



Maria Fatima Ludovico de Almeida

**SUSTENTABILIDADE CORPORATIVA, INOVAÇÃO
TECNOLÓGICA E PLANEJAMENTO ADAPTATIVO**

Dos princípios à ação

Tese de doutorado

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da PUC-Rio como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Engenharia de Produção

Orientadora: Maria Ângela Campelo de Melo

Rio de Janeiro, março de 2006



Maria Fatima Ludovico de Almeida

**Sustentabilidade Corporativa, Inovação Tecnológica e
Planejamento Adaptativo: Dos princípios à ação**

Tese apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Doutor pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

Prof. Maria Ângela Campelo de Melo

Orientadora

Departamento de Engenharia Industrial - PUC-Rio

Prof. Adriano Batista Dias

Fundação Joaquim Nabuco – Instituto de Pesquisa Sociais

Prof. Antonio Glauter Teófilo Rocha

Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão

Prof. José Antonio Puppim de Oliveira

Fundação Getúlio Vargas - RJ

Prof. Eduardo Falabella Sousa-Aguiar

Centro de Pesquisas Leopoldo Miguez de Melo – Petrobras

Prof. José Vitor Bomtempo Martins

Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ

Prof. Sergio Proença Leitão

Instituto de Administração e Gerência – PUC-Rio

Prof. José Eugenio Leal

Coordenador Setorial do Centro Técnico Científico – PUC-Rio

Rio de Janeiro, 18 de março de 2006

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, do autor e da orientadora.

Maria Fatima Ludovico de Almeida

Engenheira Química pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, M.Sc. em Gestão Tecnológica pela Victoria University of Manchester – U.K. e DEA em Ciência da Informação pela Université Aix-Marseille III – França. Com mais de 20 anos de experiência em planejamento estratégico e gestão tecnológica em organizações do setor público, atua como consultora de negócios no Centro de Pesquisas da Petrobras, empresa na qual ingressou como engenheira em 1987.

Ficha Catalográfica

Almeida, Maria Fatima Ludovico de

Sustentabilidade corporativa, inovação tecnológica e planejamento adaptativo : dos princípios à ação / Maria Fátima Ludovico de Almeida ; orientadora: Maria Ângela Campelo de Melo. – Rio de Janeiro : PUC, Departamento de Engenharia Industrial, 2006.

259 f. : il. ; 30 cm

Tese (doutorado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Industrial.

Inclui referências bibliográficas.

1. Engenharia industrial – Teses. 2. Sustentabilidade corporativa. 3. Inovação tecnológica. 4. Gestão estratégica da tecnologia. 5. Planejamento adaptativo. 6. Aprendizagem organizacional. 7. Enfoque sociotécnico. 8. Responsabilidade social empresarial. 9. Petrobrás. I. Melo, Maria Ângela Campelo de. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Engenharia Industrial. III. Título.

CDD: 658.5

Às minhas filhas e às gerações futuras,
que aprenderão com os erros e acertos
das gerações passadas e buscarão
traçar caminhos sustentáveis para
um futuro melhor.

Agradecimentos

À minha orientadora Maria Ângela Campelo de Melo, pelo apoio encorajador, pelos conhecimentos transmitidos durante todo o programa de doutorado e pelo convívio fraterno ao longo desses quatro anos.

Aos professores da Banca dos Exames de Qualificação e de Proposta de Tese, Professor José Antonio Puppim de Oliveira e Professor Antônio Gláuter Teófilo Rocha, pela disponibilidade e contribuições a essa pesquisa, apontando lacunas importantes, em tempo hábil de serem tratadas.

Ao Professor Sérgio Proença, por ter ampliado significativamente minha visão sobre teoria das organizações, aprendizagem organizacional e gestão do conhecimento.

Ao amigo Artur André do Valle Freitas, primeira pessoa com quem compartilhei meu sonho de realizar esse programa de doutorado e de quem recebi carinhoso incentivo e valiosas orientações de ordem prática.

