIN, D. Z. Organizational learning and the transfer of knowledge: An investigation of quality improvement. **Organization Science**, v. 11, n. 6, p. 630-647. Dec., 2000.

LEVITT, B.; MARCH, J. G. Organizational Learning. **Annual Review of Sociology**, v. 14, p. 319. 1988.

LEVITT, T. Production-Line Approach to Service. **Harvard Business Review**, v. 50, n. 5, p. 41-52. 1972.

LINDEN, G.; KRAEMER, K. L.; DEDRICK, J. **Who Captures Value in a Global Innovation System? The case of Apple's iPod**. Irvine, Calif.: Personal Computing Industry Center (PCIC), University of California Irvine, 2007. Disponível em: <http://pcic.merage.uci.edu/papers/2007/AppleiPod.pdf>. Últ. acesso em: Aug. 28, 2008.

LINDERMAN, K.; SCHROEDER, R. G.; ZAHEER, S.; LIEDTKE, C.; CHOO, A. S. Integrating quality management practices with knowledge creation processes. **Journal of Operations Management**, v. 22, n. 6, p. 589. 2004.

LLOYD, C.; JAMES, S. Too much pressure? Retailer power and occupational health and safety in the food processing industry. **Work, Employment & Society**, v. 22, n. 4, p. 713. 2008.

LOMBORG, B. **The skeptical environmentalist: measuring the real state of the world**. Cambridge; New York: Cambridge University Press, 2001.

LOPEZ, I. V. **O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo - MDL: guia de orientação**. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 2002.

LUKAS, B. A.; HULT, G. T. M.; FERRELL, O. C. A theoretical perspective of the antecedents and consequences of organizational learning in marketing channels. **Journal of Business Research**, v. 36, n. 3, p. 233-244. 1996.

MAKADOK, R.; BARNEY, J. B. Strategic Factor Market Intelligence: An Application of Information Economics to Strategy Formulation and Competitor Intelligence. **Management Science**, v. 47, n. 12, p. 1621. 2001.

MALHOTRA, M. K.; GROVER, V. An assessment of survey research in POM: from constructs to theory. **Journal of Operations Management**, v. 16, n. 4, p. 407. 1998.

MARCH, J. G. Exploration and Exploitation in Organizational Learning. **Organization Science**, v. 2, n. 1, p. 71-87. February, 1991.

MARTÍN-FERNÁNDEZ, J. A.; BARCELÓ-VIDAL, C.; PAWLOWSKY-GLAHN, V. Dealing with Zeros and Missing Values in Compositional Data Sets Using Nonparametric Imputation. **Mathematical Geology**, v. 35, n. 3, p. 253-278. 2003.

MARTÍN-FERNÁNDEZ, J. A.; THIÓ-HENESTROSA, S. Rounded zeros: some practical aspects for compositional data. In: GEOLOGICAL SOCIETY (Ed.). **Compositional Data Analysis in the Geosciences: from Theory to Practice**. London: Special publications, v.264, p.191-201, 2006.

MAVROPOULOS, E. **A hidroxiapatita como absorvedor de metais**. (Dissertação de Mestrado). Escola Nacional de Saúde Pública/ Fundação Oswaldo Cruz: Rio de Janeiro, 1999.

MAYDEU-OLIVARES, A.; BOCKENHOLT, U. Structural Equation Modeling of Paired-Comparison and Ranking Data. **Psychological Methods**, v. 10, n. 3, p. 285-304. 2005.

MAYDEU-OLIVARES, A.; HERNÁNDEZ, A. Identification and Small Sample Estimation of Thurstone's Unrestricted Model for Paired Comparisons Data. **Multivariate Behavioral Research**, v. 42, n. 2, p. 323 - 347. 2007.

MCWILLIAMS, A.; SIEGEL, D. Corporate Social Responsibility and Financial Performance: Correlation or Misspecification? **Strategic Management Journal**, v. 21, n. 5, p. 603-609. 2000.

MEADE, A. W. Psychometric problems and issues involved with creating and using ipsative measures for selection.(employee selection). **Journal of Occupational and Organizational Psychology**, v. 77, n. 4, p. 531-552. 2004.

MEADOWS, D. H.; MEADOWS, D. L.; RANDERS, J.; BEHRENS, W. W., III. **Limits to growth**. United States: Potomac Associates,Washington, DC, 1972.

MENGER, C. **Principles of Economics**. New York: New York University, [1871] 1976.

MENOR, L. J.; KRISTAL, M. M.; ROSENZWEIG, E. D. Examining the Influence of Operational Intellectual Capital on Capabilities and Performance. **MANUFACTURING SERVICE OPERATIONS MANAGEMENT**, v. 9, n. 4, p. 559-578. January 1, 2007, 2007.

MILES, R. E.; SNOW, C. C. **Organisational Strategy, Structure and Process**. New York: McGraw-Hill, 1978a.

_____. Organisational Strategy, Structure and Process. **The Academy of Management Review**, v. 3, p. 546-62. 1978b.

MILL, J. S. **Principles of Political Economy**. 7th ed. London: Longmans, Green and Co., [1848] 1909.

MILLER, D. Configurations of Strategy and Structure: Towards a Synthesis. **Strategic Management Journal**, v. 7, n. 3, p. 233-249. May/Jun, 1986.

_____. The Genesis of Configuration. **Academy of Management Review**, v. 12, n. 4, p. 686-701. Oct., 1987.

MILLER, J. G.; ROTH, A. V. A taxonomy of manufacturing strategies. **Management Science**, v. 40, n. 3, p. 285-304. Mar, 1994.

MINOR, E. D., III; HENSLEY, R. L.; WOOD, D. R., JR. A review of empirical manufacturing strategy studies. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 14, n. 1, p. 5. 1994.

MINTZBERG, H. **The rise and fall of strategic planning: reconceiving roles for planning, plans, planners**. New York: Free Press, 1994.

MODI, S. B.; MABERT, V. A. Supplier development: Improving supplier performance through knowledge transfer. **Journal of Operations Management**, v. 25, n. 1, p. 42. 2007.

MOLINA, L. M.; LLORENS-MONTES, J.; RUIZ-MORENO, A. Relationship between quality management practices and knowledge transfer. **Journal of Operations Management**, v. 25, n. 3, p. 682-701. April, 2007.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999.

MORGAN, R. M.; HUNT, S. D. The commitment-trust theory of relationship marketing. **Journal of Marketing**, v. 58, n. 3, p. 20. Jul, 1994.

MORRISON, J. L. Environmental scanning. In: WHITELY, M. A.; PORTER, J. D.; FENSKE, R. H. (Ed.). **A primer for new institutional researchers**. Tallahassee, Florida: The Association for Institutional Research, p.86-99, 1992. Disponível em: <http://horizon.unc.edu/courses/papers/enviroscan/>.

MÜLLER, M.; SIEBENHÜNER, B. Policy instruments for sustainability-oriented organizational learning. **Business Strategy and the Environment**, v. 16, n. 3, p. 232-245. 2007.

NAGEL, M. H. Managing the environmental performance of production facilities in the electronics industry: more than application of the concept of cleaner production. **Journal of Cleaner Production**, v. 11, n. 1, p. 11. 2003.

NASCIMENTO, L. F. M.; LEMOS, Â. D. D. C.; MELLO, M. C. A. D. **Gestão Socioambiental Estratégica**. Porto Alegre: Bookman, 2008.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (U.S.). COMMISSION ON GEOSCIENCES ENVIRONMENT AND RESOURCES. **Valuing Ground Water: Economic Concepts and Approaches**. Washington, D.C.: National Academy Press, 1997.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (U.S.). COMMITTEE ON ASSESSING AND VALUING THE SERVICES OF AQUATIC AND RELATED TERRESTRIAL ECOSYSTEMS. **Valuing ecosystem services: toward better environmental decision-making**. Washington, D.C.: National Academies Press, 2005.

NELSON, R. R.; WINTER, S. G. **An evolutionary theory of economic change**. Cambridge, Mass.: Belknap Press of Harvard University Press, 1982.

NONAKA, I. A Dynamic Theory of Organizational Knowledge Creation. **Organization Science**, v. 5, n. 1, p. 14-37. Feb., 1994.

NORTH, D. C. **Institutions, institutional change and economic performance**. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1990.

OECD. **Environmental Strategy**. Paris: OECD, 2004.

OHNO, T. **Toyota production system: beyond large-scale production**. Cambridge, Mass.: Productivity Press, 1988.

_____. **O Sistema Toyota de Produção: Além da Produção em Larga Escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.

OLIVIER, J. G. J. *et al.* **Description of EDGAR Version 2.0. A set of global emission inventories of greenhouse gases and ozone-depleting substances for all anthropogenic and most natural sources on a per country base and on 1ºx1º grid**. Bilthoven: National Institute of Public Health and the Environment (RIVM), 1996.

PAGELL, M.; MELNYK, S. A.; HANDFIELD, R. Do Trade-offs Exist in Operations Strategy? Insights from the Stamping Die Industry. **Business Horizons**, v. 43, n. 3, p. 69–77. 2000.

PAINE, L. S.; MOLDOVEANU, M. C. **Royal Dutch/Shell in Nigeria (A)**. Case #9-399-126: Harvard Business School Press, 1999a.

_____. **Royal Dutch/Shell in Nigeria (B)**. Case #9-399-127: Harvard Business School Press, 1999b.

PAIVA, E. L.; CARVALHO JR., J. M. D.; FENSTERSEIFER, J. E. **Estratégia de Produção e de Operações**. Porto Alegre: Bookman, 2004.

PAIVA, E. L.; ROTH, A. V.; FENSTERSEIFER, J. E. Focusing information in manufacturing: A knowledge management perspective. **Industrial Management + Data Systems**, v. 102, n. 7, p. 381. 2002.

_____. Organizational knowledge and the manufacturing strategy process: A resource-based view analysis. **Journal of Operations Management**, v. 26, p. 115-132. 2008.

PALAREA-ALBALADEJO, J.; MARTÍN-FERNÁNDEZ, J.; GÓMEZ-GARCÍA, J. A Parametric Approach for Dealing with Compositional Rounded Zeros. **Mathematical Geology**, v. 39, n. 7, p. 625-645. 2007.

PALAREA-ALBALADEJO, J.; MARTÍN-FERNÁNDEZ, J. A. A modified EM alr-algorithm for replacing rounded zeros in compositional data sets. **Computers & Geosciences**, v. 34, n. 8, p. 902-917. 2008.

PARNELL, J. A. New Evidence in the Generic Strategy and Business Performance Debate: A Research Note. **British Journal of Management**, v. 8, n. 2, p. 175-181. 1997.

_____. Sustainable strategic management: construct, parameters, research directions. **International Journal of Sustainable Strategic Management**, v. 1, n. 1, p. 35. 2008.

PARRY, M. L.; INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. WORKING GROUP II. **Climate change 2007: impacts, adaptation and vulnerability: contribution of Working Group II to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Cambridge, U.K.; New York: Cambridge University Press, 2007.

PAULI, G. A. **Upsizing: the road to zero emissions; more jobs, more income and no pollution**. Sheffield: Greenleaf, 1998.

PERIN, M. G.; SAMPAIO, C. H.; DUHÁ, A. H.; BITENCOURT, C. C. Processo de aprendizagem organizacional e desempenho empresarial: o caso da indústria eletroeletrônica no Brasil. **RAE eletrônica**, v. 5, n. 2 Jul./Dec., 2006.

PHILLIPS, R.; FREEMAN, R. E.; WICKS, A. C. What Stakeholder Theory is Not. **Business Ethics Quarterly**, v. 13, n. 4, p. 479-502. 2003.

PIL, F. K.; ROTHENBERG, S. Environmental performance as a driver of superior quality. **Production and Operations Management**, v. 12, n. 3, p. 404. 2003.

POESCHE, J. Agile manufacturing strategy and business ethics. **Journal of Business Ethics**, v. 38, n. 4, p. 307. 2002.

PORTER, M. E. **Competitive strategy: techniques for analyzing industries and competitors**. New York: Free Press, 1980.

_____. **Competitive advantage: creating and sustaining superior performance**. New York: Free Press, 1985.

_____. What is Strategy? **Harvard Business Review**, v. 74, n. 6, p. 61-80. 1996.

PORTER, M. E.; KRAMER, M. R. Philanthropy's New Agenda: Creating Value. **Harvard Business Review**, v. 77, p. 121-131. 1999.

_____. The Competitive Advantage of Corporate Philanthropy. **Harvard Business Review**, v. 80, n. 12, p. 56-68. 2002.

_____. Strategy and society: the link between competitive advantage and corporate social responsibility. **Harvard Business Review**, v. 84, n. 12, p. 78-92. 2006.

PORTER, M. E.; VAN DER LINDE, C. Green and competitive: Ending the stalemate. **Harvard Business Review**, v. 73, n. 5, p. 120-133. Sep, 1995.

POWELL, W. W.; KOPUT, K. W.; SMITH-DOERR, L. Interorganizational collaboration and the locus of innovation: Networks of learning in biotechnology. **Administrative Science Quarterly**, v. 41, n. 1, p. 116. 1996.

PRAHALAD, C. K. **The fortune at the bottom of the pyramid**. Upper Saddle River, NJ: Wharton School Publishing, 2005.

PRAHALAD, C. K.; HAMEL, G. The core competence of the corporation. **Harvard Business Review**, v. 68, n. 3, p. 79-91. May/June, 1990.

PRESTON, L. E.; SAPIENZA, H. J. Stakeholder management and corporate performance. **Journal of Behavioral Economics**, v. 19, n. 4, p. 361-375. 1990.

PREUSS, L. A reluctant stakeholder? On the perception of corporate social responsibility among European trade unions. **Business Ethics**, v. 17, n. 2, p. 149. 2008.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2007. Disponível em: <http://www.R-project.org>. Últ. acesso em: 20 Nov. 2007.

RICARDO, D. **On the Principles of Political Economy and Taxation**. 3rd ed. London: John Murray, [1817] 1821.

RITZMAN, L. P.; KRAJEWSKI, L. J. **Administração da Produção e Operações**. São Paulo: Prentice-Hall, 2004.

ROTHENBERG, S.; PIL, F. K.; MAXWELL, J. Lean, green, and the quest for superior environmental performance. **Production and Operations Management**, v. 10, n. 3, p. 228. 2001.

ROTHENBERG, S.; ZYGLIDOPOULOS, S. C. Determinants of environmental innovation adoption in the printing industry: the importance of task environment. **Business Strategy and the Environment**, v. 16, n. 1, p. 39-49. 2007.

SAFIZADEH, M. H.; RITZMAN, L. P.; SHARMA, D.; WOOD, C. An Empirical Analysis of the Product-Process Matrix. **Management Science**, v. 42, n. 11, p. 1576-1591. Nov, 1996.

SAKO, M. Supplier development at Honda, Nissan and Toyota: comparative case studies of organizational capability enhancement. **Ind Corp Change**, v. 13, n. 2, p. 281-308. April 1, 2004, 2004.

SARKIS, J. Manufacturing strategy and environmental consciousness. **Technovation**, v. 15, n. 2, p. 79. Mar, 1995.

_____. Manufacturing's role in corporate environmental sustainability: Concerns for the new millennium. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 21, n. 5/6, p. 666. 2001.

SARKIS, J.; RASHEED, A. Greening the manufacturing function. **Business Horizons**, v. 38, n. 5, p. 17. Sep, 1995.

SCHEIN, E. H. **Organizational culture and leadership**. 2nd ed. San Francisco: Jossey-Bass, 1992.

SCHMENNER, R. W.; SWINK, M. L. On theory in operations management. **Journal of Operations Management**, v. 17, n. 1, p. 97-113. December, 1998.

SCHROEDER, R. G.; BATES, K. A.; JUNTTILA, M. A. A resource-based view of manufacturing strategy and the relationship to manufacturing performance. **Strategic Management Journal**, v. 23, n. 2, p. 105-117. 2002.

SCHUMPETER, J. A. **Capitalismo, socialismo e democracia**. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 1961.

SEURING, S.; SARKIS, J.; MÜLLER, M.; RAO, P. Sustainability and supply chain management – An introduction to the special issue. **Journal of Cleaner Production**, v. 16, n. 15, p. 1545-1551. 2008.

SHIKLOMANOV, I. A. **World Water Resources And Their Use**. UNESCO, 1999. Disponível em: <http://webworld.unesco.org/water/ihp/db/shiklomanov/>. Últ. acesso em: July 20 2008.

SHINGO, S. **Sistemas de Produção com Estoque Zero: O Sistema Shingo para Melhorias Contínuas**. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SHRIVASTAVA, P. Environmental technologies and competitive advantage. **Strategic Management Journal**, v. 16, p. 183-200. Summer, 1995.

SIEBENHÜNER, B.; ARNOLD, M. Organizational learning to manage sustainable development. **Business Strategy and the Environment**, v. 16, n. 5, p. 339-353. 2007.

SKINNER, W. Manufacturing–missing link in corporate strategy. **Harvard Business Review**, v. 47, n. 3, p. 136-145. 1969.

_____. The focused factory. **Harvard Business Review**, v. 52, n. 3, p. 113-121. 1974.

_____. Missing the links in manufacturing strategy. In: VOSS, C. A. (Ed.). **Manufacturing Strategy: Process and Content**. London: Chapman & Hall, p.13-25, 1992.

_____. Manufacturing Strategy on the "S" Curve. **Production & Operations Management**, v. 5, n. 1, p. 3-14. 1996.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSON, R. **Administração da Produção**. 2a. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SLATER, S. F.; NARVER, J. C. Market Orientation and the Learning Organization. **Journal of Marketing**, v. 59, n. 3, p. 63-74. Jul., 1995.

SLOAN, A. P. **Meus Anos com a General Motors**. São Paulo: Negócio, 2001.

SMITH, A. **Investigação sobre a natureza e a causa da riqueza das nações**. São Paulo: Abril Cultural, [1776] 1983. (Os Economistas).

SOLOW, R. An almost practical step toward sustainability. **Resources Policy**, v. 19, n. 3, p. 162-172. Sep., 1993.

SOLOW, R. M. Intergenerational Equity and Exhaustible Resources. **The Review of Economic Studies**, v. 41, p. 29-45. 1974a.

_____. The Economics of Resources or the Resources of Economics. **The American Economic Review**, v. 64, n. 2, p. 1-14. 1974b.

_____. On the Intergenerational Allocation of Natural Resources. **The Scandinavian Journal of Economics**, v. 88, n. 1, p. 141-149. Mar., 1986.

SOLOW, R. M.; JOHN, B. T. A. M. W. Chapter 9 Neoclassical growth theory. In. **Handbook of Macroeconomics**: Elsevier, v.1, part 1, p.637-667, 1999. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/B7P5X-4FD73BS-D/2/7ef5ec5de9b909792a8d7d4269603a76 >. Acesso em: Nov. 18, 2008.

STALK, G. J. Time - The Next Source of Competitive Advantage. **Harvard Business Review**, p. 41-51. July-August, 1988.

STERN, N. H.; GREAT BRITAIN TREASURY. **The economics of climate change: the Stern review**. Cambridge, UK; New York: Cambridge University Press, 2007.

STINE, R. An Introduction to Bootstrap Methods: Examples and Ideas. **Sociological Methods & Research**, v. 18, n. 2-3, p. 243-291. Nov, 1989.

SUTCLIFFE, K. M.; HUBER, G. P. Firm and industry as determinants of executive perceptions of the environment. **Strategic Management Journal**, v. 19, n. 8, p. 793. Aug, 1998.

SWINK, M.; WAY, M. H. Manufacturing strategy: Propositions, current research, renewed directions. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 15, n. 7, p. 4. 1995.

TACHIZAWA, T.; ANDRADE, R. O. B. **Gestão socioambiental: estratégias na nova era da sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

TAPLIN, I. M. Strategic Orientation of U.S. Apparel Firms. In: GEREFFI, G.; KORZENIEWICZ, M. (Ed.). **Commodity chains and global capitalism**. Westport, Conn.: Praeger, p.205-222, 1994.

TEECE, D. J.; PISANO, G.; SHUEN, A. Dynamic capabilities and strategic management. **Strategic Management Journal**, v. 18, n. 7, p. 509-533. 1997.

TERWIESCH, C.; E. BOHN, R. Learning and process improvement during production ramp-up. **International Journal of Production Economics**, v. 70, n. 1, p. 1-19. Mar., 2001.

TRAIN, K. E. **Discrete Choice Methods with Simulation**. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2003.

TRUJILLO-ORTIZ, A.; HERNANDEZ-WALLS, R.; CASTRO-PEREZ, A.; BARBA-ROJO, K.; OTERO-LIMON, A. **kmo: Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy. A MATLAB file.**, 2006. Disponível em: <http://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/loadFile.do?objectId=12736>. Últ. acesso em: Feb 16, 2009.

