UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

Escola de Química

TECHNOLOGY ROADMAPPING (TRM) COMO MÉTODO DE PLANEJAMENTO E GESTÃO: O CASO DO CENTRO DE TECNOLOGIA SENAI AMBIENTAL

CARLA SANTOS DE SOUZA GIORDANO

Rio de Janeiro

2011

CARLA SANTOS DE SOUZA GIORDANO

TECHNOLOGY ROADMAPPING (TRM) COMO MÉTODO DE PLANEJAMENTO E GESTÃO: O CASO DO CENTRO DE TECNOLOGIA SENAI AMBIENTAL

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos, Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos.

Orientadores: Suzana Borschiver e Paulo Luiz de Andrade Coutinho

Rio de Janeiro
2011

G497t Giordano, Carla Santos de Souza.

Technology Roadmapping como Método de Planejamento e Gestão: o Caso do Centro de Tecnologia SENAI Ambiental / Carla Santos de Souza Giordano. – 2011.

xxxi, 170 f.: il.

Tese (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química, Rio de Janeiro, 2011.

Orientadores: Suzana Borschiver e Paulo Luiz de Andrade Coutinho.

1. *Technology Roadmapping*. 2. *Roadmap*. 3. *Roadmapping*. 4. Planejamento. 5. Gestão. – Teses. I. Borschiver, Suzana. (Orient.). II. Coutinho, Paulo Luiz Andrade (Orient.). III. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Programa em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos, Escola de Química. IV. Título.

CDD: 660.025

Aos meus pais, Carlos e Claudete, por todas as oportunidades, todos os ensinamentos, toda a atenção e todo o amor que me fizeram ser o que sou hoje.

Ao meu esposo, Eduardo Bruno, pelo amor, carinho e dedicação que motivaram e viabilizaram a realização deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Aos orientadores, Suzana Borschiver e Paulo Coutinho, pela orientação e confiança e, principalmente, pela oportunidade de desenvolver uma iniciativa de transformação de conhecimentos acadêmicos em resultados práticos.

Ao Carlos Coelho, pelo estímulo, amizade e condução ao longo do processo, pela alegria em realizar o trabalho, pelos incontáveis momentos de reflexão, pelas descobertas conjuntas.

Ao Sistema FIRJAN, especialmente a Marilene Carvalho, Paulo Furio e Rafael Gonçalves pelo apoio e contribuições durante o desenvolvimento do projeto.

Ao amigo Daniel Salles, pelo apoio constante durante toda a jornada.

Aos amigos da GPT, Fabiana Fernandes, Leonardo Figueiredo, Luiz Felippe Machado, Daniella Serrazine e Nathalia Barros pelo companheirismo e ajuda sempre que precisei.

Aos meus estagiários, Michelle Paiva e Bruno Araújo, pelas ideias e colaboração na diagramação dos *roadmaps*.

À minha família, em especial minhas irmãs Claudia e Cátia, pela amizade, carinho, união e compreensão durante o tempo que dediquei à pesquisa.

Aos meus queridos sobrinhos Gabriela, Luísa e Luca, pela alegria que me proporcionam e por entenderem as minhas ausências.

Ao meu enteado André, pela amizade e por me ensinar a ser sempre melhor.

Aos meus sogros, Mario e Maria Augusta, por todo apoio e acolhimento.

Aos professores e amigos Djalva Santana e Antonio Tavares, pelos ensinamentos e orientações durante a minha graduação, que foram imprescindíveis na minha formação profissional e, principalmente, humana.

A amiga Gabriela Padilha, pela ajuda e incentivo para ingressar no Mestrado da Escola de Química.

A todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para este estudo.

RESUMO

GIORDANO, Carla Santos de Souza. ***Technology roadmapping* (TRM) como método de planejamento e gestão: o caso do Centro de Tecnologia SENAI Ambiental.** Rio de Janeiro, 2011. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) - Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

Este estudo tem por objetivo avaliar a capacidade de aplicação do *technology roadmapping* (TRM) como método de planejamento e gestão do Centro de Tecnologia SENAI-RJ. A necessidade de atualização tecnológica de forma estruturada e planejada, em um ambiente de cultura inovadora, para atender a demanda industrial frente aos desafios de crescimento econômico do estado do Rio de Janeiro, suscitou a necessidade de um método para elevar o patamar tecnológico dos Centros de Tecnologia do SENAI-RJ. A investigação de métodos intensificou-se e, logo, o método TRM se destacou por produzir mapas que comunicam de forma clara, homogênea e objetiva as escolhas a serem seguidas. Em função da relevância das questões ambientais a nível mundial e frente ao aporte de investimentos na cadeia logística e de petróleo e gás no estado do Rio de Janeiro, o CTS Ambiental foi definido como prioritário para a aplicação do método. A metodologia proposta para desenvolvimento do *roadmap* foi elaborada, a partir dos ensinamentos de Phaal et al. (2001a). Porém, durante o processo foram necessárias adaptações para melhor atender às necessidades do ambiente da aplicação. Foram gerados quatro *mapas*, cada um correspondendo aos mercados priorizados pelo CTS Ambiental. Os resultados obtidos demonstraram importantes benefícios, como: visão sistêmica do ambiente tecnológico, aumento do capital intelectual, novos investimentos em infraestrutura tecnológica e seus inter-relacionamentos no horizonte temporal, e o fortalecimento da marca. Com relação às conclusões, destaca-se a confirmação que o processo de construção do TRM é a principal contribuição e cada aplicação deve ser encarada como uma oportunidade única de aprendizado. O processo desenvolvido neste trabalho poderá servir como exemplo para a aplicação em outras empresas e instituições, consideradas as adaptações necessárias.

Palavras-chave: *Technology Roadmapping*, *Roadmap*, *Roadmapping*, Planejamento, Gestão.

ABSTRACT

GIORDANO, Carla Santos de Souza. ***Technology roadmapping* (TRM) como método de planejamento e gestão: o caso do Centro de Tecnologia SENAI Ambiental.** Rio de Janeiro, 2011. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) - Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

This study aims to describe and evaluate the ability of technology roadmapping (TRM) application as a method to support the SENAI-RJ Technology Centers to develop its planning and management. The need for technological upgrading in a structured and planned way, in an innovation environment, to meet the industrial demand in front of the challenges of economic growth in the state of Rio de Janeiro, prompted the need for a method to raise the technological level of the SENAI-RJ Technology Centers. Methods and practices investigation were intensified and then, technology roadmapping (TRM) was noted for producing maps that communicate clearly and objectively the best paths to follow. The relevance of global environmental issues and against the inflow of investments in the oil and gas logistics chain in Rio de Janeiro, defined SENAI Environmental Technology Center as a priority for the method application. The proposed methodology for developing the roadmap was created from the teachings of Phaal et al. (2001a). However, adjustments were necessary during the application process to better meet the needs of the environment. Four roadmaps were generated, each one corresponding to the priority markets defined for SENAI Environmental Technology Center. The results showed significant benefits, such as systemic vision of the technological environment, increase of the intellectual capital, new investments in technology infrastructure and its interrelationships within the time, and brand strengthening. The conclusions indicate that the process of building the TRM is the main contribution; therefore, each application should be viewed as a unique learning opportunity. The roadmapping process developed in this piece of work may be used as an example of structure to be applied in other companies and technology institutions, considered the necessary adaptations.

Key words: Technology Roadmapping, Roadmap, Roadmapping, Technology Planning.

SUMÁRIO

Capítulo 1 - Introdução, Contexto e Objetivo.....15
1.1 Apresentação da Pesquisa 16
1.2 Contexto da Pesquisa: Considerações sobre o CTS AMBIENTAL.....19
1.2.1 Centro de Tecnologia SENAI Ambiental 19
1.2.2 O planejamento tecnológico do CTS Ambiental.....23
1.3 Objetivo.....26
1.4 Estruturação e Motivação da Pesquisa.....28
1.5 Estrutura da Tese.....29
Capítulo 2 - Revisão da Literatura 31
2.1 Apresentação.....32
2.2 O *Roadmapping* no Contexto das Empresas.....32
2.3 O *Technology Roadmapping* 35
2.3.1 Benefícios 43
2.3.2 Aplicações do *technology roadmapping*.....45
2.3.3 *Technology roadmaps* e seus formatos 47
2.3.4 Processos de aplicação do *technology roadmapping* 54
2.3.5 Operacionalização do processo padrão segundo PHAAL (2001a) 58
2.3.6 Processo de adaptação do *technology roadmapping*.....64
2.3.7 Fatores de sucesso para a aplicação do *technology roadmapping*.....69
2.3.8 Considerações finais.....72
Capítulo 3 - Metodologia de Elaboração do *Roadmap*.....74
3.1 Apresentação.....75
3.2 Proposta Metodológica de construção de um *roadmap* para o CTS Ambiental 77
3.3 Metodologia de Elaboração do *Roadmap* do CTS Ambiental.....78
3.3.1 Planejamento 80
3.3.2 *Workshop* 1 – Mercado 85
3.3.3 *Workshop* 2 – Produto.....89
3.3.4 *Workshop* 3 – Tecnologia.....91
3.3.5 *Workshop* 4 – Mapeamento 93
3.3.6 Considerações finais.....95

Capítulo 4 - Aplicação do método TRM no CTS Ambiental 96
4.1 Apresentação.....97
4.2 Elaboração do *Roadmap* do CTS Ambiental 97
4.2.1 Planejamento do CTS Ambiental 100
4.2.2 *Workshop* 1 – Mercado 103
4.2.3 *Workshop* 2 – Produto.....115
4.2.4 *Workshop 3* – Tecnologia.....124
4.2.5 *Workshop* 4 – Mapeamento 128
4.2.6 *Workshop* 5 – Validação 131
4.2.7 Considerações finais 133
Capítulo 5 - Os *Roadmaps*.....134
5.1 Apresentação.....135
5.2 Estrutura dos *Roadmaps* 135
5.3 Os *Roadmaps*.....138
5.3.1 O *roadmap* de Gestão Ambiental.....139
5.3.2 O *roadmap* de Energia 142
5.3.3 O *roadmap* de Estudos Ambientais.....146
5.3.4 O *roadmap* de Serviços Analíticos 149
5.4 Considerações Finais 151
Capítulo 6 – Conclusões da Pesquisa.....153
6.1 Introdução.....154
6.2 Conclusões gerais 154
6.3 Contribuições trazidas pelo método TRM para o CTS Ambiental.....157
6.4 Limitações da pesquisa 158
6.5 Sugestões para trabalhos futuros 159
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....160
APÊNDICE A – RESUMO DO MÉTODO TRM DISTRIBUÍDO AOS PARTICIPANTES 163
APÊNDICE B – AGENDA DO *WORKSHOP* DE MERCADO.....164
APÊNDICE C – AGENDA DO *WORKSHOP* DE PRODUTO 165
APÊNDICE D – AGENDA DO *WORKSHOP* DE TECNOLOGIA 166

APÊNDICE E – CONVITE FORMAL PARA O *WORKSHOP* DE VALIDAÇÃO.....167
APÊNDICE F – EXEMPLO DE QUESTIONÁRIO APLICADO NO *WORKSHOP* DE VALIDAÇÃO.....168

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Centro de Tecnologia SENAI Ambiental (CTS Ambiental) 21
Figura 2 – Fluxo de desenvolvimento de serviços tecnológicos 25
Figura 3 – Estrutura de gestão tecnológica 34
Figura 4 – Número de publicações em *technology roadmapping* (1987 - 2004) 37
Figura 5 – Esferas de influência do TRM 40
Figura 6 – Abordagem do *roadmapping* 42
Figura 7 – *Roadmaps* como lente estratégica 44
Figura 8 – Classificações do TRM 46
Figura 9 – *Roadmap:* gráfico multicamadas 49
Figura 10 – Questões fundamentais do *roadmapping* 49
Figura 11 – *Technology roadmap* genérico (EIRMA) 50
Figura 12 - Tipos de *roadmap* – propósito 51
Figura 13 - Tipos de *roadmap* – formato 52
Figura 14 - Tipos de *technology roadmaps* (propósito e formato) 53
Figura 15 – Estrutura padrão do *T-Plan*, compreendido em 4 *Workshops* 57
Figura 16 – Foto ilustrativa do processo 59
Figura 17 - Foto ilustrativa da construção do *roadmap* 62
Figura 18 – Processo Padrão e Processo Customizado 64
Figura 19 – Exemplos esquemáticos de *roadmaps* 66
Figura 20 - *Roadmap* como ferramenta de integração 73
Figura 21 - Processo de aplicação do TRM proposto pelo T-Plan 79
Figura 22 – Sequencia dos resultados baseados em Post-it® 84
Figura 23 - Dimensões de desempenho do produto segundo Phaal et al. (2001a) 85
Figura 24 – Modelo das planilhas esquemáticas para preenchimento das dimensões de desempenho e dos direcionadores de mercado e negócio 87
Figura 25 – Modelo de preenchimento dos Post-it® 88
Figura 26 - Modelo da matriz mercado-produto 90
Figura 27 - Matriz produto-tecnologia 92
Figura 28 - Integração entre mercado/negócio, produtos/serviços e soluções tecnológicas. 93
Figura 29 - Modelo MRT SENAI 98
Figura 30 – Estrutura do diretório para controle do projeto 103
Figura 31 - Tela inicial do *MindManager* 105
Figura 32 – Inserção do tema principal do *brainstorm* 105
Figura 33 – Criação de tópicos 106
Figura 34 – Criação de subtópicos 106

Figura 35 – Criação das correlações entre os tópicos..... 107
Figura 36 – Diagrama resultante da discussão de dimensões de desempenho de produto107
Figura 37 – Interfaces da área ambiental com as esferas tecnológica, econômica e social. 108
Figura 38 – Mercados de atuação e mercados-foco 112
Figura 39 – Plataformas de produto do mercado Gestão Ambiental 116
Figura 40 – Plataformas de produto do mercado Estudos Ambientais 119
Figura 41 – Plataformas de produto do mercado Serviços Analíticos 121
Figura 42 - Plataformas de produto do mercado Energia..... 122
Figura 43 – Planilhas detalhadas com tecnologias e oportunidades 126
Figura 44 - Critérios de seleção e priorização das tecnologias 127
Figura 45 – Facilitador auxiliando a elaboração de um *roadmap* 130
Figura 46 – Versão final de um *roadmap* 130
Figura 47 – Esboço da estrutura padrão do *roadmap* do CTS Ambiental..... 136
Figura 48 - *Roadmap* de Gestão Ambiental 139
Figura 49 - *Roadmap* de Energia..... 142
Figura 50 - *Roadmap* de Estudos Ambientais..... 146
Figura 51 - *Roadmap* de Serviços Analíticos 149

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - 'GOOGLE™ INDEX' - Busca nas variações do termo '*roadmapping*' (processo) e '*roadmap*' (resultado) - As formas mais amplamente utilizadas do termo estão em destaque 38
Tabela 2 – Direcionadores do mercado ambiental 110
Tabela 3 – Definições das “plataformas de produto” para o mercado Gestão Ambiental ... 118
Tabela 4 - Definições das “plataformas de produto” para o mercado Estudos Ambientais. 120
Tabela 5 - Definições das “plataformas de produto” para o mercado Serviços Analíticos .. 122
Tabela 6 - Definições das plataformas de produto para o mercado Energia 123

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

CIRJ – Centro Industrial do Rio de Janeiro

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente

CTS – Centro de Tecnologia SENAI

CTS Alimentos e Bebidas - Centro de Tecnologia SENAI Alimentos e Bebidas

CTS Ambiental – Centro de Tecnologia SENAI Ambiental

CTS Automação e Simulação - Centro de Tecnologia SENAI Automação e Simulação

CTS Solda - Centro de Tecnologia SENAI Solda

DIM – Diretoria de Inovação e Meio Ambiente

FIRJAN – Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro

GDI – Gerência de Desenvolvimento e Inovação

GPT – Gerência de Produtos e Processos Tecnológicos

IEL – Instituto Euvaldo Lodi

INEA – Instituto Estadual do Ambiente

PPT – Parte Por Trilhão

QFD –*Quality Function Deployment*

SENAI – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial

SENAI-RJ - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial do Rio de Janeiro

SESI– Serviço Social da Indústria

TRM – *Technology roadmapping*

Capítulo 1 - **Introdução, Contexto e Objetivo**

1.1 Apresentação da Pesquisa

Não é mais novidade para as empresas bem estruturadas e informadas que este é um tempo de mudanças aceleradas sem precedentes. A globalização é, sem dúvida, um dos fatores mais marcantes da economia mundial, tornando a competição tão acirrada que a disputa não está mais no presente e sim no futuro.

A ciência e a tecnologia tiveram um grande impacto sobre o mundo, e continuarão a fazê-lo, entregando grandes benefícios a produtos, serviços e sistemas que afetam nossas vidas de várias maneiras, e, também nos trazem desafios substanciais quando se tratam de mudanças sociais e consequências ambientais (PHAAL, FARRUKH e PROBERT, 2010).

Esta tendência vem produzindo maior demanda por estudos ligados ao planejamento, prospecção, diagnósticos e visões de futuro por parte de governos e corporações. Ao mesmo tempo, cresce a consciência ecológica e individual, crescem as pressões que a sociedade civil coloca nos governantes e amplia-se a percepção de que boas ideias requerem bons sistemas de governança.

Diante desta realidade, o componente tecnológico na dinâmica da construção do planejamento estratégico das empresas não é mais uma escolha. A variável “tecnologia” é reconhecida como um elemento que influencia a competitividade das empresas; visto que, as mudanças tecnológicas têm causado impactos no encurtamento do ciclo de vida dos produtos, na redefinição dos segmentos de mercado, na mudança das relações de trabalho e no redesenho dos processos de negócios.

Logo, as empresas devem ser mais suscetíveis às mudanças tecnológicas e terem maior capacidade de lidar estrategicamente com seus ativos tecnológicos (KAPPEL, 2001).

A definição de uma estratégia tecnológica permite a elevação da capacidade e do conteúdo das tecnologias existentes em uma organização, bem como permite o

acesso e absorção das tecnologias emergentes que sejam de necessidade da empresa. Soma-se a isto, a clara possibilidade de ser traçado o caminho a ser seguido pela organização.

Atrelar tecnologia à estratégia, porém, não é assunto apenas para empresas de alta tecnologia. As empresas tradicionais, as instituições de pesquisa e os centros de tecnologia também o fazem, na medida em que pretendem orientar o desenvolvimento do seu planejamento estratégico.

Estudos recentes mostram, ainda, que existem oportunidades capazes de contribuir com as empresas na melhoria da realização do planejamento tecnológico. A aplicação integrada de métodos pode ser destacada, pois, geralmente, resulta em ações completas e alinhadas com os objetivos das empresas.

A exploração de oportunidades que envolvem a integração de métodos para a definição do planejamento tecnológico é ampla, logo, é preciso delimitar um escopo entre os métodos existentes que possibilite a investigação. Um caminho inicial seria selecionar aquele que à luz dos objetivos das empresas se destaque individualmente e apresente potencial para aplicação na melhoria do planejamento.

Diante deste propósito, o *technology roadmapping* (TRM) destacou-se dentre os vários métodos, por ser considerado fator de sucesso no planejamento estratégico tecnológico (COOPER et al., 2004).

O TRM é um método utilizado para planejar o desenvolvimento de produtos e, permite que sejam consideradas as necessidades e tendências de mercado, os objetivos de negócio da empresa e as possibilidades tecnológicas. A partir da aplicação do TRM, as empresas têm de fato a possibilidade de integrar os resultados obtidos ao seu planejamento.

Phall e Muller (2009) retratam que o *technology roadmapping*, e todos os seus derivados, tornaram-se umas das técnicas de gerenciamento mais amplamente utilizadas para suportar a inovação e a estratégia, em empresas, setores e governos.

No entanto, é de se ressaltar que a definição do significado de *roadmapping* vem em particular mudando com a explosão de popularidade do termo, visto que todos os tipos de documento prospectivos são por vezes chamados de *roadmaps* (KAPPEL, 2001).

O objetivo do TRM é utilizar os conhecimentos explícitos e tácitos disponíveis na empresa para construir a visão de futuro da organização e sua integração com os planos de mercado, produto e tecnologia, ajudando a identificar, avaliar e selecionar alternativas tecnológicas para satisfazer a um conjunto de necessidades de um produto.

O resultado da aplicação desse método é um documento que integra a visão de futuro da organização com os produtos e serviços que devem ser desenvolvidos para se alcançar o posicionamento desejado no mercado, assim como aponta para quais tecnologias darão suporte a esse processo. Geralmente, esse documento é um mapa tecnológico, conhecido como *roadmap.*

Este trabalho tem como objetivo principal avaliar a capacidade de aplicação do *technology roadmapping* (TRM) como método de apoio para o desenvolvimento do planejamento tecnológico do Centro de Tecnologia SENAI Ambiental (CTS Ambiental).

As seguintes questões orientaram o desenvolvimento desta pesquisa:

- Como o CTS Ambiental realiza o seu planejamento tecnológico?
- Como os objetivos estratégicos tecnológicos do CTS Ambiental orientam a definição das características principais dos produtos que são oferecidos ao mercado?
- Como o *technology roadmapping* poderá contribuir com as atividades de desenvolvimento do planejamento tecnológico do CTS Ambiental?

Para responder a estas questões o desenvolvimento da pesquisa inclui o levantamento de bibliografia sobre o *technology roadmapping* e a execução de um estudo de caso, resultando em uma estrutura capaz de apoiar o desenvolvimento do planejamento tecnológico do CTS Ambiental.