Aos Professores Kira Tarapanoff da Universidade de Brasília, Carlos Olavo Quandt da PUC-Paraná e Jorge Navaes Caldas da Universidade Petrobras, que acreditaram nesse projeto e no meu potencial de realizá-lo, apoiando-me como candidata ao Programa de Doutorado do Departamento de Engenharia Industrial da PUC-Rio.

À Petrobras, pelo apoio institucional e financeiro. Particularmente, agradeço à Gerência de Gestão Tecnológica do Centro de Pesquisas da Empresa e, em especial, a Bruno Zeemann do Pinho e a Hilton Pereira de Almeida, pela oportunidade de vivenciar intensamente a transposição dos princípios da sustentabilidade para a ação, tendo como foco o processo de formulação das estratégias tecnológicas da Empresa. A todos da equipe, meu muito obrigada pelo apoio em momentos cruciais. Agradeço especialmente a Luis Alberto Melchiades Leite, pelos ensinamentos de macroeconomia aplicados ao desenvolvimento sustentável, e aos colegas Pedro Lemos Tavares, Délio Pereira Guimarães, Márcia Gonçalves de Sousa e Ricardo Razuk, pelo apoio técnico na fase de validação do modelo.

Ao corpo gerencial do Centro de Pesquisas, por ter acreditado no sucesso da implantação do modelo, criando as condições de mobilização necessárias para o projeto de pesquisa-ação e participando diretamente nos respectivos experimentos.

Aos membros das Redes de Inteligência Tecnológica – RIT, oriundos dos mais diversos órgãos da Empresa, pela confiança, incentivo e, principalmente, pela participação ativa nos experimentos de pesquisa-ação, fundamentais para a implantação do modelo proposto como uma inovação organizacional.

Ao Departamento de Engenharia Industrial da PUC-Rio, pela acolhida e apoio recebido, a todo seu corpo docente, e especialmente ao pessoal administrativo do DEI/PUC-Rio, Claudia Guimarães Teti, Fernanda Frias, Isabel Lourenço e Eduardo pelo apoio constante e lembrança das datas críticas.

A Silvia Aguiar, pelas valiosas contribuições nos textos sobre sustentabilidade corporativa e engajamento das partes interessadas.

À Professora Vanilda Salignac, pela acurada revisão dos textos e normalização da tese.

Aos colegas do doutorado, em especial a Jorge Tadeu Vieira Lourenço, pelo companheirismo e oportunidade de aprendizado conjunto.

Aos meus compadres, Maria Lucia e Luis Sérgio, pela amizade, confiança e valioso suporte em momentos críticos, que tive de superar durante a realização do doutorado.

E, finalmente, aos meus pais, pelo amor e valores transmitidos, e às minhas filhas, Anna e Marina, pela compreensão, colaboração, torcida e ternura.

Resumo

Almeida, M.F.L.; Melo, M.A.C., **Sustentabilidade corporativa, inovação tecnológica e planejamento adaptativo: dos princípios à ação**. Rio de Janeiro, 2006. 259 p. Tese de Doutorado. Departamento de Engenharia Industrial. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – PUC-Rio.

O paradigma de desenvolvimento sustentável traz para as empresas dois grandes desafios: por um lado, gerar inovações necessárias à existência humana sustentável e, por outro, vencer resistências da sociedade quanto aos novos produtos e serviços. Partindo-se do pressuposto de que futuras tecnologias e inovações tecnológicas impulsionarão negócios mais sustentáveis, propiciando às empresas novas opções de criação de valor, o desafio é descobrir de que maneira as empresas que atuam em ambientes cada vez mais complexos possam incorporar a visão de sustentabilidade econômica, social e ambiental - igualmente complexa - em suas estratégias tecnológicas. Nesse contexto, o objetivo da tese é desenvolver e validar um modelo conceitual de gestão estratégica da tecnologia para empresas que buscam pautar sua atuação nos princípios do desenvolvimento sustentável e que desejam incorporar as variáveis sociais e ambientais, além das econômicas, às suas estratégias tecnológicas. Conceituam-se, inicialmente, desenvolvimento sustentável na perspectiva de negócios, abrangendo responsabilidade social empresarial e sustentabilidade corporativa, que, juntamente com inovação tecnológica, são considerados os focos do novo modelo. Em seguida, apresentam-se as bases conceituais para a construção da grade analítica que norteou o desenvolvimento e a implantação do modelo, que compreende o referencial sociotécnico, as abordagens de planejamento adaptativo e de aprendizagem organizacional e modelos de gestão tecnológica. Por se tratar de um caso empírico de aprendizagem organizacional e planejamento adaptativo, baseado em projeto de pesquisa-ação em uma empresa de energia de grande porte, acredita-se que a disseminação do modelo proposto possa contribuir para importantes mudanças organizacionais em relação às atuais práticas de gestão tecnológica na indústria, tão centradas ainda nas questões de curto e médio prazos e nos retornos econômicos dos desenvolvimentos tecnológicos.