TU, Q.; VONBEREMBSE, M. A.; RAGU-NATHAN, T. S. The impact of time-based manufacturing practices on mass customization and value to customer. **Journal of Operations Management**, v. 19, n. 2, p. 201-217. February, 2001.

TU, Q.; VONDEREMBSE, M. A.; RAGU-NATHAN, T. S.; SHARKEY, T. W. Absorptive capacity: Enhancing the assimilation of time-based manufacturing practices. **Journal of Operations Management**, v. 24, n. 5, p. 692-710. September, 2006.

TUSHMAN, M.; ANDERSON, P. Technological Discontinuities and Organizational Environments. **Administrative Science Quarterly**, v. 31, n. 3, p. 439-465. Sep., 1986.

TUSHMAN, M. L.; O'REILLY, C. A., III. Ambidextrous organizations: Managing evolutionary and revolutionary change. **California Management Review**, v. 38, n. 4, p. 8-30. Summer, 1996.

TYRE, M. J.; HAUPTMAN, O. Effectiveness of Organizational Responses to Technological Change in the Production Process. **Organization Science**, v. 3, n. 3, p. 301-320. 1992.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. **Cleaner Production in Latin America and the Caribbean**. Paris: United Nations, 2002.

_____. **Global environment outlook: environment for development, GEO 4**. Nairobi, Kenya, London: United Nations Environment Programme, 2007.

UPTON, D. M.; KIM, B. Alternative methods of learning and process improvement in manufacturing. **Journal of Operations Management**, v. 16, n. 1, p. 1-20. 1998.

VACHON, S.; KLASSEN, R. D. Green project partnership in the supply chain: the case of the package printing industry. **Journal of Cleaner Production**, v. 14, n. 6-7, p. 661. 2006a.

_____. Extending green practices across the supply chain. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 26, n. 7, p. 795. 2006b.

VARIAN, H. R. An iPod Has Global Value. Ask the (Many) Countries That Make It. **The New York Times**. New York 2007.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamiento y Lenguage**. Buenos Aires: La Pleyade, 1981.

WADDOCK, S. A.; GRAVES, S. The Corporate Social Performance-Financial Performance Link. **Strategic Management Journal**, v. 18, n. 4, p. 303-319. 1997.

WALRAS, L. **Compêndio dos Elementos de Economia Política Pura**. São Paulo: Nova Cultural, [1874] 1996. (Os Economistas).

WERNERFELT, B. A Resource-based View of the Firm. **Strategic Management Journal**, v. 5, n. 2, p. 171-180. Apr-Jun, 1984.

WHEELER, D.; WORLD BANK. **Greening Industry: New Roles for Communities, Markets, and Governments**. New York: Oxford University Press, 1999.

WHEELWRIGHT, S. C. Reflecting corporate strategy in manufacturing decisions. **Business Horizons**, v. 21, n. 1, p. 57-66. 1978.

_____. Manufacturing Strategy: Defining the Missing Link. **Strategic Management Journal**, v. 5, n. 1, p. 77-91. Jan/Mar, 1984.

WHEELWRIGHT, S. C.; HAYES, R. H. Competing Through Manufacturing. **Harvard Business Review**, v. 63, n. 1, p. 99-109. Jan/Feb, 1985.

WHITELAW, K. **ISO 14001 environmental systems handbook**. 2nd ed. Amsterdam; Boston: Elsevier/Butterworth Heinemann, 2004.

WHYBARK, D. C. GMRG Survey Research in Operations Management. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 17, n. 7, p. 686-696. 1997.

WILLIAMSON, O. E. Transaction-Cost Economics: The Governance of Contractual Relations. **Journal of Law and Economics**, v. 22, n. 2, p. 233-261. 1979.

_____. The Economics of Organization: The Transaction Cost Approach. **American Journal of Sociology**, v. 87, n. 3, p. 548. 1981.

_____. Comparative Economic Organization: The Analysis of Discrete Structural Alternatives. **Administrative Science Quarterly**, v. 36, n. 2 1991.

WILLIANDER, M. Absorptive capacity and interpretation system's impact when ‘going green’: an empirical study of Ford, Volvo cars and Toyota. **Business Strategy and the Environment**, v. 16, n. 3, p. 202-213. 2007.

WILSON, E. J. The relative importance of supplier selection criteria: A review and update. **International Journal of Purchasing and Materials Management**, v. 30, n. 3, p. 35. 1994.

WINSTON, A. Wal-Mart's New Sustainability Mandate in China. **BusinessWeek** Oct. 28, 2008, 2008. Disponível em: <http://www.businessweek.com/managing/content/oct2008/ca20081028_632455.htm>. Acesso em: Nov 07, 2008.

WOLNIK, C.; FISCHER, P. Advancing pollution prevention and cleaner production - Canada's contribution. **Journal of Cleaner Production**, v. 14, n. 6-7, p. 539. 2006.

WOMACK, J. P. **A Máquina que Mudou o Mundo**. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **The machine that changed the world**. New York: Rawson Associates, 1990.

WOOD, G.; GLAISTER, K. Union power and new managerial strategies: the case of South Africa. **Employee Relations**, v. 30, n. 4, p. 436. 2008.

WOODWARD, J. **Industrial organization: theory and practice**. London, New York: Oxford University Press, 1965.

WOOLDRIDGE, J. M. **Introductory econometrics: a modern approach**. 2nd ed. Cincinnati, Ohio: Cengage Learning, 2003.

WORLD BANK. **Advancing sustainable development: the World Bank and Agenda 21**. Washington, DC: World Bank, 1997. (Environmentally sustainable development studies and monographs series; no. 19).

WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT. **Our common future**. New York: Oxford University Press, 1987.

WRIGHT, P. L.; KROLL, M. J.; PARNELL, J. A. **Administração Estratégica: Conceitos**. São Paulo: Atlas, 2000.

XU, L.; BEAMON, B. M. Supply chain coordination and cooperation mechanisms: an attribute-based approach. **Journal of Supply Chain Management**, v. 42, n. 1, p. 4-12. Winter, 2006.

YANG, B.; WATKINS, K. E.; MARSICK, V. J. The construct of the learning organization: Dimensions, measurement, and validation. **Human Resource Development Quarterly**, v. 15, n. 1, p. 31-55. Spring, 2004.

ZAHRA, S. A.; GEORGE, G. Absorptive Capacity: A Review, Reconceptualization, and Extension. **Academy of Management Review**, v. 27, n. 2, p. 185. 2002.

ZHANG, Z.; SHARIFI, H. A methodology for achieving agility in manufacturing organisations. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 20, n. 4, p. 496-513. 2000.

ZHU, Q.; SARKIS, J. Relationships between operational practices and performance among early adopters of green supply chain management practices in Chinese manufacturing enterprises. **Journal of Operations Management**, v. 22, n. 3, p. 265. Jun, 2004.

ZHU, Q.; SARKIS, J.; GENG, Y. Green supply chain management in China: pressures, practices and performance. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 25, n. 5/6, p. 449-468. 2005.

ZIETSMA, C.; WINN, M.; BRANZEI, O.; VERTINSKY, I. The War of the Woods: Facilitators and Impediments of Organizational Learning Processes. **British Journal of Management**, v. 13, n. s2, p. S61-S74. 2002.

APÊNDICE A – CARTA DE APRESENTAÇÃO

September 14, 2007

John Doe,
Plant Manager
Fake Co.

Dear Mr. Doe,

The global marketplace for Canadian manufacturers is extremely competitive and firms such as yours must continually adapt to new pressures, particularly in the critical area of supply chain management. The Ivey Business School is undertaking a study to understand the rationale behind, methods used and, most importantly, performance outcomes associated with different approaches used to improve supply chains. We are focusing particular attention on the recent trend of outsourcing.

This research is designed, in part, to help you benchmark your practices against other manufacturing firms in Canada. We are gathering information from senior managers about their supply chain practices in areas such as outsourcing, competitive pressures and supplier relationships. In addition, we have included several sections looking at emerging issues, such as environmental management and supplier work practices. This data will allow us to better understand how specific practices are linked with performance. All participants will receive a copy of the summary results, which you can compare against your firm's experience.

Only a small number of Canadian firms are being approached. We ask that you or the senior manager in your manufacturing plant complete the enclosed survey, which should take a total of 30 minutes. Your firm's response is very important to ensure that the results are truly representative. Of course, your participation is voluntary, you may decline or withdraw at any time, and there are no known risks associated with this study. Returning the questionnaire will indicate your consent to participate in this study. All information will be kept confidential and only aggregate results will be reported.

We would be most happy to answer any questions that you might have. Please contact me at (519) 661-4213 or by email, at rklassen@ivey.uwo.ca. This study is on part of a broader research programme, entitled "Integrating Social Issues Management into Supply Chain Management". If you have any concerns about the study, you may also contact the Director of the UWO Office of Research Ethics at 519-661-3036.

Once completed, please return your survey by October 15 in the enclosed business envelope. If you prefer responding the survey on the web, the address is **www.ivey.ca/survey/login.aspx?surveyid=1672** Your username is **XXXX** and password is **50722.**

Thank you for taking the time to consider participating in this research!

Sincerely,

Iuri Gavronski
Doctoral Student
Operations Management

Robert Klassen, Ph.D., P. Eng.
Professor
Operations Management

APÊNDICE B – INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS

1. Strategic Sourcing Practices

Many Canadian manufacturing companies have been sourcing parts and components from domestic and international suppliers for many years. During the last decade, the trend towards more outsourcing has dramatically intensified. New challenges have arisen in managing supplier contracts, product development, and manufacturing performance, to name several areas. However, relatively little is know about how Canadian manufacturing managers make their decisions about strategic sourcing. We are studying how sourcing practices are linked with performance.

As with the answers to questions in subsequent sections of the survey, the information that you provide will not be used to identify individual companies. Feel comfortable giving your best estimate of approximate responses; our research has shown that it is more important to have approximate answers than none at all. There are no right or wrong answers, but if you are unsure about a question, feel free to consult your colleagues or subordinates.

In this survey, we have used the word "plant" to represent the unit for which you are answering questions. We ask that you be consistent throughout the survey and report the sales, employment, practices, etc. for the unit, whether it is a company, strategic business unit or plant.

For this section, we ask you to think about a *specific* **key supplier** for this plant. We know that every part is significant for a quality product; for example, few manufactured products could be shipped to customers without screws. However, we define a **key supplier** as one that provides a strategically important, high-value part, component, or even finished product.

1. Is this **key supplier**'s plant located outside Canada?..... ☐ Yes ☐ No

2. Is this **key supplier**'s product sold *primarily* in its home (domestic) market?..... ☐ Yes ☐ No

3. Is this **key supplier** performing any manufacturing operations that were formerly done inside the plant?..... ☐ Yes ☐ No

3a. *If you responded "yes",* how long ago were these operations transferred to this **key supplier**? (check one)

☐ **i.** 0-2 years ☐ **ii.** 3-5 years ☐ **iii.** more than 5 years

4. The primary reason that this **key supplier** is the most important for your plant is: (please check one)

☐ **A**. Largest volume supplier to the plant
☐ **B.** Offers latest new product technology
☐ **C.** Supplier is required by parent company
☐ **D.** Provides latest manufacturing technology
☐ **E.** Supplier has longest lasting contract
☐ **F.** Other. Please indicate: _____

5. Please indicate the extent to which each of the following reasons factored into your plant's decision not to manufacture the parts or components supplied by your **key supplier**. (Check one number for each reason)

	Not at all			*Some extent*			*Great extent*
A. My plant does not have the needed materials.....	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
B. My plant lacks specific skilled labour.....	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
C. The supplier is required by parent company	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
D. The supplier has patented product or process technology	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐

	Not at all			*Some extent*			*Great extent*
E. The supplier has long-standing contract with my plant	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
F. My plant does not have enough time to acquire needed equipment	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
G. Supplier has higher quality than my plant	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
H. My plant does not have access to natural resources	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
I. Supplier has lower overall cost	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
J. My plant faces strict environmental regulations	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
K. Supplier has lower taxation	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
L. Supplier has lower labour cost	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
M. Sourcing parts or components from this supplier opens its local market for my final products	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
N. Other. Please specify: _____	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐

6. What is your plant's size compared to this **key supplier**? (please check one)

	Much smaller			*About the same*			*Much larger*
Your plant is	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐

7. Companies manage supplier relations at different levels in the organization. Centrally managed supplier relations are managed by the parent company at a central location, while locally managed supplier relations are managed at the plant level. Please indicate the extent to which your…

	Not at all			*Some extent*			*Great extent*
A. Key supplier relations are centrally managed	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
B. All other suppliers relations are centrally managed	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐

8. Approximately, what percentage of your **key supplier**'s materials, parts or components uses new technologies (developed over the last 2 years)? ..... _____ %

9. How frequently does the **key supplier** provide you with feedback on contract performance? (check one)

i. contract by contract ☐ **ii.** multiple times within a contract ☐ **iii.** never ☐

(_____ times per year) ↶

10. Please think about the contract specifications with your **key supplier**. Please describe the extent to which each of the following statements is true. (check one for each)

	Strongly disagree			*Neutral*			*Strongly agree*
A. The product specifications were carefully specified before contract signing	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
B. It is easy to evaluate the performance of this key supplier	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
C. My plant uses a standard approach when solving problems with this key supplier	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
D. It is difficult for this key supplier to hide problems to their advantage	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐

11. What is the approximate percentage that this **key supplier** represents of the total purchases from all suppliers? _____ %

12. Please indicate how this **key supplier** performs relative to your **all other suppliers** in the following areas? (check one column for each)

	Far worse			*About the same*			*Far better*
A. Provides lower overall cost	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
B. Provides high quality (i.e., materials, parts or components that consistently perform, are reliable and fit your specifications)	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
C. Offers flexibility to change volume and mix	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
D. Offers timely delivery	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
E. Provides access to latest technology	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐

13. Please think about the contribution that the key supplier makes to your plant's overall efficiency *relative to average level provided by all of your plant's other suppliers*. Efficiency includes use of labour, materials and capital equipment.

The **key supplier** is, relative to average performance of all **other suppliers**: (please check one)

☐**A**. 10% to 20% *worse*
☐**B.** 2% to 10% *worse*
☐**C.** about the same
☐**D.** 2% to 10% *better*
☐**E.** 10% to 20% *better*
☐**F.** Other. Please indicate: _____ % better
OR _____ % worse

14. Please indicate the level of delivery performance for your suppliers, indicating the approximate percentage of orders delivered late, i.e., after promised date:

	now	*2 years ago*
% delivered **late** for **key supplier**	_____ %	_____%
% delivered **late** for **all other suppliers**	_____ %	_____%

15. Approximately what percentage of the cost of the materials, parts and components that comprise your plant's products are fabricated within the plant?

	now	*2 years ago*
% manufactured in your plant	_____%	_____%

16. What percentage of the costs of your plant's materials, parts, and components are purchased from international sources, i.e., plants outside Canada?

	now	*2 years ago*
% purchased internationally	_____%	_____%

17. Please indicate where your plant's suppliers of materials, parts and components are located around the world: (Check one number for each region)

	None			*Some*			*All*
A. Canada	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
B. United States	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
C. Latin America, including Mexico	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
D. Europe	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
E. Asia, including Russia, India and China	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
F. Africa	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐

18. Have you transferred, in the last two years, to **any supplier** (Canadian or international) any manufacturing operation formerly done inside the plant? ..... ☐ Yes ☐ No

If you have answered "No", please skip to the question 19.

18a. Please indicate the extent to which parts or components made by these suppliers are critical to your plant.....

	Not at all			*Some extent*			*Great extent*
	1 ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐

18b. What is the approximate percentage that these parts or components represent of the *total purchases* from all suppliers? ..... _____ %

19. Managers can choose to invest in many different areas, both inside and outside the plant. In the last two years, to what extent has **your plant** invested resources (money, time and/or people) in programs in the following areas? (Check a number for each program)

	Not at all			*Some extent*			*Great extent*
A. Potential suppliers selection process.....	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
B. Suppliers development programs.....	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
C. Suppliers evaluation.....	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
D. Suppliers' facilities auditing activities.....	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
E. Suppliers recognition	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
F. Suppliers certification process	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
G. Cellular manufacturing	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
H. Factory automation	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
I. Process redesign	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
J. Enterprise Resource Planning (e.g., SAP)	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
K. Material Requirements Planning (MRP)	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
L. Just-In-Time (JIT).....	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
M. Manufacturing throughput time reduction	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
N. Setup time reduction	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
O. Total Quality Management (TQM).....	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
P. ISO 9001 certification	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
Q. Statistical Process Control (SPC).....	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
R. Six Sigma (e.g., green belt / black belt)	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
S. ISO 14001 certification	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
T. Pollution prevention	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
U. Recycling of materials	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
V. Waste reduction	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
W. Workplace health and safety	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐

2. Emerging Issues in Manufacturing

A number of current issues have started to have an increasing influence on the management of manufac-turing operations. Installing pollution equipment, building worker skills, and assessing supplier practices have all recently received attention from customers and the public. These issues are challenging to manage in the supply chain, and Canadian companies have chosen a variety of approaches to deal with them.

Here, as with the earlier section, your responses will provide insight into actual practices; there are no right or wrong answers. We have made every attempt not to ask for sensitive or confidential information.

2.1. Environmental Issues

1. In the last two years, to what extent has your plant's environmental performance *changed* in the following areas? (Check a number for each item)

	Much worse			*About the same*			*Much better*
A. Air emissions	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
B. Waste water generation	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
C. Solid wastes disposal	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
D. Consumption of hazardous/harmful/toxic materials	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
E. Energy consumption	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐

2. How does your plant's environmental performance *compare* ***now*** *with your competitors*? (Check a number for each item)

	Don't know	*Far worse*			*Competitive*			*Far better*
A. Air emissions	☐	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
B. Waste water generation	☐	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
C. Solid wastes disposal	☐	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
D. Consumption of hazardous/harmful/toxic materials	☐	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
E. Energy consumption	☐	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐

3. Please think about all the projects or investments during the last two years in your plant that have benefited the natural environment in any way. A benefit is defined as reducing any negative impact of manufacturing operations on the environment or improving the state of nature.
(Allocate 100 points to the five categories of environmental projects and investments, based on their approximate use of resources, such as capital, operating and people. For example, 60-10-5-20-5 and 20-40-10-10-20; the total must equal 100%.)

A. Remediation projects (cleaning up crises or past practices), such as removing underground storage tanks or cleaning up an environmental spill. ..... _____ %

B. Pollution control technologies (installing equipment on the end of a process, discharge stack or effluent pipe), such as water or waste treatment equipment or air pollutant collection. ..... _____ %

C. Management systems (the way the business is managed or people work), such as new environmental training for employees to minimize spills or new environmental audit programs, ISO 14001 certification. ..... _____ %

D. Product adaptation (introducing a new product or modifying an existing product's design), such as raising the use of recycled materials or using less hazardous materials in the product, such as lead. ..... _____ %

E. Process adaptation (changing the material acquisition, production system or delivery process), such as covering open tanks or redesigning manufacturing equipment to reduce waste or use of reusable packaging for the shipping of end _____ %

4. Approximately what percentage of the total capital budget is allocated to investment in environmental projects over the last two years? (Please check one)

☐ <1% ☐ 2% ☐ 4% ☐ 6% ☐ 8% ☐ 10% ☐ 12% ☐ other: _____ %

5. During the past two years, to what extent did your plant engage in the following environmental activities with your **existing primary suppliers** (i.e., the 15-20% most important suppliers)? (Check a number for each item)

	Not at all			*Moderately*			*Great extent*
A. Achieving environmental goals collectively	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
B. Developing a mutual understanding of responsibilities regarding environmental performance	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
C. Working together to reduce environmental impact of our activities	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
D. Conducting joint planning to anticipate and resolve environmental-related problems	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
E. Making joint decisions about ways to reduce overall environmental impact of our products	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
F. Sending environmental questionnaires to **existing** primary suppliers in order to monitor their compliance	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
G. Asking **existing** primary suppliers to commit to waste reduction goals	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
H. Having environmental criteria in periodic evaluation of **existing** primary suppliers	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
I. Having environmental specialists periodically auditing **existing** primary suppliers' plants	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
J. Requesting **existing** primary suppliers to provide evidence of all environmental licenses and permits	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐

6. During the past two years, to what extent did your plant engage in the following environmental activities with your **potential primary suppliers**? (Check a number for each item)

	Not at all			*Moderately*			*Great extent*
A. Requesting **potential** primary suppliers to provide evidence of all environmental licenses and permits	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
B. Requiring that **potential** primary suppliers have an implemented environmental management system (e.g., ISO 14001)	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
C. Requesting **potential** primary suppliers to sign a formal statement that all environmental regulations will be satisfied	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
D. Having environmental specialists audit **potential** primary suppliers' plants	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
E. Asking **potential** primary suppliers to commit to waste reduction goals	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐

2.2. Suppliers' Workforce Practices

Some plants are beginning to expand the range of issues that suppliers must address beyond traditional areas of delivery performance, cost and quality. The following questions explore the extent to which your plant examines the workforce practices of your **primary suppliers**, i.e., the 15-20% of most important suppliers. There are no wrong or right answers, as a variety of approaches are commonly used.