1.2 Contexto da Pesquisa: Considerações sobre o CTS AMBIENTAL

Buscando contextualizar o trabalho proposto, apresenta-se nesta seção considerações sobre o CTS Ambiental, seu histórico, infraestrutura tecnológica, áreas de atuação e aspectos relacionados ao seu planejamento tecnológico.

1.2.1 Centro de Tecnologia SENAI Ambiental

O Sistema FIRJAN é composto por cinco instituições que trabalham de forma integrada para o desenvolvimento da indústria fluminense. A Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (FIRJAN), o Centro Industrial do Rio de Janeiro (CIRJ), o Serviço Social da Indústria (SESI), o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) e Instituto Euvaldo Lodi (IEL), promovem ações para garantir uma posição de destaque para o Estado no cenário nacional nos níveis político, econômico e social. Atualmente, todas as instituições se caracterizam como prestadoras de serviços às empresas.

Com mais de 60 anos de experiência no mercado, o SENAI é hoje um importante polo nacional de geração e difusão de conhecimento técnico e tecnológico aplicado ao desenvolvimento industrial. Através de parcerias com empresas e instituições da Alemanha, Canadá, Japão, França, Itália e Estados Unidos, assessora a Indústria no campo da tecnologia de processos e de produtos[1].

O SENAI-RJ possui quatro Centros de Tecnologia SENAI (CTS) [2], que estão em constante atualização para oferecer às empresas soluções tecnológicas, amparados em equipes técnicas qualificadas e infraestruturas tecnológicas atualizadas.

O Centro de Tecnologia SENAI Ambiental (CTS Ambiental), um dos quatro Centros de Tecnologia do Sistema FIRJAN, foi inaugurado em 12 de dezembro de

---

[1] Informações obtidas em www.firjan.org.br

[2] Os Centros de Tecnologia do SENAI são CTS Ambiental, CTS Solda, CTS Alimentos e Bebidas e CTS Automação e Simulação.

1968, por meio de um convênio firmado entre o Serviço Social da Indústria e a Fundação de Serviços de Saúde Pública do Estado de São Paulo. Está sediado na cidade do Rio de Janeiro e possui atuação nacional, tendo sido integrado em maio de 1999 à estrutura deste departamento regional do SENAI.

Em 2001, o CTS Ambiental, após passar por reformas estruturais, passou a atuar, também, nas áreas de Toxicologia, Higiene Ocupacional e Meio Ambiente, tendo como fator intercessor a todos - a metrologia química.

Ao longo dos últimos anos, o compromisso com questões ambientais passou a ser imperativo para a existência das empresas no mercado. As exigências não são apenas por parte da legislação, mas também de compradores externos e da sociedade.

As medidas atreladas à responsabilidade ambiental deixaram de ser uma questão de consciência socioambiental, tornando-se uma fonte de retorno financeiro às empresas.

Nesse contexto, o CTS Ambiental é reconhecido como um parceiro da indústria na busca pela melhoria de sua condição ambiental, no apoio para obtenção da eficiência de seus processos produtivos e da sustentabilidade, por intermédio da prestação de consultorias tecnológicas, serviços laboratoriais e pesquisa e desenvolvimento.

A Figura 1 apresenta um dos laboratórios do CTS Ambiental.

Figura 1 – Centro de Tecnologia SENAI Ambiental (CTS Ambiental)
Fonte: Arquivo próprio

Os laboratórios do CTS Ambiental são credenciados na Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente (FEEMA) e possuem duas acreditações pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Inmetro).

Além disso, o Centro participa de diversos programas de ensaios de proficiência para garantir a qualidade dos seus resultados analíticos. Estes ensaios são promovidos por entidades nacionais e internacionais nas áreas de Toxicologia Ocupacional, Higiene Industrial, Meio Ambiente e Calibração Volumétrica.

A infraestrutura laboratorial está capacitada para atender a crescente demanda dos serviços, mantendo a segurança e a qualidade inerentes a estas atividades.

O laboratório de águas, efluentes e resíduos, por exemplo, detém grande competência na rotina analítica de águas naturais superficiais ou subterrâneas, efluentes industriais diversos, efluentes sanitários, solos contaminados, sedimentos, resíduos sólidos e outras matrizes ambientais. Além disso, vem, constantemente, aumentando seu escopo de parâmetros credenciados e buscando a implantação de

novos métodos de análises que proporcionem resultados melhores e mais apropriados para sua utilização.

O CTS Ambiental possui, ainda, os laboratórios de cromatografia líquida e gasosa, espectrometria e microbiologia, sendo todos suportados pelos laboratórios de calibração de vidrarias e química geral.

Além das atividades laboratoriais mencionadas, nos últimos anos, o Centro tem se caracterizado por prover soluções tecnológicas (consultorias, desenvolvimento de projetos e pesquisas aplicadas) para diversas empresas do Rio de Janeiro.

Esta ação tem se dado na forma de serviços nas áreas de Auditoria e Gestão Ambiental, Investigação de Passivos Ambientais, Produção Mais Limpa (P+L) e Emissões Atmosféricas.

A Gestão Ambiental representa uma ferramenta gerencial que possibilita a melhoria do desempenho ambiental, agregando valor e permitindo a sustentabilidade do negócio. Esta área fornece às empresas serviços de auditorias para o cumprimento das exigências ambientais legais, implantação de planos de gerenciamento de resíduos, assessorias para o licenciamento ambiental e para atendimento aos requisitos de clientes.

A área de Investigação de Passivos Ambientais oferece serviços para atender às crescentes demandas ambientais em investigação do solo e águas subterrâneas. Estes serviços são realizados em conformidade com as normas e legislações ambientais vigentes, e são, prioritariamente, oferecidos a aterros sanitários, indústrias e postos de combustíveis.

A Produção Mais Limpa (P+L) significa a aplicação contínua de uma estratégia econômica, ambiental e tecnológica integrada aos processos e produtos, a fim de aumentar a eficiência no uso de matérias-primas, água e energia, através

da não geração, minimização ou reciclagem de resíduos gerados, com benefícios ambientais e econômicos para os processos produtivos[3].

Os serviços de Emissões Atmosféricas englobam diagnósticos e controle dos poluentes atmosféricos nas áreas urbanas e industriais de acordo com as normas federais, como a Resolução CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente) 382/06, e com as normas estaduais pertinentes.

O Centro de Tecnologia também realiza serviços em estudos de dispersão de poluentes atmosféricos por intermédio de modelagem matemática, avaliações da eficiência de sistemas de controle de chaminés, inventários de fontes de emissão de poluentes atmosféricos e ruídos ambientais.

1.2.2 O planejamento tecnológico do CTS Ambiental

O desenvolvimento de um planejamento tecnológico para os Centros de Tecnologia do Sistema FIRJAN, especificamente para o CTS Ambiental, é algo relativamente novo.

Inicialmente, o CTS Ambiental era subordinado à Diretoria de Meio Ambiente e possuía uma gestão totalmente verticalizada no tema. Entretanto, em janeiro de 2007, passou a fazer parte da criada Diretoria de Inovação e Meio Ambiente.

A nova gestão provocou uma série de mudanças na atuação do CTS Ambiental e trouxe, principalmente, novas visão e diretrizes para o seu planejamento estratégico tecnológico.

---

[3] Informação adaptada de http://www.unido.org/index.php?id=o4460

O primeiro trabalho estruturado de planejamento estratégico elaborado pelo SENAI-RJ utilizou a metodologia do *balanced scorecard*[4].

O documento gerado, um mapa estratégico, incluiu quatro perspectivas: “desempenho financeiro”, “proposição de valor”, “processos internos” e “objetivos de aprendizado e crescimento” e, foi disseminado entre todas as entidades do Sistema FIRJAN para o desenvolvimento de projetos e ações à luz dos objetivos estratégicos traçados.

A missão principal declarada no mapa estratégico deixava patente a preocupação da organização com a inovação tecnológica, descrita como: *“SESI-SENAI-RJ serão reconhecidos, em 2007, como entidades referenciais em prover soluções integradas e serviços tecnologicamente inovadores”.*

Desta forma, a organização definiu objetivos estratégicos específicos para cumprir a missão de tornar-se inovadora e projetos foram sendo desenvolvidos com o intuito de iniciar o processo de consolidação. Porém, o SENAI-RJ não possuía uma cultura de gestão da inovação e um modelo de gestão tecnológica suficientemente maduros para se tornar competitivo no mercado.

Baseadas nesse cenário, as áreas responsáveis focaram seus esforços no desenvolvimento de serviços inovadores e um fluxo foi concebido para os Centros de Tecnologia.

---

[4] Kaplan e Norton (1996) definem o *balanced scorecard* como uma técnica que visa a integração e balanceamento de todos os principais indicadores de desempenho existentes em uma empresa, desde os financeiros/administrativos até os relativos aos processos internos, estabelecendo objetivos da qualidade (indicadores) para funções e níveis relevantes dentro da organização, ou seja, desdobramento dos indicadores corporativos em setores, com metas claramente definidas.

A Figura 2 demonstra as principais etapas.

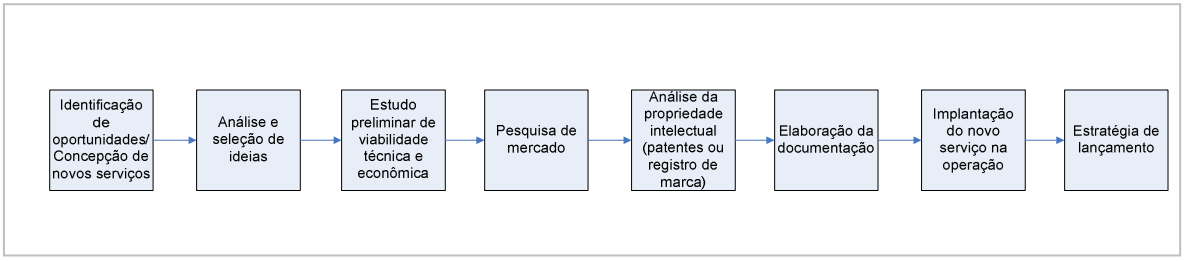


Figura 2 – Fluxo de desenvolvimento de serviços tecnológicos
Fonte: Elaboração própria

Após passar por todas as etapas de desenvolvimento, os produtos eram submetidos a um processo de revisão periódica[5].

A decisão de investir em uma cultura inovadora trouxe bons resultados e melhorou o posicionamento dos Centros de Tecnologia perante aos clientes. Porém, uma questão surgiu como sendo prioritária para elevar o patamar tecnológico e apontar os caminhos futuros – a necessidade do desenvolvimento de um planejamento tecnológico para os CTS.

Paralelamente ao surgimento dessa necessidade, o Sistema FIRJAN realizava reuniões envolvendo diversos líderes no redesenho das estratégias do **Plano Estratégico 2010- 2014**.

O resultado das discussões apontou para quatro novas diretrizes: “crescimento sustentável”, “otimização de recursos”, “orientação para o mercado e qualidade dos serviços”. E estas culminaram em objetivos estratégicos, onde planejar deixou de ser apenas uma orientação e passou a ser uma necessidade.

A Diretoria de Inovação e Meio Ambiente, atenta a essa nova realidade, intensificou as atividades relacionadas à investigação de metodologias para suportar o desenvolvimento de planejamentos tecnológicos.

---

[5] De maneira geral, produtos têm um ciclo de vida que pode transpor algumas fases até chegar a sua completa extinção ou substituição por outro produto ou por uma inovação. Por este motivo, a revisão periódica é uma prática fundamental.

Logo, nas primeiras análises, o método *technology roadmapping* (TRM) se destacou por produzir mapas que comunicam de forma clara e objetiva os melhores caminhos a serem seguidos, considerando mercados, produtos e tecnologias.

Em função da relevância das questões ambientais em nível mundial e da necessidade de reorganização da estrutura para melhor atendimento às empresas, o CTS Ambiental foi definido como “piloto” para a aplicação do método.

Portanto, o objetivo desta pesquisa é demonstrar a viabilidade do uso do método TRM como método de planejamento e gestão de um Centro de Tecnologia e possibilitar a Diretoria de Inovação e Meio Ambiente a adotá-lo como etapa fundamental para os novos fluxos de planejamento dos outros Centros de Tecnologia do SENAI-RJ.

1.3 Objetivo

As observações apresentadas reforçam a importância do desenvolvimento de pesquisas capazes de contribuir para a melhoria dos processos de planejamento e gestão das empresas, em especial de Centros de Tecnologia. Fundamentalmente, pesquisas que analisem explicitamente o alinhamento entre os objetivos estratégicos tecnológicos e o processo de desenvolvimento de produtos, considerando as capacidades atuais e planejadas para a organização.

O processo de planejamento para Centros de Tecnologia requer novas abordagens, conceitos e ferramentas, pois as características essenciais desses ambientes demonstram que o desenvolvimento não está restrito aos processos da manufatura. Normalmente, seguidora de padrões consistentes de atividades.

Estudos recentes mostram que ainda existem oportunidades capazes de contribuir com as empresas na melhoria da realização do planejamento estratégico tecnológico (PHAAL et al., 2005). A exploração de métodos utilizados é ampla, portanto é preciso delimitar um escopo para que seja possível investigá-lo.

Uma delas é a utilização de métodos consagrados para a identificação de oportunidades, alinhadas aos objetivos estratégicos. Outra possibilidade é não aplicar estes métodos de forma isolada e sim integrá-los com diferentes atividades para desenvolver uma ação completa.

Antes de avançar nessa direção, um levantamento bibliográfico foi realizado para averiguar as possibilidades de métodos existentes e identificou-se o *technology roadmapping* (TRM) como sendo um método aplicável para o planejamento estratégico tecnológico de organizações. Embora, não tenham sido encontradas muitas experiências sobre como é aplicado em empresas.

Sob o ponto de vista da contribuição, a exploração de como aplicar o TRM em um Centro de Tecnologia confirmou-se como uma escolha viável para essa pesquisa.

Assim confirmado o escopo, o objetivo proposto para esta pesquisa é:

"Avaliar a capacidade de aplicação do *technology roadmapping* (TRM) como método de planejamento e gestão de um Centro de Tecnologia."

O percurso metodológico definido para atingir o objetivo proposto baseou-se no desenvolvimento de um estudo de caso. Dessa forma, os passos seguidos foram a especificação do ambiente, o planejamento da execução, o desenvolvimento do caso e a avaliação dos resultados.

A pesquisa envolveu a aplicação do método *technology roadmapping* (TRM) e por fim, com base nas informações obtidas, pode-se concluir sobre a contribuição da aplicação para o planejamento e gestão de um Centro de Tecnologia.

1.4 Estruturação e Motivação da Pesquisa

No primeiro semestre de 2008, iniciaram-se discussões mais contundentes para a estruturação do Planejamento Tecnológico dos Centros de Tecnologia do SENAI-RJ. A Diretoria de Inovação e Meio Ambiente solicitou o desenvolvimento de um projeto para responder a este desafio e, logo, intensificaram-se as investigações de práticas e métodos.

A motivação para o estudo da aplicação do método *technology roadmapping* foi construída a partir da trajetória profissional da autora no Sistema FIRJAN, onde participa e desenvolve diversas atividades voltadas para as áreas de Inovação, Desenvolvimento de Produtos e Processos Tecnológicos. Soma-se a isto, a sua experiência com desenvolvimento de projetos estruturantes ao longo da sua vida profissional e acadêmica.

Durante a elaboração da presente dissertação, a autora participou, ainda, de um curso internacional promovido pelo *Institute for Manufacturing* (IFM) na Universidade de Cambridge, Inglaterra. Nesta oportunidade, aprofundou seus conhecimentos e teve contato com os autores britânicos Robert Phaal e David Probert, principais pesquisadores do método TRM.

O desenvolvimento da pesquisa foi dividido em duas etapas principais. A primeira etapa foi desenvolvida entre maio de 2008 e dezembro de 2008 e concluída com a aprovação da metodologia a ser utilizada; a segunda etapa foi desenvolvida entre janeiro de 2009 e agosto de 2010, e os resultados finais obtidos são apresentados neste documento.

A primeira etapa teve como objetivo o levantamento de informações preliminares a respeito do *technology roadmapping* (TRM), a definição do ambiente de aplicação e a estruturação de como aplicar a metodologia para o alcance do objetivo proposto. Nesta etapa, a autora, além de ter cursado disciplinas correlatas ao estudo, executou a revisão da literatura preliminar no Portal de Periódicos

CAPES[6], a fim de identificar os principais conceitos e métodos capazes de auxiliar a estruturação do projeto, e definiu o processo a ser empregado na pesquisa.

A segunda etapa consistiu na execução do processo com a realização de uma etapa de planejamento e quatro *Workshops* desenvolvidos de acordo com a metodologia científica definida e executados no CTS Ambiental.

Os resultados obtidos com a aplicação de todo o processo garantiram que o objetivo proposto anteriormente fosse atingido, e a avaliação da capacidade de aplicação do TRM como método de apoio para o desenvolvimento do planejamento tecnológico é apresentada ao longo deste documento.

1.5 Estrutura da Tese

Este trabalho está estruturado da seguinte forma:

- O capítulo 1 apresenta o problema de análise, contextualiza o CTS Ambiental e seu planejamento tecnológico e formaliza o objetivo do trabalho.

- O capítulo 2 discorre sobre a revisão da literatura elaboradora acerca do tema desta pesquisa, incluindo uma abordagem sobre *roadmapping* no contexto das empresas e os principais métodos identificados na aplicação do *technology roadmapping*. Por fim, analisa a sua aplicabilidade no contexto específico delineado.

- O capítulo 3 explica a metodologia adotada para a elaboração do *roadmap,* incluindo o detalhamento das etapas do trabalho.

- O capítulo 4 descreve o processo de aplicação do método *technology roadmapping* no CTS Ambiental*,* considerando a metodologia definida neste trabalho.

[6] CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

- O capítulo 5 apresenta os resultados obtidos pelo processo proposto: os quatro *technology roadmaps* gerados.

- O capítulo 6 apresenta as conclusões gerais do estudo, as contribuições para o CTS Ambiental, as limitações da aplicação do método e propõe iniciativas de pesquisas para a continuidade deste estudo.

Capítulo 2 - Revisão da Literatura

2.1 Apresentação

A revisão da literatura apresentada neste capítulo examinou dois temas: o *roadmapping* no contexto das empresas e método *technology roadmapping* (TRM). O objetivo foi buscar os referenciais teóricos para nortear a pesquisa na avaliação da capacidade de aplicação do método em no CTS Ambiental.

2.2 O *Roadmapping* no Contexto das Empresas

A “tecnologia” é um importante ativo para muitas empresas e deve ser parte de uma discussão central, incorporando diferentes considerações durante a execução dos processos de planejamento estratégico.

Phaal et al. (2004a) afirmam que o termo “tecnologia” pode ser entendido com um tipo específico de conhecimento, que pode estar ou não embutido em um artefato físico, tal como uma máquina, um componente, um sistema ou um produto. Ainda de acordo com os autores, a característica principal que diferencia “tecnologia” de outros tipos genéricos de conhecimento é que a tecnologia constitui-se do conhecimento aplicado, com foco no *know how* de uma organização.

Se tomada no contexto atual, Phaal et al. (2001b) relatam que muitos gestores ainda não possuem plena consciência da importância estratégica da “tecnologia” em agregar valor e vantagem competitiva as suas companhias. Segundo os autores, essas questões estão ficando cada vez mais críticas à medida que o custo, a complexidade e o ritmo das mudanças tecnológicas aumentam e a competição e fontes de tecnologia tornam-se globalizadas.

Integrar, no entanto, a estratégia tecnológica com a estratégia geral envolve diversos aspectos. Entre eles destacam-se as políticas e a cultura da empresa, visto que não existe processo estratégico que não seja marcado por políticas. A própria definição do que é interesse da organização é através da política adotada.

Soma-se a isso, a necessidade de compreensão do processo de planejamento tecnológico e a percepção de duas características básicas da “tecnologia”: sua volatilidade e seu impacto organizacional. A criação dos vínculos entre os objetivos estratégicos e os ativos tecnológicos deve considerar simultaneamente questões sobre mercados, produtos, serviços, processos e tecnologias.

Essa discussão é tratada por Phaal et al. (2004a) quando afirmam que a efetiva integração dos aspectos tecnológicos na estratégia de negócios é um importante fator do planejamento de negócios.

Os autores relatam que uma premissa chave é a estratégia tecnológica não ser desenvolvida de forma independente da estratégia de negócios. Preferencialmente, as fontes de tecnologia devem ser consideradas como parte do planejamento de negócios. Entretanto, o desafio para as empresas é desenvolver processos e sistema eficazes que garantam o alinhamento entre os investimentos tecnológicos e as necessidades no presente e no futuro.

A gestão tecnológica é uma atividade essencial, que ajuda as organizações a gerenciar as operações com mais eficácia e, também, a se preparar para o futuro, reduzindo os riscos comerciais e as incertezas.

Assim como para a “tecnologia”, existem muitas definições para gestão tecnológica na literatura. Para o propósito dessa pesquisa, adota-se a definição sugerida pelo *European Institute of Technology and Innovation Management* (EITIM)[7]: “A gestão tecnológica refere-se a efetiva identificação, seleção, aquisição, desenvolvimento, exploração e proteção das tecnologias necessárias para manter a posição de mercado e o desempenho do negócio em conformidade com os objetivos da empresa.”