Palavras-Chave

Sustentabilidade corporativa; inovação tecnológica; gestão estratégica da tecnologia; planejamento adaptativo; aprendizagem organizacional; enfoque sociotécnico; responsabilidade social empresarial; Petrobras.

Abstract

Almeida, M.F.L.; Melo, M.A.C., **Corporate sustainability, technological innovation and adaptive planning: from principles to action**. Rio de Janeiro, 2006. 259 p. Doctoral Dissertation. Department of Industrial Engineering. Pontifical University Catholic of Rio de Janeiro – PUC – Rio.

The sustainable development paradigm presents a challenge to companies that conduct cutting edge research and endeavor to create new, distinctive and products and services. It also challenges the markets and society for which new products and services are destined and which cultural value systems and political frameworks shape. Based on the fact that future technologies will stimulate more sustainable business, the challenge of really integrating sustainability thinking into business processes is significant. The central question is how companies can capture the business potential of sustainable development and integrate economic, social and environmental criteria into their strategic decisions, particularly those related to technological management. In this context, the thesis provides a conceptual model of strategic management of technology towards corporate sustainability, arguing that the integration of sustainability thinking, as an opportunity, into research and development - R&D and innovation processes is in its best business interests. The thesis provides an understanding of sustainable development thinking in business, and discusses the contribution that socio-technical, adaptive planning and organizational learning approaches can make towards an effective implementation of sustainable technology development in business context. A conceptual model is proposed and validated through a two-year long research-action project carried out within a large energy company in Brazil – Petrobras. Like many others action research projects, it is situationally unique, but the general elements of the model and the methods used can be replicated by companies of other industrial sectors. It is also believed that dissemination of the proposed model can contribute to important organizational changes related to current technological management practices in industry.

Keywords

Corporate sustainability; technological innovation; strategic management of technology; adaptive planning; organizational learning; socio-technical approach; corporate social responsibility; Petrobras.

Sumário

1. Introdução	14
1.1. Definição do problema de pesquisa	16
1.2. Objetivos geral e específicos	19
1.3. Estrutura da tese	21
2. Desenvolvimento sustentável na perspectiva de negócios	23
2.1. Responsabilidade social empresarial	24
2.2. Influência das partes interessadas	28
2.3. Sustentabilidade corporativa	37
2.3.1. Abordagem <i>Triple Bottom Line</i>	42
2.3.2. Modelo <i>The Natural Step</i>	48
2.3.3. Abordagem do Capitalismo Natural	50
2.3.4. Modelo da Teoria dos Capitais	52
2.4. Referenciais normativos e práticos de responsabilidade social e sustentabilidade corporativa	57
3. Bases conceituais para construção da grade analítica da pesquisa	62
3.1. Referencial sociotécnico	62
3.2. Planejamento adaptativo	66
3.3. Aprendizagem organizacional	75
3.3.1 Teorias de ação e modelos de aprendizagem organizacional	84
3.3.2 Sistemas de aprendizagem organizacional segundo Argyris e Schön	86
3.4. Inovação tecnológica e sustentabilidade corporativa	95
3.4.1. Conceito de inovação tecnológica: a visão econômica e a perspectiva da sociologia da ciência	95
3.4.2. O processo de inovação tecnológica e seus determinantes	99
3.4.3. Inovação tecnológica como impulsionadora-chave da sustentabilidade	106
3.5. Modelos genéricos de gestão tecnológica	112
3.5.1. O modelo de Roussel <i>et al</i> : alinhamento estratégico da tecnologia	114
3.5.2. O modelo de Rothwell: inovação tecnológica e redes técnico-econômicas	116
3.5.3. O modelo de Miller e Morris: novas ferramentas de gestão tecnológica	118
3.5.4. O modelo de Leonard-Barton: fontes internas de inovação	122