1. To what extent does your plant perform the following activities regarding **primary suppliers**? In general, our plant:

	Not at all		*Moderately*				*Great extent*
A. Has a code of conduct for suppliers	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
B. Has a management system to ensure that social expectations affecting our suppliers are identified	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
C. Ends relationships with suppliers that do not adhere to our code of conduct	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
D. Requires that our suppliers do not use child labour	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
E. Requires that our suppliers do not use forced labour (e.g., prison labour)	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
F. Requires that our suppliers pay their workers a living wage (i.e., a wage that is above minimum wage)	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
G. Requires that suppliers do not use sweatshop labour	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
H. Requires that our suppliers have regulated over-time wage policies (e.g., employees are paid a higher wage for over-time work)	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
I. Requires that our suppliers allow their employees to associate freely (e.g., join or create a union)	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
J. Requires that our suppliers do not discriminate against its own workers	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
K. Requires that our suppliers provide a healthy and safe working environment for their employees	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
L. Requires that our suppliers provide their employees with protective equipment in hazardous areas	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
M. Requires that our suppliers help improve the natural environment in which they operate	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
N. Monitors our suppliers to ensure adherence to our social expectations	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
O. Conducts surprise visits to our suppliers to ensure adherence to our social expectations	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
P. Has specific audit procedures to ensure that our suppliers adhere to our social expectations	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
Q. Uses 3rd parties to ensure that our suppliers adhere to our social expectations	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐

2.3. Plant Workforce Practices

In addition to looking at suppliers, plant managers frequently must deal with a complex set of workforce issues inside their plant. Such issues include employee safety and well-being.

1. To what extent does your plant have the following activities in place? In general, our plant:

	Not at all		*Moderately*				*Great extent*
A. Has a formal health and safety management system in place	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
B. Has detailed health and safety regulations that employees must abide by	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
C. Provides our employees with training on health and safety issues	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
D. Conducts audits to ensure that health and safety regulations are being adhered to	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
E. Has an emergency response policy in place to respond to an accident that might happen	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
F. Examines occupational hazards in an attempt to prevent injuries	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
G. Provides our employees with all the of tools and materials they need to safely perform their duties	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
H. Mandates the use of personal protective clothing in hazardous areas	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
I. Observes employees at work to identify any unsafe practices	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
J. Examines the workplace after an accident occurs to identify what can be done to prevent future accidents	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
K. Has recruitment and promotion policies addressing diversity initiatives (for women and minorities)	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
L. Has recruitment and promotion policies addressing additional diversity initiatives	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
M. Has policies and procedures for employment of the disabled in appropriate positions	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
N. Currently employs disabled individuals in appropriate positions	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐

2.4. Knowledge and Learning

As competitors develop in other parts of North America and globally, manufacturing plants use many different practices to learn and improve. These can be related to both outsourcing and manufacturing investment. Here, as with the earlier sections, your responses will provide insight into actual practices; there are no right or wrong answers.

1. Please indicate the level of knowledge of the **first-line workers** of your plant in the following aspects (Check a number for each item)

	Very low			*Moderate*			*Very high*
A. The overall technical knowledge is	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
B. The general educational level is	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
C. The overall job competence is	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
D. The general knowledge level is	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐

2. Please indicate the level of knowledge of the **supervisors and managers** of your plant in the following aspects (Check a number for each item)

	Very low			*Moderate*			*Very high*
A. To make business decisions	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
B. To use new technologies	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
C. To manage daily operations	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
D. To solve technical problems	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐

3. Please evaluate the **extent of communication** in your plant between the following groups (Check a number for each item)

	Very low			*Moderate*			*Very high*
A. Between supervisors and their subordinates	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
B. Among functional areas (e.g., marketing, engineering, manufacturing, and customer service)	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
C. Between departments inside the plant (e.g., cutting, machining, and assembly)	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
D. Between senior managers and supervisors	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐

4. Please indicate the extent to which you agree or disagree with the following statements about the **working environment** in your plant (Check a number for each item)

	Strongly disagree			*Neutral*			*Strongly agree*
A. Our employees trust each other	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
B. Our employees are supportive of each other	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
C. Our employees share ideas freely with each other	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
D. Our employees are willing to accept changes	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐

5. Please indicate the extent to which each of the following **external sources** of learning provide valuable new ideas for your plant (Check a number for each item)

	None			*Moderate*			*Extensive*
A. Tracking new market trends in our industry	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
B. Benchmarking best practices in our industry	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
C. Trying out new technologies	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
D. Taking new business opportunities	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
E. Other plants from parent company	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
F. Supplier base	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
G. Customers	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐

3. Manufacturing Benchmarking

In order to understand the implications of outsourcing, investment and learning practices, and to help you benchmark against other Canadian manufacturers, the following section asks you to provide information about how your plant is performing.

As with the earlier sections, we have made every attempt not to ask for sensitive or confidential information.

1. How does your plant's manufacturing performance compare with your **competitors**? (Check a number for each item)

	Far worse			*Competitive*			*Far better*
A. Direct manufacturing costs (i.e., materials and labour)	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
B. Total product costs (i.e., cost of goods sold)	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
C. Raw material costs	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
D. Product features (i.e., additional functionalities)	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
E. Product performance (conformance to specifications)	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
F. Perceived overall product quality	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
G. Order fulfillment speed	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
H. Delivery speed	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
I. Delivery as promised (i.e., delivery date accuracy)	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
J. Delivery flexibility (i.e., capability of changing orders easily)	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
K. Flexibility to change output volume	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
L. Flexibility to change product mix	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
M. Manufacturing throughput time (i.e., production lead time)	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐
N. New product design time	*1* ☐	*2* ☐	*3* ☐	*4* ☐	*5* ☐	*6* ☐	*7* ☐

2. Using an index of 100 as the starting point two (2) years ago, please indicate the approximate change (index) for the evolution of performance in following areas: (e.g., a 5% increase would be 105, a 5% decrease would be 95).

A. Delivery speed ..... _____ index
B. Labour productivity ..... _____ index
C. Equipment productivity ..... _____ index

D. Product design time ..... _____ index
E. Manufacturing throughput time ..... _____ index
F. Manufacturing cost (without inflation) ..... _____ index

3. What is the typical rate of return (%) (hurdle rate) or payback period (years) that is required for approval of capital projects over C$5,000? (check the appropriate unit) ..... _____ ☐ % *OR* ☐ years

4. Manufacturing plants have many different requirements placed on them. For each of the following *competitive goals,* please indicate the importance **senior management** places on each for *your plant*. Allocate 100 points across the six performance goals below to indicate their relative importance. (For example, 0-30-20-50-0-0 or 20-30-20-10-10-10)

Competitive Goal	**Relative Importance**
A. Manufacturing cost	_____ %
B. Quality (conformance to specifications)	_____ %
C. Delivery speed and timeliness	_____ %
D. Manufacturing flexibility	_____ %
E. New product design/innovation	_____ %
F. Environment/safety	_____ %
Total =	**100** %

5. On average, what percentage of the plant's orders is **delivered late to customers**, i.e., after the promised date?

now (2007) ..... _____ %

two years ago (2005) ..... _____ %

6. About how much **time typically elapses** from the start of the first operation until a batch of product is finished?

now (2007) ..... _____ days

two years ago (2005) ..... _____ days

7. Approximately, what is the **capacity utilization** of your plant (i.e., current production rate relative to the maximum sustainable production rate)?

now (2007) ..... _____ %

two years ago (2005) ..... _____ %

8. What are the plant's **approximate reject or return percentages** at each of the following stages? (Please provide an answer for each stage.)

	now (2007)	*2 years ago (2005)*
% rejects of incoming material	_____ %	_____ %
% rejects during processing (scrap rate)	_____ %	_____ %
% rejects at final inspection	_____%	_____%
% returns from the customer	_____%	_____%

9. Please estimate the probability that this plant will be operating at or above its current production level (Check one probability for each row)

Next year... ☐ 0% ☐ 10% ☐ 20% ☐ 30% ☐ 40% ☐ 50% ☐ 60% ☐ 70% ☐ 80% ☐ 90% ☐ 100%

In 5 years... ☐ 0% ☐ 10% ☐ 20% ☐ 30% ☐ 40% ☐ 50% ☐ 60% ☐ 70% ☐ 80% ☐ 90% ☐ 100%

4. Plant Description and Characteristics

The information in this section of the survey will be useful to researchers in studying relationships between plant characteristics and manufacturing practices. As with the answers to questions in subsequent sections of the survey, the information that you provide will not be used to identify individual companies. Again, please give your best estimate, even if only approximate.

1. Approximately how many employees (full-time equivalents) work for the plant? ..... _____ employees

2. Approximately what percentage of the direct production workers is contract or temporary? ..... _____ % of workers

3. How many product lines (or product families) does the plant produce? ... _____ product lines

4. What percentage of plant sales comes from the plant's largest selling product line? ..... _____ % of sales

5. What is the approximate average age of the plant's production equipment? ..... _____ years

6. On average, over the last two years, about what percentage of annual sales has been invested in new manufacturing equipment at this plant? ... _____ % of sales

7. What percentage of the plant ownership is international? ..... _____ %

8. What percentage of plant sales is currently from products that have been introduced in the last two years? ..... _____ %

9. What were the plant's sales last year? (C$ millions) ..... _____ million C$

10. What percentage of the plant's sales is generated from exports? ..... _____ % of sales

11. About what percentage of the plant's sales is the total manufacturing cost? ..... _____ % of sales

12. About what percentage of the plant's total manufacturing cost is for labour? ..... _____ % of cost

13. About what percentage of the plant's total manufacturing cost is for material? ..... _____ % of cost

14. What is the approximate quantity (days) of the plant's total inventory in all stages of production including finished goods? ..... _____ days

15. Using an index of 100 for your plant's average *monthly* customer demand, please indicate the monthly variation in demand:

A. demand level for a *peak* month (i.e., 20% more than average = 120).....____

B. demand level for a *trough* month (i.e., 30% less than average = 70).....____

16. What is the approximate distribution of the plant's inventory value?

A. purchased materials and parts .....= _____%

B. work-in-process.....= _____%

C. finished goods .....= _____%

Total = 100%

17. In this plant, what percentage of manufacturing orders fall into each of these categories?

A. Engineer to order (i.e., every order requires a new design) .....= _____%

B. Made to order (i.e., parts are made for every order).....= _____%

C. Assemble to order (i.e., parts or components are manufactured beforehand).....= _____%

D. Made to stock (i.e., final products are stored for immediate delivery) .....= _____%

Total = 100%

5. Respondent Characteristics

The information in this section of the survey will be useful in studying relationships between respondent characteristics and manufacturing practices. As with the answers to questions in subsequent sections of the survey, the information that you provide will not be used to identify individuals or companies.

How long have you been with your company? ..... _____ years.

How long have you been in your current position?..... _____ years.

What is your job title? _____

Now we would like to ask you about your personal attitudes and opinions regarding several behaviours. Please answer as honestly as possible. These are standard scales to assess personal views, and they are only used in the research to help us with our statistical testing. There are no wrong or right answers.

Please check ***True*** or ***False*** to indicate how you feel about each of the following items.

I have never intensely disliked anyone.	☐ True	☐ False
I sometimes feel resentful when I don't get my way.	☐ True	☐ False
There have been times when I felt like rebelling against people in authority even though I knew they were right.	☐ True	☐ False
I am always courteous, even to people who are disagreeable.	☐ True	☐ False
There have been times when I was quite jealous of the good fortune of others.	☐ True	☐ False
I am sometimes irritated by people who ask favours or me.	☐ True	☐ False

6. Comments

Are there any important issues that you feel have been left out? If so, please comment here or on a separate information sheet.

APÊNDICE C – CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

A Tabela 19 mostra o perfil dos informantes organizacionais. Apenas um pequeno percentual (5,38%) tem pouco tempo de empresa, o que os qualifica como respondentes.

Tabela 19 – Perfil do informante

	Tempo de empresa (anos)		Tempo no cargo (anos)	
	Freq.	(%)	Freq.	(%)
Total	93	100,00	93	100,00
Até 1 ano	5	5,38	18	19,35
De mais de 1 ano até 3 anos	12	12,90	23	24,73
De mais de 3 anos até 10 anos	32	34,41	44	47,31
De mais de 10 anos até 20 anos	28	30,11	3	3,23
Mais de 20 anos	16	17,20	5	5,38
Não informado	0	0,00	0	0,00

A Tabela 20 mostra o porte das fábricas da amostra. Observa-se um grande número de fábricas de médio porte (de 100 a 499 funcionários), representando dois terços da amostra. Essa distribuição difere da população das fábricas canadenses, composta, em sua maioria, de pequenas unidades. Tal situação reflete a opção de excluir da lista de envio de questionários as fábricas muito pequenas, que poderiam ter problemas para responder às questões propostas.

Tabela 20 – Porte das fábricas (número de funcionários)

Classes de mesmo tamanho			Categorias da OIT		
Número de funcionários	Freq.	(%)	Porte da fábrica (número de funcionários)	Freq.	(%)
Total	93	100,00	Total	93	100,00
De mais de 0 a 200	66	70,97	Pequeno porte (0-99 funcionários)	24	25,81
De mais de 200 a 400	19	20,43	Médio porte (100-499 funcionários)	62	66,67
De mais de 400 a 600	2	2,15	Grande porte (500 funcionários ou mais)	7	7,53
De mais de 600 a 800	3	3,23			
De mais de 800 a 1000	3	3,23			
Não informado	0	0,00	Não informado	0	0,00

A Tabela 21 mostra a distribuição da receita reportada pelas fábricas da amostra. Aproximadamente 15% não responderam a esta questão. A maior parte das empresas teve uma receita de até 30 milhões de dólares canadenses.

Tabela 21 - Receita das fábricas

Receita (milhões de dólares canadenses)	Freq.	(%)
Total	93	100,00
de mais de 0 a 60	57	61,29
de mais de 60 a 120	11	11,83
de mais de 120 a 180	3	3,23
de mais de 180 a 240	4	4,30
de mais de 240 a 300	4	4,30
Não informado	14	15,05

A Tabela 22 mostra a distribuição das fábricas em seus setores de atuação. Apesar de não se ter essa informação para mais de 30% da amostra, no restante se observa uma distribuição parecida com a estrutura da matriz produtiva do Canadá, de acordo com dados do StatsCan, a agência de estatísticas daquele país.

Tabela 22 – Setores de atuação

Setor	Freq.	(%)
Total	93	100,00
332 Produtos fabricados de metal	21	22,58
333 Máquinas e equipamentos	20	21,51
334 Eletrônicos	13	13,98
335 Aparelhos elétricos	10	10,75
Não informado	29	31,18

A Tabela 23 mostra o tamanho da linha de produtos das empresas, que poderia servir como uma medida de foco das fábricas. Nesta amostra, a maior parte das fábricas produz entre 1 e 40 famílias de produtos. A moda para essa variável é 3 produtos.

Tabela 23 – Tamanho da linha de produtos

Classes de mesmo tamanho			Classes desiguais		
Tamanho da linha de produtos	Freq.	(%)	Tamanho da linha de produtos	Freq.	(%)
Total	93	100,00	Total	93	100,00
mais de 0 a 40	82	88,17	1 produto	6	6,45
mais de 40 a 80	4	4,30	2 produtos	7	7,53
mais de 80 a 120	2	2,15	3 produtos	17	18,28
mais de 120 a 160	1	1,08	4 produtos	11	11,83
mais de 160 a 200	1	1,08	5-10 produtos	28	30,11
			11-100 produtos	19	20,43
			Mais de 100 produtos	2	2,15
Não informado	3	3,23	Não informado	3	3,23

A Tabela 24 mostra o percentual da receita de vendas proveniente da principal linha de produtos. Esta é uma medida de foco, mas também de uma certa fragilidade estratégica. Nesse sentido, quase um quarto das fábricas da amostra tem mais de 75% de sua receita decorrente de uma única família de produtos.

Tabela 24 – Dependência de uma família de produtos

Percentual da receita proveniente da principal linha de produtos	Freq.	(%)
Total	93	100,00
de 0% a 25%	17	18,28
de mais de 25% a 50%	35	37,63
de mais de 50% a 75%	17	18,28
de mais de 75% a 100%	22	23,66
Não informado	2	2,15

A Tabela 25 mostra a idade dos equipamentos de produção da fábrica. Enquanto a maioria das fábricas da amostra tem equipamentos novos, há uma proporção não desprezível (mais de 17%) de fábricas com equipamentos antigos, com mais de 20 anos de uso.

Tabela 25 – Idade dos equipamentos de produção

Idade dos equipamentos de produção	Freq.	(%)
Total	93	100,00
Até 5 anos	21	22,58
De 6 a 10 anos	31	33,33
De 11 a 20 anos	22	23,66
Mais de 20 anos	16	17,20
Não informado	3	3,23

A Tabela 26 mostra o investimento em equipamentos de produção das fábricas da amostra. Mais de 70% das fábricas investiram entre 0% e 8%, sendo que mais de um terço das fábricas reinvestiu entre 3% e 5% de sua receita de vendas em equipamentos de produção.

Tabela 26 – Investimento em equipamentos de produção

Classes de igual tamanho			Classes desiguais		
Percentual da receita	Freq.	(%)	Percentual da receita	Freq.	(%)
Total	93	100,00	Total	93	100,00
de 0% a 8%	71	76,34	menos de 1%	8	8,60
de mais de 8% a 16%	15	16,13	1%	6	6,45
de mais de 16% a 24%	1	1,08	2%	20	21,51
de mais de 24% a 32%	0	0,00	de 3% a 5%	32	34,41
de mais de 32% a 40%	1	1,08	de 6% a 10%	16	17,20
			mais de 10%	6	6,45
Não informado	5	5,38	Não informado	5	5,38

A Tabela 27 mostra a participação acionária de capital de origem internacional (não-canadense) nas fábricas da amostra. É uma distribuição interessante, quase dicotômica, em que praticamente metade das fábricas não tem participação internacional e quase a mesma quantidade é totalmente propriedade de empresas multinacionais.

Tabela 27 – Participação de capital internacional

Percentual do capital	Freq.	(%)
Total	93	100,00
0%	46	49,46
de mais de 0% a 50%	5	5,38
de mais de 50% a menos de 100%	1	1,08
100%	37	39,78
Não informado	4	4,30

A Tabela 28 mostra o percentual da receita de venda de produtos desenvolvidos nos últimos 2 anos. Esta é uma medida de inovatividade da fábrica, pois quanto maior for a participação das vendas de produtos novos, mais inovadora será a unidade de análise. A esmagadora maioria das empresas da amostra tem menos de 50% da sua receita de vendas decorrente de novos produtos.

Tabela 28 – Vendas de produtos desenvolvidos nos últimos 2 anos

Classes de igual tamanho			Classes desiguais		
Percentual da receita	Freq.	(%)	Percentual da receita	Freq.	(%)
Total	93	100,00	Total	93	100,00
de 0% a 20%	65	69,89	0%	15	16,13
de mais de 20% a 40%	13	13,98	de mais de 0% a 5%	20	21,51
de mais de 40% a 60%	5	5,38	de mais de 5% a 10%	16	17,20
de mais de 60% a 80%	1	1,08	de mais de 10% a 50%	29	31,18
de mais de 80% a 100%	5	4,30	de mais de 50% a menos de 100%	5	5,38
			100%	4	4,30
Não informado	4	4,30	Não informado	4	4,30

A Tabela 29 mostra o percentual da receita de vendas decorrente de exportações. Embora um terço da amostra exporte até 20% de sua produção, mais de 45% das fábricas da amostra têm mais da metade de sua receita decorrente de negócios internacionais, o que reflete, de uma certa forma, a característica da economia canadense, fortemente dependente das suas relações comerciais com seu principal parceiro econômico, os Estados Unidos.