Phaal, Farrukh e Probert (2010) apresentam uma estrutura para a gestão tecnológica que destaca o conhecimento tecnológico e de mercado combinados

---

[7] Informação obtida em www-eitm.eng.cam.ac.uk

para suportar os processos estratégicos, de inovação e operacionais em uma firma, considerando o ambiente interno e externo (Figura 3).

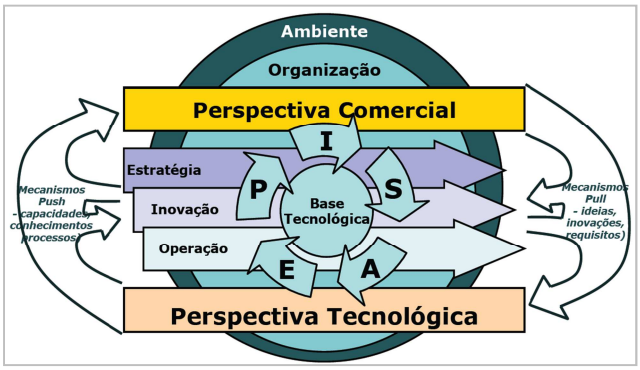


Figura 3 – Estrutura de gestão tecnológica
Fonte: Adaptado de Phaal, Farrukh e Probert (2010).

Seguindo o raciocínio dos autores, aspectos tecnológicos incluem tanto fatores externos, como a natureza das mudanças tecnológicas e as atividades dos competidores, e ainda fatores internos como as capacidades[8] tecnológicas.

Portanto, três questões-chave podem ser utilizadas para estimular o desenvolvimento de uma estratégia de negócios. Cada uma delas envolve um aspecto tecnológico:

Qual é a base? – Seleção de uma abordagem genérica da estratégia (por exemplo, liderança em custo, diferenciação ou foco direcionado).

Qual é a direção? – Identificação e seleção das diferentes alternativas de direções (por exemplo, fusão, penetração de mercado, desenvolvimento de produto, desenvolvimento de mercado, integração, diversificação).

Como? – Identificação e seleção de métodos alternativos (por exemplo, desenvolvimento interno, aquisição, desenvolvimento de parcerias).

---

[8] Capacidades é a tradução do termo inglês *capabilities*, aqui assumida como o processo que promove a habilidade de desenvolver ações, envolvendo pessoas (competências), métodos e ferramentas.

Coutinho e Bomtempo (2005) ao abordarem esta questão apresentaram semelhanças ao consideraram que a estratégia tecnológica deve atender também três elementos fundamentais: “postura tecnológica”, “seleção e portfólio de tecnologias” e “integração com a estratégia geral da empresa”.

A postura tecnológica está relacionada a escolha da empresa em buscar ou não a liderança tecnológica, podendo ser pioneira ao introduzir novas tecnologias ou seguidora, copiando tecnologias utilizadas pelos concorrentes.

O segundo elemento se refere à forma de seleção das tecnologias para investir, tendo por base o que empresa já dispõe em termos de experiências acumuladas e a habilidade da organização em se adaptar às mudanças que podem ocorrer na indústria e ameaçar a sua posição competitiva.

O terceiro e último elemento, a integração da estratégia tecnológica com a estratégia geral da empresa envolve aspectos da cultura e valores da empresa, bem como o nível de importância dado às questões tecnológicas no planejamento estratégico das empresas.

Com essa abordagem, a incorporação da variável “tecnologia” no âmbito da organização não deve ocorrer ao acaso, mas de maneira planejada e organizada. Além disso, também devem ser estabelecidos a estratégia e o modelo de gestão tecnológica; por meio dos quais, tornar-se-á possível realizar a avaliação da evolução das tecnologias e identificar as necessidades presentes e futuras que devem ser integradas rapidamente ao negócio das empresas.

2.3 O *Technology Roadmapping*

O *technology roadmapping* (TRM) é uma técnica de planejamento e gerenciamento corporativo, que vêm sendo utilizada para alinhar objetivos organizacionais e recursos tecnológicos em empresas de manufaturas e de serviços (WEELS et al., 2004; PHAAL et al., 2005 apud FLEURY, 2007).

Importante método para desencadear o planejamento tecnológico colaborativo, o advento da sua aplicação nas empresas em nível mundial reside no fato de ser um processo dinâmico, que possibilita a experiência de pessoas trabalharem em conjunto e traçarem caminhos para o alcance dos seus objetivos.

Probert e Radnor (2003) apud Phaal et al. (2004a) identificam as suas raízes na abordagem da indústria automotiva americana que, seguida pela Motorola e a Corning, adotou processos sistemáticos de *roadmaps* ao final dos anos 70 e começo dos 80. Estima-se que o TRM permaneceu, aproximadamente por 20 anos, dentro destas empresas.

Enquanto a Corning defendia um mapeamento dos eventos críticos para a estratégia da corporação e das unidades de negócio, a Motorola adotava uma abordagem focada na evolução e no posicionamento de suas tecnologias.

A abordagem da Motorola foi a mais visível e levou o conceito ao setor de eletrônica, notadamente através da Philips, Lucent Technologies, SIA, HP, Philips, ABB, GM, Vodafone, Boeing, NASA, Roche, Domino, Rockwell Automation, UK Post Office, dentre outras. Inicialmente, o método foi adotado pelas organizações intensivas em tecnologias, e, paulatinamente, foi sendo disseminado para outras áreas.

O primeiro artigo a abordar especificamente o TRM veio apenas em 1987, na atual revista *Research Technology Management*, publicado pelo diretor de planejamento tecnológico da Motorola.

As pesquisas envolvendo o método também têm aumentado nos últimos anos, seguindo a tendência de crescimento exponencial da aplicação do TRM nas empresas em nível mundial.

Phaal, Farrukh e Probert (2005) apud Oliveira e Fleury (2009) realizaram um levantamento sistemático em publicações científicas internacionais com o objetivo de identificar o crescimento do TRM, além de indicar o surgimento de grupos de pesquisa envolvendo a prática do método.

Os resultados estão demonstrados na Figura 4:

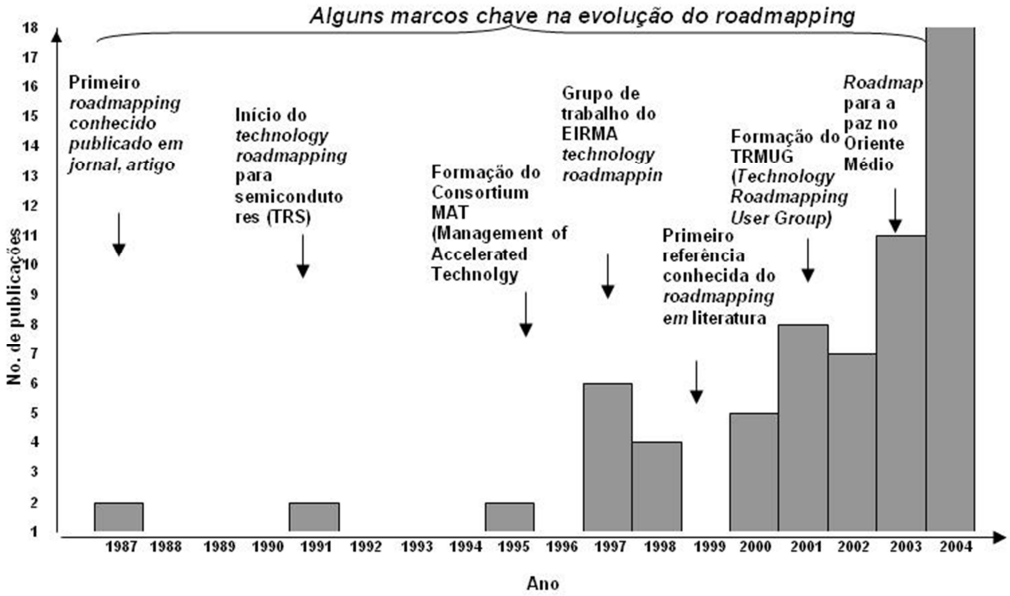


Figura 4 – Número de publicações em *technology roadmapping* (1987 - 2004)
Fonte: Adaptado de Oliveira e Fleury (2009)

O rápido crescimento das publicações sobre TRM a partir do ano de 2000 é evidente, e, aparentemente, a razão para este movimento é o processo permitir a estruturação e consolidação de diversas visões, de dentro e de fora da organização.

Outro aspecto relevante é a obtenção de bons resultados, pois o TRM é um veículo que considera a visão sistêmica dos problemas, oportunidades e novas ideias, alinhando as perspectivas tecnológicas e de mercado. Somado a isso, promove a integração com a dimensão tempo, proporcionando uma oportunidade para compartilhar informações e expectativas com clientes, fornecedores e diversos parceiros.

No mesmo trabalho, Phaal, Farrukh e Probert (2005) apud Oliveira e Fleury (2009) ainda apresentam uma análise realizada pelo mecanismo de busca Google®, onde notam que a quantidade de resultados (*roadmaps*) pela aplicação do método nas empresas tem crescido tanto quanto em publicação científica.

Essa análise está representada na tabela a seguir:

Tabela 1 - 'GOOGLE™ INDEX' - Busca nas variações do termo '*roadmapping*' (processo) e '*roadmap*' (resultado) - As formas mais amplamente utilizadas do termo estão em destaque

Termo da busca	Fev/2004	Mai/2004	Ago/2004	Nov/2004	Fev/2005
"Technology roadmapping"	3500	3550	3850	11200	9680
"Technology roadmap"	**52400**	**56800**	**63300**	**153000**	**175000**
"Roadmapping"	12200	14000	15400	38100	41600
"Innovation roadmapiing"	40	43	43	71	134
"Innovation roadmap"	733	609	843	1190	1300
"Business roadmapping"	122	149	171	245	240
"Business roadmap"	**6740**	**4810**	**4550**	**11700**	**11000**
"Strategic roadmapping"	225	176	319	559	677
"Strategic roadmap"	**4680**	**5150**	**5170**	**13000**	**15300**
"Technology route mapping"	24	25	47	24	25
"Technology route map"	72	132	97	119	107
"Science roadmap"	-		674	1230	820
"Program roadmap"	-	-	714	821	797
"Market roadmap"	-	-	488	1720	1850
"Industry roadmap"	**-**	**-**	**2640**	**6420**	**7250**
"Customer roadmap"	-	-	111	174	182
"Product roadmap"	**-**	**-**	**26800**	**61200**	**72300**
"Service roadmap"	-	-	803	1090	1050
"Production roadmap"	-	-	154	207	222
"Enterprise roadmap"	-	-	356	463	494
"Application roadmap"	**-**	**-**	**5570**	**5180**	**5220**
"Process roadmap"	-	-	712	880	1440
"Design roadmap"	-	-	881	1210	1210
"Engineering roadmap"	-	-	945	631	1310
"Policy roadmap"	**-**	**-**	**1690**	**5840**	**4940**
"Infrastructure roadmap"	-	-	587	747	845
"Risk roadmap"	-	-	73	70	69
"Investment roadmap"	-	-	403	557	622
"Roadmap for peace"	**-**	**-**	**9850**	**18900**	**17900**

Fonte: Adaptado de Oliveira e Fleury (2009)

A aplicação do TRM no Brasil tem recebido também importância pela indústria e pelos pesquisadores, vis a vis ao crescimento da importância desse método no contexto internacional. No entanto, ainda não se tem conhecimento de todas as iniciativas envolvendo o método no Brasil.

Garcia e Bray (1997) enfatizam que tanto para uma corporação individual como para um setor industrial, o *technology roadmapping* apresenta vários usos potencias. Porém, os três principais usos são:

- Auxiliar no desenvolvimento de um consenso em relação aos objetivos pretendidos e as tecnologias necessárias para alcançar esses objetivos;
- Prover um mecanismo de ajuda aos especialistas para prospectar o desenvolvimento de tecnologias em áreas foco;
- Prover uma estrutura que possibilite o planejamento e a coordenação dos desenvolvimentos tecnológicos tanto dentro de uma empresa como para uma indústria.

Ainda sobre os usos potenciais do *technology roadmapping*, Kappel (2001) propõe três esferas de influência para esclarecer a interação do método com outros métodos (Figura 5).

A primeira esfera está relacionada à compreensão do ambiente competitivo através da análise dos concorrentes e da prospecção. A segunda diz respeito à contribuição na priorização dos projetos de P&D de acordo com o cenário levantado, o planejamento do produto e os recursos disponíveis na empresa. Na terceira esfera, o *roadmapping* auxilia na sincronização do planejamento estratégico da empresa com a gestão do portfólio de projetos.

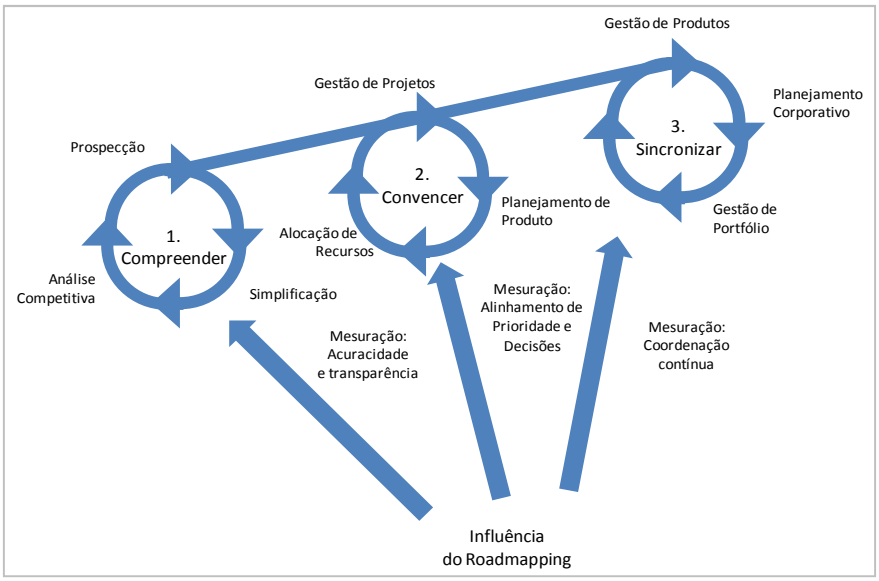


Figura 5 – Esferas de influência do TRM
Fonte: Adaptado de Kappel (2001)

Compreendidos alguns dos fatores que podem estar contribuindo para o crescimento do interesse em TRM e antes de prosseguir, é necessário esclarecer a principal diferença entre as nomenclaturas utilizadas.

A literatura tem apresentado o termo *technology roadmapping* de diferentes maneiras, tais como *technology roadmap* ou somente *roadmap*, ou ainda na forma abreviada TRM (LEE e PARK, 2005).

Genericamente, a expressão *roadmap* refere-se a um *layout* de caminhos ou rotas que existem ou podem existir em um espaço geográfico particular para auxiliar os viajantes no planejamento da viagem a fim de atingir um destino específico.

Essa definição ajuda a compreender o método *technology roadmapping*, que consiste em representar graficamente a rota de evolução das tecnologias, produtos e mercados existentes (hoje) e que será construída (futuro), auxiliando os líderes (viajantes) de uma organização no planejamento e alinhamento das ações de desenvolvimento com as metas do negócio (destino) (MATTOS NETO, 2005).

Aparentemente, seria adequado traduzir *roadmap* como mapa e *roadmapping* como mapeamento. No entanto, trabalhos escritos em português (LOUREIRO, 2010;

OLIVEIRA, 2009; FLEURY, 2007; SENAI/PR, 2007; MATTOS NETO, 2005; DRUMMOND, 2005) empregam as palavras *roadmap*, *roadmapping* e TRM, levando-se a crer que a tendência é utilização dos termos em inglês.

Assim considerados, *roadmapping* e *roadmap* podem ser conceituados.

O *roadmapping* se refere ao procedimento ou processo de aplicação do método. É dizer, o modo como as atividades são organizadas, o envolvimento dos participantes, o fluxo de informações, as ferramentas usadas e o ambiente organizacional envolvido.

O *roadmap* corresponde ao resultado na forma de mapa que é gerado ao final do processo de aplicação do método.

Esclarecidas as nomenclaturas, a pesquisa adota os termos *technology roadmapping* (TRM) para mencionar o método, *roadmapping* para o seu processo de aplicação e *roadmap* para o resultado na forma de mapa.

De acordo com o ambiente de aplicação e o propósito, a definição do *technology roadmapping* pode variar.

Neste trabalho, considerado o ambiente e propósito mencionados, o TRM é definido como um método que auxilia na determinação dos mercados, no estabelecimento dos direcionadores, no planejamento do desenvolvimento de produtos e na análise das capacidades e tecnologias. Desta forma, possibilita que as prioridades estejam claramente identificadas e apropriadas ao momento da análise.

Ainda em relação ao *roadmapping*, Phaal e Probert (2009) o demonstram como um funil para o desenvolvimento de produtos, serviços ou *softwares* (Figura 6).

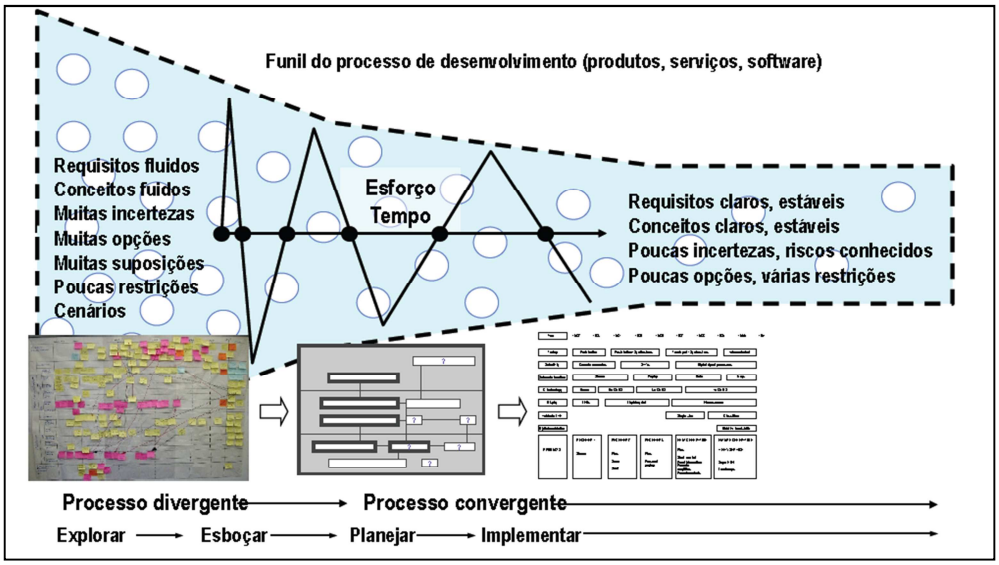


Figura 6 – Abordagem do *roadmapping*
Fonte: Adaptado de Phaal e Probert (2009)

Inicialmente, os envolvidos possuem muitas incertezas e suposições e poucas restrições (processo divergente). Esta etapa caracteriza-se por ser exploratória. Com o tempo e o esforço dedicados em esboçar e planejar, o processo torna-se convergente, os conceitos ficam claros e as incertezas diminuem.

Observando o lado organizacional, o *technology roadmapping* pode ser considerado um método que induz ao aprendizado dentro de um grupo, ajudando os seus membros a descobrir novas oportunidades para o negócio. A experiência em reunir pessoas para trabalhar o futuro contribui, significativamente, na progressão da inteligência coletiva da empresa. Neste contexto, é preciso destacar a importância do processo de aplicação do método.

À luz das definições apresentadas, a autora apresenta uma nova definição sustentada pelos conceitos anteriormente descritos e também pelos seus próprios objetivos:

"O *technology roadmapping* apoia o desenvolvimento de um planejamento tecnológico e estratégico direcionado às necessidades e tendências de mercado e aos objetivos de negócio, ao mesmo tempo em que considera as restrições e evoluções das tecnologias e a capacidade da organização em absorvê-las."

2.3.1 Benefícios

A discussão central do valor do método TRM está na construção. É dizer, quais foram os passos executados, as decisões tomadas e as informações compartilhadas. A figura final (*roadmap*) permite uma comunicação ampla e de fácil entendimento, porém o processo de aplicação (*roadmapping*) é o ponto forte do método. O que importa, efetivamente, é como o mapa foi construído (PHAAL et al., 2004b, 2001a; ALBRIGHT & KAPPEL, 2003; KAPPEL, 2001).

Segundo Garcia e Bray (1997), o principal benefício do *technology roadmapping* são as informações geradas para auxiliar na decisão de quais serão os melhores investimentos em tecnologia. Isso é feito através da:

- Identificação das tecnologias críticas ou dos déficits em tecnologia que deverão ser preenchidos para alcançar o desempenho de produto esperado.
- Identificação das formas para alavancar os investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D) via coordenação das atividades de pesquisa tanto em uma única empresa ou entre empresas parceiras.

Um benefício adicional é que utilizado como ferramenta de marketing, o *technology roadmap* pode demonstrar que uma empresa realmente compreende as necessidades dos seus clientes e tem acesso ou está desenvolvendo (seja internamente ou através de alianças) as tecnologias que irão ao encontro dessas necessidades.

O formato visual condensado do *technology roadmap* pode ser considerado como outro benefício importante. A figura final é estruturada em uma única página, que traduz, entre outros aspectos, a visão do alto nível de decisão de uma empresa. Todas as perspectivas-chave são incorporadas, de tal maneira a suportar o diálogo estratégico necessário para o desenvolvimento do consenso e do alinhamento e, ainda, da identificação de mudanças, riscos e tensões.