3.5.5. O modelo organizador de Moraes: avaliação do impacto da inovação tecnológica	125
3.6. Abordagem integrada dos modelos na perspectiva sustentável: lacunas identificadas	126
4. Metodologia	132
4.1. Classificação da pesquisa	132
4.2. Sobre o método de pesquisa-ação	133
4.2.1. Elementos e características da pesquisa-ação	135
4.2.2. Pesquisa-ação e planejamento adaptativo	140
4.3. Desenho da pesquisa	141
4.3.1. Fase exploratória	143
4.3.2. Fase experimental	144
4.3.3. Fase de validação do modelo	147
5. O modelo de gestão estratégica da tecnologia no modo sustentável	149
5.1. Bases conceituais e práticas para construção do modelo	149
5.2. Descrição do modelo	153
5.2.1. Contexto organizacional	155
5.2.2. Processos e conseqüências	157
5.2.3. Elementos organizacionais	159
5.3. O processo de formulação da estratégia tecnológica no modo sustentável	161
6. Implantação do modelo de gestão estratégica da tecnologia: dos princípios à ação	166
6.1. A Empresa e seu Sistema Tecnológico: contexto organizacional	168
6.1.1. Direcionamento estratégico: Plano Estratégico Petrobras 2004 -2015	170
6.1.2. O Sistema Tecnológico Petrobras: em busca do modo sustentável	172
6.2. Aprendizado organizacional em gestão tecnológica	178
6.2.1. Ciclo 1973 – 1988	178
6.2.2. Ciclo 1989 – 1995	179
6.2.3. Ciclo 1996- 2002	181
6.3. O projeto de pesquisa-ação: três subsistemas, cinco experimentos no ciclo 2003 – 2005	182
6.3.1. Resultados obtidos e aprendizado organizacional no ciclo 2003 – 2005	183
6.3.2. Experimento 1: estratégia tecnológica de Gás e Energia	187

6.3.3. Experimento 2: estratégia tecnológica de Exploração e Produção	192
6.3.4. Experimento 3: estratégia tecnológica do Abastecimento	194
6.3.5. Experimento 4: revisão da estratégia tecnológica de Gás & Energia	197
6.3.6. Experimento 5: formulação da estratégia do FT4 como piloto do ciclo CTE 2006	200
6.4. Validação do modelo	202
6.4.1. Nível normativo: atendimento às premissas de desenvolvimento tecnológico sustentável	202
6.4.2. Nível estratégico: atendimento aos critérios de sustentabilidade corporativa e visão de longo prazo	206
7. Conclusões	211
8. Referências bibliográficas	215
Anexo 1. Referenciais Normativos e Práticos de Sustentabilidade Corporativa e Responsabilidade Social	
Anexo 2. Glossário do Processo de Formulação da Estratégia Tecnológica no Modo Sustentável	
Anexo 3. Nº de Participantes das Redes de Inteligência Tecnológica do Sistema Tecnológico Petrobras por Comitê Tecnológico Estratégico e Fator Tecnológico	
Anexo 4. Protocolo e Formulário da Pesquisa de Opinião	