Tabela 29 – Exportações

Classes de igual tamanho			Classes desiguais		
Percentual da receita com exportações	Freq.	(%)	Percentual da receita com exportações	Freq.	(%)
Total	93	100,00	Total	93	100,00
de 0% a 20%	31	33,33	0%	12	12,90
de mais de 20% a 40%	8	8,60	de mais de 0% a 5%	10	10,75
de mais de 40% a 60%	15	16,13	de mais de 5% a 50%	26	27,96
de mais de 60% a 80%	13	13,98	de mais de 50% a 100%	42	45,16
de mais de 80% a 100%	23	24,73			
Não informado	3	3,23	Não informado	3	3,23

A Tabela 30 mostra os custos com mão-de-obra das fábricas da amostra, expressos em percentual dos custos totais de produção. Como era de se esperar, não há um número expressivo de fábricas na amostra que seja realmente intensivo em mão-de-obra (mais de 50% dos custos) e a maiorias das fábricas se divide de forma razoavelmente equânime entre as três faixas de custos. Essa variável (reversa) pode avaliar o grau de automação de uma fábrica, pois quanto maiores os custos com mão-de-obra, menos automação nos processos deverá haver.

Tabela 30 – Custos com mão-de-obra

Percentual do custo total de produção	Freq.	(%)
Total	93	100,00
de mais de 0% a 10%	21	22,58
de mais de 10% a 20%	28	30,11
de mais de 20% a 50%	30	32,26
de mais de 50% a 100%	5	5,38
Não informado	9	9,68

A Tabela 31 mostra os dias de estoque em mãos disponíveis nas fábricas da amostra. A maioria das fábricas da amostra tem mais de 30 dias de estoque em mãos.

Tabela 31 – Dias de estoque em mãos

Dias de estoque	Freq.	(%)
Total	93	100,00
até 7 dias	6	6,45
de 8 a 15 dias	7	7,53
de 16 a 30 dias	19	20,43
de 31 a 60 dias	32	34,41
mais de 60 dias	22	23,66
Não informado	7	7,53

A Tabela 32 mostra a distribuição do estoque na fábrica nos diferentes estágios de fabricação. A maior classe, em termos de frequência, é das empresas com seus estoques em processo e de produto acabado entre 0% e 20%. Contrariamente, a maioria das empresas tem mais de 20% de seu estoque alocado em matérias-primas.

Tabela 32 - Distribuição do estoque na fábrica

Percentual do valor do estoque na fábrica	Matéria-prima		Produto em processo		Produto acabado	
	Freq.	(%)	Freq.	(%)	Freq.	(%)
Total	93	100,00	93	100,00	93	100,00
de 0% a 20%	11	11,83	42	45,16	51	54,84
de mais de 20% a 40%	31	33,33	30	32,26	21	22,58
de mais de 40% a 60%	28	30,11	8	8,60	13	13,98
de mais de 60% a 80%	14	15,05	8	8,60	2	2,15
de mais de 80% a 100%	4	4,30	0	0,00	1	1,08
Não informado	5	5,38	5	5,38	5	5,38

A Tabela 33 mostra a distribuição dos pedidos por tipo de processo: desenvolvido sob pedido, produzido sob pedido, montado sob pedido ou produzido para estoque. Apesar do grande número de não-respostas a esta questão, não se observa nenhuma preponderância de tipo de processo na amostra.

Tabela 33 – Distribuição dos tipos de processo

Percentual dos pedidos	Desenvolvido sob pedido		Produzido sob pedido		Montado sob pedido		Produzido para estoque	
	Freq.	(%)	Freq.	(%)	Freq.	(%)	Freq.	(%)
Total	93	100,00	93	100,00	93	100,00	93	100,00
de 0% a 20%	47	50.54	39	41.94	46	49.46	48	51.61
de mais de 20% a 40%	8	8.60	8	8.60	9	9.68	10	10.75
de mais de 40% a 60%	4	4.30	11	11.83	4	4.30	3	3.23
de mais de 60% a 80%	3	3.23	4	4.30	4	4.30	3	3.23
de mais de 80% a 100%	7	7.53	7	7.53	6	6.45	5	5.38
Não informado	24	25,81	24	25,81	24	25,81	24	25,81

APÊNDICE D – MODERAÇÃO E MEDIAÇÃO A DUAS VARIÁVEIS

Segue a extensão do modelo proposto por Edwards e Lambert (2007) para uma variável independente (X), uma variável moderadora (Z), uma variável mediadora (M) e uma variável independente (Y). Para as análises do capítulo 6, foi preciso estender o modelo para duas variáveis independentes (X1 e X2), duas variáveis mediadoras (M1, M2), uma variável moderadora (Z) e uma variável independente. A Figura 19 mostra uma representação gráfica do modelo estendido. Logo a seguir, se encontra a evidenciação algébrica da extração dos efeitos simples.

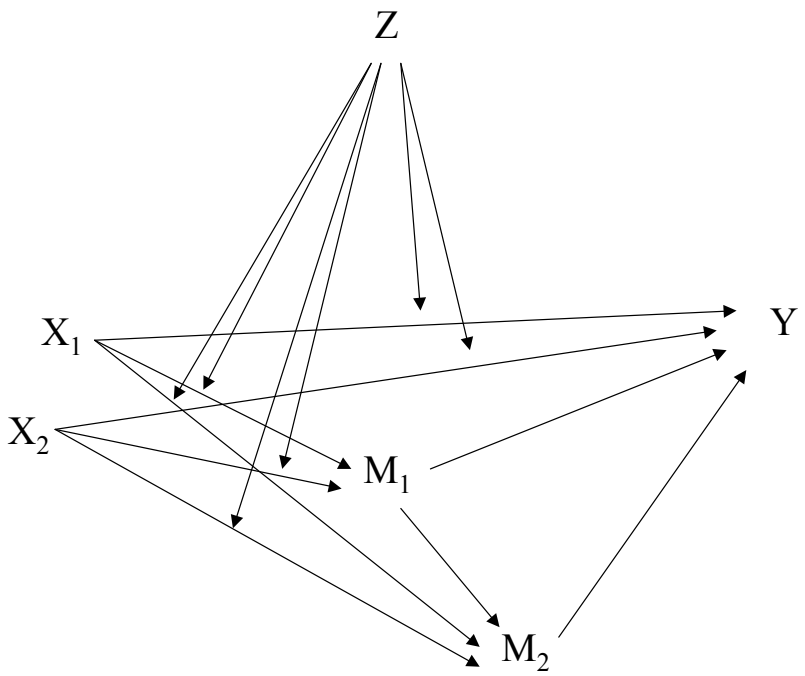


Figura 19 – Modelo Genérico de Moderação e Mediação a Duas Variáveis

M1 = f(X1,X2,Z,X1Z,X2Z)

M2 = f(X1,X2,Z,X1Z,X2Z,M1)

Y=f(X1,X2,M1,M2,Z,X1Z,X2Z)

As equações a serem estimadas pela regressão OLS são:

$$M1 = a0 + a1*X1 + a2*X2 + a3*Z + a4*X1*Z + a5*X2*Z + eM1 \quad (1)$$

$$M2 = c0 + c1*X1 + c2*X2 + c3*Z + c4*X1*Z + c5*X2*Z + c6*M1 + eM2 \quad (2)$$

e

$$Y = b0 + b1*X1 + b2*X2 + b3*M1 + b4*M2 + b5*Z + b6*X1*Z + b7*X2*Z + eY \quad (3)$$

Substituindo M1, de (1), em (2), obtém-se a equação reduzida de M2:

$$M2 = c0 + c1*X1 + c2*X2 + c3*Z + c4*X1*Z + c5*X2*Z + c6*(a0 + a1*X1 + a2*X2 + a3*Z + a4*X1*Z + a5*X2*Z + eM1) + eM2$$

$$M2 = c0 + c1*X1 + c2*X2 + c3*Z + c4*X1*Z + c5*X2*Z + (c6*a0 + c6*a1*X1 + c6*a2*X2 + c6*a3*Z + c6*a4*X1*Z + c6*a5*X2*Z + c6*eM1) + eM2 \quad (4)$$

Substituindo M2, de (4), e M1, de (1), em (3), obtém-se a equação reduzida de Y:

$$Y = b0 + b1*X1 + b2*X2 + b3*(a0 + a1*X1 + a2*X2 + a3*Z + a4*X1*Z + a5*X2*Z + eM1) + b4*(c0 + c1*X1 + c2*X2 + c3*Z + c4*X1*Z + c5*X2*Z + c6*a0 + c6*a1*X1 + c6*a2*X2 + c6*a3*Z + c6*a4*X1*Z + c6*a5*X2*Z + c6*eM1 + eM2) + b5*Z + b6*X1*Z + b7*X2*Z + eY$$

$$Y = b0 + b1*X1 + b2*X2 + (b3*a0 + b3*a1*X1 + b3*a2*X2 + b3*a3*Z + b3*a4*X1*Z + b3*a5*X2*Z + b3*eM1) + (b4*c0 + b4*c1*X1 + b4*c2*X2 + b4*c3*Z + b4*c4*X1*Z + b4*c5*X2*Z+ b4*c6*a0 + b4*c6*a1*X1 + b4*c6*a2*X2 + b4*c6*a3*Z + b4*c6*a4*X1*Z + b4*c6*a5*X2*Z + b4*c6*eM1 + b4*eM2) + b5*Z + b6*X1*Z + b7*X2*Z + eY \quad (5)$$

Coletando termos iguais:

$$
\begin{aligned}
Y = {} & b0 + b3*a0 + b4*c0 + b4*c6*a0 \\
& + b1*X1 + b3*a1*X1 + b4*c1*X1 + b4*c6*a1*X1 \\
& + b2*X2 + b3*a2*X2 + b4*c2*X2 + b4*c6*a2*X2 \\
& + b3*a3*Z + b4*c3*Z + b5*Z + b4*c6*a3*Z \\
& + b3*a4*X1*Z + b4*c4*X1*Z + b6*X1*Z + b4*c6*a4*X1*Z \\
& + b3*a5*X2*Z + b4*c5*X2*Z + b7*X2*Z + b4*c6*a5*X2*Z \\
& + b3*eM1 + b4*c6*eM1 + b4*eM2 + eY
\end{aligned}
$$

Isolando as variáveis de interesse:

$$
\begin{aligned}
Y = {} & b0 + b3*a0 + b4*c0 + b4*c6*a0 \\
& + (b1 + b3*a1 + b4*c1 + b4*c6*a1)*X1 \\
& + (b2 + b3*a2 + b4*c2 + b4*c6*a2)*X2 \\
& + (b3*a3 + b4*c3 + b5 + b4*c6*a3)*Z \\
& + (b3*a4 + b4*c4 + b6 + b4*c6*a4)*X1*Z \\
& + (b3*a5 + b4*c5 + b7 + b4*c6*a5)*X2*Z \\
& + b3*eM1 + b4*c6*eM1 + b4*eM2 + eY \qquad (6)
\end{aligned}
$$

Escrevendo (6) em termos de caminhos simples (simple path):

Y = [b0 + b3*a0 + b4*c0 + b4*c6*a0
+ (b3*a3 + b4*c3 + b5 + b4*c6*a3)*Z]
+ [(b1 + b3*a1 + b4*c1 + b4*c6*a1)
+ (b3*a4 + b4*c4 + b6 + b4*c6*a4)*Z]*X1
+ [(b2 + b3*a2 + b4*c2 + b4*c6*a2)
+ (b3*a5 + b4*c5 + b7 + b4*c6*a5)*Z]*X2
+ (b3 + b4*c6)*eM1 + b4*eM2 + eY

Y = [b0 + b3*a0 + b4*c0 + b4*c6*a0
+ (b3*a3*Z + b4*c3*Z + b5*Z + b4*c6*a3*Z)]
+ [(b1 + b3*a1 + b4*c1 + b4*c6*a1)
+ (b3*a4*Z + b4*c4*Z + b6*Z + b4*c6*a4*Z)]*X1
+ [(b2 + b3*a2 + b4*c2 + b4*c6*a2)
+ (b3*a5*Z + b4*c5*Z + b7*Z + b4*c6*a5*Z)]*X2
+ (b3 + b4*c6)*eM1 + b4*eM2 + eY

Coletando coeficientes semelhantes:

Y = [b0 + b5*Z
+ b3*a0
+ b3*a3*Z
+ b4*c0
+ b4*c6*a0
+ b4*c3*Z
+ b4*c6*a3*Z]
+ [b1 + b6*Z
+ b3*a1
+ b3*a4*Z
+ b4*c1
+ b4*c6*a1
+ b4*c4*Z
+ b4*c6*a4*Z)]*X1
+ [b2
+ b7*Z
+ b3*a2
+ b3*a5*Z
+ b4*c2
+ b4*c6*a2
+ b4*c5*Z
+ b4*c6*a5*Z)]*X2
+ (b3 + b4*c6)*eM1 + b4*eM2 + eY

$$
\begin{aligned}
Y = {} & [b0 + b5*Z \\
& + b3*(a0 + a3*Z) \\
& + b4*(c0 + c6*a0 + c3*Z + c6*a3*Z)] \\
& \quad + [b1 + b6*Z \\
& + b3*(a1 + a4*Z) \\
& + b4*(c1 + c6*a1 + c4*Z + c6*a4*Z)]*X1 \\
& \quad + [b2 + b7*Z \\
& + b3*(a2 + a5*Z) \\
& + b4*(c2 + c6*a2 + c5*Z + c6*a5*Z)]*X2 \\
& \quad + (b3 + b4*c6)*eM1 + b4*eM2 + eY
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
Y = {} & \{b0 + b5*Z \\
& \quad + b3*(a0 + a3*Z) \\
& \quad + b4*[c0 + c3*Z + c6*(a0 + a3*Z)]\} \\
& + \{b1 + b6*Z \\
& \quad + b3*(a1 + a4*Z) \\
& \quad + b4*[c1 + c4*Z + c6*(a1 + a4*Z)]\}*X1 \\
& + \{b2 + b7*Z \\
& \quad + b3*(a2 + a5*Z) \\
& \quad + b4*[c2 + c5*Z + c6*(a2 + a5*Z)]\}*X2 \\
& + (b3 + b4*c6)*eM1 + b4*eM2 + eY
\end{aligned}
$$

Obtém-se a equação dos interceptos e inclinações simples:

$$
\begin{aligned}
Y = {} & \{b0 + b5*Z + b3*(a0 + a3*Z) + b4*[c0 + c3*Z + c6*(a0 + a3*Z)]\} && \leftarrow \text{intercepto} \\
& + \{b1 + b6*Z + b3*(a1 + a4*Z) + b4*[c1 + c4*Z + c6*(a1 + a4*Z)]\}*X1 && \leftarrow \text{inclinação X1} \\
& + \{b2 + b7*Z + b3*(a2 + a5*Z) + b4*[c2 + c5*Z + c6*(a2 + a5*Z)]\}*X2 && \leftarrow \text{inclinação X2} \\
& + (b3 + b4*c6)*eM1 + b4*eM2 + eY && \leftarrow \text{resíduo}
\end{aligned}
\tag{7}
$$

Decomposição dos Efeitos (simple slopes)

Efeitos de X1 sobre Y:

$$\underbrace{\{\underbrace{\underbrace{b1 + b6*Z}_{1} + \underbrace{\underbrace{b3}_{2} * \underbrace{(a1 + a4*Z)}_{3}}_{8} + \underbrace{\underbrace{b4}_{4} * \underbrace{[\underbrace{c1 + c4*Z}_{5} + \underbrace{\underbrace{c6}_{6} * \underbrace{(a1 + a4*Z)}_{7}}_{9}]}_{10}}_{11}\}}_{12}$$

Onde:

Descrição do efeito	Mnemônico
1: Efeito direto de X1 sobre Y (moderado por Z)	deX1Y
2: Efeito direto de M1 sobre Y	deM1Y
3: Efeito direto de X1 sobre M1 (moderado por Z)	deX1M1
4: Efeito direto de M2 sobre Y	deM2Y
5: Efeito direto de X1 sobre M2 (moderado por Z)	deX1M2
6: Efeito direto de M1 sobre M2	deM1M2
7: Efeito direto de X1 sobre M1 (moderado por Z)	deX1M1
8: Efeito indireto de X1 via M1 sobre Y (moderado por Z)	ieX1M1Y = deM1Y * deX1M1
9: Efeito indireto de X1 via M1 sobre M2 (moderado por Z)	ieX1M1M2 = deM1M2 * deX1M1
10: Efeito total de X1 sobre M2 (moderado por Z)	teX1M2 = deX1M2 + ieX1M1M2
11: Efeito indireto de X1 via M2 sobre Y (moderado por Z)	ieX1M2Y = deM2Y * teX1M2
12: Efeito total de X1 sobre Y (moderado por Z)	teX1Y = deX1Y + ieX1M1Y + ieX1M2Y

Efeitos de X2 sobre Y:

$$\{ \underbrace{b2 + b7*Z}_{1} + \underbrace{\underbrace{b3}_{2} * \underbrace{(a2 + a5*Z)}_{3}}_{8} + \underbrace{\underbrace{b4}_{4} * \underbrace{[\underbrace{c2 + c5*Z}_{5} + \underbrace{\underbrace{c6}_{6} * \underbrace{(a2 + a5*Z)}_{7}}_{9}]}_{10}}_{11} \}_{12}$$

Onde:

Descrição do efeito	Mnemônico
1: Efeito direto de X2 sobre Y (moderado por Z)	deX2Y
2: Efeito direto de M1 sobre Y	deM1Y
3: Efeito direto de X2 sobre M1 (moderado por Z)	deX2M1
4: Efeito direto de M2 sobre Y	deM2Y
5: Efeito direto de X2 sobre M2 (moderado por Z)	deX2M2
6: Efeito direto de M1 sobre M2	deM1M2
7: Efeito direto de X2 sobre M1 (moderado por Z)	deX2M1
8: Efeito indireto de X2 via M1 sobre Y (moderado por Z)	ieX2M1Y = deM1Y * deX2M1
9: Efeito indireto de X2 via M1 sobre M2 (moderado por Z)	ieX2M1M2 = deM1M2 * deX2M1
10: Efeito total de X2 sobre M2 (moderado por Z)	teX2M2 = deX2M2 + ieX2M1M2
11: Efeito indireto de X2 via M2 sobre Y (moderado por Z)	ieX2M2Y = deM2Y * teX2M2
12: Efeito total de X2 sobre Y (moderado por Z)	teX2Y = deX2Y + ieX2M1Y + ieX2M2Y

Decomposição dos Interceptos (simple intercepts)

$$\underbrace{\{\ \underbrace{b0 + b5*Z}_{1} + \underbrace{\underbrace{b3}_{2} * \underbrace{(a0 + a3*Z)}_{3}}_{8} + \underbrace{\underbrace{b4}_{4} * \underbrace{[\ \underbrace{c0 + c3*Z}_{5} + \underbrace{\underbrace{c6}_{6} * \underbrace{(a0 + a3*Z)}_{7}}_{9}\ ]}_{10}}_{11}\ \}}_{12}$$

Onde:

Descrição do intercepto	Mnemônico
1: Intercepto do efeito direto de X1/X2 sobre Y (moderado por Z)	ideX1Y
2: Efeito direto de M1 sobre Y	deM1Y
3: Intercepto do efeito direto de X1/X2 sobre M1 (moderado por Z)	ideX1M1
4: Efeito direto de M2 sobre Y	deM2Y
5: Intercepto do efeito direto de X1/X2 sobre M2 (moderado por Z)	ideX1M2
6: Intercepto do efeito direto de M1 sobre M2	deM1M2
7: Intercepto do efeito direto de X1/X2 sobre M1 (moderado por Z)	ideX1M1
8: Intercepto do efeito indireto de X1/X2 via M1 sobre Y (moderado por Z)	iieX1M1Y = deM1Y * ideX1M1
9: Intercepto do efeito indireto de X1/X2 via M1 sobre M2 (moderado por Z)	iieX1M1M2 = deM1M2 * ideX1M1
10: Intercepto do efeito total de X1/X2 sobre M2 (moderado por Z)	iteX1M2 = ideX1M2 + iieX1M1M2
11: Intercepto do efeito indireto de X1/X2 via M2 sobre Y (moderado por Z)	iieX1M2Y = deM2Y * iteX1M2
12: Intercepto do efeito total de X1/X2 sobre Y (moderado por Z)	iteX1Y = ideX1Y + iieX1M1Y + iieX1M2Y

Decomposição dos Efeitos de M1 sobre M2 e Y:

O modelo relacionando M1, M2 e Y é o modelo da mediação básica, descrito em Edwards e Lambert (2007, p. 7). Então:

Descrição do efeito	Mnemônico
1: Efeito direto de M1 sobre Y	deM1Y
2: Efeito direto de M2 sobre Y	deM2Y
3: Efeito direto de M1 sobre M2	deM1M2
4: Efeito indireto de M1 via M2 sobre Y	ieM1M2Y = deM2Y * deM1M2
5: Efeito total de M1 sobre Y	teM1Y = deM1Y + ieM1M2Y