De forma geral, Phaal e Muller (2009) alegam que o formato do *roadmap* pode ser traduzido como uma lente estratégica, através do qual um sistema complexo pode ser visto (Figura 7).

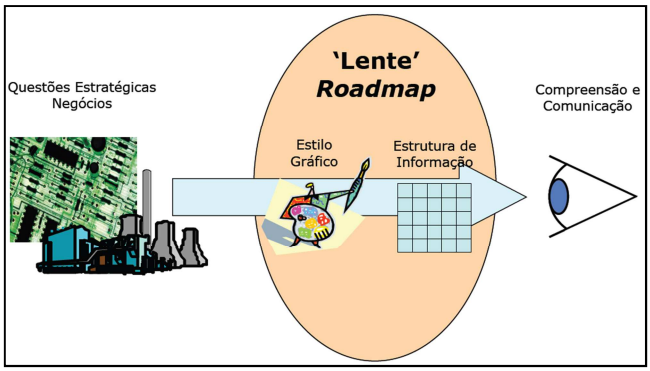


Figura 7 – *Roadmaps* como lente estratégica
Fonte: Phaal e Muller (2009)

O propósito desta lente é estruturar e representar múltiplas perspectivas interrelacionadas na evolução do sistema, fornecendo uma estrutura de suporte para entendimentos e diálogo.

Loureiro, Borschiver e Coutinho (2009) relatam que *technology roadmaps* produzem visões multidimensionais, permitindo a uma organização identificar as oportunidades mais interessantes para investir tempo, recursos financeiros e capital humano antes de decidir os caminhos que irá seguir.

Demais benefícios esperados podem ser elencados:

- Facilitar o desenvolvimento e a integração de novas tecnologias;
- Suportar processos de planejamento estratégico e tecnológico;
- Identificar oportunidades de negócios para exploração de tecnologias;
- Estabelecer informações para o direcionamento tecnológico inicial;
- Aprimorar a comunicação e a coordenação;
- Identificar lacunas de conhecimento sobre o mercado e sobre tecnologias;
- Contribuir para a tomada de decisões sobre alocação de recursos, gerenciamento de riscos e exploração comercial.

2.3.2 Aplicações do *technology roadmapping*

As possibilidades de aplicação do *technology roadmapping* são inúmeras, da mesma forma podem ser encontrados vários formatos de *roadmap.* A revisão da literatura para esta pesquisa considerou as classificações do *technology roadmapping* criadas por Kappel (2001), Phaal et al. (2004a) e Albright e Nelson (2004).

A classificação proposta por Kappel (2001) apud Oliveira (2009) combina dois critérios para classificar o uso do *technology roadmapping*.

No primeiro, ele verifica a amplitude do negócio para entender se o método é aplicado no contexto de uma única empresa ou em um setor industrial. No segundo, ele define se o objetivo do método é posicionar o negócio no ambiente onde atua ou estabelecer uma trajetória a ser percorrida. Essa classificação resulta em quatro possíveis aplicações para o *technology roadmapping*:

TRM de Ciência ou Tecnologia: visa compreender melhor o futuro, identificando tendências específicas e gerando previsões mais consistentes sobre as tecnologias para uma indústria.

TRM de Setor Industrial: tem como objetivo estabelecer as expectativas de desenvolvimento das tecnologias em relação ao setor industrial.

TRM de Produto-Tecnologia: busca alinhar as decisões de desenvolvimento de produtos e tecnologias com as tendências de uma empresa.

TRM de Produto: articulam a estratégia e a evolução de um produto e/ou famílias de produtos de uma empresa.

A Figura 8 mostra o gráfico desenvolvido por Kappel (2001), onde o eixo horizontal avalia o negócio no qual o método é aplicado e o eixo vertical define o objetivo buscado.

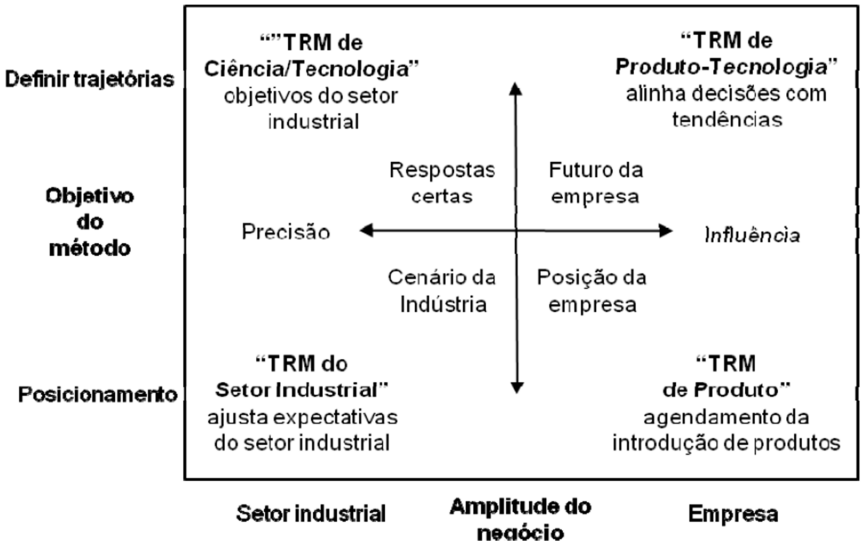


Figura 8 – Classificações do TRM
Fonte: Adaptado de Kappel (2001)

Phaal et al. (2004a) propõe em sua classificação que o método TRM pode ser utilizado para oito aplicações de propósito: planejamento de produto, planejamento de serviço/capacidade, planejamento estratégico, planejamento de longo prazo, planejamento do conhecimento, planejamento de programa de projetos, planejamento de processo e planejamento de integração. Além destes, também apresentam as oito aplicações de formato: múltiplas camadas, barras, tabela, gráfico, figura, fluxo, único nível e texto.

Outra abordagem interessante é a percebida por Albright e Nelson (2004). Esses autores notaram que o *technology roadmapping* pode ser aplicado em níveis organizacionais diferentes. Partindo-se deste pressuposto, classificaram o método em dois tipos: TRM de nível estratégico e TRM de nível tático.

O TRM de nível estratégico tem menor quantidade de informações e uma lógica mais transparente. Ele se relaciona com as atividades do alto nível da organização (estratégias, planos de negócio) e serve de base para tomada de decisão da alta diretoria.

O TRM de nível tático é mais complexo e possui grande quantidade de informações. Ele auxilia as gerências a coordenarem as atividades e os envolvidos a entenderem os objetivos.

2.3.3 *Technology roadmaps* e seus formatos

Um *technology roadmap* dá suporte ao planejamento tecnológico e estratégico, permitindo que um time planeje e execute a melhor trajetória para alcançar seus objetivos. Assim como um mapa permite ao viajante planejar a viagem e decidir, entre todas as alternativas, a melhor rota para chegar ao seu destino, os *roadmaps* vinculam a estratégia às ações futuras.

Nesse sentido, Probert e Radnor (2003) apud Phaal et al. (2004a) apresentam uma definição genérica que captura a essência do *roadmap*, quando afirmam que um *roadmap* é a visão de um grupo de *stakeholders*[9] de como chegar onde querem para alcançar seus objetivos.

O propósito do *roadmap* é ajudar o grupo a ter certeza que as capacidades necessárias estão no lugar e no momento certo, desenvolvendo uma visão comum sobre o futuro e o que se pretende alcançar.

Porém, segundo KAPPEL (2001), o termo *roadmap* tem se popularizado muito, referindo-se a qualquer tipo de documento prospectivo, o que torna a definição uma tarefa bastante desafiadora.

Os *roadmaps* buscam auxiliar às empresas a sobreviver em ambientes turbulentos, fornecendo um foco para monitorar o ambiente e meios de acompanhar o desempenho de tecnologias. Esses mapas podem ser muito simples em relação ao formato, mas apresentam desafios significativos quanto ao seu desenvolvimento.

---

[9] *Stakeholders* ou partes interessadas são pessoas e organizações, como clientes, patrocinadores, organizações executoras e o público, que estejam ativamente envolvidas no projeto ou cujos interesses possam ser afetados de forma positiva ou negativa pela execução ou término do projeto. Elas podem também exercer influência sobre o projeto e suas entregas. (PMBOK 3ª edição)

Phaal e Muller (2009) demonstram que o benefício chave da abordagem é a comunicação associada com o desenvolvimento e disseminação dos *roadmaps*, particularmente quando se pretende alinhar as perspectivas tecnológicas e comerciais, balanceando o *market pull*[10] e o *technology push*[11].

Os autores afirmam que *roadmaps* podem adotar várias formas, mas que a abordagem mais genérica e flexível para o desenvolvimento de *roadmaps* compreende um gráfico multicamadas baseado no tempo, demonstrando as várias funções e perspectivas através das quais uma organização tem que estar alinhada.

Ainda com relação à estrutura do mapa, Phaal et al. (2004a) propuseram que a construção pode seguir duas rotas: uma utilizando a abordagem *market pull* (puxado pelo mercado) e a outra, *technology push* (empurrado pela tecnologia).

Assim, nas organizações que têm alto nível de contato com o consumidor final, o *roadmap* provavelmente será direcionado pelas necessidades do cliente, enquanto que a abordagem *technology push* será utilizada para produtos que sejam fruto do desenvolvimento científico (Phaal et al., 2004a; Mattos Neto, 2005; Loureiro, 2010).

A Figura 9 mostra a arquitetura do *technology roadmap* generalizado utilizando as abordagens *market pull* (puxado pelo mercado) e *technology push* (empurrado pela tecnologia).

---

[10] *Market pull* são os mecanismos relacionados ao fluxo de conhecimentos sobre os requisitos de mercado.

[11] *Technology push* são os mecanismos relacionados ao fluxo de conhecimentos das capacidades tecnológicas.

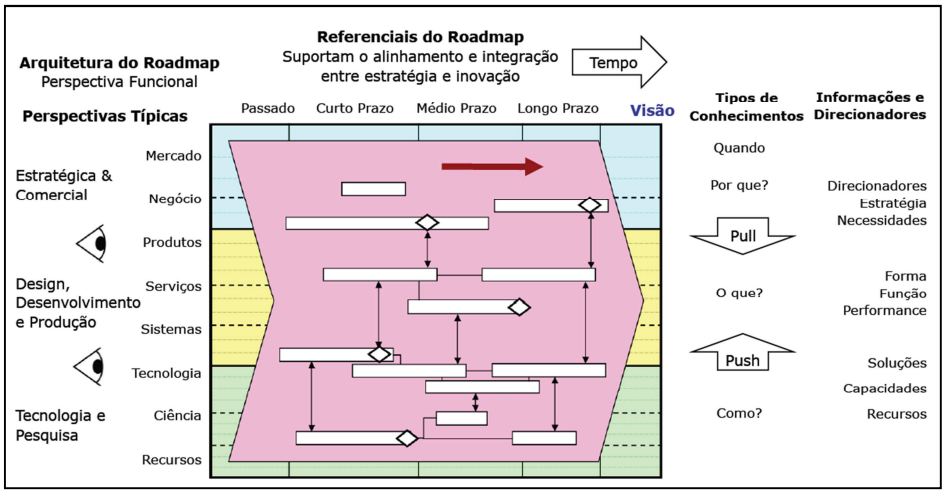


Figura 9 – *Roadmap:* gráfico multicamadas
Fonte: Adaptado de Phaal e Muller (2009)

A arquitetura do *roadmap* provém, ainda, uma estrutura que permite responder as seguintes questões fundamentais (Figura 10):

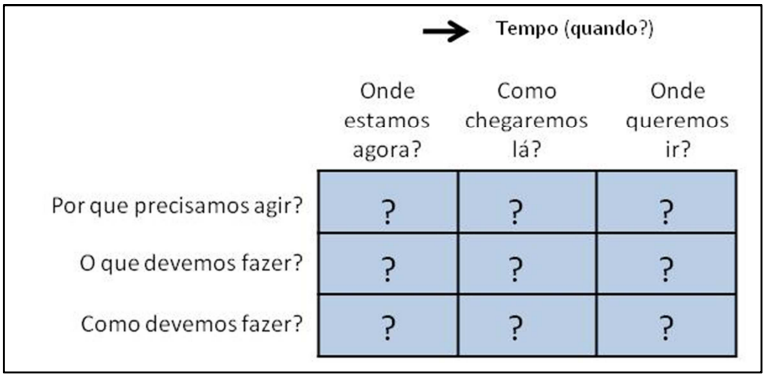


Figura 10 – Questões fundamentais do *roadmapping*
Fonte: Adaptado de Phaal, Farrukh e Probert (2010).

Somadas a estas perguntas, o formato do roadmap deve estar alinhado com os objetivos da aplicação do método. A adequada definição contribui, sobremaneira, para a consistência dos resultados gerados.

O *roadmap* genérico é um gráfico que representa a evolução do planejamento de uma empresa ao longo do tempo e que inclui um número variável de níveis de análise, usualmente incluindo as perspectivas de mercado e tecnológica (PHAAL et al., 2003).

Dentre as várias representações possíveis, a forma mais difundida é a proposta pela *European Industries Research Management Association* (EIRMA) e é apresentada na figura a seguir:

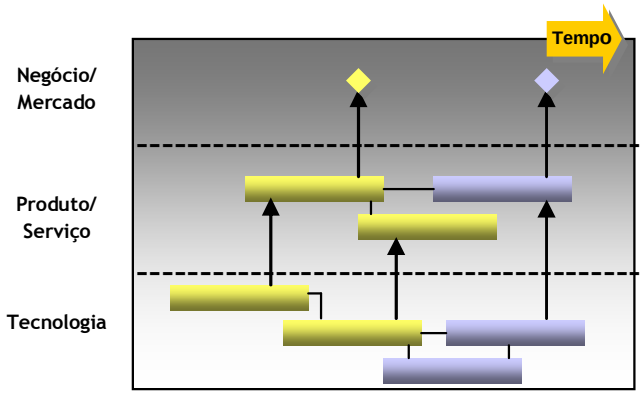


Figura 11 – *Technology roadmap* genérico (EIRMA)
Fonte: Adaptado de Phaal et al. (2003)

Formado por uma linha de tempo no eixo horizontal e por três camadas no eixo vertical, que representam as dimensões de mercado, produto e tecnologia, este formato permite que sejam mostrados os relacionamentos existentes entre as camadas e suas restrições de tempo.

Como o método pode ser utilizado para diferentes propósitos e abrangências, passando por empresas específicas, setores industriais e mesmo, políticas governamentais de desenvolvimento e tecnologia, Phaal et al. (2001a) identificaram as principais variações do TRM existentes na prática, em termos de propósito e formato (Figuras 12, 13 e 14).

	Categoria	Descrição
Propósito	1. Planejamento de produto	Este é o tipo mais comum de *technology roadmap*. Está relacionado com a inserção de uma tecnologia em produtos manufaturados, frequentemente envolvendo mais de uma geração de produto e/ou famílias de produtos (Ex. Philips).
	2. Planejamento de serviço/capacidade	Este tipo é similar ao primeiro, porém é mais apropriado para empresas de serviço. Ele está relacionado à inserção de uma tecnologia nas capacidades da organização.
	3. Planejamento estratégico	Utilizado tipicamente no nível corporativo para suportar a avaliação de mudanças de direcionadores de negócio que resultem em diferentes oportunidades e ameaças a nível estratégico.
	4. Planejamento de longo prazo	Utilizado para o planejamento de longo prazo, normalmente para setores e/ou para uma nação. Muito utilizado pelos governos americano, canadense, japonês e alemão.
	5. Planejamento do conhecimento	Direcionado para o alinhamento de ativos de conhecimento e da integração da gestão de conhecimento com os objetivos do negócio (Ex. NASA).
	6. Planejamento de programa de projetos	Visa suportar a implementação e o programa gerenciamento do programa estratégico de P&D. Este tipo está mais relacionado com o planejamento de projeto.
	7. Planejamento de processo	Esta recente variação de Roadmap suporta a processo gestão de conhecimento focado em um processo específico como a gestão de desenvolvimento de um novo produto.
	8. Planejamento de integração	Direcionado para a integração e/ou evolução de tecnologias e em como diferentes tecnologias podem ser combinadas formando uma nova tecnologia (Ex. NASA).

Figura 12 - Tipos de *roadmap* – propósito
Fonte: Adaptado de Phaal et al. (2001a)

	Categoria	Descrição
Formato	a. Múltiplos níveis	É o formato mais comum que compreende vários níveis (layers) como tecnologia, produto e mercado. A evolução de cada nível pode ser explorada, juntamente com a conexão entre os subníveis facilitando a integração.
	b. Barras	Vários mapas são expressos na forma de barras, tanto para o nível quanto para o subnível. Este formato tem a vantagem de ser simples e de condensar as saídas do mapa de forma a facilitar a comunicação, integração do mapa e o desenvolvimento de um software de suporte à geração do *roadmap.*
	c. Tabela	Em alguns casos, todo o mapa ou as camadas utilizam-se de tabelas, geralmente expressando o desempenho quantitativo do produto ou da tecnologia em função do tempo.
	d. Gráfico	É utilizado quando o desempenho do produto ou da tecnologia pode ser quantificado e expresso em um gráfico para cada subnível. Este tipo de gráfico normalmente é chamado de curva de experiência e está intimamente relacionado com as curvas "S"[12].
	e. Figura	Alguns *roadmaps* adotam formas criativas para representar e comunicar a integração, utilizando figuras (ex. árvores para representar a evolução de produtos e tecnologias).
	f. Fluxo	É um tipo específico de figura em forma de fluxo, representando objetivos, ações e saídas.
	g. Único nível	Este formato é uma variação do tipo múltiplos níveis onde se utiliza de uma única camada. A desvantagem deste formato é que não mostra a conexão entre os níveis.
	h. Texto	Alguns mapas são totalmente, ou em grande parte, baseados em texto e relatórios de apoio, descrevendo a mesma questão abordada nos formatos gráficos.

Figura 13 - Tipos de *roadmap* – formato
Fonte: Adaptado de Phaal et al. (2001a)

[12] Curva de Crescimento de Richard Foster (Curva S) é a representação gráfica da relação entre o esforço monetário despendido em melhorar um produto e os resultados obtidos como retorno desse investimento. É denominada de Curva S porque, geralmente, aparece a disposição dos pontos assemelha a forma de S.

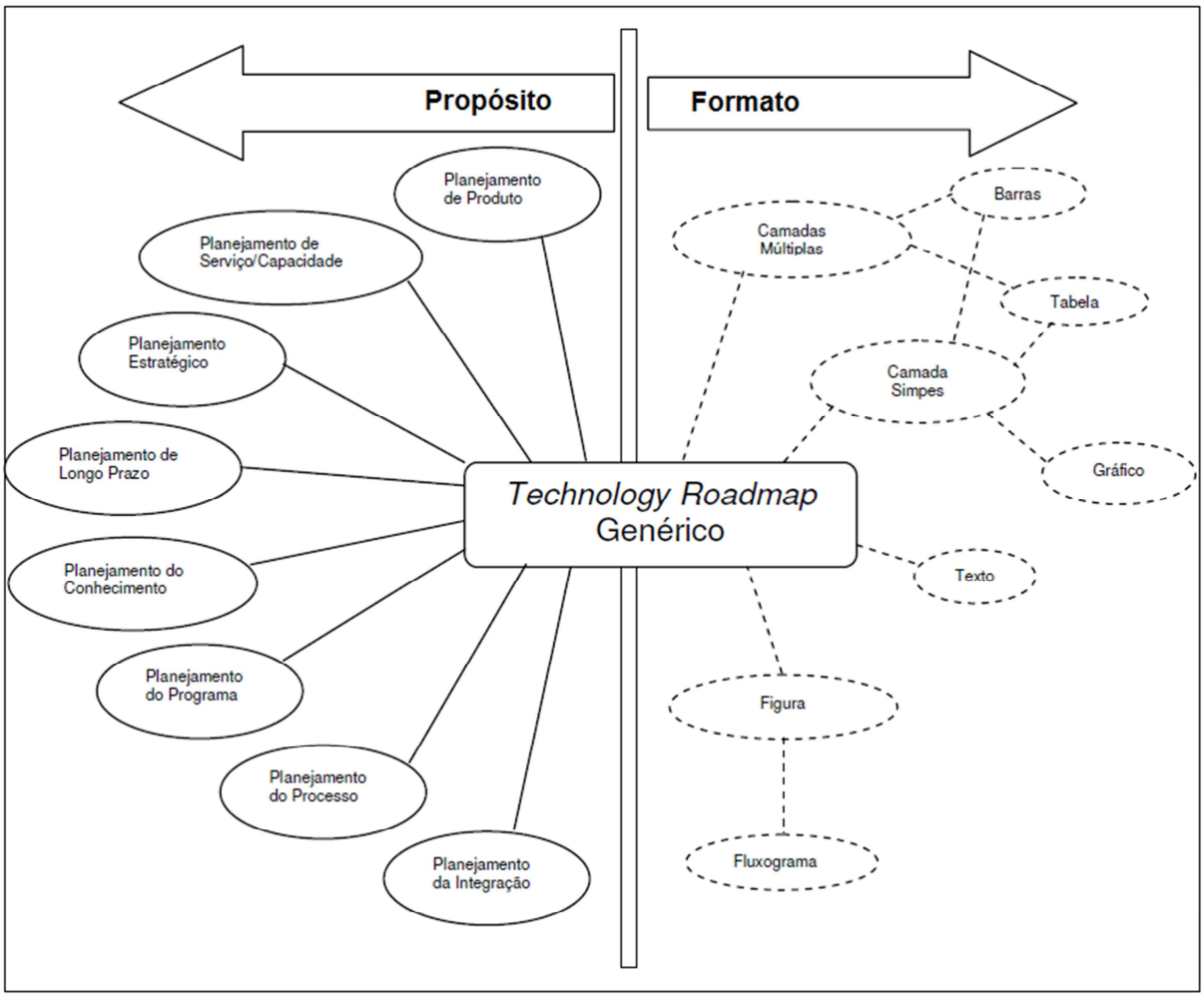


Figura 14 - Tipos de *technology roadmaps* (propósito e formato)
Fonte: Loureiro (2010)

O formato gráfico do *roadmap* poderá ter níveis e subníveis adaptados a cada caso em particular e isto será selecionado de acordo com a informação que se deseja comunicar. Ele poderá, ainda, levar em conta o conjunto de processos já existentes na organização, ferramentas e fontes de informação, com as quais necessitarão se integrar.