Lista de Figuras

Figura 1. Origem e evolução do conceito de partes interessadas	30
Figura 2. Tipologia para classificação das partes interessadas	33
Figura 3. Evolução do conceito de sustentabilidade corporativa	37
Figura 4. Incorporação da sustentabilidade às práticas empresariais: quatro forças-motrizes	40
Figura 5. Sustentabilidade corporativa segundo a abordagem <i>Triple Bottom Line</i>	43
Figura 6. Matriz de sustentabilidade corporativa segundo a abordagem <i>Triple Bottom Line</i>	45
Figura 7. Sustentabilidade corporativa segundo três casos	54
Figura 8. Sustentabilidade corporativa: visão integrada dos três casos	55
Figura 9. Sustentabilidade corporativa na indústria de óleo e gás	58
Figura 10. Tipologia das estratégias contingenciais de mudança	67
Figura 11. Aprendizagem organizacional segundo Argyris e Schön (1974; 1976; 1996)	77
Figura 12. Sistema de aprendizado organizacional I (Mod O-I)	90
Figura 13. Sistema de aprendizado organizacional II (Mod O-II)	93
Figura 14. Inovação tecnológica e sustentabilidade corporativa	109
Figura 15. Limitações estratégicas à inovação tecnológica e suscetibilidade a mudanças	124
Figura 16. Desenho da pesquisa, seus componentes e métodos	142
Figura 17. Modelo conceitual de gestão estratégica da tecnologia no modo sustentável	154
Figura 18. Investimento em P&D das grandes empresas de óleo e gás no mundo	169
Figura 19. Direcionamento estratégico da Petrobras	171
Figura 20. Sistema Tecnológico Petrobras: gestão estratégica da tecnologia no modo sustentável	173
Figura 21. Evolução da gestão tecnológica na Petrobras: em busca do modo sustentável	176
Figura 22. Abordagem <i>Triple Bottom Line</i> aplicada à gestão estratégica da tecnologia	177
Figura 23. Modelo conceitual de gestão estratégica da tecnologia no modo sustentável: aplicação na Petrobras	177
Figura 24. Conhecimento organizacional da Petrobras em gestão tecnológica no modo sustentável	186
Figura 25. Organização da oficina de trabalho do Experimento 5	201
Figura 26. Validação do modelo no nível normativo	205
Figura 27. Validação do modelo no nível estratégico: sustentabilidade das tecnologias associadas	206
Figura 28. Validação do modelo no nível estratégico: tecnologias críticas para os negócios da Petrobras	207
Figura 29. Validação do modelo no nível estratégico: tecnologias classificadas segundo maturidade tecnológica	208
Figura 30. Validação do modelo no nível estratégico: tecnologias classificadas segundo posturas estratégicas	209

Lista de Quadros

Quadro 1. Tipologia das relações entre as partes interessadas e a empresa	36
Quadro 2. Descrição dos fatores de sustentabilidade econômica	45
Quadro 3. Descrição dos fatores de sustentabilidade social e ambiental	46
Quadro 4. Quadro comparativo dos referenciais normativos e práticos de responsabilidade social e sustentabilidade corporativa – Parte I	59
Quadro 5. Quadro comparativo dos referenciais normativos e práticos de responsabilidade social e sustentabilidade corporativa – Parte II	60
Quadro 6. Empresas respondentes da pesquisa API-IPIECA	61
Quadro 7. ‘Teoria-em-uso’ segundo o modelo I de aprendizagem organizacional	88
Quadro 8. ‘Teoria-em-uso’ segundo o modelo II de aprendizagem organizacional	89
Quadro 9. Evolução das práticas de gestão tecnológica: de 1950 até 2003	128
Quadro 10. Lacunas dos modelos de gestão tecnológica em relação ao modo sustentável	129
Quadro 11. Características da pesquisa-ação segundo Eden e Huxham	138
Quadro 12. Grade analítica do modelo conceitual de gestão estratégica da tecnologia no modo sustentável	151
Quadro 13. Processo de formulação da estratégia tecnológica no modo sustentável: etapa 1	162
Quadro 14. Processo de formulação da estratégia tecnológica no modo sustentável: etapa 2	163
Quadro 15. Processo de formulação da estratégia tecnológica no modo sustentável: etapa 3	164
Quadro 16. Quadro-resumo da implantação na Petrobras do modelo de gestão estratégica da tecnologia no modo sustentável	184
Quadro 17. População-alvo da pesquisa de opinião no Sistema Tecnológico Petrobras	203