APÊNDICE E – PROGRAMAÇÃO PARA A OBTENÇÃO DAS ANÁLISES

Seguem os comandos em linguagem S utilizados para a obtenção dos gráficos e tabelas desta tese. O pacote estatístico R, que interpreta a linguagem S, pode ser baixado gratuitamente de http://www.r-project.org.

```
options(scipen=999, digits=2) # suppress scientific notation


source("d:\\iuri\\doutorado\\metodos
estatisticos\\r\\gavronski.functions.r")

gmrgcan07 <- read_excel("GMRG Canadian Survey Responses 2007.xls",
"Canadian Survey Responses 2007")

attach(gmrgcan07)

# desempenho em manufatura
manufperf = gmrgcan07[,grep("s3q1",names(gmrgcan07))]
write.csv(manufperf,"manufperf.csv")

# tecnologias ambientais
envtech = gmrgcan07[,grep("s2_1q3",names(gmrgcan07))]
names(envtech) = c("rem", "eop", "ems", "prd", "prc")
# gera variaveis dicotomicas
envtech.anything = ifelse(envtech>0,1,0)
envtech.median = cut_median(envtech)

tmp=cbind(envtech,envtech.anything,envtech.median)
pairs(na.omit(tmp),lower.panel=panel.smooth, upper.panel=panel.cor,
cex.labels=1, size=1)
rm(tmp)

# recode %of sales in environmental investments
envbudg=gmrgcan07$s2_1q4
envbudg[envbudg == 1] = .01
envbudg[envbudg == 2] = .02
envbudg[envbudg == 3] = .04
envbudg[envbudg == 4] = .06
envbudg[envbudg == 5] = .08
envbudg[envbudg == 6] = .10
envbudg[envbudg == 7] = .12

#########################
##                     ##
## Análises do Cap. 4 ##
##                     ##
#########################

# Número de fatores


# Vou trabalhar apenas com 3 dimensões: cost, qual, deliv
df=replace_with_mean(manufperf[,1:9]).
```

```
pca <- princomp(df)
summary(pca)
colnames(pca$loadings) <- 1:9
screeplot(pca,main="Competitive Performance")
abline(h=1,col="red")

fa3 <- factanal(df, factors=3) # varimax is the default
 print(loadings(fa3),sort=FALSE,digits=2,cutoff=0.30)  #show the loadings
 print(loadings(fa3),sort=FALSE,digits=2,cutoff=0.00)  #show the loadings
write.csv(loadings(fa3),"ch4.loadings.manufperf.csv")


# reliabilities
library(multilevel)
cronbach(df[,1:3])[[1]]
cronbach(df[,4:6])[[1]]
cronbach(df[,7:9])[[1]]

item.total(df[,4:6])
item.total(df[,1:3])
item.total(df[,7:9])

perf <- data.frame(
   cost = rowMeans(df[,1:3]),
   qual = rowMeans(df[,4:6]),
   dlvy = rowMeans(df[,7:9]))

x=perf
names(x)=c("Custo","Qualidade","Entrega") # So' para ficar bonito na tese.
hist.mult(x,xlim=c(1,7),breaks=7,xlab=NULL)
x=envtech
names(x)=c("Remediação","Fim de tubo","SGA","Produto","Processo")
hist.mult(x,xlim=c(0,1),breaks=10,xlab=NULL)
rm(x)

ch4.1 <- data.frame(
 cost = rowMeans(df[,1:3]),
 qual = rowMeans(df[,4:6]),
 dlvy = rowMeans(df[,7:9]),
 envtech.anything,
 size = log(gmrgcan07$s4q1),
 age = replace_with_mean(log(gmrgcan07$s4q5)),
 techinv = replace_with_mean(gmrgcan07$s4q6),
 envbudg = replace_with_mean(envbudg),
 wip = replace_with_mean(gmrgcan07$s4q16b),
 labor_intensive = replace_with_mean(gmrgcan07$s4q12),
 innovative = replace_with_mean(gmrgcan07$s4q8)
 )

pairs(na.omit(ch4.1[,c(-4,-5,-6,-7,-8)]),lower.panel=panel.smooth,
upper.panel=panel.cor, cex.labels=1, size=1)

write.csv(descr.cor(ch4.1),"ch4.1.descr.corr.csv")

# Standardize DV's to make coeffs more interpretable
ch4.1 <- data.frame(
 cost = scale(rowMeans(df[,1:3])),
 qual = scale(rowMeans(df[,4:6])),
 dlvy = scale(rowMeans(df[,7:9])),
 envtech.anything,
```

```
 size = log(gmrgcan07$s4q1),
 age = replace_with_mean(log(gmrgcan07$s4q5)),
 techinv = replace_with_mean(gmrgcan07$s4q6),
 envbudg = replace_with_mean(envbudg),
 wip = replace_with_mean(gmrgcan07$s4q16b),
 labor_intensive = replace_with_mean(gmrgcan07$s4q12),
 innovative = replace_with_mean(gmrgcan07$s4q8)
 )

ch4.1.cost.m0 <- lm(cost ~ size + age + techinv,data=ch4.1)
ch4.1.cost.m00 <- update(ch4.1.cost.m0, . ~ . + envbudg + wip +
labor_intensive + innovative)
ch4.1.qual.m0 <- update(ch4.1.cost.m0, qual ~ .)
ch4.1.qual.m00 <- update(ch4.1.cost.m00, qual ~ .)
ch4.1.dlvy.m0 <- update(ch4.1.cost.m0, dlvy ~ .)
ch4.1.dlvy.m00 <- update(ch4.1.cost.m00, dlvy ~ .)
ch4.1.cost.m1 <- lm(cost ~ rem + eop + ems + prd + prc + size + age +
techinv,data=ch4.1)
ch4.1.qual.m1 <- update(ch4.1.cost.m1, qual ~ .)
ch4.1.dlvy.m1 <- update(ch4.1.cost.m1, dlvy ~ .)
ch4.1.cost.m2 <- update(ch4.1.cost.m1, . ~ . + envbudg + wip +
labor_intensive + innovative)
ch4.1.qual.m2 <- update(ch4.1.cost.m2, qual ~ .)
ch4.1.dlvy.m2 <- update(ch4.1.cost.m2, dlvy ~ .)

#outlier detection
plot(ch4.1.cost.m00)
plot(ch4.1.cost.m2)
plot(ch4.1.qual.m00)
plot(ch4.1.qual.m2)
plot(ch4.1.dlvy.m00)
plot(ch4.1.dlvy.m2)

# bootstrap
set.seed(54321, kind = "Mersenne-Twister")
system.time(ch4.1.boot.cost.m2 <- estimates.boot(ch4.1.cost.m2,
na.omit(ch4.1)))
set.seed(54321, kind = "Mersenne-Twister")
system.time(ch4.1.boot.qual.m2 <- estimates.boot(ch4.1.qual.m2,
na.omit(ch4.1)))
set.seed(54321, kind = "Mersenne-Twister")
system.time(ch4.1.boot.dlvy.m2 <- estimates.boot(ch4.1.dlvy.m2,
na.omit(ch4.1)))

ch4.1.models=cbind(

round(t(bcp.ci(ch4.1.boot.cost.m2$t,ch4.1.boot.cost.m2$t0,ci=.9))[,4:5],2)
    ,

round(t(bcp.ci(ch4.1.boot.qual.m2$t,ch4.1.boot.qual.m2$t0,ci=.9))[,4:5],2)
    ,

round(t(bcp.ci(ch4.1.boot.dlvy.m2$t,ch4.1.boot.dlvy.m2$t0,ci=.9))[,4:5],2)
)

for (i in 1:5) {
    ch4.1.models=rbind(ch4.1.models," ")
}

ch4.1.models=cbind(
    consolidate.output(
```

```
        list(
            ch4.1.cost.m00,ch4.1.cost.m2,
            ch4.1.qual.m00,ch4.1.qual.m2,
            ch4.1.dlvy.m00,ch4.1.dlvy.m2
        )
    )
    ,
    ch4.1.models
)



write.csv(ch4.1.models,"ch4.1.models.csv")


# Some plots from bootstrap estimates
plot(ch4.1.boot.cost.m2, index=5) # product modifications
plot(ch4.1.boot.cost.m2, index=10) # environmental budget size

#models without outliers
#ch4.1.cost.m00s <- update(ch4.1.cost.m00,data=ch4.1[-c(29,20),])
#ch4.1.cost.m2s <- update(ch4.1.cost.m2,data=ch4.1[-c(29,20),])
#ch4.1.qual.m00s <- update(ch4.1.qual.m00,data=ch4.1[-c(29,20),])
#ch4.1.qual.m2s <- update(ch4.1.qual.m2,data=ch4.1[-c(29,20),])
#ch4.1.dlvy.m00s <- update(ch4.1.dlvy.m00,data=ch4.1[-c(29,20),])
#ch4.1.dlvy.m2s <- update(ch4.1.dlvy.m2,data=ch4.1[-c(29,20),])

ch4.1.cost.m00s <- update(ch4.1.cost.m00,data=na.omit(ch4.1[-
c(50,55,71,29),]))
ch4.1.cost.m2s <- update(ch4.1.cost.m2,data=na.omit(ch4.1[-
c(30,55,71,29),]))
ch4.1.qual.m00s <- update(ch4.1.qual.m00,data=na.omit(ch4.1[-
c(11,20,25,29),]))
ch4.1.qual.m2s <- update(ch4.1.qual.m2,data=na.omit(ch4.1[-
c(11,20,90,29),]))
ch4.1.dlvy.m00s <- update(ch4.1.dlvy.m00,data=na.omit(ch4.1[-
c(16,20,35,29),]))
ch4.1.dlvy.m2s <- update(ch4.1.dlvy.m2,data=na.omit(ch4.1[-
c(20,25,34,29),]))

#outlier detection
plot(ch4.1.cost.m00s)
plot(ch4.1.cost.m2s)
plot(ch4.1.qual.m00s)
plot(ch4.1.qual.m2s)
plot(ch4.1.dlvy.m00s)
plot(ch4.1.dlvy.m2s)

summary(ch4.1.cost.m00)
summary(ch4.1.cost.m00s)
summary(ch4.1.cost.m2)
summary(ch4.1.cost.m2s)
summary(ch4.1.qual.m00)
summary(ch4.1.qual.m00s)
summary(ch4.1.qual.m2)
summary(ch4.1.qual.m2s)
summary(ch4.1.dlvy.m00)
summary(ch4.1.dlvy.m00s)
summary(ch4.1.dlvy.m2)
summary(ch4.1.dlvy.m2s)
```

```
set.seed(54321, kind = "Mersenne-Twister")
system.time(ch4.1.boot.cost.m2s <- estimates.boot(ch4.1.cost.m2s,
na.omit(ch4.1[-c(30,55,71,29),])))
set.seed(54321, kind = "Mersenne-Twister")
system.time(ch4.1.boot.qual.m2s <- estimates.boot(ch4.1.qual.m2s,
na.omit(ch4.1[-c(11,20,90,29),])))
set.seed(54321, kind = "Mersenne-Twister")
system.time(ch4.1.boot.dlvy.m2s <- estimates.boot(ch4.1.dlvy.m2s,
na.omit(ch4.1[-c(20,25,34,29),])))


ch4.1.models=cbind(

round(t(bcp.ci(ch4.1.boot.cost.m2s$t,ch4.1.boot.cost.m2s$t0,ci=.9))[,4:5],2
)
    ,

round(t(bcp.ci(ch4.1.boot.qual.m2s$t,ch4.1.boot.qual.m2s$t0,ci=.9))[,4:5],2
)
    ,

round(t(bcp.ci(ch4.1.boot.dlvy.m2s$t,ch4.1.boot.dlvy.m2s$t0,ci=.9))[,4:5],2
)
)

for (i in 1:5) {
    ch4.1.models=rbind(ch4.1.models," ")
}

ch4.1.models=cbind(
    consolidate.output(
        list(
            ch4.1.cost.m00s,ch4.1.cost.m2s,
            ch4.1.qual.m00s,ch4.1.qual.m2s,
            ch4.1.dlvy.m00s,ch4.1.dlvy.m2s
        )
    )
    ,
    ch4.1.models
)



write.csv(ch4.1.models,"ch4.1.models.csv")

ch4.2 <- data.frame(
 cost = rowMeans(df[,1:3]),
 qual = rowMeans(df[,4:6]),
 dlvy = rowMeans(df[,7:9]),
 envtech.median,
 size = log(gmrgcan07$s4q1),
 age = replace_with_mean(log(gmrgcan07$s4q5)),
 techinv = replace_with_mean(gmrgcan07$s4q6),
 envbudg = replace_with_mean(envbudg),
 wip = replace_with_mean(gmrgcan07$s4q16b),
 labor_intensive = replace_with_mean(gmrgcan07$s4q12),
 innovative = replace_with_mean(gmrgcan07$s4q8)
 )
```

```
pairs(na.omit(ch4.2),lower.panel=panel.smooth, upper.panel=panel.cor,
cex.labels=1, size=1)

write.csv(descr.cor(ch4.2),"ch4.2.descr.corr.csv")

# Standardize DV's to make coeffs more interpretable
ch4.2 <- data.frame(
 cost = std1(rowMeans(df[,1:3])),
 qual = std1(rowMeans(df[,4:6])),
 dlvy = std1(rowMeans(df[,7:9])),
 envtech.median,
 size = log(gmrgcan07$s4q1),
 age = replace_with_mean(log(gmrgcan07$s4q5)),
 techinv = replace_with_mean(gmrgcan07$s4q6),
 envbudg = replace_with_mean(envbudg),
 wip = replace_with_mean(gmrgcan07$s4q16b),
 labor_intensive = replace_with_mean(gmrgcan07$s4q12),
 innovative = replace_with_mean(gmrgcan07$s4q8)
 )


ch4.2.cost.m0 <- lm(cost ~ size + age + techinv,data=ch4.2)
ch4.2.cost.m00 <- update(ch4.2.cost.m0, . ~ . + envbudg + wip +
labor_intensive + innovative)
ch4.2.qual.m0 <- update(ch4.2.cost.m0, qual ~ .)
ch4.2.qual.m00 <- update(ch4.2.cost.m00, qual ~ .)
ch4.2.dlvy.m0 <- update(ch4.2.cost.m0, dlvy ~ .)
ch4.2.dlvy.m00 <- update(ch4.2.cost.m00, dlvy ~ .)

ch4.2.cost.m1 <- lm(cost ~ rem + eop + ems + prd + prc + size + age +
techinv,data=ch4.2)
ch4.2.qual.m1 <- update(ch4.2.cost.m1, qual ~ .)
ch4.2.dlvy.m1 <- update(ch4.2.cost.m1, dlvy ~ .)

ch4.2.cost.m2 <- update(ch4.2.cost.m1, . ~ . + envbudg + wip +
labor_intensive + innovative)
ch4.2.qual.m2 <- update(ch4.2.cost.m2, qual ~ .)
ch4.2.dlvy.m2 <- update(ch4.2.cost.m2, dlvy ~ .)


# bootstrap
set.seed(54321, kind = "Mersenne-Twister")
system.time(ch4.2.boot.cost.m2 <- estimates.boot(ch4.2.cost.m2,
na.omit(ch4.2)))
set.seed(54321, kind = "Mersenne-Twister")
system.time(ch4.2.boot.qual.m2 <- estimates.boot(ch4.2.qual.m2,
na.omit(ch4.2)))
set.seed(54321, kind = "Mersenne-Twister")
system.time(ch4.2.boot.dlvy.m2 <- estimates.boot(ch4.2.dlvy.m2,
na.omit(ch4.2)))

ch4.2.models=cbind(

round(t(bcp.ci(ch4.2.boot.cost.m2$t,ch4.2.boot.cost.m2$t0,ci=.9))[,4:5],2)
    ,

round(t(bcp.ci(ch4.2.boot.qual.m2$t,ch4.2.boot.qual.m2$t0,ci=.9))[,4:5],2)
    ,

round(t(bcp.ci(ch4.2.boot.dlvy.m2$t,ch4.2.boot.dlvy.m2$t0,ci=.9))[,4:5],2)
)
```

```
for (i in 1:5) {
    ch4.2.models=rbind(ch4.2.models," ")
}

ch4.2.models=cbind(
    consolidate.output(
        list(
            ch4.2.cost.m00,ch4.2.cost.m2,
            ch4.2.qual.m00,ch4.2.qual.m2,
            ch4.2.dlvy.m00,ch4.2.dlvy.m2
        )
    )
    ,
    ch4.2.models
)



write.csv(ch4.2.models,"ch4.2.models.csv")



########################
##                    ##
## Análises do Cap. 5 ##
##                    ##
########################

# dataframe with org learning vars

ol=gmrgcan07[,grep("s2_4",names(gmrgcan07))]

ol$s2_4q5a=NULL
ol$s2_4q5e=NULL

# KMO
kmo.test(ol)

# numero de fatores

pca <- princomp(ol)
summary(pca)
#biplot(pca)
screeplot(pca,main="Learning & Knowledge")
abline(h=1,col="red")

fa <- factanal(ol, factors=5) # varimax is the default
 print(loadings(fa),sort=FALSE,digits=2,cutoff=0.30)  #show the loadings
 print(loadings(fa),sort=FALSE,digits=2,cutoff=0.00)  #show the loadings
fa.out="ch5.loadings.learning.csv"
write.csv(round(loadings(fa),2),fa.out)


# reliabilities
library(multilevel)
cronbach(ol[,grep("s2_4q1",names(ol))])[[1]]
item.total(ol[,grep("s2_4q1",names(ol))])
cronbach(ol[,grep("s2_4q2",names(ol))])[[1]]
item.total(ol[,grep("s2_4q2",names(ol))])
cronbach(ol[,grep("s2_4q3",names(ol))])[[1]]
```

```
item.total(ol[,grep("s2_4q3",names(ol))])
cronbach(ol[,grep("s2_4q4",names(ol))])[[1]]
item.total(ol[,grep("s2_4q4",names(ol))])
cronbach(ol[,grep("s2_4q5",names(ol))])[[1]]
item.total(ol[,grep("s2_4q5",names(ol))])

round(
c(
cronbach(ol[,grep("s2_4q1",names(ol))])[[1]]
,cronbach(ol[,grep("s2_4q2",names(ol))])[[1]]
,cronbach(ol[,grep("s2_4q3",names(ol))])[[1]]
,cronbach(ol[,grep("s2_4q4",names(ol))])[[1]]
,cronbach(ol[,grep("s2_4q5",names(ol))])[[1]]
)
,2)

ol.latent <- data.frame(
 wk = rowMeans(ol[,grep("s2_4q1",names(ol))]),
 mk = rowMeans(ol[,grep("s2_4q2",names(ol))]),
 sc = rowMeans(ol[,grep("s2_4q4",names(ol))]),
 ik = rowMeans(ol[,grep("s2_4q3",names(ol))]),
 ek = rowMeans(ol[,grep("s2_4q5",names(ol))])
)

tmp=ol.latent
names(tmp)=c("Conhecimento Operacional","Conhecimento Gerencial","Clima
Social","Aprendizagem Interna","Aprendizagem Externa")
hist.mult(tmp,xlim=c(1,7),breaks=7,xlab=NULL)
rm(tmp)

ol.std = std1(ol.latent)

controls <- data.frame(
 size = log(gmrgcan07$s4q1),
 age = replace_with_mean(log(gmrgcan07$s4q5)),
 techinv = replace_with_mean(gmrgcan07$s4q6),
 envbudg = replace_with_mean(envbudg),
 wip = replace_with_mean(gmrgcan07$s4q16b),
 labor_intensive = replace_with_mean(gmrgcan07$s4q12),
 innovative = replace_with_mean(gmrgcan07$s4q8)
 )


ch5.1 <- data.frame(
 envtech.anything,
 ol.latent,
 controls
 )
ch5.1=na.omit(ch5.1) # let's get rid of missing values

pairs(na.omit(ch5.1[,-c(1:5)]),lower.panel=panel.smooth,
upper.panel=panel.cor, cex.labels=1, size=1)

write.csv(descr.cor(ch5.1),"ch5.1.descr.corr.csv")

# Standardize DV's to make coeffs more interpretable
ch5.1 <- data.frame(
 envtech.anything,
 ol.std,
 center(controls)
 )
```

```
ch5.1=na.omit(ch5.1) # let's get rid of missing values

f=as.formula(paste("rem ~", paste(names(controls),collapse="+")))
ch5.1.rem.m0 = glm(formula = f, data=ch5.1, family=binomial(link="logit"))
# insert wk, mk, sc in the model
ch5.1.rem.m1 = update(ch5.1.rem.m0, . ~ ik + ek + sc + .)
ch5.1.rem.m2 = update(ch5.1.rem.m0, . ~ wk + mk + ik + ek + sc + .)
ch5.1.rem = compare.glm(list(ch5.1.rem.m0,ch5.1.rem.m1,ch5.1.rem.m2))

f=as.formula(paste("eop ~", paste(names(controls),collapse="+")))
ch5.1.eop.m0 = glm(formula = f, data=ch5.1, family=binomial(link="logit"))
# insert ik, ek, sc in the model
ch5.1.eop.m1 = update(ch5.1.eop.m0, . ~ ik + ek + sc + .)
ch5.1.eop.m2 = update(ch5.1.eop.m0, . ~ wk + mk + ik + ek + sc + .)
ch5.1.eop = compare.glm(list(ch5.1.eop.m0,ch5.1.eop.m1,ch5.1.eop.m2))

f=as.formula(paste("ems ~", paste(names(controls),collapse="+")))
ch5.1.ems.m0 = glm(formula = f, data=ch5.1, family=binomial(link="logit"))
# insert ik, ek, sc in the model
ch5.1.ems.m1 = update(ch5.1.ems.m0, . ~ ik + ek + sc + .)
ch5.1.ems.m2 = update(ch5.1.ems.m0, . ~ wk + mk + ik + ek + sc + .)
ch5.1.ems = compare.glm(list(ch5.1.ems.m0,ch5.1.ems.m1,ch5.1.ems.m2))
#ch5.1.ems.m2 = update(ch5.1.ems.m0, . ~ (ik + ek + sc)^2 + .)

f=as.formula(paste("prd ~", paste(names(controls),collapse="+")))
ch5.1.prd.m0 = glm(formula = f, data=ch5.1, family=binomial(link="logit"))
# insert ik, ek, sc in the model
ch5.1.prd.m1 = update(ch5.1.prd.m0, . ~ ik + ek + sc + .)
ch5.1.prd.m2 = update(ch5.1.prd.m0, . ~ wk + mk + ik + ek + sc + .)
ch5.1.prd = compare.glm(list(ch5.1.prd.m0,ch5.1.prd.m1,ch5.1.prd.m2))

f=as.formula(paste("prc ~", paste(names(controls),collapse="+")))
ch5.1.prc.m0 = glm(formula = f, data=ch5.1, family=binomial(link="logit"))
# insert ik, ek, sc in the model
ch5.1.prc.m1 = update(ch5.1.prc.m0, . ~ ik + ek + sc + .)
ch5.1.prc.m2 = update(ch5.1.prc.m0, . ~ wk + mk + ik + ek + sc + .)
ch5.1.prc = compare.glm(list(ch5.1.prc.m0,ch5.1.prc.m1,ch5.1.prc.m2))

sink("ch5.1.logit.ouput.txt")
summary(ch5.1.rem.m1)
summary(ch5.1.eop.m1)
summary(ch5.1.ems.m1)
summary(ch5.1.prd.m1)
summary(ch5.1.prc.m1)
sink()



# above median models

ch5.2 <- data.frame(
 envtech.median,
 ol.latent,
 controls
 )
ch5.2=na.omit(ch5.2) # let's get rid of missing values

pairs(na.omit(ch5.2[,-c(1:5)]),lower.panel=panel.smooth,
upper.panel=panel.cor, cex.labels=1, size=1)

write.csv(descr.cor(ch5.2),"ch5.2.descr.corr.csv")
```

```
# Standardize DV's to make coeffs more interpretable
ch5.2 <- data.frame(
 envtech.median,
 ol.std,
 center(controls)
 )
ch5.2=na.omit(ch5.2) # let's get rid of missing values

f=as.formula(paste("rem ~", paste(names(controls),collapse="+")))
ch5.2.rem.m0 = glm(formula = f, data=ch5.2, family=binomial(link="logit"))
# insert wk, mk, sc in the model
ch5.2.rem.m1 = update(ch5.2.rem.m0, . ~ ik + ek + sc + .)
ch5.2.rem.m2 = update(ch5.2.rem.m0, . ~ wk + mk + ik + ek + sc + .)
ch5.2.rem = compare.glm(list(ch5.2.rem.m0,ch5.2.rem.m1,ch5.2.rem.m2))

f=as.formula(paste("eop ~", paste(names(controls),collapse="+")))
ch5.2.eop.m0 = glm(formula = f, data=ch5.2, family=binomial(link="logit"))
# insert ik, ek, sc in the model
ch5.2.eop.m1 = update(ch5.2.eop.m0, . ~ ik + ek + sc + .)
ch5.2.eop.m2 = update(ch5.2.eop.m0, . ~ wk + mk + ik + ek + sc + .)
ch5.2.eop = compare.glm(list(ch5.2.eop.m0,ch5.2.eop.m1,ch5.2.eop.m2))

f=as.formula(paste("ems ~", paste(names(controls),collapse="+")))
ch5.2.ems.m0 = glm(formula = f, data=ch5.2, family=binomial(link="logit"))
# insert ik, ek, sc in the model
ch5.2.ems.m1 = update(ch5.2.ems.m0, . ~ ik + ek + sc + .)
ch5.2.ems.m2 = update(ch5.2.ems.m0, . ~ wk + mk + ik + ek + sc + .)
ch5.2.ems = compare.glm(list(ch5.2.ems.m0,ch5.2.ems.m1,ch5.2.ems.m2))

f=as.formula(paste("prd ~", paste(names(controls),collapse="+")))
ch5.2.prd.m0 = glm(formula = f, data=ch5.2, family=binomial(link="logit"))
# insert ik, ek, sc in the model
ch5.2.prd.m1 = update(ch5.2.prd.m0, . ~ ik + ek + sc + .)
ch5.2.prd.m2 = update(ch5.2.prd.m0, . ~ wk + mk + ik + ek + sc + .)
ch5.2.prd = compare.glm(list(ch5.2.prd.m0,ch5.2.prd.m1,ch5.2.prd.m2))

f=as.formula(paste("prc ~", paste(names(controls),collapse="+")))
ch5.2.prc.m0 = glm(formula = f, data=ch5.2, family=binomial(link="logit"))
# insert ik, ek, sc in the model
ch5.2.prc.m1 = update(ch5.2.prc.m0, . ~ ik + ek + sc + .)
ch5.2.prc.m2 = update(ch5.2.prc.m0, . ~ wk + mk + ik + ek + sc + .)
ch5.2.prc = compare.glm(list(ch5.2.prc.m0,ch5.2.prc.m1,ch5.2.prc.m2))

#sink("ch5.2.logit.ouput.txt")
#summary(ch5.2.rem.m1)
#summary(ch5.2.eop.m1)
#summary(ch5.2.ems.m1)
#summary(ch5.2.prd.m1)
#summary(ch5.2.prc.m1)
#sink()

ch5.rem = cbind(ch5.1.rem,ch5.2.rem)
colnames(ch5.rem)[1:6*2-1] = paste("Modelo 5.",1:6,sep="")

ch5.eop = cbind(ch5.1.eop,ch5.2.eop)
colnames(ch5.eop)[1:6*2-1] = paste("Modelo 5.",1:6+6,sep="")

ch5.ems = cbind(ch5.1.ems,ch5.2.ems)
colnames(ch5.ems)[1:6*2-1] = paste("Modelo 5.",1:6+6*2,sep="")
```

```
ch5.prd = cbind(ch5.1.prd,ch5.2.prd)
colnames(ch5.prd)[1:6*2-1] = paste("Modelo 5.",1:6+6*3,sep="")

ch5.prc = cbind(ch5.1.prc,ch5.2.prc)
colnames(ch5.prc)[1:6*2-1] = paste("Modelo 5.",1:6+6*4,sep="")

write.csv(ch5.rem,"ch5.rem.csv")
write.csv(ch5.eop,"ch5.eop.csv")
write.csv(ch5.ems,"ch5.ems.csv")
write.csv(ch5.prd,"ch5.prd.csv")
write.csv(ch5.prc,"ch5.prc.csv")





########################
##                    ##
## Análises do Cap. 6 ##
##                    ##
########################

envscm=gmrgcan07[,grep("s2_1q[5-6]",names(gmrgcan07))]


hist.mult(envscm,xlim=c(1,7),breaks=5,xlab=NULL)

envscm_log = replace_with_mean(log(envscm))

par(mfrow=c(2,1))
boxplot(envscm)
boxplot(envscm_log)

#cronbach(envscm_log[,1:5])[[1]]
#cronbach(envscm_log[,6:10])[[1]]
#cronbach(envscm_log[,11:15])[[1]]