Com base nas classificações do *technology roadmapping* e nos vários tipos de *roadmaps* apresentados (propósito e formato), o uso do TRM nessa pesquisa é contextualizado como:

- Segundo a classificação de Phaal et al. (2004a), o TRM é usado para o planejamento de produto, pois é usado com o propósito de definir quais serão

as plataformas de produto que nortearão o planejamento tecnológico de um Centro de Tecnologia.

- Pela classificação de Kappel (2001), a pesquisa pretende usar o TRM em um Centro de Tecnologia e tem o objetivo de alinhar as decisões de desenvolvimento de produtos e tecnologias com as tendências de mercado. Portanto, o TRM é classificado como um TRM de Produto-Tecnologia.

- No caso da classificação de Albright e Nelson (2002), a utilização do TRM deve contribuir com o nível estratégico da organização, que corresponde ao nível onde é realizado o planejamento tecnológico. Assim é classificado como um TRM estratégico.

- O formato do *roadmap* adotado pela pesquisa é o formato proposto por EIRMA (1997) apud Phaal et al. (2003), já que esse compreende os vários níveis, como tecnologia, produto e mercado. Além disso, a evolução de cada nível pode ser explorada, juntamente com a conexão entre os subníveis facilitando a integração.

2.3.4 Processos de aplicação do *technology roadmapping*

De maneira geral, o *roadmapping* pode ser um processo estruturado através de seminários que gerem um ambiente de reflexão e resolução de problemas envolvendo uma equipe multidisciplinar auxiliada por um facilitador externo.

Dentre os processos de aplicação do TRM publicados na literatura, a pesquisa optou por estudar dois dos processos mais citados: Phaal et al. (2001a) e Albright e Kappel (2003).

O primeiro, concebido pelos britânicos acadêmicos Robert Phaal, Clare J.P. Farrukh e David R. Probert, descrito no manual *T-Plan* (*The fast start to Technology Roadmapping*) e o segundo, proposto por dois americanos, o consultor Richard E. Albright e o acadêmico Thomas A. Kappel. Estas duas referências podem ser consideradas o estado da arte na aplicação do TRM dentro de uma empresa.

O processo de Albright e Kappel (2003) descreve superficialmente as atividades que compõem o TRM. Todavia, são ricos em ferramentas que organizam as informações e facilitam a aplicação do método.

Basicamente, o processo de Albright e Kappel (2003) é organizado em quatro seções: (1) mercado, (2) produto, (3) tecnologia e (4) uma seção de resumo. As seções desse processo são interligadas entre suas atividades.

Inicialmente monta-se o programa de tecnologia e de produto, mostrando os itens em ordem de prioridade. Em seguida, as prioridades de cada seção são reunidas em um grupo de direcionadores comuns. Após esta seção, é desenvolvida uma visão externa envolvendo concorrentes, produtos e tecnologias que ajudará na definição dos planos internos. Por fim, o planejamento é apresentado com o auxilio de um *roadmap*.

No caso do processo de aplicação proposto por Phaal et al. (2001a), o guia ***T-Plan***, a ideia é possibilitar uma primeira tentativa de aplicação do TRM.

Resultado de três anos de pesquisa aplicada, durante os quais foram desenvolvidos mais de 20 *roadmaps* em colaboração com vários tipos de empresas, o *T-Plan* é um guia prático para uma aplicação rápida do TRM.

Os objetivos propostos pelo método incluem o suporte à inicialização do processo, a criação dos vínculos principais entre recursos tecnológicos e direcionadores de negócio e a identificação de lacunas de conhecimento sobre o mercado, sobre produtos e serviços e sobre as tecnologias que serão utilizadas. O resultado é um primeiro *roadmap* tecnológico capaz de facilitar a comunicação entre a área técnica e a área comercial.

O guia está focado na aplicação padrão do TRM para grandes empresas de manufatura. Embora os autores façam várias considerações sobre a possível adaptação do processo padrão para outros tipos de mapas, produtos (por exemplo, *software*s) e portes de empresa (por exemplo, pequenas e médias), as informações

fornecidas não são muito precisas sobre como fazer essas adaptações e os detalhes das suas atividades.

O processo de Phaal et al. (2001a) é estruturado em três etapas: planejamento, *workshops* e implantação/continuidade. Vale destacar, que essa última é indicada pelos autores, mas não é detalhada no processo. A Figura 15 representa a estrutura padrão do *T-Plan,* bem como o detalhamento de cada etapa.

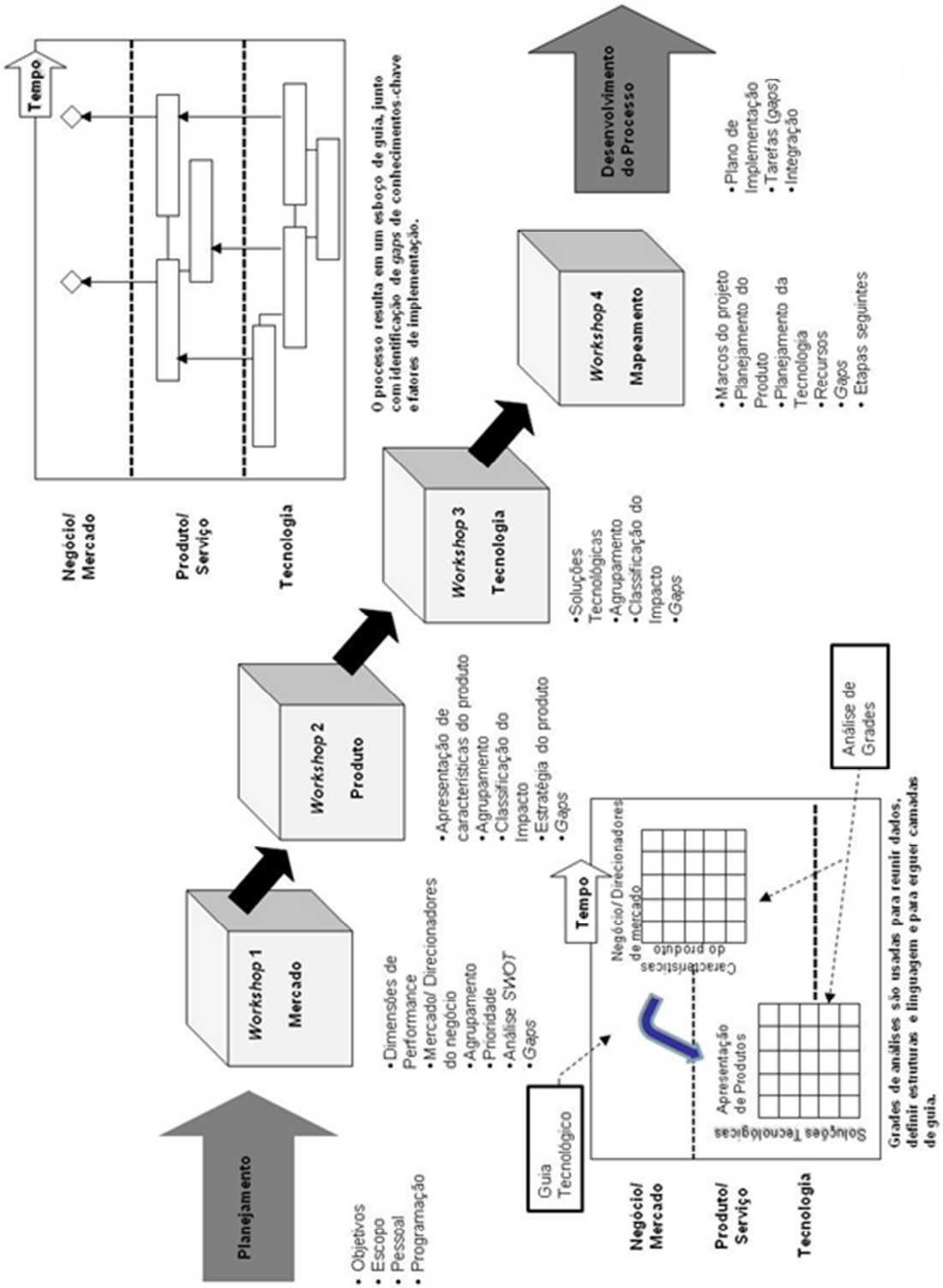


Figura 15 – Estrutura padrão do *T-Plan*, compreendido em 4 *Workshops*
Fonte: Adaptado de Phaal et al. (2001a)

À luz das características dos processos estudados, escolheu-se como referência o processo *T-Plan*. Essa decisão foi tomada por ser a base teórica disponível, no momento da pesquisa, com mais detalhes sobre a aplicação do método e pelo fato dos autores britânicos serem considerados referência na área.

A abordagem de Phaal et al. (2001a) possibilita a primeira tentativa de aplicação do TRM em uma organização e, por conseguinte, o nível de detalhamento descrito permitiu maior embasamento para a condução das atividades inerentes ao estudo de caso.

Além disso, o processo padrão dos autores britânicos é particularmente adequado para o planejamento de produtos, e permite separá-los das tecnologias de forma modular. Esta característica é fundamental para atender o objetivo dessa pesquisa.

2.3.5 Operacionalização do processo padrão segundo PHAAL (2001a)

Conforme detalhado no item anterior, o *T-Plan* é um guia prático para uma aplicação rápida do TRM com objetivo de auxiliar as organizações no principal desafio: gerar o primeiro *roadmap*.

O processo de aplicação proposto fornece um meio de avaliar o benefício potencial do *technology roadmapping* em uma determinada área de interesse e, também, possibilita o desenvolvimento do processo e do *roadmap* adaptados as necessidades específicas das organizações.

O *T-Plan* foi desenvolvido para apoiar os gerentes envolvidos com o desenvolvimento de produtos e com o planejamento tecnológico para, desta forma, comunicar claramente os objetivos de negócio da organização. Portanto, a aplicação, historicamente, tem sido feita em grandes empresas baseadas em desenvolvimento de produtos e intensivas em tecnologia.

Entretanto, os autores afirmam que o *T-Plan* pode ser facilmente adaptado para outras organizações – como, empresas de *software* e de serviços – e em pequenas empresas.

Para o processo padrão do *T-Plan*, Phaal et al. (2001a) relatam que cada um dos quatro *Workshops* tem a duração de meio dia, podendo ser programados para se ajustarem aos objetivos esperados. Dessa forma, a realização das atividades pode ficar concentrada em dois dias ou serem desenvolvidas ao longo de um mês.

A escolha dos participantes deve levar em conta o foco e o escopo do método, pois isto evita discussões desnecessárias no decorrer do processo. No geral, o processo requer a participação ativa tanto dos colaboradores da área tecnológica, como aqueles que possuam função comercial.

Os autores recomendam um número, aproximado, de cinco a dez participantes em cada *Workshop*. A participação de mais ou menos pessoas pode ser necessária se o processo for customizado, e isto, dependerá das necessidades particulares de cada empresa.

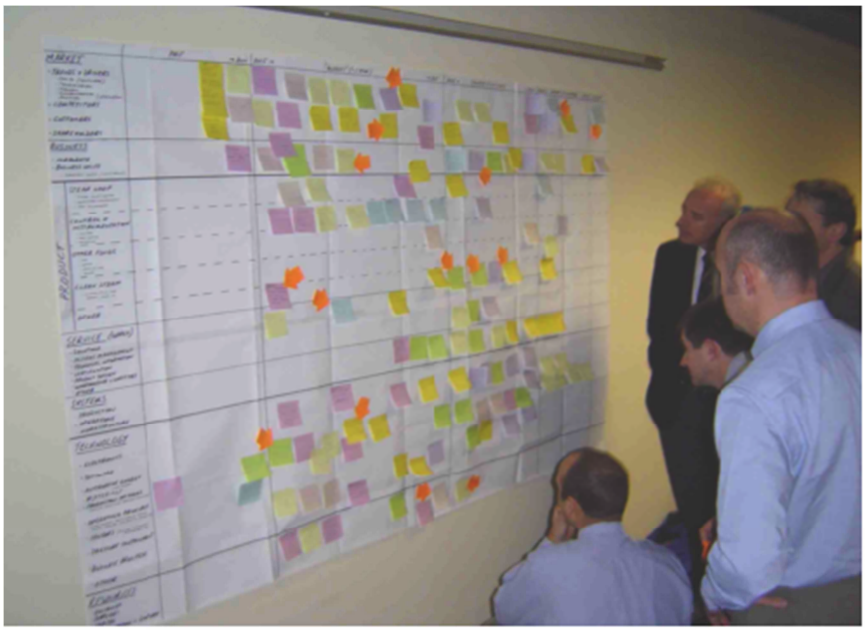


Figura 16 – Foto ilustrativa do processo
Fonte: Phaal (2009), Seminário *Technology Roadmapping*, São Paulo.

Como mencionado, a execução do *T-Plan* pode ser customizada devido a sua grande flexibilidade e, isto, representa um desafio significativo para a sua implantação.

O fato de poder ser aplicado em diferentes situações, geralmente, determina que adaptações sejam feitas para atender às particularidades de cada organização. A primeira aplicação é, provavelmente, a melhor forma de se absorver uma série de lições aprendidas, que trarão base para se definir o formato mais apropriado do *roadmap* e da condução do processo.

Em alguns casos, sugere-se a realização de um piloto, a fim de explorar o funcionamento do TRM, identificar potenciais elementos de adaptação, "vender" o método, gerar resultados parciais para conseguir comprometimento da alta direção, conseguir os recursos necessários para a implementação e identificar as lacunas existentes no conhecimento da empresa (PHAAL et al., 2004a apud MATTOS NETO, 2005). Não obstante, o custo das informações e a qualidade dos resultados desejados devem ser considerados.

Para se iniciar a aplicação, utilizando a abordagem do *T-Plan,* é de fundamental importância que a primeira atividade desenvolvida seja o planejamento. Esta é a etapa vital do processo e tem como função definir: o objetivo da aplicação do método, a unidade de análise, o escopo e o horizonte de planejamento, o facilitador, o patrocinador e os participantes, além de programar o cronograma para a sua realização.

Neste contexto, vale ressaltar que os envolvidos deverão tomar duas decisões radicais e fundamentais:

- **Qual a arquitetura do *roadmap*? –** O objetivo desta decisão está relacionado à definição dos eixos que irão compor a figura final (por exemplo, direcionadores de mercado, direcionadores de negócio, tendências, produtos, tecnologias, capacidades, recursos). O "bom" *roadmap* tem que permanecer vivo e fazer sentido para a empresa, e isto dependerá do formato adotado pela arquitetura.

- **Qual a dinâmica do processo? –** O objetivo desta decisão está relacionado à definição de quais ferramentas serão utilizadas para suportar o processo e, consequentemente, preencher o conteúdo do *roadmap* (por exemplo, análise de mercado, painel de especialistas, documentos de prospecção tecnológica, *benchmarking*, análise de portfólio, análise de patentes).

Findada a etapa de planejamento, inicia-se a etapa de realização dos *workshops*. A seguir, será caracterizado cada encontro para o desenvolvimento do *roadmap* padrão. Considera-se, aqui, a respectiva ordem de execução:

***Workshop* 1 – Mercado**

O primeiro encontro tem como objetivo introduzir o processo do *T-Plan* aos participantes e discutir a camada Mercado do *roadmap*. Este *workshop* caracteriza-se por, normalmente, apresentar uma discussão acalorada entre os participantes e ter diversas saídas como resultado. O facilitador tem que ter a preocupação de anotar todas as informações e transformá-las em uma sequencia lógica, que permita a tomada de decisão. Esta discussão, no geral, somente será finalizada no segundo *workshop.*

***Workshop* 2 – Produto**

O segundo encontro está focado na camada Produto do *roadmap*. Porém, antes de definir os produtos, os participantes têm a possibilidade de finalizar a discussão e escolha dos mercados. A discussão dos produtos, geralmente, é menos acalorada, porque se tratam de ações desenvolvidas no presente. Ou seja, ações que envolvam o conhecimento dos técnicos no momento da análise.

***Workshop 3* – Tecnologia**

O terceiro encontro está focado na camada Tecnologia do *roadmap*. Nesta etapa, os participantes voltam a envolver-se em discussões mais firmes, porque várias opções tecnológicas podem surgir. O papel do facilitador, aqui, é fundamental.

Ele deve organizar as saídas para permitir a convergência das ideias, sem, no entanto, desconsiderar as divergências para uso futuro. A discussão, geralmente, será finalizada no último *workshop.*

Workshop 4 **– Mapeamento**

O quarto *workshop* une as perspectivas de mercado, produto e tecnologia em um único referencial, consolidando os resultados obtidos nos *workshops* anteriores. Neste encontro o formato do *roadmap* é acertado, os prazos são identificados e a evolução dos produtos e tecnologias desenhada. O *workshop* se encerra com a revisão do processo, confirmação das necessidades de conhecimento e definições sobre a evolução do projeto (FLEURY, 2007).

Vale ressaltar que, durante a etapa de mapeamento, os níveis de granularidade do eixo das perspectivas devem ser definidos. Ou seja, definir o que é cada nível para o *roadmap*: o que é mercado, o que é produto e o que é tecnologia. Caso o *roadmap* considere outros níveis, estes também devem ser esclarecidos.

Figura 17 - Foto ilustrativa da construção do *roadmap*
Fonte: Phaal (2009), Seminário *Technology Roadmapping*, São Paulo.

Uma vez finalizados os *Workshops,* inicia-se a etapa de implantação/continuidade. Porém, conforme mencionado anteriormente, os autores não detalham este processo.

Ainda sobre a operacionalização do *technology roadmapping*, vale ressaltar que:

- Segundo Phaal et al. (2001a), as etapas não ocorrem em série e, sim em paralelo. No entanto, a agenda sugerida, pelos autores no guia *T-Plan*, organiza as atividades em sequencia.

- Os *workshops de* mercado, produto e tecnologia representam o conteúdo das camadas principais do *roadmap*. Enquanto, o mapeamento trata as decisões tomadas para a concepção da figura final.

- A abordagem pode seguir a lógica dos mecanismos *market pull* (ideias, inovações e requisitos) ou dos mecanismos *technology push* (capacidades, conhecimentos e processos). Sob a ótica do mecanismo *market pull* (puxado pelo mercado), a perspectiva é do mercado e tem como características priorizar oportunidades, ser planejada, ser determinística, convergente e orientada a clientes. Sob a ótica do mecanismo *technology push* (empurrado pela tecnologia), a perspectiva é da tecnologia e tem como características buscar oportunidades, ser desestruturada e divergente.

- Vale ressaltar que dependendo da perspectiva adotada pela empresa um mecanismo poderá sobrepor-se em relação ao outro. Logo, é fundamental definir, no início, o que tem maior influência: a orientação ao cliente ou a análise de quais oportunidades tecnológicas podem ser viabilizadas.

A abordagem adotada nessa pesquisa está orientada ao mecanismo *market pull*. A decisão em adotar esta lógica foi baseada nas características acima mencionadas, visto que o estudo tem por objetivo pautar o planejamento tecnológico de um Centro de Tecnologia orientado a mercado.

2.3.6 Processo de adaptação do *technology roadmapping*

Buscando demonstrar que a abordagem do *T-Plan* não é uma “caixa preta”, este item apresenta considerações sobre o processo de adaptação para o *technology roadmapping*.

Phaal et al. (2001a) tratam cada aplicação como sendo, provavelmente, diferente de outras aplicações. Isto depende das necessidades específicas da organização, do foco da área analisada e do contexto da empresa, em relação aos sistemas predominantes, processos, ferramentas, informações disponíveis e cultura (Figura 18).

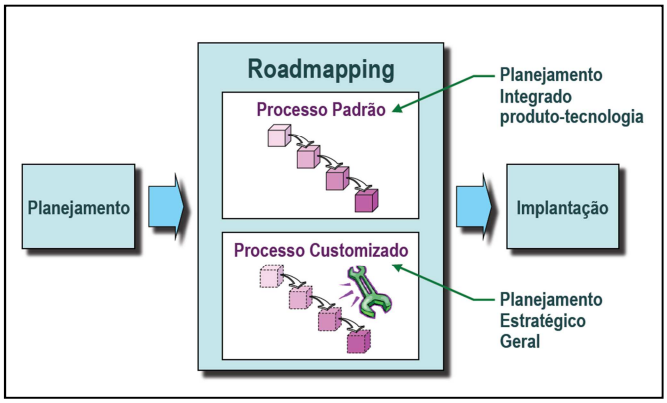


Figura 18 – Processo Padrão e Processo Customizado
Fonte: Adaptado de Phaal et al. (2001a)

Por este motivo, Lee e Park (2005) relatam que apesar do *roadmapping* ter sido desenvolvido em várias organizações por décadas, o processo de difusão permanece lento em função do excessivo grau de flexibilidade. Segundo os autores, este é o principal motivo para que as firmas hesitem em adotar a abordagem do *roadmapping.*

O processo de adaptação da técnica do TRM deve estar baseado, principalmente, em discussões entre o patrocinador e o facilitador. Somam-se a isso as diferentes visões das áreas existentes na empresa - produtos, tecnologias, marketing, comercial, operações e recursos humanos - que devem ser incorporadas no decorrer dos *Workshops*.