#item.total(envscm_log[,1:5])
#item.total(envscm_log[,6:10])
#item.total(envscm_log[,11:15])
write.csv(descr.cor(envscm_log),"envscm_log(cor).csv")

#factanal(envscm_log[,-c(9)],3)
#factanal(envscm_log[,-c(3,9,15)],3)
ch6.fa=factanal(envscm_log[,-c(2,3,9,10,15)],3)  # é a que vai para a tese

ch6.alfas=rbind(c("Colaboração Ambiental","Monitoramento
Ambiental","Seleção Ambiental"),c(
cronbach(envscm_log[,c(1,4,5)])[[1]]
,
cronbach(envscm_log[,c(6:8)])[[1]]
,
cronbach(envscm_log[,c(11:14)])[[1]]
))
rownames(ch6.alfas)=c("Fator","Alfa de Cronbach")
colnames(ch6.alfas)=c("ec","em","es")
# Tabela da Análise Fatorial (cap. 6)
outf="ch6.envscm.fatorial.csv"
write.csv(loadings(ch6.fa),outf)
write.csv(ch6.alfas,outf,append=TRUE)
```

```
kmo.test(envscm_log[,-c(2,3,9,10,15)])

pca <- princomp(envscm_log[,-c(2,3,9,10,15)])
summary(pca)
screeplot(pca,main="Environmental SCM")
abline(h=1,col="red")

item.total(envscm_log[,c(1,4,5)])
item.total(envscm_log[,c(6:8)])
item.total(envscm_log[,c(11:14)])

envscm.latent <- data.frame(
 ec = rowMeans(envscm_log[,c(1,4,5)]),
 em = rowMeans(envscm_log[,c(6:8)]),
 es = rowMeans(envscm_log[,c(11:14)])
)

x = colnames(envscm.latent)
colnames(envscm.latent) = c("Colaboração Ambiental", "Monitoramento
Ambiental", "Seleção Ambiental") # nomes bonitos, só para colocar na tese
hist.mult(envscm.latent,xlim=c(0,2),xlab=NULL)
colnames(envscm.latent) = x
rm(x)

ch6 = data.frame(envscm.latent,
    ol.latent[,c("ik", "ek", "sc")],
    size = log(gmrgcan07$s4q1),
    age = replace_with_mean(log(gmrgcan07$s4q5)),
    size2ks = replace_with_mean(log(gmrgcan07$s1q6))
)

pairs(ch6,lower.panel=panel.smooth, upper.panel=panel.cor, cex.labels=1,
size=1)

tmp2 = std1(ch6)
tmp = data.frame(ch6[,c(1:6)], tmp2$ik*tmp2$sc,
tmp2$ek*tmp2$sc,ch6[,c(7:9)])
names(tmp) = c(
"EC - Colaboração Ambientala",
"EM - Monitoramento Ambientala",
"ES - Seleção Ambientala",
"IK - Aprendizagem Internaa",
"EK - Aprendizagem Externaa",
"SC - Clima Sociala",
"IK x SCb",
"EK x SCb",
"Tamanho da fábricac",
"Idade dos equipamentosc",
"Tamanho relativo ao fornecedorc"
)
write.csv(descr.cor(tmp),"ch6.descr.cor.csv")
rm(tmp, tmp2)


#center and standardize variables
ch6=std1(ch6)

ch6.ec.m0=lm(ec ~ size + age + size2ks,data=ch6)
ch6.ec.m1=update(ch6.ec.m0, . ~ ik + ek + es + em + sc + ik:sc + ek:sc + .)
ch6.em.m0=update(ch6.ec.m0, em ~ .)
```

```
ch6.em.m1=update(ch6.em.m0, . ~ ik + ek + sc + ik:sc + ek:sc + es + .)
ch6.es.m0=update(ch6.ec.m0, es ~ .)
ch6.es.m1=update(ch6.es.m0, . ~ ik + ek + sc + ik:sc + ek:sc + .)

outf="ch6.models.csv"
write.csv(consolidate.output(list(ch6.ec.m0,ch6.ec.m1)),outf,append=FALSE)
write.csv(consolidate.output(list(ch6.em.m0,ch6.em.m1)),outf,append=TRUE)
write.csv(consolidate.output(list(ch6.es.m0,ch6.es.m1)),outf,append=TRUE)

# Estimate the coefficients for 1000 bootstrap samples
set.seed(54321, kind = "Mersenne-Twister")
system.time(ch6.ec.m1.boot <- estimates.boot(ch6.ec.m1, ch6))
set.seed(54321, kind = "Mersenne-Twister")
system.time(ch6.em.m1.boot <- estimates.boot(ch6.em.m1, ch6))
set.seed(54321, kind = "Mersenne-Twister")
system.time(ch6.es.m1.boot <- estimates.boot(ch6.es.m1, ch6))

# a identificação dos parametros (ainda) tem de ser visual
cbind(paste("b",c(0:5,8:10,6:7),sep=""),names(ch6.ec.m1.boot$t0))
cbind(paste("c",c(0:3,6,7:9,4:5),sep=""),names(ch6.em.m1.boot$t0))
cbind(paste("a",c(0:3,6:8,4:5),sep=""),names(ch6.es.m1.boot$t0))

# atribui os nomes de parametros (ver apendice) às estimativas de
# Y, M2 e M1, respectivamente
colnames(ch6.ec.m1.boot$t)=paste("b",c(0:5,8:10,6:7),sep="")
colnames(ch6.em.m1.boot$t)=paste("c",c(0:3,6,7:9,4:5),sep="")
colnames(ch6.es.m1.boot$t)=paste("a",c(0:3,6:8,4:5),sep="")
# para acessar os t's = ch6.ec.m1.boot$t[,"b1"]

t0 = list(ec=ch6.ec.m1.boot$t0,em=ch6.em.m1.boot$t0,es=ch6.es.m1.boot$t0)
names(t0$ec)=colnames(ch6.ec.m1.boot$t)
names(t0$em)=colnames(ch6.em.m1.boot$t)
names(t0$es)=colnames(ch6.es.m1.boot$t)
# para acessar os t0's = t0$ec["b1"]

# Calcula os simple paths.
Zhi=1  # mean(sc)+sd(sc)
Zlo=-1 # mean(sc)-sd(sc)

#efeitos diretos
#efeitos diretos não moderados
deM1Y     = ch6.ec.m1.boot$t[,"b3"]
deM1Y0    = t0$ec["b3"]
deM2Y     = ch6.ec.m1.boot$t[,"b4"]
deM2Y0    = t0$ec["b4"]
deM1M2    = ch6.em.m1.boot$t[,"c6"]
deM1M20   = t0$em["c6"]
#efeitos diretos moderados
# efeitos diretos de X1 em Y
deX1Yhi   = ch6.ec.m1.boot$t[,"b1"] + ch6.ec.m1.boot$t[,"b6"]*Zhi
deX1Yhi0  = t0$ec["b1"] + t0$ec["b6"] * Zhi
deX1Ylo   = ch6.ec.m1.boot$t[,"b1"] + ch6.ec.m1.boot$t[,"b6"]*Zlo
deX1Ylo0  = t0$ec["b1"] + t0$ec["b6"] * Zlo
# efeitos diretos de X2 em Y
deX2Yhi   = ch6.ec.m1.boot$t[,"b2"] + ch6.ec.m1.boot$t[,"b7"]*Zhi
deX2Yhi0  = t0$ec["b2"] + t0$ec["b7"] * Zhi
deX2Ylo   = ch6.ec.m1.boot$t[,"b2"] + ch6.ec.m1.boot$t[,"b7"]*Zlo
deX2Ylo0  = t0$ec["b2"] + t0$ec["b7"] * Zlo
# efeitos diretos de X1 em M2
deX1M2hi  = ch6.em.m1.boot$t[,"c1"] + ch6.em.m1.boot$t[,"c4"]*Zhi
deX1M2hi0 = t0$em["c1"] + t0$em["c4"] * Zhi
```

```
deX1M2lo  = ch6.em.m1.boot$t[,"c1"] + ch6.em.m1.boot$t[,"c4"]*Zlo
deX1M2lo0 = t0$em["c1"] + t0$em["c4"] * Zlo
# efeitos diretos de X2 em M2
deX2M2hi  = ch6.em.m1.boot$t[,"c2"] + ch6.em.m1.boot$t[,"c5"]*Zhi
deX2M2hi0 = t0$em["c2"] + t0$em["c5"] * Zhi
deX2M2lo  = ch6.em.m1.boot$t[,"c2"] + ch6.em.m1.boot$t[,"c5"]*Zlo
deX2M2lo0 = t0$em["c2"] + t0$em["c5"] * Zlo
# efeitos diretos de X1 em M1
deX1M1hi  = ch6.es.m1.boot$t[,"a1"] + ch6.es.m1.boot$t[,"a4"]*Zhi
deX1M1hi0 = t0$es["a1"] + t0$es["a4"] * Zhi
deX1M1lo  = ch6.es.m1.boot$t[,"a1"] + ch6.es.m1.boot$t[,"a4"]*Zlo
deX1M1lo0 = t0$es["a1"] + t0$es["a4"] * Zlo
# efeitos diretos de X2 em M1
deX2M1hi  = ch6.es.m1.boot$t[,"a2"] + ch6.es.m1.boot$t[,"a5"]*Zhi
deX2M1hi0 = t0$es["a2"] + t0$es["a5"] * Zhi
deX2M1lo  = ch6.es.m1.boot$t[,"a2"] + ch6.es.m1.boot$t[,"a5"]*Zlo
deX2M1lo0 = t0$es["a2"] + t0$es["a5"] * Zlo

# efeitos indiretos e totais
# efeitos indiretos de X1 -> M1 -> M2
ieX1M1M2hi  = deM1M2    * deX1M1hi
ieX1M1M2hi0 = deM1M20   * deX1M1hi0
ieX1M1M2lo  = deM1M2    * deX1M1lo
ieX1M1M2lo0 = deM1M20   * deX1M1lo0
# efeitos indiretos de X2 -> M1 -> M2
ieX2M1M2hi  = deM1M2    * deX2M1hi
ieX2M1M2hi0 = deM1M20   * deX2M1hi0
ieX2M1M2lo  = deM1M2    * deX2M1lo
ieX2M1M2lo0 = deM1M20   * deX2M1lo0
# efeitos indiretos de X1 -> M1 -> Y
ieX1M1Yhi  = deM1Y    * deX1M1hi
ieX1M1Yhi0 = deM1Y0   * deX1M1hi0
ieX1M1Ylo  = deM1Y    * deX1M1lo
ieX1M1Ylo0 = deM1Y0   * deX1M1lo0
# efeitos indiretos de X2 -> M1 -> Y
ieX2M1Yhi  = deM1Y    * deX2M1hi
ieX2M1Yhi0 = deM1Y0   * deX2M1hi0
ieX2M1Ylo  = deM1Y    * deX2M1lo
ieX2M1Ylo0 = deM1Y0   * deX2M1lo0
# efeitos totais de X1 em M2
teX1M2hi   = deX1M2hi  + ieX1M1M2hi
teX1M2hi0  = deX1M2hi0 + ieX1M1M2hi0
teX1M2lo   = deX1M2lo  + ieX1M1M2lo
teX1M2lo0  = deX1M2lo0 + ieX1M1M2lo0
# efeitos totais de X2 em M2
teX2M2hi   = deX2M2hi  + ieX2M1M2hi
teX2M2hi0  = deX2M2hi0 + ieX2M1M2hi0
teX2M2lo   = deX2M2lo  + ieX2M1M2lo
teX2M2lo0  = deX2M2lo0 + ieX2M1M2lo0
# efeitos indiretos de X1 -> M2 -> Y
ieX1M2Yhi  = deM2Y  * teX1M2hi
ieX1M2Yhi0 = deM2Y0 * teX1M2hi0
ieX1M2Ylo  = deM2Y  * teX1M2lo
ieX1M2Ylo0 = deM2Y0 * teX1M2lo0
# efeitos indiretos de X2 -> M2 -> Y
ieX2M2Yhi  = deM2Y  * teX2M2hi
ieX2M2Yhi0 = deM2Y0 * teX2M2hi0
ieX2M2Ylo  = deM2Y  * teX2M2lo
ieX2M2Ylo0 = deM2Y0 * teX2M2lo0
# efeitos totais de X1 em Y
teX1Yhi    = deX1Yhi  + ieX1M1Yhi  + ieX1M2Yhi
```

```
teX1Yhi0   = deX1Yhi0 + ieX1M1Yhi0 + ieX1M2Yhi0
teX1Ylo    = deX1Ylo  + ieX1M1Ylo  + ieX1M2Ylo
teX1Ylo0   = deX1Ylo0 + ieX1M1Ylo0 + ieX1M2Ylo0
# efeitos totais de X2 em Y
teX2Yhi    = deX2Yhi  + ieX2M1Yhi  + ieX2M2Yhi
teX2Yhi0   = deX2Yhi0 + ieX2M1Yhi0 + ieX2M2Yhi0
teX2Ylo    = deX2Ylo  + ieX2M1Ylo  + ieX2M2Ylo
teX2Ylo0   = deX2Ylo0 + ieX2M1Ylo0 + ieX2M2Ylo0
# efeitos indiretos de M1 -> M2 -> Y
ieM1M2Yhi  = deM2Y  * deM2Y
ieM1M2Yhi0 = deM2Y0 * deM2Y0
ieM1M2Ylo  = deM2Y  * deM2Y
ieM1M2Ylo0 = deM2Y0 * deM2Y0

# Calcula os intervalos de confiança para os simple paths.

# Gera as matrizes prontas para colocar nas tabelas.
#
# Colunas:
# (0) Nome do efeito
# 1 - Efeito quando Z=lo
# 2 - Efeito quando Z=lo, lower 95%
# 3 - Efeito quando Z=lo, upper 95%
# 4:6 - Efeito quando Z=hi
# 7-9 - intervalos de confiança para a diferença entre Zhi e Zlo

#efeitos diretos
#efeitos diretos não moderados
ch6.denm = rbind(
bcp.ci(deM1Y,deM1Y0),
bcp.ci(deM2Y,deM2Y0),
bcp.ci(deM1M2,deM1M20)
)
ch6.denm=cbind(ch6.denm,ch6.denm) # Valor de Zhi e Zlo são iguais.
ch6.denm=cbind(ch6.denm,0,0,0) # Adiciona mais 3 colunas ao final para
ficar compatível com as outras matrizes (diferença é zero).
rownames(ch6.denm)=c("Efeito direto de ES em EC","Efeito direto de EM em
EC","Efeito direto de ES em EM")

# efeitos diretos moderados
# efeitos diretos de X1 em Y
ch6.dem=rbind(
c(
bcp.ci(deX1Ylo, deX1Ylo0),
bcp.ci(deX1Yhi, deX1Yhi0),
bcp.ci(deX1Yhi-deX1Ylo, deX1Yhi0-deX1Ylo0  )),
# efeitos diretos de X2 em Y
c(
bcp.ci(deX2Ylo, deX2Ylo0 ),
bcp.ci(deX2Yhi, deX2Yhi0 ),
bcp.ci(deX2Yhi-deX2Ylo, deX2Yhi0-deX2Ylo0 )),
# efeitos diretos de X1 em M2
c(
bcp.ci(deX1M2lo,deX1M2lo0 ),
bcp.ci(deX1M2hi,deX1M2hi0 ),
bcp.ci(deX1M2hi-deX1M2lo,deX1M2hi0-deX1M2lo0 )),
# efeitos diretos de X2 em M2
c(
bcp.ci(deX2M2lo,deX2M2lo0 ),
bcp.ci(deX2M2hi,deX2M2hi0 ),
bcp.ci(deX2M2hi-deX2M2lo,deX2M2hi0-deX2M2lo0 )),
```

```
# efeitos diretos de X1 em M1
c(
bcp.ci(deX1M1lo,deX1M1lo0 ),
bcp.ci(deX1M1hi,deX1M1hi0 ),
bcp.ci(deX1M1hi-deX1M1lo,deX1M1hi0-deX1M1lo0 )),
# efeitos diretos de X2 em M1
c(
bcp.ci(deX2M1lo,deX2M1lo0 ),
bcp.ci(deX2M1hi,deX2M1hi0 ),
bcp.ci(deX2M1hi-deX2M1lo,deX2M1hi0-deX2M1lo0 ))
)
rownames(ch6.dem)=c("Efeito direto de IK em EC", "Efeito direto de EK em
EC", "Efeito direto de IK em EM", "Efeito direto de EK em EM", "Efeito
direto de IK em ES", "Efeito direto de EK em ES")

# efeitos indiretos e totais
# efeitos indiretos de X1 -> M1 -> M2
ch6.ie=rbind(
c(
bcp.ci(ieX1M1M2lo,ieX1M1M2lo0 ),
bcp.ci(ieX1M1M2hi,ieX1M1M2hi0 ),
bcp.ci(ieX1M1M2hi-ieX1M1M2lo,ieX1M1M2hi0-ieX1M1M2lo0 )),
# efeitos indiretos de X2 -> M1 -> M2
c(
bcp.ci(ieX2M1M2lo,ieX2M1M2lo0 ),
bcp.ci(ieX2M1M2hi,ieX2M1M2hi0 ),
bcp.ci(ieX2M1M2hi-ieX2M1M2lo,ieX2M1M2hi0-ieX2M1M2lo0 )),
# efeitos indiretos de X1 -> M1 -> Y
c(
bcp.ci(ieX1M1Ylo,ieX1M1Ylo0 ),
bcp.ci(ieX1M1Yhi,ieX1M1Yhi0 ),
bcp.ci(ieX1M1Yhi-ieX1M1Ylo,ieX1M1Yhi0-ieX1M1Ylo0 )),
# efeitos indiretos de X2 -> M1 -> Y
c(
bcp.ci(ieX2M1Ylo,ieX2M1Ylo0 ),
bcp.ci(ieX2M1Yhi,ieX2M1Yhi0 ),
bcp.ci(ieX2M1Yhi-ieX2M1Ylo,ieX2M1Yhi0-ieX2M1Ylo0 )),
# efeitos totais de X1 em M2
c(
bcp.ci(teX1M2lo, teX1M2lo0  ),
bcp.ci(teX1M2hi, teX1M2hi0  ),
bcp.ci(teX1M2hi-teX1M2lo, teX1M2hi0 -teX1M2lo0  )),
# efeitos totais de X2 em M2
c(
bcp.ci(teX2M2lo, teX2M2lo0  ),
bcp.ci(teX2M2hi, teX2M2hi0  ),
bcp.ci(teX2M2hi-teX2M2lo, teX2M2hi0 -teX2M2lo0  )),
# efeitos indiretos de X1 -> M2 -> Y
c(
bcp.ci(ieX1M2Ylo,ieX1M2Ylo0 ),
bcp.ci(ieX1M2Yhi,ieX1M2Yhi0 ),
bcp.ci(ieX1M2Yhi-ieX1M2Ylo,ieX1M2Yhi0-ieX1M2Ylo0 )),
# efeitos indiretos de X2 -> M2 -> Y
c(
bcp.ci(ieX2M2Ylo,ieX2M2Ylo0 ),
bcp.ci(ieX2M2Yhi,ieX2M2Yhi0 ),
bcp.ci(ieX2M2Yhi-ieX2M2Ylo,ieX2M2Yhi0-ieX2M2Ylo0 )),
# efeitos totais de X1 em Y
c(
bcp.ci(teX1Ylo,  teX1Ylo0   ),
bcp.ci(teX1Yhi,  teX1Yhi0   ),
```

```
bcp.ci(teX1Yhi-teX1Ylo,  teX1Yhi0  -teX1Ylo0   )),
# efeitos totais de X2 em Y
c(
bcp.ci(teX2Ylo,  teX2Ylo0   ),
bcp.ci(teX2Yhi,  teX2Yhi0   ),
bcp.ci(teX2Yhi-teX2Ylo,  teX2Yhi0-teX2Ylo0   )),
# efeitos indiretos de M1 -> M2 -> Y
bcp.ci(ieM1M2Ylo, ieM1M2Ylo0)
bcp.ci(ieM1M2Yhi, ieM1M2Yhi0)
c(0,0,0))
)
rownames(ch6.ie)=c("Efeito indireto de IK via ES em EM","Efeito indireto de
EK via ES em EM","Efeito indireto de IK via ES em EC","Efeito indireto de
EK via ES em EC","Efeito total de IK em EM","Efeito total de EK em
EM","Efeito indireto de IK via EM em EC","Efeito indireto de EK via EM em
EC","Efeitos totais de IK em EC","Efeitos totais de EK em EC","Efeitos
Indiretos de M1 via M2 em Y")

write.csv(rbind(ch6.denm,ch6.dem,ch6.ie),"ch6.simple.paths.csv")



###########################
#                         #
# Gráficos das Interações #
#                         #
###########################

# Calcula os simple intercepts.

# intercept dos efeitos diretos de X1/X2 em Y
ideX1Yhi   = ch6.ec.m1.boot$t[,"b0"] + ch6.ec.m1.boot$t[,"b5"]*Zhi
ideX1Yhi0  = t0$ec["b0"] + t0$ec["b5"] * Zhi
ideX1Ylo   = ch6.ec.m1.boot$t[,"b0"] + ch6.ec.m1.boot$t[,"b5"]*Zlo
ideX1Ylo0  = t0$ec["b0"] + t0$ec["b5"] * Zlo
# intercept dos efeitos diretos de X1/X2 em M2
ideX1M2hi  = ch6.em.m1.boot$t[,"c0"] + ch6.em.m1.boot$t[,"c3"]*Zhi
ideX1M2hi0 = t0$em["c0"] + t0$em["c3"] * Zhi
ideX1M2lo  = ch6.em.m1.boot$t[,"c0"] + ch6.em.m1.boot$t[,"c3"]*Zlo
ideX1M2lo0 = t0$em["c0"] + t0$em["c3"] * Zlo
# intercept dos efeitos diretos de X1/X2 em M1 - NÃO CALCULAR CI
ideX1M1hi  = ch6.es.m1.boot$t[,"a0"] + ch6.es.m1.boot$t[,"a3"]*Zhi
ideX1M1hi0 = t0$es["a0"] + t0$es["a3"] * Zhi
ideX1M1lo  = ch6.es.m1.boot$t[,"a0"] + ch6.es.m1.boot$t[,"a3"]*Zlo
ideX1M1lo0 = t0$es["a0"] + t0$es["a3"] * Zlo
# intercept dos efeitos indiretos de X1/X2 -> M2 -> Y
iieX1M2Yhi  = deM2Y  * (ideX1M2hi  + deM1M2  * ideX1M1hi  )
iieX1M2Yhi0 = deM2Y0 * (ideX1M2hi0 + deM1M20 * ideX1M1hi0 )
iieX1M2Ylo  = deM2Y  * (ideX1M2lo  + deM1M2  * ideX1M1lo  )
iieX1M2Ylo0 = deM2Y0 * (ideX1M2lo0 + deM1M20 * ideX1M1lo0 )

# Calcula os intervalos de confiança.

ch6.int = rbind(
# intercept dos efeitos diretos de X1/X2 em Y
c(
bcp.ci(ideX1Ylo   , ideX1Ylo0  ),
bcp.ci(ideX1Yhi   , ideX1Yhi0  )),
# intercept dos efeitos diretos de X1/X2 em M2
c(
bcp.ci(ideX1M2lo  , ideX1M2lo0 ),
```

```
bcp.ci(ideX1M2hi  , ideX1M2hi0 )),
# intercept dos efeitos indiretos de X1/X2 -> M2 -> Y
c(
bcp.ci(iieX1M2Ylo , iieX1M2Ylo0),
bcp.ci(iieX1M2Yhi , iieX1M2Yhi0))
)
rownames(ch6.int)=c("ide IK/EK -> EC","ide IK/EK -> EM","iie IK -> EM ->
ec")

## Setup up coordinate system (with x==y aspect ratio):
plot(c(-3,3), c(-3,3), type = "n", xlab="Aprendizagem Interna",
ylab="Monitoramento Ambiental", asp = 1)
## the x- and y-axis, and an integer grid
abline(h=0, v=0, col = "gray60")
abline(h = -3:3, v = -3:3, col = "lightgray", lty=3)
abline(a=ch6.int[2,1], b=ch6.dem[3,1], col = "red")
abline(a=ch6.int[2,4], b=ch6.dem[3,4], col = "blue", lwd=2)
text(-3,1.5, "Clima Social \nbaixo", col="red", adj=c(0,.5))
text(-3,0.0, "Clima Social \nalto", col="blue", adj=c(0,01))
# Gráficos dos intervalos de confiança
#abline(a=ch6.int[2,2], b=ch6.dem[3,2], col = "red", lty=2)
#abline(a=ch6.int[2,3], b=ch6.dem[3,3], col = "red", lty=2)
#abline(a=ch6.int[2,5], b=ch6.dem[3,5], col = "blue", lwd=1, lty=2)
#abline(a=ch6.int[2,6], b=ch6.dem[3,6], col = "blue", lwd=1, lty=2)

## Setup up coordinate system (with x==y aspect ratio):
plot(c(-3,3), c(-3,3), type = "n", xlab="Aprendizagem Externa",
ylab="Colaboração Ambiental", asp = 1)
## the x- and y-axis, and an integer grid
abline(h=0, v=0, col = "gray60")
abline(h = -3:3, v = -3:3, col = "lightgray", lty=3)
abline(a=ch6.int[1,1], b=ch6.dem[2,1], col = "red")
abline(a=ch6.int[1,4], b=ch6.dem[2,4], col = "blue", lwd=2)
text(-3,-.3, "Clima Social \nbaixo", col="red", adj=c(0,.5))
text(-3,-1.7, "Clima Social \nalto", col="blue", adj=c(0,01))
# Gráficos dos intervalos de confiança
#abline(a=ch6.int[1,2], b=ch6.dem[2,2], col = "red", lty=2)
#abline(a=ch6.int[1,3], b=ch6.dem[2,3], col = "red", lty=2)
#abline(a=ch6.int[1,5], b=ch6.dem[2,5], col = "blue", lwd=1, lty=2)
#abline(a=ch6.int[1,6], b=ch6.dem[2,6], col = "blue", lwd=1, lty=2)


#############################
#                           #
# Caracterização da Amostra #
#                           #
#############################

y=gmrgcan07$s4q1
classes <- c("Pequeno porte (0-99 funcionários)", "Médio porte (100-499
funcionários)", "Grande porte (500 funcionários ou mais)")
brk <- c(0,99,499,Inf)
x <- freq(y,breaks=brk,labels=classes)
write.csv(x,"apC.t01.porte.csv")

library(RODBC)
channel <-
odbcConnectExcel("GMRG_2007_Canadian_Directory_v4_3_second_wave.xls")
gmrgcan07l <- sqlQuery(channel, "select NAICS3, NPRI_ID, us_userid from
[original data$]")
close(channel)
```

```
rm(channel)
apC_ind=merge(gmrgcan07, gmrgcan07l, by.x="UniqueIdentifier",
by.y="us_userid", all.x=TRUE)
x <- freq(apC_ind$NAICS3,breaks=331:335,labels=paste(332:335,c("Produtos
fabricados de metal","Máquinas e Equipamentos","Eletrônicos","Aparelhos
Elétricos")))
write.csv(x,"apC.t01a.setor.csv")

y=gmrgcan07$s4q3
x <- freq(y,breaks=c(0,1,2,3,4,10,100,Inf),
    labels=c("1 produto","2 produtos","3 produtos","4 produtos","5-10
produtos","11-100 produtos","Mais de 100 produtos"))
write.csv(x,"apC.t02.tamanho.linha.csv")


y=gmrgcan07$s4q4*100
brk <- c(0,25,50,75,100)
x <- freq(y,breaks=brk,
    labels=c("(0%,25%]","(25%,50%]","(50%,75%]","(75%,100%]"))
write.csv(x,"apC.t03.pct.1linha.csv")

y=gmrgcan07$s4q5
brk <- c(0,5,10,20,Inf)
x <- freq(y,breaks=brk,
    labels=c("Até 5 anos","De 6 a 10 anos","De 11 a 20 anos","Mais de 20
anos"))
write.csv(x,"apC.t04.idade.equip.csv")

y=gmrgcan07$s4q6*100
brk <- c(-Inf,.9,1,2,5,10,Inf)
x <- freq(y,breaks=brk,
    labels=c("Menos de 1%","1%","2%","3% a 5%","6% a 10%","Mais de 10%"))
write.csv(x,"apC.t05.invest.equip.csv")

y=gmrgcan07$s4q7*100
brk <- c(-Inf,0,50,99,100)
x <- freq(y,breaks=brk,
    labels=c("0%","(0%,50%]","(50%,100%)","100%"))
write.csv(x,"apC.t06.cap.intl.csv")

y=gmrgcan07$s4q8*100
brk <- c(-Inf,0,5,10,50,99,100)
x <- freq(y,breaks=brk,
    labels=c("0%","(0%,5%]","(5%,10%]","(10%,50%]","(50%,100%)","100%"))
write.csv(x,"apC.t07.innovation.csv")

y=gmrgcan07$s4q9
x <- freq(y,breaks=(0:5)*60,
    labels=paste("de mais de",(0:4)*60,"a",(1:5)*60))
write.csv(x,"apC.t08.receitas.csv")

y=gmrgcan07$s4q10*100
x <- freq(y,breaks=c(-Inf,0,5,50,100),
    labels=c("0%","(0%,5%]","(5%,50%]","(50%,100%]"))
write.csv(x,"apC.t09.export.csv")

y=gmrgcan07$s4q12*100
x <- freq(y,breaks=c(0,10,20,50,100),
    labels=c("(0%,10%]","(10%,20%]","(20%,50%]","(50%,100%]"))
write.csv(x,"apC.t10.labor.cost.csv")
```

```
y=gmrgcan07$s4q14
x <- freq(y,breaks=c(0,7,15,30,60,Inf),
    labels=c("Até 7 dias","De 8 a 15 dias","De 16 a 30 dias","De 31 a 60
dias","Mais de 60 dias"))
write.csv(x,"apC.t11.days.on.hand.csv")

breaks=c(-Inf,10,30,50,100)
labels=c("[0%,10%]","(10%,30%]","(30%,50%]","(50%,100%]")
y=gmrgcan07$s4q16a*100
x <- freq(y,breaks=breaks,
    labels=labels)
y=gmrgcan07$s4q16b*100
x <- cbind(x,freq(y,breaks=breaks,
    labels=labels))
y=gmrgcan07$s4q16c*100
x <- cbind(x,freq(y,breaks=breaks,
    labels=labels))
write.csv(x,"apC.t12.inventory.csv")

breaks=c(-Inf,10,30,50,100)
labels=c("[0%,10%]","(10%,30%]","(30%,50%]","(50%,100%]")
y=gmrgcan07$s4q17a*100
x <- freq(y,breaks=breaks,
    labels=labels)
y=gmrgcan07$s4q17b*100
x <- cbind(x,freq(y,breaks=breaks,
    labels=labels))
y=gmrgcan07$s4q17c*100
x <- cbind(x,freq(y,breaks=breaks,
    labels=labels))
y=gmrgcan07$s4q17d*100
x <- cbind(x,freq(y,breaks=breaks,
    labels=labels))
write.csv(x,"apC.t13.process.csv")

y=gmrgcan07$s5q1
x <- freq(y,breaks=c(0,1,3,10,20,Inf),
    labels=c("Até 1 ano","Mais de 1 ano até 3 anos","Mais de 3 anos até 10
anos","Mais de 10 anos até 20 anos","Mais de 20 anos"))
write.csv(x,"apC.t14.yrs.in.cmpny.csv")

y=gmrgcan07$s5q2
x <- freq(y,breaks=c(0,1,3,10,20,Inf),
    labels=c("Até 1 ano","Mais de 1 ano até 3 anos","Mais de 3 anos até 10
anos","Mais de 10 anos até 20 anos","Mais de 20 anos"))
write.csv(x,"apC.t15.yrs.in.job.csv")
```

As análises contaram também com algumas funções codificadas numa biblioteca de funções (gavronski.functions.R), mostradas a seguir:

```
freq <- function(x,breaks,labels,total=TRUE,NAlabel="Não
Informado",totlabel="Total",collabels=c("Freq.","(%)"),digits=2) {
# ig090218 - formata tabelas de frequencia
#
# x=sample(1:4,103,replace=TRUE)
# freq(x,breaks=0:4,labels=1:4)

y <- matrix(table(cut(x,breaks=breaks,right=TRUE),exclude=NULL))
y <- cbind(y,y/sum(y)*100)
y <- rbind(apply(y,2,sum),c(NA,NA),y)
dimnames(y)=list(Intervalo=c(totlabel,"",labels,NAlabel),collabels)
y=round(y,digits=digits)
y[2,]=""
y
}

LR <- function(model1, model2) {

# ig090206
# Calculates Likehood Ratio between models (Wooldridge, 2002)
#
# model1 = glm(...  -> model1 has less df than model2
# model2 = glm(...
# x=LR(model1,model2)
# x$LR - Likelihood ratio
# x$pvalue - p-value of LR
#
# Two different tests (Train, 2003)
# H0: coefficients of substantive variables are zero
# model1 = glm(resp ~ control1 + control2 + ...)
# model2 = update(model1, . ~ substantive1 + ... + .)
#
# H0: coefficients of 2 variables are equal
# model1 = glm(resp ~ v1 + v2)
# model0 = glm(resp ~ I(v1+v2))
# x = LR(model0, model1)

cutpoints = c(0,    0.001, 0.01, 0.05, 0.1, 1)
symbols   = c(      "***", "**",  "*", "+", " ")

LLr  = logLik(model1)
LLur = logLik(model2)

LR = 2*(LLur-LLr)[1]

df = attr(LLur,"df")-attr(LLr,"df")

pvalue = 1 - pchisq(LR,df)

stars=symnum(pvalue,
        corr = FALSE, na = FALSE,
      legend = FALSE,
            cutpoints = cutpoints,
        symbols   = symbols)
```

```
list(LR=LR, df=df, pvalue=pvalue, stars=stars)
} ## end of function

fit.measures <- function(model) {

# ig090206
# Calculates pseudo-R^2 (Wooldridge, 2002) and significance of
# log-likelihood for glm models
#
# model1 = glm(...
# x=fit.measures(model1)

model.null = update(model, . ~ 1)

LLr  = logLik(model.null)
LLur = logLik(model)

R2 = 1-(LLur/LLr)[1] # McFadden (1974), apud Wooldridge(2002)

LR = LR(model.null, model)

list(LL=LLur[1], stars=LR$stars, pseudoR2=R2)
} ## end of function


compare.glm <- function(models, names=NULL, digits=2, addtop=TRUE,
se=FALSE) {

# ig090206
# outputs a table with consolidated glm models
# models must be provided as a list
# model1 = glm(...
# model2 = glm(...
# compare.glm(list(model1,model2))

if (!is.list(models)) stop("parameter must be a list of lm models")

if (!addtop) stop("Adding variables in the bottom not implemented")
# in the future, copy from "consolidate_models"
if (se) stop("Printout of std-errors not implemented")

n=length(models)

if (n<2) stop("at least 2 models must be supplied")

if (is.null(names)) names=paste("Model",1:n)

coeffnames=names(models[[n]]$coefficients) # last model has the largest
number of coefficients
ncoeffs=length(coeffnames)

cutpoints = c(0,    0.001, 0.01, 0.05, 0.1, 1)
symbols   = c(      "***", "**",  "*", "+", " ")

s=list() # summaries of the models
h=vector() # header
output=matrix("",nrow=ncoeffs,ncol=0)
footer_lab=c("","Log likelihood","d.f.","pseudo-R^2","Likelihood
ratio","Deviance","Deviance Null","Deviance added from null","Deviance from
previous")
footer=matrix("",nrow=length(footer_lab),ncol=0)
```

```
rownames(footer)=footer_lab

#for (i in 1:n) {
for (i in n:1) {  # from last to first - probably must change if !addtop
    estimates <- stars <- rep("",nrow(output)) # initialize output vectors
    s[[i]] = summary(models[[i]])
    #h = c(h, names[i], "") # <- add one more column for std errors
    h = c(names[i], "",h)
    coefs = s[[i]]$coefficients
    beg = ncoeffs - nrow(coefs) + 2 # beggining of coefficients
    # s.e. is column 2 in coeff matrix
    range = c(1,beg:ncoeffs) # range in the output vectors
    estimates[range] = round(coefs[,1],digits)
    stars[range] = symnum(coefs[,4],
        corr = FALSE, na = FALSE,
      legend=FALSE,
            cutpoints = cutpoints,
        symbols   = symbols)
    output=cbind(estimates,stars,output) # s.e., in the future

    fs = fit.measures(models[[i]])
    fs$LL=round(fs$LL,digits)
    fs$pseudoR2=round(fs$pseudoR2,digits)
    dev = round(models[[i]]$deviance,digits)
    dev.null = round(models[[i]]$null.deviance,digits)
    dev.delta = dev - dev.null
    df = paste(s[[i]]$df[1:2],collapse=",")
    lr = list(LR="",stars="")
    dev.add = ""
    if   (i>1) {
         lr = LR(models[[i-1]],models[[i]])
       lr$LR=round(lr$LR,digits)
       dev.add = round(models[[i]]$deviance-models[[i-1]]$deviance,digits)
       }

footer=cbind(c("",fs$LL,df,fs$pseudoR2,lr$LR,dev,dev.null,dev.delta,dev.add
),
        c("",fs$stars,"","",lr$stars,"","","",""),
      footer)
}

colnames(output) = h
rownames(output) = coeffnames

output=rbind(output,footer)

output
} ## end of function


log.pos <- function(x,replace=1) {
# Replaces the -Inf for the log(0)
# ig090128
# Use the replace function for zeros: replace=1 will return log.pos(0) -> 0
# For large numbers (10<x<100), replace=1 would be ok
# For small numbers (1<x<10), replace=.1 should do
x[x==0] <- replace
log(x)
}

sample.df <- function(data, ...) {
```

```
# Samples a dataframe
# parameters:
# - data: the dataframe
# - ...: parameters to be passed to sample()
# Usage: new.dataframe <- sample.df(old.dataframe, 500, replace=FALSE)

    data[sample(dim(data)[1],...),]
}

replace_with_mean <- function(data) {
# Replaces the missing values (NAs) in a dataframe (data) by
# the mean of the column, and returns the new dataframe.
    if  (class(data)=="numeric") { # ig090127 - vectors
        data[is.na(data)] <- mean(data, na.rm = TRUE)
        return(data)
        }
    for (i in 1:ncol(data)) {
        t=data[,i] # saves typing
      t[is.na(t)] <- mean(t, na.rm = TRUE)
      t[is.nan(t)] <- mean(t, na.rm = TRUE) # ig081107 - matrices
        data[,i]=t
    }
    data
}

estimates.boot <- function(lmobj, data, R = 1000) {

# Bootstrap estimations
# example call:
# lmobj <- lm(y ~ x + z + xz, data = dat)
# boot.out <- estimates.boot(lmobj, data = dat)

require(boot)

st <- cbind(data, fit=fitted(lmobj),res=resid(lmobj))
yname <- attr(lmobj$terms,"predvars")[[2]]
ypos <- which(names(data) == yname)
theta <- function(data, i) {
    data[ypos] <- data$fit + data$res[i]
    coef(update(lmobj, data=data))
}
boot(st, theta, R = R)
} # end of function
percentrank <- function(x,y) {

# Emulates =PERCENTRANK() Excel function, for bcp.ci
    p.rank <- function(x,y) {
    hi=length(x[x>y])
    lo=length(x[x<y])
    lo/(lo+hi)
    }

if (is.matrix(x)) {
    cols <- ncol(x)
    resp <- vector(length=cols)
    for (i in 1:cols) resp[i] = p.rank(x[,i],y[i])
    resp
}
else p.rank(x,y)
}
```

```
bcp.ci <- function(t, t0, ci=.95,verbose=FALSE) {

# Confidence intervals using Bias Corrected Percentile method
#  (see Edwards & Lambert, 2007, additional material)
# ig090213 - added "verbose" option
    vec.ci <- function(vec, phi, plo) {
    ul = quantile(vec, phi, names=FALSE)
    ll = quantile(vec, plo, names=FALSE)
    c(ll,ul) # returns a vector with lower and upper CI limits
    }

p  = percentrank(t, t0)
Z0 = qnorm(p)
Z1 = -qnorm((1-ci)/2)
phi = pnorm(2 * Z0 + Z1)
plo = pnorm(2 * Z0 - Z1)
if (is.matrix(t)) {
    cols <- ncol(t)
    resp <- matrix(NA ,ncol=cols, nrow=2)
    for (i in 1:cols) resp[,i] = vec.ci(t[,i], phi[i], plo[i])
    colnames(resp) <- names(t0)
    rownames(resp) <- c("Lower CI","Higher CI")
    if (verbose) resp <- rbind(t0, p, Z0, resp)
    else resp <- rbind(t0, resp)
    resp
}
else {
    resp <- vec.ci(t, phi, plo)
    resp <- c(t0, p, Z0, resp)
    names(resp) <- c("t0","p","Z0","Lower CI","Higher CI")
    if (verbose) resp else resp[c(1,4,5)]
}

} # end of function bcp.ci


read_excel <- function(fname,sheet="Sheet1") {

# reads an Excel spreadsheet as a dataframe
require(RODBC)
channel <- odbcConnectExcel(fname)
query <- paste("select * from [", sheet, "$]", sep="")
output <- sqlQuery(channel, query)
close(channel)
rm(channel)
output
}


cut_at <- function(idf,cutpoint = 1, factor=FALSE) {

# cuts a column by a cutpoint
# resulting in a dataframe with dummy variables
# ig090211 output vars can be factors

    n = ncol(idf)
    for (i in 1:n) {
        tmp = as.numeric(idf[,i])
        tmp[tmp <= cutpoint] <- 0
        tmp[tmp >  cutpoint] <- 1
        if  (factor) idf[,i] <- factor(tmp)
```

```
        else idf[,i] <- tmp
    }
    idf
}

YN2dummy <- function(x) {

# changes a Y/N response into dummy variables
# where N=0 and Y=1

    x=as.character(x)
    x[x == "N"] <- 0
    x[x == "Y"] <- 1
    as.numeric(x)
}

cut_median <- function(idf) {

# cuts a column by its median
# resulting in a dataframe with dummy variables

    n = ncol(idf)
    for (i in 1:n) {
        tmp = as.numeric(idf[,i])
        med = median(tmp,na.rm=TRUE)
        tmp[tmp <= med] <- 0
        tmp[tmp >  med] <- 1
        idf[,i] <- tmp
    }
    idf
}


# outputs a table with consolidated lm models
# models must be provided as a list
# model1 = lm(...
# model2 = lm(...
# consolidate.output(list(model1,model2))

if (!is.list(models)) stop("parameter must be a list of lm models")

n=length(models)

if (n<2) stop("at least 2 models must be supplied")

coefflist=0
s=list()
h=vector()

for (i in 1:n) {
    s[[i]] = summary(models[[i]])
    coefflist=max(coefflist,nrow(s[[i]]$coefficients))
    h = c(h, paste("Model",i), "")
}

output=matrix("",ncol=n*2,nrow=coefflist+5)
colnames(output) = h

cutpoints = c(0,    0.001, 0.01, 0.05, 0.1, 1)
symbols   = c(      "***", "**",  "*", "+", " ")
```

```
for (i in 1:n) {
    coeffnames=rownames(s[[i]]$coefficients)
    ncoeffs=length(coeffnames)
    output[1:ncoeffs,i*2-1]=round(s[[i]]$coefficients[,1],digits)
    output[1:ncoeffs,i*2]=symnum(s[[i]]$coefficients[,4],
        corr = FALSE, na = FALSE,
            cutpoints = cutpoints,
        symbols   = symbols)

    if (ncoeffs==coefflist)
rownames(output)=c(coeffnames,"","$R^2$","$Delta R^2$","F","df")
    output[coefflist+2,i*2-1]=round(s[[i]]$r.squared,digits)
    if (i>1) output[coefflist+3,i*2-1]=round(s[[i]]$r.squared-s[[i-
1]]$r.squared,digits)
    output[coefflist+4,i*2-1]=round(s[[i]]$fstatistic[1],digits)

    F.pvalue=pf(s[[i]]$fstatistic[1],
                s[[i]]$fstatistic[2], s[[i]]$fstatistic[3], lower.tail =
FALSE)
    output[coefflist+4,i*2]=symnum(F.pvalue,
        corr = FALSE, na = FALSE,
            cutpoints = cutpoints,
        symbols   = symbols)

    #output[coefflist+5,c(i*2-1,i*2)]=s[[i]]$fstatistic[2:3]
    output[coefflist+5,i*2-
1]=paste(s[[i]]$fstatistic[2],",",s[[i]]$fstatistic[3],sep="")
}

output
} ## end of function

mean.na <- function(x) {
# mean disregarding NAs
(mean(x,na.rm=TRUE))
}

sd.na <- function(x) {
# standard deviations disregarding NAs
(sd(x,na.rm=TRUE))
}

std <- function(x) {
# centers and standardizes data, to analyze interactions, etc.
# by divinding x by 2 standard deviations
# as recommended in Aiken & West (1991), Gelman & Hill (2007), etc.
if  (class(x)=="integer")
    (x-mean(x,na.rm=T))/(sd(x,na.rm=T)*2)
else
    (center(x)
      /matrix(rep(
      apply(x,2,sd.na)*2
      ,nrow(x)),ncol=ncol(x),byrow=TRUE)
    )
}

std1 <- function(x) {
# centers and standardizes data, to analyze interactions, etc.
# by divinding x by 1 standard deviation
if  (class(x)=="integer")
    (x-mean(x,na.rm=T))/sd(x,na.rm=T)
```

```
else
    (center(x)
      /matrix(rep(
      apply(x,2,sd.na)
      ,nrow(x)),ncol=ncol(x),byrow=TRUE)
    )
}

center <- function(x) {
# center data, to analyze interactions, etc.
# Aiken and West (1991) don't recommend centering DVs
if  (class(x)=="integer")
    (x-mean(x,na.rm=T))
else
    (x-matrix(rep(
        apply(x,2,mean.na)
      ,nrow(x)),ncol=ncol(x),byrow=TRUE)
    )
}

cln <- function(mat = NULL, cutoff = .4, ...) {
# prints a matrix, cleaning irrelevant values

for (i in 1:nrow(mat)) {
   for (j in 1:ncol(mat)) {
      x = mat[i,j]
      if (x > 0 & x < cutoff) mat[i,j] = NA
      if (x < 0 & x > 0-cutoff) mat[i,j] = NA
   }
}
print(mat, ...)
}


cor.stars <- function(x) {
    size <- ncol(x)
    star <- matrix(nrow=size, ncol=size, dimnames=list(names(x), names(x)))
    for (i in 1:size) {
            for (j in 1:size) {
                  if (i == j) {star[i,j] <- round(mean(x[,i]),2)} # means
on diagonal
                  if (i > j)  {star[i,j] <- round(cor(x[,i],x[,j]),2)} #
correlations in lower triangle
                  if (i < j)  { # star in upper triangle
                        test <- cor.test(x[,i],x[,j])
                        star[i,j] <- symnum(test$p.value, corr = FALSE, na =
FALSE,
                              cutpoints = c(0,    0.001, 0.01, 0.05, 0.1,
1),
                              symbols   = c(      "***", "**",  "*", "+", "
"))
                  }
            }
    }
    star
}


descr.cor <- function(x) {
# prints a table in the format: mean sd cor(sig)
    x <- na.omit(x) # remove missing values
```

```
    star <- cor.stars(x) # creates the correlation table, with stars
    rows <- ncol(x)
    #corm <- matrix(rep(" ",rows*(rows*2)), nrow=rows, ncol=rows*2,
    #    dimnames=list(paste(1:rows,". ",names(x),sep=""),
c("mean","sd",seq(2,rows*2-1)%/%2)))
    corm <- matrix(rep("",rows*(rows*2)), nrow=rows, ncol=rows*2)
    rownames(corm)=paste(1:rows,". ",names(x),sep="")
    range=(1:(rows-1))*2+1
    range2=range+1
    colnames(corm)[c(1:2,range,range2)]= c("mean","sd",1:(rows-
1),rep("",rows-1))
    corm[,2] <- round(sd(x),2)

    for (i in 1:rows) {
            for (j in 1:rows) {
                  if (i == j) corm[i,1] <- star[i,j] # means on diagonal
                  if (i > j)  corm[i,j*2-1+2] <- star[i,j] # correlations
in lower triangle
                  if (i < j)  corm[j,i*2+2] <- star[i,j] # star in upper
triangle
            }
    }
    corm
}

hist.mult <- function(x,...) {
    size <- ncol(x)
    if (size == 1) {return(hist(x))}
    side = ceiling(sqrt(size))
    op <- par(mfrow=c(side, side))
    for (i in 1:size) {
            hist(x[,i],main=names(x)[i],...)
    }
}

resid.indep <- function(model,df,range=NA,...) {
# plot of residuals x IV
    IV = attr(model$terms,"term.labels") # vector of independent variable
names
    dvn = attr(model$terms,"variables")[2] # dependent variable name
    if (is.na(range[1])) {
        size <- length(IV)
        range=1:size
    }
    else size=length(range)

    width = ceiling(sqrt(size))
    height = ceiling(size/width)
    res=resid(model)
    op <- par(mfrow=c(height, width))
    for (i in range) {
        ivn = IV[i] # independent variable name
        iv = df[,ivn] # independent variable vector
        plot(iv,res,main=paste("Residuals x ",ivn),
            xlab=ivn,ylab=paste("Residuals ",dvn),...)
        lines(lowess(iv,res),col="red")
        mtext(side=3,paste("cor=",formatC(cor(iv,res),dig=2,format="f")))
    }
}

panel.cor <- function(x, y, digits=2, prefix="", size=2)
```

```
{
    usr <- par("usr"); on.exit(par(usr))
    par(usr = c(0, 1, 0, 1))
    r <- (cor(x, y))
    txt <- format(c(r, 0.123456789), digits=digits)[1]
    txt <- paste(prefix, txt, sep="")
    test <- cor.test(x,y)
    # borrowed from printCoefmat
    Signif <- symnum(test$p.value, corr = FALSE, na = FALSE,
                  cutpoints = c(0,    0.001, 0.01, 0.05, 0.1, 1),
                  symbols   = c(      "***", "**",  "*", "+", " "))
    text(0.5, 0.5, txt, cex=size)
    text(.8, .8, Signif, cex=size)
}

kmo.test <- function(df){
###
## Calculate the Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.
## Input should be a data frame or matrix, output is the KMO statistic.
## Formula derived from Hutcheson et al, 1999,
## "The multivariate social scientist," page 224, ISBN 0761952012
## see <http://www2.chass.ncsu.edu/garson/pa765/hutcheson.htm>
## Author: Ashish Ranpura buddhahead at ranpura.com
## https://stat.ethz.ch/pipermail/r-help/2005-December/084186.html
###
      cor.sq = cor(df)^2
      cor.sumsq = (sum(cor.sq)-dim(cor.sq)[1])/2
      library(corpcor)
      pcor.sq = cor2pcor(cor(df))^2
      pcor.sumsq = (sum(pcor.sq)-dim(pcor.sq)[1])/2
      kmo = cor.sumsq/(cor.sumsq+pcor.sumsq)
      return(kmo)
}

top.residuals <- function(x,top=3){

# provides the top residuals (outliers?)
# x is an lm object

r=residuals(x)
s=sqrt(deviance(x)/df.residual(x))
cook=cooks.distance(x, sd = s, res = r)
cat("\nResiduals:\n")
print(sort(abs(r),decr=T)[1:top])
cat("\nCook's Distance:\n")
print(sort(cook,decr=T)[1:top])
} ## end of function
```