Os conflitos resultantes da diversidade devem ser mediados, conciliados e refletidos no *roadmap*. Sendo assim, devem ser consideradas, cuidadosamente, na etapa de planejamento, durante e entre os *Workshops.*

Os *roadmaps* podem ser concebidos em vários formatos e, para cada empresa analisada, a adaptação da técnica TRM inclui a definição do contexto do *roadmap*, sua arquitetura e qual processo será utilizado na sua elaboração.

A Figura 19 apresenta alguns exemplos esquemáticos, que demonstram a flexibilidade da abordagem do *roadmapping* e confirmam a necessidade de customização do método *T-Plan* de acordo com os objetivos da organização.

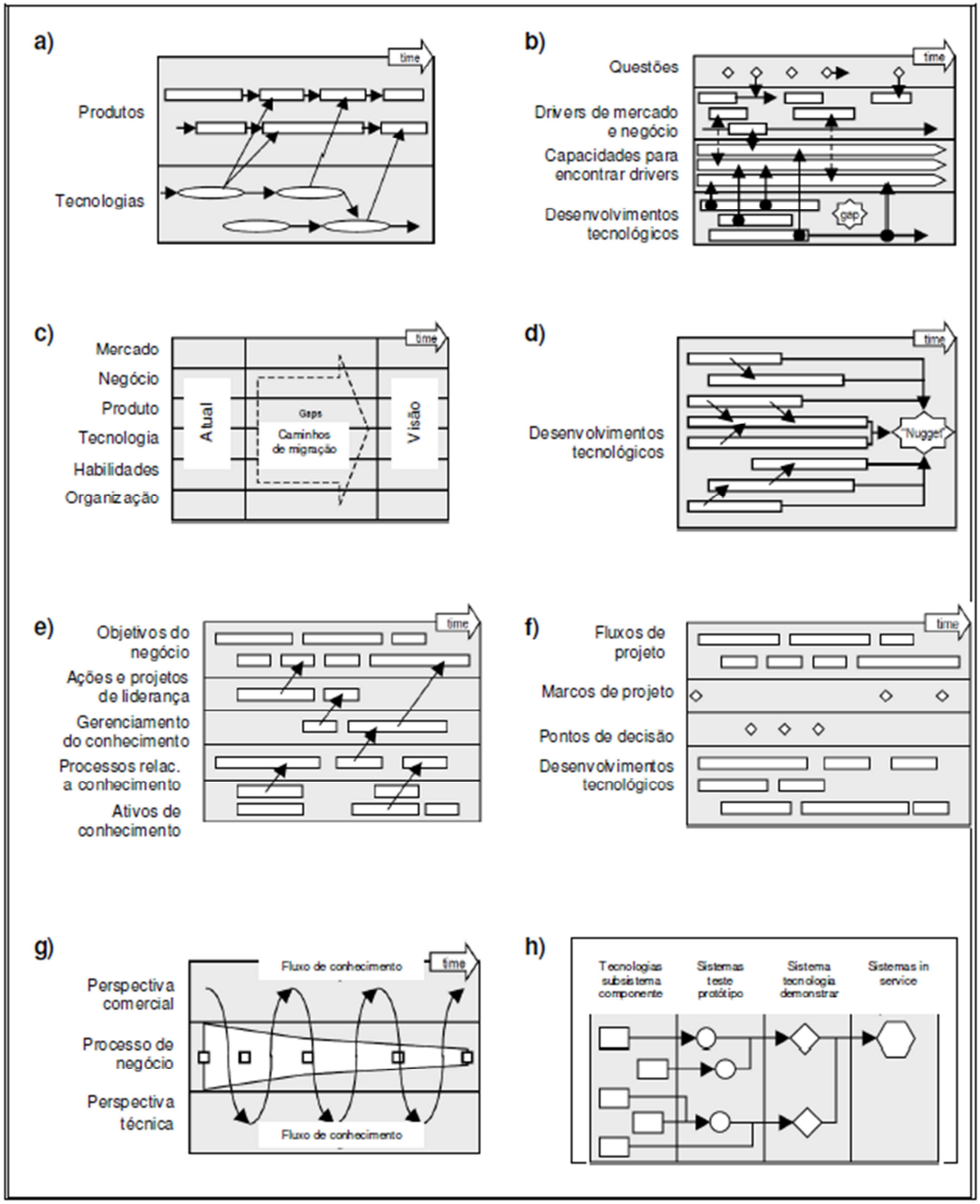


Figura 19 – Exemplos esquemáticos de *roadmaps*
Fonte: Loureiro (2010)

A escolha da arquitetura do *roadmap* deve ser feita pelo patrocinador em conjunto com o facilitador, e estes devem considerar as várias maneiras de apresentar as saídas do processo, vislumbrando a figura final como uma ferramenta de comunicação eficaz para os objetivos propostos.

Os *roadmaps* podem ser de vários tipos e podem ser caracterizados pelo formato ou pelo propósito. Porém, é importante abordar que os *roadmaps* nem sempre se adequarão exclusivamente a uma destas categorias e poderão conter elementos de um ou mais tipos, tanto de propósito quanto de formato, resultando em uma figura híbrida. Esta situação está diretamente ligada à necessidade de adaptação do processo.

Em relação aos *Workshops*, Phaal et al. (2001a) relatam que é desejável que o mesmo grupo de participantes esteja envolvido em todas as atividades. Porém, em algumas circunstâncias pode ser apropriada a criação de um pequeno grupo de trabalho para tratar de áreas específicas do processo, particularmente se as questões forem complexas ou difíceis de serem resolvidas pelo grupo maior.

Outra questão é a impossibilidade de executar os *Workshops* por conta da agenda de trabalho. Neste caso, existem algumas possibilidades de adaptação do processo, a saber: consultas individuais aos especialistas internos, programação de uma série de encontros com pequenos grupos, redução do tempo dos *Workshops* com o uso de ferramentas e/ou softwares e inserção de especialistas externos ao processo.

De uma forma ou de outra, as ações citadas permitirão o alcance dos objetivos. Embora, toda e qualquer adaptação deverá ser analisada pelo facilitador e pelo patrocinador, pois, estes não deverão descartar a possibilidade de perdas ao processo.

O que se observa, geralmente, é que com o ganho de expertise e confiança no processo, as adaptações são mais frequentes, a condução do processo torna-se mais facilitada e o tempo para a realização de cada trabalho é reduzido.

Apesar de o TRM ser um método eficiente e flexível, os benefícios potenciais podem não ser totalmente explorados se houver dificuldades em adaptá-lo para atender necessidades específicas e/ou para diferentes circunstâncias.

Na prática, é muito importante e até mesmo indispensável tornar flexível e alterar o processo genérico do *roadmapping* para atender às necessidades de gestão e condições ambientais das empresas.

Apesar da importância da adaptação, a literatura existente tem sido focada no processo *roadmapping* comum e simplificado e pouca atenção tem sido dada a customização do *technology roadmap*. Além disso, geralmente, os *softwares* comerciais existentes não têm capacidade para apoiar as necessidades de adaptação (LEE e PARK, 2005).

A realização de um piloto, com a intenção de avaliar o funcionamento do TRM para a empresa, pode ser eficaz para o processo concebido. Nele, os participantes poderão identificar outros elementos que devam ser adaptados, gerar resultados parciais para comprometer a alta direção, adquirir os recursos necessários para a implantação e identificar as lacunas existentes de conhecimento. No entanto, o facilitador deve sempre manter em mente os principais condicionantes para executar esta ação (escopo x prazo x custo x qualidade).

Como é possível observar, para a aplicação do *roadmapping* ser eficiente, é essencial a sua adaptação às necessidades de cada organização. Entretanto, os limites da aplicação do processo não devem ser comprometidos, porque disto dependerá o alcance dos resultados pretendidos e, consequentemente, o sucesso da integração do *roadmap* aos mecanismos existentes na empresa.

2.3.7 Fatores de sucesso para a aplicação do *technology roadmapping*

Antes de prosseguir com a discussão de quais são os principais fatores de sucesso para a aplicação do *technology roadmapping*, é importante conceituá-los.

Para fins deste trabalho, considera-se que fatores de sucesso são as características, condições ou variáveis, que quando devidamente gerenciadas, podem ter impacto significativo sobre o sucesso da aplicação do método TRM em uma determinada organização. As práticas utilizadas para a verificação desses fatores asseguram que as expectativas da empresa serão atendidas.

Invariavelmente, as empresas, ao se deparar com a primeira aplicação do TRM, enfrentam três principais desafios: a inicialização do processo, a adoção de um método de desenvolvimento robusto e como tornar o processo contínuo.

Para dar conta destas questões, os responsáveis precisam ter em mente os fatores de sucesso que influenciam a elaboração do trabalho. Ao recorrer a literatura, vários foram os fatores identificados para o sucesso na aplicação do *technology roadmapping*. A seguir, estão relacionados aqueles que pareceram ser mais determinantes:

- A abordagem do *roadmapping* propõe a obtenção de um alinhamento diante da visão adotada pela empresa. Para tanto, o processo terá mais chances de sucesso se os tomadores de decisão da empresa forem envolvidos para definir e alinhar a visão antes da aplicação do TRM.

- Phaal e Muller (2009) descrevem que ao conceber o processo e a arquitetura do *roadmap*, um passo inicial é entender o contexto estratégico, em relação ao foco, escopo e objetivos, em conjunto com a identificação de quais perspectivas são críticas para entender a dinâmica do sistema, explorar as opções estratégicas e implantar mudanças. Os autores recomendam que este planejamento inicial seja feito por um grupo pequeno de pessoas.

- Ainda em relação à arquitetura dos *roadmaps,* Phaal et al. (2001a) consideram que existem várias possibilidades para estruturar os níveis e subníveis; não existindo uma única ou necessariamente a melhor forma para fazer isso, mas alcançar um bom resultado é crítico para o sucesso da atividade.

- Entre os *workshops* é aconselhado manter um intervalo para reunir informações e se preparar para a próxima etapa. A organização de encontros intermediários de coordenação da implantação é recomendada para revisar o progresso das atividades, devendo envolver, pelo menos, o facilitador e o dono do projeto. Além disto, é importante a inclusão no cronograma de um treinamento para a conscientização sobre o método TRM, destacando seus benefícios, conceitos e as etapas em que o facilitador estará dando suporte (PHAAL et al., 2001a; PHAAL et al., 2004b).

- O apoio de um patrocinador influente é determinante para o sucesso do *technology roadmapping* nas organizações. Desta pessoa dependerá a alocação de recursos para a aplicação e manutenção do método (GARCIA e BRAY, 1997; PHAAL et al., 2004a).

- Para manutenção do processo ativo dentro da organização é importante realizar revisões periódicas do *roadmap*, de maneira a ampliar sua extensão para outras áreas do negócio e integrá-las aos mapas gerados.

- Outro importante fator de sucesso é a presença de facilitadores/moderadores com expertise na condução dos *workshops* e na geração dos *roadmaps*, evitando as perdas de tempo e recursos inerentes ao processo de tentativa e erro. Esses atuam na condução do time, coordenam o trabalho, esclarecem dúvidas no processo e direcionam os esforços de acordo com as necessidades da empresa (GARCIA e BRAY, 1997; PHAAL et al., 2004a).

- Kappel (2001) acrescenta que o sucesso pode ser creditado à escolha do ambiente adequado para iniciar o processo. Muitas iniciativas de implantação, ainda em seus estágios iniciais, podem fracassar caso o local seja equivocado ou haja a pretensão de começar por diversas áreas da organização ao mesmo tempo.

- Por ser um processo multifuncional, o *roadmapping* terá mais probabilidade de sucesso com a participação de representantes de várias áreas de negócio da empresa – produto, tecnologia, engenharia, marketing, comercial – relacionadas ao contexto a ser analisado (GARCIA e BRAY, 1997; PHAAL et al., 2004a).

- Phaal et al. (2004a) afirmam que em alguns casos é necessário trazer especialistas relacionados com campos de tecnologia, mercados ou indústrias externos à empresa. Assim é adquirida uma visão mais ampla das oportunidades e ameaças.

- O horizonte temporal do planejamento deve estar claro e determinado. Caso contrário, o processo poderá fracassar. A presença do fator tempo é considerada um dos diferenciais do TRM quando este é comparado a outros métodos (PHAAL et al., 2001a; PHAAL et al., 2004a).

- Durante a realização dos *workshops*, é importante utilizar-se de alguma forma de registro do processo e das tomadas de decisão. Isto será vital para a consolidação do processo e concepção do *roadmap.*

2.3.8 Considerações finais

A revisão da literatura buscou apresentar o método *technology roadmapping*, apresentando os principais conceitos para subsidiar o desenvolvimento do estudo de caso proposto. A análise destas referências conduz a algumas constatações.

De maneira geral, é coerente afirmar que o método *technology roadmapping* pode ser aplicado em qualquer organização de base tecnológica, independentemente do seu tamanho, setor de atuação ou natureza do seu negócio (produção, pesquisa ou prestação de serviços). O TRM pode contribuir, de fato, para o aprimoramento do processo de planejamento tecnológico.

Os resultados obtidos convergem para a construção de uma figura capaz de retratar em uma única página, todas as rotas a serem seguidas para alcance dos objetivos pretendidos. Porém, a aplicação da técnica representa um desafio considerável para as empresas. Apesar de o roadmap resultante ser simples em seu conceito e estrutura, ele representa todo o desenvolvimento do planejamento estratégico tecnológico.

Outra discussão central é que por ser um método flexível, o TRM precisa ser adaptado aos objetivos e a realidade de cada organização. Esta etapa é crítica, porque necessita de mais compreensão e torna a experiência de cada aplicação como uma oportunidade para o aprendizado.

Além disso, para ser considerado um bom *roadmap*, os autores mencionados neste capítulo consideram que ele deve ser simples, ter profundidade e qualidade. Para a autora, além destas características, ele deve responder a três importantes perguntas:

- Quais são os mercados em que a empresa pretende atuar?
- Quais são os produtos e serviços que a empresa vai disponibilizar nestes mercados?
- Quais são as tecnologias que viabilizarão estes produtos e serviços?

A forma exata adotada pelo *roadmapping* depende da quantidade de informação disponível, pois ele deve se comportar com um mecanismo integrador entre as outras áreas da organização (Figura 20).

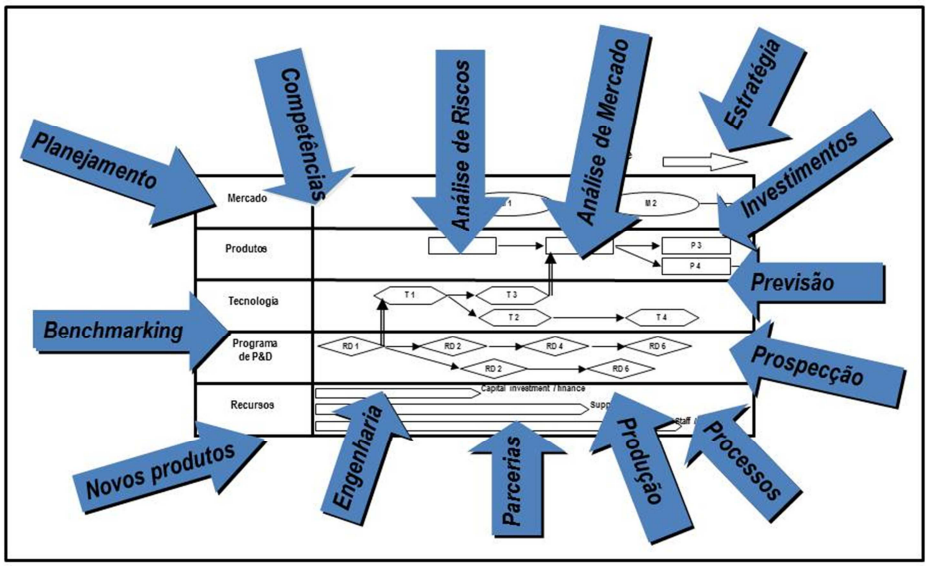


Figura 20 - *Roadmap* como ferramenta de integração
Fonte: Adaptado de PHAAL et al. (2001a)

Por fim, o processo de aplicação do TRM é considerado o principal responsável pela agregação de conhecimento à empresa. A experiência das pessoas trabalhando em conjunto, para planejar o futuro, é a maior aprendizagem, porque colabora no processo de inteligência da organização.

Capítulo 3 - **Metodologia de Elaboração do *Roadmap***

3.1 Apresentação

Este capítulo descreve o percurso metodológico adotado para atingir os objetivos da pesquisa.

A metodologia é considerada como o modo de conduzir a pesquisa, o que permite ao pesquisador compreender quais são as informações relevantes da realidade em meio à sua complexidade, guiando o processo de investigação de acordo com os seus objetivos. Além disso, viabiliza um elo estruturado entre a teoria e a prática e exige do pesquisador a conciliação com reflexões e melhorias. Para tanto, um bom entendimento da teoria, da metodologia e da realidade estudada é fundamental.

Segundo Thiollent (1998), a metodologia lida com a avaliação de técnicas de pesquisa e com a geração ou a experimentação de novos métodos que remetem aos modos efetivos de captar e processar informações e resolver diversas categorias de problemas teóricos e práticos da investigação.

À luz da definição apresentada, torna-se claro que a metodologia de pesquisa é um elemento fundamental na geração do conhecimento de maneira científica. E, em se tratando de uma pesquisa acadêmica, a metodologia adotada irá determinar a qualidade da dissertação.

Consideradas as questões abordadas, a pesquisa desenvolvida tem caráter exploratório e visa proporcionar maior familiaridade com o problema com vistas a torná-lo explícito. Sendo assim, envolve levantamento bibliográfico, encontros presenciais estruturados com especialistas, coleta das informações geradas e análise dos resultados.

A motivação da pesquisa surgiu da necessidade de desenvolvimento de um planejamento estruturado para os CTS, como forma de mantê-los constantemente atualizados para atendimento às empresas, através da oferta de serviços tecnológicos e de educação profissional com alto valor agregado. Atrelado a esta necessidade, o propósito fundamental foi a identificação de um método que se destacasse individualmente e apresentasse potencial para a aplicação no Centros de Tecnologia do SENAI-RJ.

Dentre os métodos existentes, e conforme apresentado na revisão da literatura, o *technology roadmapping* se mostra capaz de atender aos objetivos por ser uma ferramenta gerencial que dá suporte ao planejamento estratégico das organizações.

Assim, a análise das informações apresentadas na revisão da literatura conduz ao estabelecimento da seguinte hipótese: “O método TRM tem a capacidade de apoiar o desenvolvimento do planejamento dos CTS, porque considera que as características de mercado devem se refletir na definição dos seus produtos/serviços e nas tecnologias empregadas, ao longo de um horizonte temporal determinado e tem flexibilidade suficiente para se adequar a qualquer Centro de Tecnologia do SENAI-RJ”.

Para investigar esta hipótese o método científico escolhido é o hipotético-dedutivo, visto que durante a realização das atividades de pesquisa o que se busca é confirmá-la ou refutá-la.

Definido o método científico, a metodologia de pesquisa selecionada tem caráter exploratório, baseada em encontros presenciais, estruturados, com a participação da equipe técnica do CTS Ambiental e de especialista externos.

Com relação à classificação, este estudo considera as definições de Silva e Menezes (2005), portanto:

- Trata-se de uma pesquisa aplicada, pois o foco do trabalho desenvolvido é na solução de um problema real e prático;

- A avaliação dos resultados é qualitativa. Toda a análise é feita de forma subjetiva e não dissociada do ambiente natural, considerando as percepções dos envolvidos sobre a capacidade de o método *technology roadmapping* apoiar o planejamento tecnológico;

- Os procedimentos técnicos adotados são conhecimentos teóricos, que permitem o entendimento da problemática, a definição do objetivo, o

delineamento do escopo e a formulação da proposição. Dando, assim, subsídios para a operacionalização de um estudo de caso no Centro de Tecnologia SENAI Ambiental.

A proposta de desenvolver um estudo de caso mostrou-se totalmente adequada aos objetivos pretendidos, pois, segundo Voss et al. (2002), a utilização de estudos de caso é indicada quando questões do tipo “por que”, “qual” e “como” podem ser respondidas a partir da compreensão da natureza e da complexidade do fenômeno observado.

Por fim, vale ressaltar que a caracterização desse trabalho só foi possível graças aos fundamentos propiciados pelas disciplinas do Mestrado, às participações em eventos da área, à revisão bibliográfica realizada e à troca de experiência com os orientadores e demais profissionais da área.

3.2 Proposta Metodológica de construção de um *roadmap* para o CTS Ambiental

A análise das informações e constatações apresentadas na revisão da literatura conduz a definição dos seguintes condicionantes, válidos para este estudo:

- As etapas ocorrem em série e, não em paralelo. A agenda das atividades deve ser organizada em sequencia, respeitando as atividades sugeridas pelos autores no guia *T-Plan*.