Livros Grátis

(http://www.livrosgratis.com.br)

Milhares de Livros para Download:

Baixar livros de Administração
Baixar livros de Agronomia
Baixar livros de Arquitetura
Baixar livros de Artes
Baixar livros de Astronomia
Baixar livros de Biologia Geral
Baixar livros de Ciência da Computação
Baixar livros de Ciência da Informação
Baixar livros de Ciência Política
Baixar livros de Ciências da Saúde
Baixar livros de Comunicação
Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE
Baixar livros de Defesa civil
Baixar livros de Direito
Baixar livros de Direitos humanos
Baixar livros de Economia
Baixar livros de Economia Doméstica
Baixar livros de Educação
Baixar livros de Educação - Trânsito
Baixar livros de Educação Física
Baixar livros de Engenharia Aeroespacial
Baixar livros de Farmácia
Baixar livros de Filosofia
Baixar livros de Física
Baixar livros de Geociências
Baixar livros de Geografia
Baixar livros de História
Baixar livros de Línguas

Baixar livros de Literatura
Baixar livros de Literatura de Cordel
Baixar livros de Literatura Infantil
Baixar livros de Matemática
Baixar livros de Medicina
Baixar livros de Medicina Veterinária
Baixar livros de Meio Ambiente
Baixar livros de Meteorologia
Baixar Monografias e TCC
Baixar livros Multidisciplinar
Baixar livros de Música
Baixar livros de Psicologia
Baixar livros de Química
Baixar livros de Saúde Coletiva
Baixar livros de Serviço Social
Baixar livros de Sociologia
Baixar livros de Teologia
Baixar livros de Trabalho
Baixar livros de Turismo