- Os *Workshops de* Mercado, Produto e Tecnologia representam o conteúdo das camadas principais do *roadmap*. O *workshop* de Mapeamento trata as decisões tomadas para a concepção da figura final.

- A abordagem da pesquisa está orientada ao mecanismo *market pull* (orientado a mercado), pois o Centro de Tecnologia SENAI Ambiental é um prestador de serviços voltado a mercado.

Estes condicionantes correspondem à aplicação do *roadmapping* proposta por Phaal et al. (2001a) no guia *T-Plan* e serão utilizados na estruturação da metodologia a ser empregada na execução desta pesquisa.

3.3 Metodologia de Elaboração do *Roadmap* do CTS Ambiental

A observação dos *roadmaps* disponíveis na literatura demonstrou que muitos não explicam de forma clara e completa como alcançaram os resultados. Por este motivo, o processo de aplicação do método TRM, inspirado nas etapas ensinadas por Phaal et al. (2001a), é uma das principais contribuições deste trabalho.

A metodologia idealizada para a construção do *roadmap* do CTS Ambiental estabelece o detalhamento das atividades e as ferramentas de cada etapa, permitindo que o processo seja reproduzido nos outros Centros de Tecnologia do SENAI-RJ.

Além disso, outras empresas ou instituições interessadas no método TRM podem entender a sistemática de aplicação e a forma de utilizá-lo para alcançar os seus objetivos.

Os benefícios dessa metodologia são:

- A riqueza em detalhes, explicações e exemplos sobre as etapas do procedimento;
- A condição de implantação do método em uma organização com pouca ou nenhuma experiência;
- A possibilidade de customizações para atender às necessidades da empresa;
- A apresentação em plataforma simples, ou seja, a forma física de apresentação do *roadmap* é em papel, podendo ser concebido em s*oftwares* de desenho comuns ou em *softwares* específicos de *roadmapping*.

O processo de aplicação do *technology roadmapping,* apresentado no guia *T-Plan*, é dividido em três etapas principais: planejamento, *Workshops* e implantação/continuidade, conforme a Figura 21:

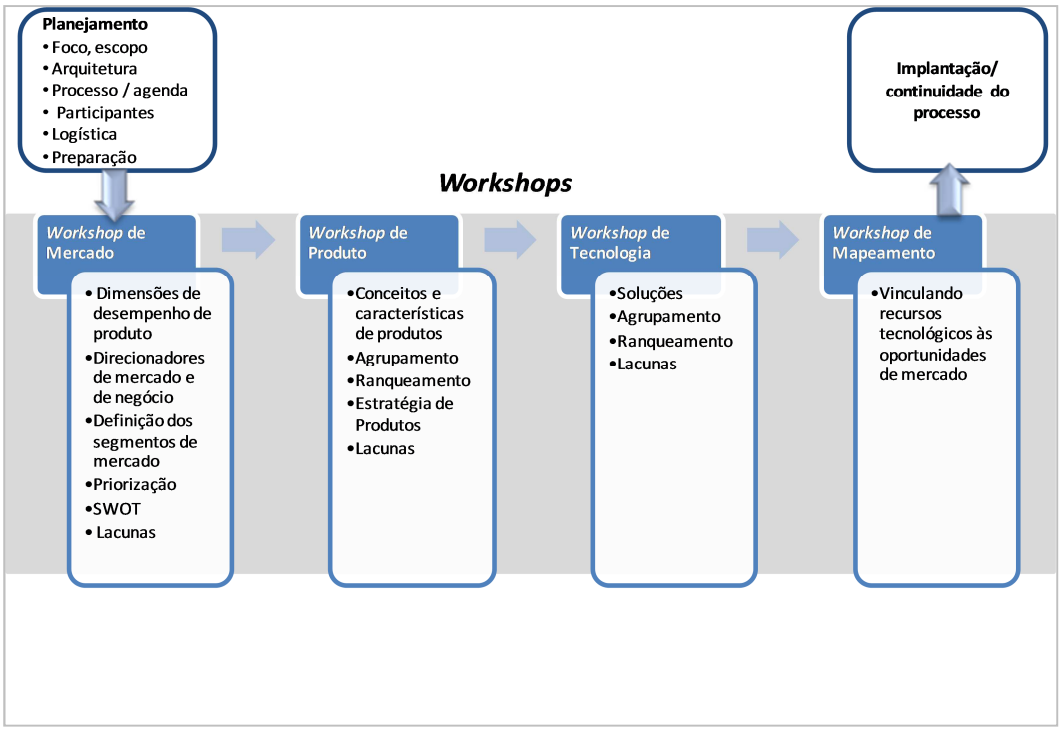


Figura 21 - Processo de aplicação do TRM proposto pelo T-Plan
Fonte: Adaptado de Phaal et al. (2001a)

Durante a etapa *Workshops*, os autores indicam que reuniões intermediárias devem ser inseridas, entre os encontros, para análise das saídas e reflexão sobre a continuidade do processo. A etapa de implantação/continuidade não será explorada nessa pesquisa.

Conforme mencionado no Capítulo 2, o guia *T-Plan* não apresenta o detalhamento das suas atividades. Porém, o motivo principal para a decisão é o fato de esta ser uma ação, intimamente, ligada ao planejamento tecnológico do CTS Ambiental. Logo, os resultados apresentam aspectos confidencias que não podem ser expostos.

A apresentação ordenada das atividades tem o intuito de sistematizar o método. Todavia, o ambiente da aplicação é dinâmico e, quando se julgar necessário, pode ocasionar iterações entre as etapas. A ordem proposta está relacionada com a dependência existente entre os dados usados pelas etapas.

À luz do guia *T*-Plan, a metodologia de elaboração do *roadmap* foi desenvolvida e o detalhamento das atividades e ferramentas que compõe as etapas é mostrado nos próximos subcapítulos.

3.3.1 Planejamento

Esta é a primeira etapa e tem como função definir as variáveis que constroem a dinâmica do processo de aplicação e a arquitetura do *roadmap.*

As definições das variáveis devem estar alinhadas como objetivo que a empresa possui com a aplicação do método. Portanto, é fundamental que o patrocinador, o facilitador e a unidade de análise sejam, prioritariamente, definidos. Estas três variáveis têm forte influência no alinhamento das atividades e no alcance das necessidades do negócio.

O patrocinador e o facilitador são os responsáveis por todas as decisões tomadas em relação às atividades do processo. Recomenda-se que o patrocinador seja um gestor sênior com interesse nas saídas do trabalho, autoridade suficiente para definir a unidade de análise, influência na programação dos *Workshops* e na escolha dos participantes apropriados.

O facilitador, por sua vez, executa as atividades inerentes aos *Workshops* e conduz as etapas intermediárias de análise e reflexão, consultando o patrocinador. O seu perfil é muito importante e algumas características são desejáveis, como: ser externo a área do tema, ter uma postura neutra e ter domínio do processo de aplicação do *technology roadmapping*.

Phaal et al. (2001a) observam que, caso os recursos da empresa permitam, um segundo facilitador traz benefícios a condução do processo. Ele auxilia o facilitador primário e apoia os participantes em diversas atividades.

A unidade de análise é formada por três partes: unidade de negócio, segmento de mercado e linha de produto. A sua escolha é feita pelo patrocinador, considerando as diretrizes estratégicas da empresa. Também, é recomendável que ele analise, em conjunto com o facilitador, o impacto da abrangência da unidade de análise no detalhamento e no esforço das atividades.

Os autores britânicos sugerem a escolha de uma unidade de análise reduzida: uma única linha de produtos de uma unidade de negócios direcionada para um segmento de mercado específico.

Dando prosseguimento, passa-se às decisões sobre as outras importantes variáveis que definem o processo: arquitetura do *roadmap*, período temporal, participantes e cronograma para sua realização.

A arquitetura do *roadmap* compreende os eixos que compõe a figura final. Patrocinador e facilitador envolvem-se na discussão sobre a disposição dos parâmetros-chave. Para tanto, consulta-se o manual *T-Plan* e determina-se a estrutura de acordo com as classificações de propósito e de formato descritas pelos autores britânicos e apresentadas nas Figuras 12, 13 e 14 do Capítulo 2 deste trabalho.

A delimitação do período temporal é a variável que guia o processo de construção do *roadmap.* O horizonte de planejamento adotado pelo método depende dos objetivos e das características de cada negócio. Como referência, o método sugere que o *roadmap* seja divido nos horizontes: curto prazo, médio prazo e longo prazo.

O horizonte de curto prazo deve envolver o ano atual ou até mesmo o ano anterior a aplicação do método, possibilitando a integração das ações em andamento com os planos futuros da empresa.

Qualquer que seja a visão adotada (atual, prospectiva ou os dois tipos), o importante é estarem determinadas para facilitar a compreensão da figura final e dos participantes durante o processo de concepção.

A definição dos participantes é feita pelo patrocinador com a ajuda do facilitador, que devem considerar:

- A diversidade de conhecimentos dos colaboradores das áreas da empresa (pesquisa e desenvolvimento, engenharia, produção, marketing, vendas, finanças e recursos humanos), possibilitando a criação de um ambiente multifuncional cooperativo onde a complexidade para a tomada de decisão é menor;
- Os perfis dos participantes e os objetivos de cada atividade, como forma de evitar discussões desnecessárias no decorrer do processo;
- A disponibilidade dos participantes. Idealmente, eles devem atender a todo o processo;
- A participação de especialistas externos à empresa em algumas atividades do processo, que possam trazer informações relevantes da área de interesse;
- Um número de dez participantes, no máximo, em cada *workshop* para que os resultados tenham relevância para a empresa e todos possam contribuir. No entanto, a participação de mais ou menos pessoas pode ser necessária.

Escolhidos os participantes internos, o facilitador deve programar uma apresentação sobre o método TRM para tornar o processo conhecido, facilitar as discussões, provocar o interesse e a adesão ao projeto.

Nesta oportunidade, são esclarecidos os papéis de cada um e trazidos dados e informações relevantes, como por exemplo, documentos estratégicos e de análises de mercado. O facilitador, também, orienta os participantes sobre a necessidade de eles estarem atualizados em relação à área de interesse.

O encontro é, ainda, um momento para os participantes exporem a disponibilidade de participação e opinarem sobre a programação. A duração desta atividade deve ser de, no máximo, duas horas.

De posse das sugestões dos participantes e guiados pelo processo padrão do *T-Plan*, o patrocinador e o facilitador organizam e definem o cronograma da aplicação do método e a agenda das atividades.

Conforme apresentado no Capítulo 2, Phaal et al. (2001a) descrevem que o processo padrão compreende quatro *Workshops* de meio dia, que podem ser conduzidos em um período intensivo de dois dias ou serem distribuídos ao longo de um mês ou qualquer outra necessidade da empresa. É importante, no entanto, ter em mente que o período intensivo não permite a inserção das etapas de análise e reflexão.

Outras três importantes definições que devem ser feitas são: o local de realização dos encontros, os materiais e ferramentas e a forma de conduzir as dinâmicas.

O local de realização deve considerar um espaço suficiente para acomodação e locomoção dos participantes durante as dinâmicas.

Os materiais e ferramentas utilizados nos *Workshops*, basicamente, compreendem:

- *Flip charts*[13] para captar as ideias dos participantes;
- Post-it®[14] para tornar o ambiente dinâmico e colaborativo;
- Planilhas esquemáticas para fixar em paredes, confeccionadas em folhas de papel de grande formato, e permitir a colocação dos Post-it®;
- Documentos específicos para cada *workshop.*

---

[13]*Flip chart* é um tipo de quadro, usado geralmente para exposições didáticas ou apresentações, em que fica preso um bloco de papéis e o apresentador simplesmente vira a folha (em inglês, *flip*), sem perder tempo apagando o quadro.

[14] Post-it® é uma marca registrada da empresa 3M. Trata-se de um pequeno papel (de diversas medidas e cores) com um adesivo de fácil remoção em seu verso, de forma que seja facilmente pregado, retirado e recolocado por algumas vezes, sem deixar marcas ou resíduos.

A condução das dinâmicas é feita pelo facilitador, com apoio de um segundo facilitador, se for o caso. Geralmente, fundamenta-se em três atividades principais: realizar *brainstorm*[15], agrupar e priorizar. A Figura 22 apresenta a sequencia dos resultados das atividades baseados no uso de Post-it®.

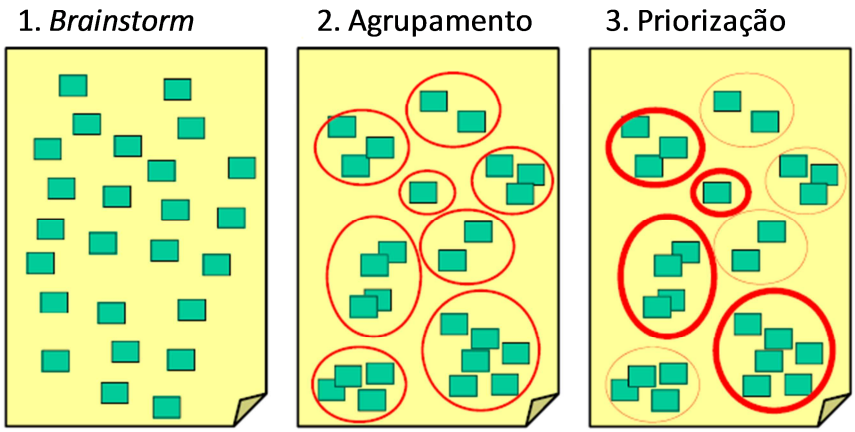


Figura 22 – Sequencia dos resultados baseados em Post-it®
Fonte: Adaptado de Phaal, Farrukh e Probert (2010).

Por fim, antes de iniciar o primeiro *workshop* um resumo sobre o método TRM, os objetivos da empresa e cronograma de realização dos eventos é enviado aos participantes. Em conjunto, também deve ser colocada a agenda do primeiro encontro.

Todas as variáveis desta primeira etapa servem de base para a condução do processo e são definidas através de reuniões formais entre patrocinador e facilitador.

As saídas são descritas em uma planilha contendo as decisões sobre as variáveis e uma lista dos participantes. Também, recomenda-se a utilização de *softwares* que permitam a elaboração do cronograma e o controle do andamento das atividades.

---

[15] *Brainstorm* é o resultado da técnica de *brainstorming*, que, segundo Maximiano (2000), é utilizada para gerar novas ideias através de informações e opiniões para tomada de decisões. As pessoas que participam deste procedimento expõem livremente suas ideias, sem qualquer crítica, gerando novas ideias.

3.3.2 *Workshop* 1 – Mercado

O primeiro encontro tem como objetivo introduzir o processo de aplicação do método adotado e discutir o nível de **Mercado** do *roadmap*.

O *Workshop* inicia-se com uma breve introdução para apresentar aos participantes importantes aspectos, como: conceitos sobre gestão tecnológica e *roadmapping*, objetivos da organização, o método *T-Plan* e os objetivos do encontro.

A segunda atividade é a realização de um levantamento sobre as principais dimensões de desempenho que formam o produto. Tanto aspectos quantitativos quanto qualitativos podem ser considerados, e devem ser analisados junto às perspectivas de mercado, produto e tecnologia. Alguns exemplos são: peso, velocidade, inovação, lucratividade, entre outros.

Phaal et al. (2001a) explicam que as dimensões de desempenho formam um envelope que demonstram como o aperfeiçoamento dos produtos é refletido pelo balanço entre os direcionadores de mercado (*market pull*) e as tecnologias (*technology push*). A Figura 23 mostra um esquema de como essas forças interagem.

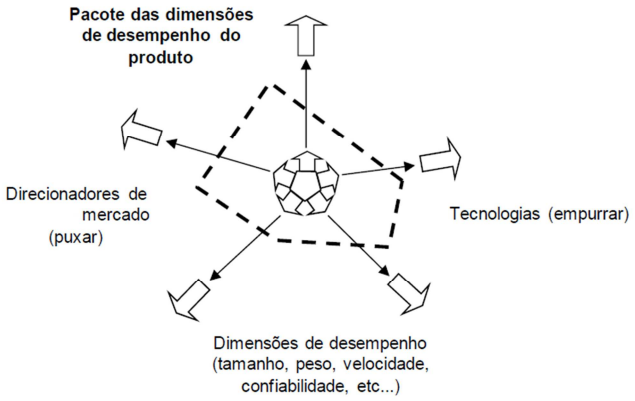


Figura 23 - Dimensões de desempenho do produto segundo Phaal et al. (2001a)
Fonte: Adaptado de Oliveira (2009)

Assim, com base nas definições de Phaal et al. (2001a), é importante que seja enunciado para o grupo envolvido os seguintes significados:

- *Direcionador de mercado*: está relacionado com o valor que o cliente busca no produto.
- *Atributo de produto*: define uma especificação para o desempenho do produto.
- *Tecnologia*: está relacionada com a capacidade de melhorar o desempenho do produto.

Estabelecidos os significados, os envolvidos podem iniciar a identificação dos direcionadores de mercado e de negócio.

A análise dos direcionadores de mercado busca encontrar quais são as necessidades dos clientes e as tendências para os próximos anos, e servem como um guia para alinhar o planejamento dos produtos com o mercado.

A principal dificuldade dessa atividade está em conhecer as necessidades e tendências do mercado, e o tempo em que essas permanecem ativas. Phaal et al.(2001) apud Oliveira (2009) sugerem o envolvimento de participantes com experiência no mercado como forma de diminuir essa dificuldade ou até mesmo convidar clientes para discutir o assunto.

Os direcionadores de negócio são definidos à luz das estratégias da empresa. Alguns exemplos são: crescimento da participação no mercado, capacitação da organização em conhecimentos-chave, aumento do faturamento do negócio, entre outros.

Recomenda-se que não haja intervenções nesse processo. Todos os participantes devem contribuir com o conhecimento que possuem sobre os direcionadores de mercado e de negócio.

Após a identificação, o grupo deve refletir e selecionar aqueles que são pertinentes e agrupá-los em temas. Esta ação facilita a compreensão e o prosseguimento dos trabalhos.

Passada esta atividade, o grupo aponta segmentos de mercado. Para tanto, podem ser considerados segmentos que a empresa já atua ou que deseja atuar.

Em seguida, inicia-se a priorização dos direcionadores em relação aos segmentos indicados. Devem-se levar em consideração, as necessidades dos clientes, os competidores e as legislações pertinente. Porém, antes de iniciar, uma escala de priorização mínima precisa ser definida e divulgada aos participantes.

As ferramentas utilizadas são *flip charts,* planilhas esquemáticas fixadas nas paredes e Post-it® preenchidos com as ideias dos participantes. A Figura 24 e a Figura 25 demonstram o modelo das planilhas e o modelo de preenchimento dos Post-it®, respectivamente.

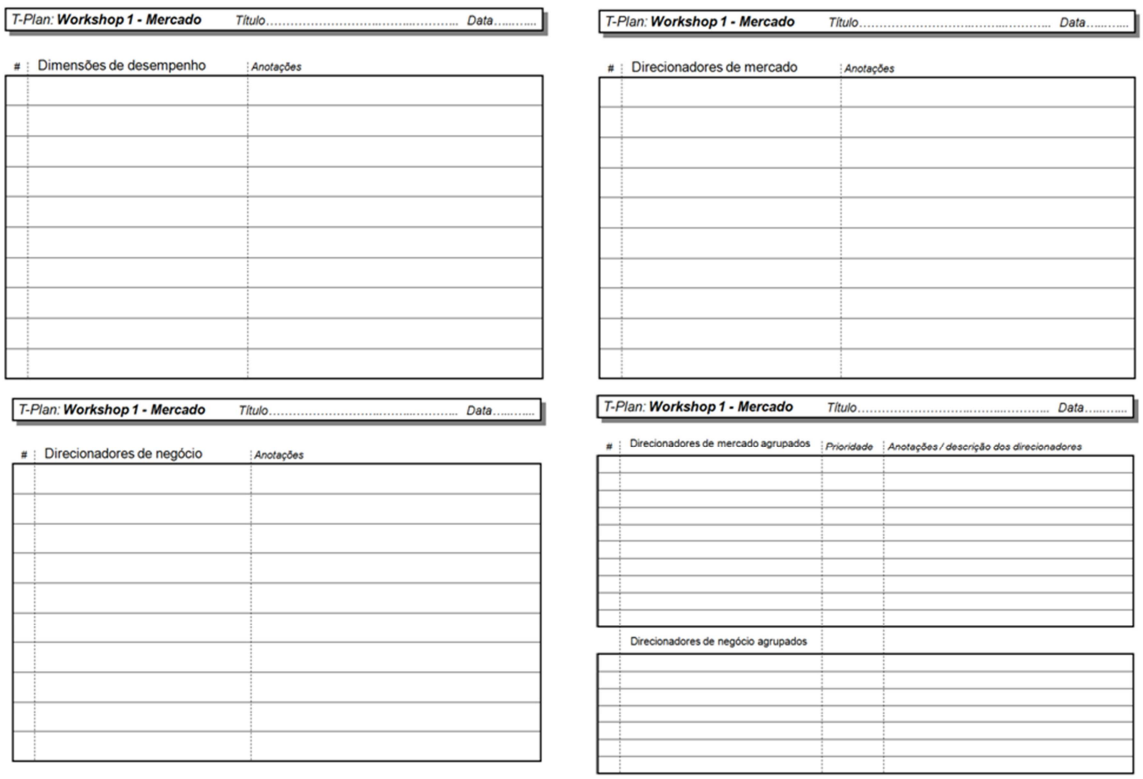


Figura 24 – Modelo das planilhas esquemáticas para preenchimento das dimensões de desempenho e dos direcionadores de mercado e negócio
Fonte: Adaptado de Phaal et al. (2001a)

Figura 25 – Modelo de preenchimento dos Post-it®
Fonte: Elaboração própria

A quinta atividade indicada pelos autores britânicos é o desenvolvimento de uma análise SWOT[16] resumida, o que é favorável para explorar as dimensões estratégicas da área analisada. Vale ressaltar que esta análise somente deverá ser conduzida se houver tempo, não devendo comprometer o planejamento do processo.

É importante, antes do fechamento do encontro, identificar as lacunas de conhecimento de mercado e definir ações (o que, quem, quando) para complementar essas lacunas.

Toda condução do processo é feita utilizando técnicas informais de *brainstorming*[17] para permitir a participação e colaboração de todos os participantes.

Conforme mencionado no Capítulo 2, esse encontro caracteriza-se por, normalmente, apresentar discussões acaloradas. Logo, o facilitador tem que ter a habilidade de julgar quando o assunto deve ser encurtado para permitir o progresso adequado dentro do tempo previsto.

---

[16] A análise SWOT insere-se no campo de análise de ambientes (interno e externo). É comumente empregada em processos de planejamento estratégico, para avaliação do posicionamento da organização e de sua capacidade de competição. Tem como resultado a identificação dos pontos fortes (*strengths*) e pontos fracos (*weakness*) – fatores internos e de oportunidades (*opportunities*) – ameças (*threats*) – fatores externos (TARAPANOFF, 2001).

[17] *Brainstorming* é uma ferramenta para geração de novas ideias, conceitos e soluções para qualquer assunto ou tópico num ambiente livre de críticas e de restrições à imaginação. Mais informações podem ser encontradas em KOTLER, P. (2000).

Ao final deste primeiro encontro, recomenda-se o desenvolvimento de um resumo com todas as saídas. Estas informações e a agenda do *Workshop de* Produto devem ser distribuídas, antes do início das próximas atividades, pois nortearão a continuidade do processo.

3.3.3 *Workshop* 2 – Produto

O segundo encontro mobiliza os participantes a refletirem sobre o nível de **Produto** do *roadmap.* Para tanto, as saídas do primeiro *Workshop* são fundamentais e servem de base para todo o desenvolvimento das atividades.

Primeiramente, o facilitador revisa as saídas do *Workshop* de Mercado e apresenta uma visão geral do encontro e os seus objetivos.

O próximo passo é a identificação dos atributos de produtos. A atividade consiste em relacionar os atributos de produtos (atuais e próximas gerações), que podem ser desenvolvidos e operacionalizados no horizonte de tempo definido.

O facilitador orienta os participantes a agrupar os atributos[18] para facilitar a verificação da sinergia com o portfólio da empresa e, na sequencia, são mapeadas as ligações com as dimensões de desempenho do *Workshop* de Mercado.

O terceiro passo é a análise do impacto dos atributos de produto nos direcionadores de mercado e negócio, destacando aqueles que têm maior impacto em um ou mais direcionadores (sinergia).

Os participantes são orientados a distribuir os atributos agrupados em uma matriz de análise e ranquear o impacto, considerando o potencial em satisfazer o direcionador através da seguinte escala de importância[19]:

---

[18] Recomenda-se não ultrapassar dez áreas/temas para que os participantes não tenham que lidar, posteriormente, com muitas variáveis.

[19] A escala deve considerar a forma positiva para impactos positivos e a forma negativa para impactos negativos.

- Baixo impacto = 1;
- Médio impacto= 2;
- Alto impacto = 3.

A priorização dos direcionadores de mercado e negócio e dos segmentos de mercado, realizada no *Workshop* 1, também é considerada. Dessa forma é possível diferenciar a importância dos atributos e planejar produtos distintos para segmentos de mercados com especificidades diferentes.

A matriz, denominada mercado-produto, será utilizada no *Workshop* de Tecnologia como a base sobre a qual as soluções tecnológicas serão consideradas (Figura 26).

	Mercado								Empresa				
Direcionadores mercado e negócio / Atributos de produto	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	A.	B.	C.	D.	E.
1.													
2.													
3.													
4.													
5.													
6.													
7.													
8.													
9.													
10.													

Figura 26 - Modelo da matriz mercado-produto
Fonte: Adaptado de Phaal et al. (2001a)

O quarto passo é o estabelecimento das estratégias de produto. Para isso, a equipe se reúne e deve avaliar alternativas de produtos para satisfazer os direcionadores de mercado e negócio no futuro.

Antes de encerrar as atividades, recomenda-se pautar as lacunas de conhecimento para o desenvolvimento de produtos.

As ferramentas utilizadas são *flip charts* e planilhas eletrônicas e, assim como no *Workshop* anterior, a condução das dinâmicas utiliza técnicas informais de *brainstorming.*

Novamente, a distribuição de um resumo das saídas deste encontro e da agenda do *Workshop* de Tecnologia para o grupo é essencial. Soma-se a isso, a necessidade do facilitador organizar e preparar a matriz mercado-produto para apresentar no início do próximo encontro.

3.3.4 *Workshop* 3 – Tecnologia

Terceiro encontro, o *Workshop* de Tecnologia é o momento do processo onde, geralmente, os participantes envolvem-se em discussões mais contundentes.

Várias opções tecnológicas para atender as saídas dos *Workshops* de Mercado e Produto podem surgir e o facilitador deve se esforçar para buscar a convergência das opiniões. No entanto, não deve desprezar as divergências, e sim, armazená-las para análises posteriores.

Adotando a mesma prática dos encontros anteriores, o facilitador revisa as saídas dos *Workshops* 1 e 2, discute os resultados da matriz mercado-produto, apresenta uma visão geral do *Workshop* 3 e seus objetivos.

Em seguida, os participantes são convidados a apontar soluções tecnológicas que atendam os atributos de produtos planejados no *Workshop* de Produto. O objetivo é identificar e priorizar os diferentes componentes tecnológicos que tenham capacidade de formatar os produtos.

Fleury (2007) cita que, adicionalmente, outros recursos necessários ao negócio podem ser considerados se necessário, incluindo competências e perfis, recursos e parcerias.

A dinâmica prossegue com o agrupamento das soluções tecnológicas, por afinidade, em áreas / programas /rotas, distribuídas em uma matriz de análise para ranquear o impacto de cada uma nos atributos de produto. Os participantes devem considerar o potencial de entrega da solução tecnológica diante do desempenho esperado para o produto.

A Figura 27 e a Figura 28 demonstram, respectivamente, o modelo da matriz produto-tecnologia e a integração das duas matrizes (mercado-produto e produto-tecnologia) formando a base do *technology roadmap*.

Atributos de Produtos / Soluções Tecnológicas	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
1.										
2.										
3.										
4.										
5.										
6.										
7.										
8.										
9.										
10.										
11.										

Figura 27 - Matriz produto-tecnologia
Fonte: Adaptado de Phaal et al. (2001a)

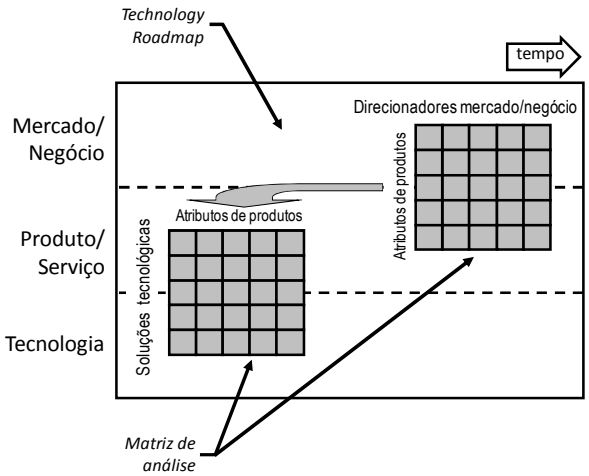


Figura 28 - Integração entre mercado/negócio, produtos/serviços e soluções tecnológicas
Fonte: Adaptado de Phaal et al. (2001a)

A condução das dinâmicas utiliza técnicas informais de *brainstorming* e as ferramentas utilizadas são *flip charts* e planilhas eletrônicas.

Antes do término do encontro são elencadas as lacunas de conhecimento em relação às soluções tecnológicas existentes.

O facilitador deve preparar um resumo das saídas e integrá-lo aos resultados dos *Workshops* 1 e 2. O resultado de todo o processo deve ser distribuído aos envolvidos antes do próximo encontro, pois servirá como recurso essencial para as atividades finais do *roadmapping.* Em conjunto com os resultados, também é enviada a agenda do *Workshop* de Mapeamento.

3.3.5 *Workshop* 4 – Mapeamento

O último encontro do processo de aplicação do método TRM une as perspectivas de Mercado, Produto e Tecnologia em um único referencial, consolidando os resultados obtidos nos *Workshops* anteriores.

O facilitador abre o encontro apresentando a revisão de todas as saídas e a visão geral do encontro e seus objetivos.

Os participantes devem aproveitar a oportunidade para fazer questionamentos e considerações como forma de contribuir ainda mais para o processo. Portanto, é importante que o patrocinador participe desse encontro, debatendo, negociando e validando as decisões tomadas pelo grupo.

Passada a introdução, inicia-se a atividade de mapeamento da seguinte forma:

- O formato do *roadmap* e a granularidade dos eixos horizontais que o compõe são confirmados;
- Os marcos[20] do horizonte temporal são qualificados e definidos;
- O nível de Mercado é preenchido com os direcionadores de mercado e de negócio;
- O nível de Produto é preenchido com os produtos e suas evoluções;
- O nível de Tecnologia é preenchido com as soluções tecnológicas;
- Outros recursos identificados são inseridos, caso tenham sido considerados;
- As dependências entre os níveis são desenhadas, ligando os conteúdos dos níveis.

O mapeamento é uma atividade em grupo. Logo, todos devem se envolver na construção da figura final.

A dinâmica adotada deve prever uma tela com o formato determinado do *roadmap* fixada em uma parede e o grupo deve ser estimulado a preencher os Post-it® com os conteúdos dos níveis, posicioná-los na tela e desenhar as ligações de dependências existentes entre eles.

Após essa atividade, os envolvidos, incluindo o patrocinador e o facilitador, envolvem-se em debates para avaliar a figura final, considerando os objetivos esperados.

---

[20] Unidade de tempo que corresponde ao curto, médio e longo prazo, ou aos prazos definidos para o *roadmap.*

O *Workshop* se encerra com a revisão do processo, confirmação das necessidades de conhecimento e definições sobre a evolução do projeto. O grupo deve refletir e analisar as lições aprendidas, propondo, se possível, melhorias ao facilitador e patrocinador.

3.3.6 Considerações finais

Este capítulo forneceu a metodologia proposta para a elaboração dos *roadmaps* com o intuito de estabelecer o detalhamento das atividades e as ferramentas de cada etapa. O objetivo foi tomá-la como base para permitir a aplicação do método TRM no CTS Ambiental e, posteriormente, replicar nos outros Centros de Tecnologia do SENAI-RJ.

O principal resultado é a geração de *roadmaps* com **ênfase no aperfeiçoamento e desenvolvimento de serviços para a área ambiental**, que apoiem o desenvolvimento do planejamento tecnológico desse Centro de Tecnologia.

O ponto de partida foi explorar o processo de aplicação presente no guia *T-Plan* e adaptá-lo, quando necessário, ao objeto de interesse. Dessa forma, o método proposto neste trabalho baseou-se nas etapas ensinadas por Phaal et al. (2001a), pois é considerado simples e detalhado para quem deseja fazê-lo pela primeira vez.

Capítulo 4 - Aplicação do método TRM no CTS Ambiental

4.1 Apresentação

O objetivo deste capítulo é descrever a aplicação do método TRM no CTS Ambiental, demonstrando o detalhamento das atividades e ferramentas de cada etapa, as necessidades de adaptação e os resultados obtidos.

As informações apresentadas são fruto das anotações do pesquisador e dos documentos gerados durante a aplicação do método. Porém, os nomes dos representantes das empresas e alguns dados não são mostrados para manter a confidencialidade.

Como forma de se evitar grandes distorções dos resultados, adotou-se uma postura neutra e imparcial durante todas as atividades do estudo de caso.

O capítulo está dividido conforme as etapas de aplicação do método TRM descritas na metodologia apresentada no Capítulo 3.

4.2 Elaboração do *Roadmap* do CTS Ambiental

Ao traçar o objetivo estratégico de elevação do patamar tecnológico dos Centros de Tecnologia do SENAI-RJ, a Diretoria de Inovação e Meio Ambiente (DIM) do Sistema FIRJAN determinou a Gerência de Produtos e Processos Tecnológicos (GPT) como a responsável por alcançar esse desafio.

Dessa forma, desde o início da elaboração da metodologia, o Gerente e a Coordenadora de Produtos[21] da GPT foram identificados como patrocinador e facilitador do processo, respectivamente. Ambos atenderam às principais características de perfil mencionadas no capítulo anterior deste trabalho.

---

[21]A Coordenadora de Produtos da GPT é a autora desse trabalho de pesquisa. Ela acompanhou todas as atividades do método e orientou os envolvidos quanto a aplicação das ferramentas, ao mesmo tempo em que anotou os fatos e arquivou os resultados.

A iniciativa de pesquisa no CTS Ambiental apresentou alguns fatores relevantes que influenciaram em adaptações na execução das atividades e precisaram ser assumidas para atender a realidade da organização. A primeira adaptação referiu-se ao processo de aplicação do método TRM.

Ao se debruçar sobre a metodologia apresentada no Capítulo 3, tomando como base o processo de aplicação proposto por Phaal et al.(2001a), percebeu-se que as reuniões de reflexão recomendadas deveriam fazer parte do processo como encontros fundamentais e não somente quando necessários. Esta constatação baseou-se em três aspectos: a primeira tentativa de aplicação do método, a necessidade de analisar as saídas dos *workshops* e a necessidade de analisar outras possibilidades de condução dos *workshops*.

Logo, decidiu-se desenvolver um modelo, denominado Modelo MRT SENAI[22], redesenhando o processo de aplicação. A Figura 29 apresenta o modelo concebido.

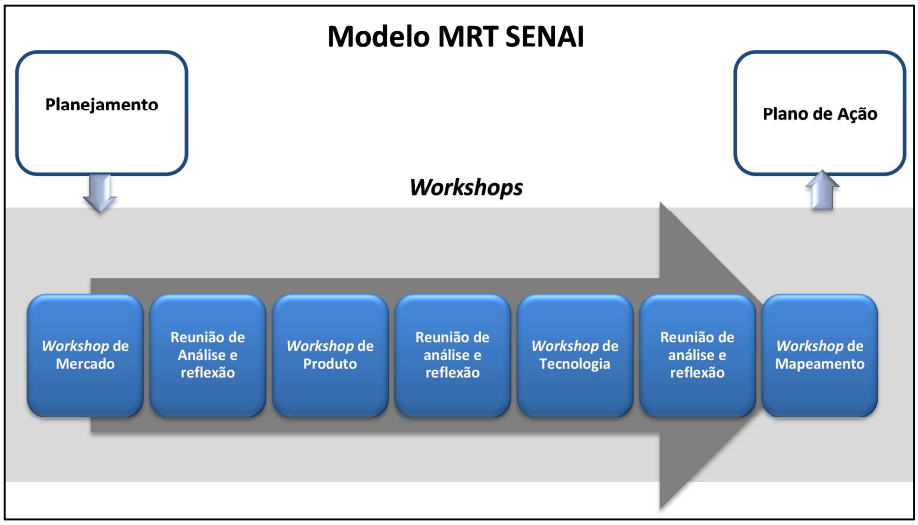


Figura 29 - Modelo MRT SENAI
Fonte: Elaboração própria.

[22] A sigla MRT, utilizada no nome do modelo, significa Mapa de Rotas Tecnológicas. Essa tradução do termo *roadmap* foi necessária para melhor entendimento do método pelos colaboradores da empresa.

As etapas de Planejamento e *Workshops* são exploradas neste capítulo. A etapa Plano de Ação não será explorada, porque se refere a aspectos intrínsecos à empresa e, portanto, são confidenciais.

A unidade de análise foi outra variável definida durante a elaboração do modelo. O patrocinador, com apoio do facilitador, conduziu uma reunião formal com a presença da Diretora de Inovação e Meio Ambiente e apresentou informações relevantes sobre os Centros de Tecnologia do SENAI-RJ, que culminaram na decisão de aplicar a metodologia no CTS Ambiental.

A escolha foi embasada em três aspectos principais: relevância das questões ambientais em nível mundial, intenção de investimentos previstos para o Estado do Rio de Janeiro pelo setor produtivo, mapeadas pelo documento Decisão Rio Investimentos 2010-2012[23], e necessidade de reorganização da infraestrutura do Centro para melhor atendimento às demandas das empresas.

Ainda, durante a reunião formal, demonstrou-se a necessidade de alto comprometimento durante o processo ao ser considerado todo o portfólio de produtos do CTS Ambiental, em função do impacto no detalhamento e no esforço das atividades.

Phaal, Farrukh e Probert (2010) recomendam que a área de aplicação esteja focada em um produto ou, no máximo, em uma família de produtos. Segundo os autores, se a unidade de análise for muito específica, a aplicação pode se tornar trivial em termos de conteúdo e aprendizado, mas, por outro lado, se for muito ampla, pode ser muito complexa e de difícil realização.

A partir da definição dessas três variáveis, iniciou-se, então, a aplicação do método TRM e as suas etapas são apresentadas nos próximos itens.

---

[23] O documento Decisão Rio Investimentos 2010-2012 é uma pesquisa, realizada desde 1995, sobre as intenções de investimentos no Estado do Rio de Janeiro, junto aos investidores, para um período prospectivo de três anos. Mais informações podem ser encontradas em www.firjan.org.br

4.2.1 Planejamento do CTS Ambiental

O primeiro passo do planejamento foi a definição da arquitetura para a construção do *roadmap.*

Conforme citado no Capítulo 2, o formato adotado foi o proposto por EIRMA apud Phaal et al. (2003). Este formato “genérico” compreende os níveis mercado, produto e tecnologia e permite a exploração de cada nível com a conexão entre os subníveis, facilitando a visão integrada.

A decisão baseou-se nas classificações apresentadas no guia *T-Plan*, nos direcionadores estratégicos do próprio ambiente da aplicação (CTS Ambiental) e na melhor compreensão da figura final.

O segundo passo foi à delimitação do horizonte temporal. Analisando o contexto, definiu-se o período temporal de cinco anos (2011-2015), como o tempo mínimo justificável para ações e investimentos voltados ao planejamento tecnológico.

A fixação dos marcos temporais do *roadmap* (por exemplo, curto prazo, médio prazo e longo prazo) não foi feita durante o planejamento, e sim, no *Workshop* de Mapeamento. Isso permitiu a utilização dos resultados obtidos e dos conhecimentos dos especialistas, ao longo do processo, como norteadores na determinação.

O terceiro passo do planejamento foi a escolha dos participantes. Decidiu-se contemplar representantes de várias áreas do Sistema FIRJAN, que possibilitassem a criação de um ambiente multifuncional cooperativo. Logo, a lista dos participantes incluiu especialistas do CTS Ambiental e de várias áreas, como: áreas institucionais de meio ambiente, inovação e desenvolvimento econômico, área de produtos tecnológicos e área comercial.

Além dos especialistas internos, o patrocinador entendeu ser necessário incluir especialistas externos à organização nos *Workshops* de Mercado e de Tecnologia por serem momentos do processo onde as discussões tendem a ser

mais determinantes. A lógica foi permitir a integração de informações relevantes e ampliar o escopo da análise com visões externas ao CTS Ambiental.

O convite aos especialistas externos foi feito pelo facilitador e formalizado através de *e-mail*. A lista, elaborada pelos especialistas do Centro, considerou diferentes perfis para o *Workshop* de Mercado e para o *Workshop* de Tecnologia. Para o primeiro buscou-se profissionais das áreas de mercado (estratégia de mercado, marketing e comercial), enquanto para o segundo foram convidados acadêmicos, pesquisadores e especialistas das áreas de inovação e tecnologia das empresas.

O quarto passo foi a definição do cronograma de realização dos *Workshops*, que considerou a disponibilidade dos organizadores, dos participantes internos, e também, a necessidade de realização sequencial dos encontros. Dessa forma, determinou-se a realização em quatro meses, com a periodicidade, aproximada, de trinta dias entre os *Workshops*.

Em seguida, realizou-se uma reunião com os participantes internos, com duração de quatro horas, onde foi apresentado o método TRM, os objetivos da organização, o cronograma de realização do processo e as responsabilidades de todos. A duração dos encontros e a agenda das atividades também foram planejadas e informadas aos participantes.

As três últimas definições, mas não menos importantes, da etapa de planejamento foram o local de realização do *Workshop* de Mercado, a forma de condução das dinâmicas e os materiais e ferramentas.

Com o objetivo de aumentar a adesão e a dedicação dos participantes durante a realização das atividades, o patrocinador resolveu organizar o primeiro *Workshop* em um local externo às instalações do Sistema FIRJAN. Os locais de realização dos *Workshops* subsequentes foram decididos nas reuniões intermediárias de análise e reflexão.

Em relação aos materiais e ferramentas, a intenção inicial foi manter o uso de *flip charts*, Post-it® e planilhas esquemáticas. Porém, decidiu-se utilizar o *software MindManager*[24], versão 8 de 2008, como suporte a discussão e consenso dos participantes, durante as dinâmicas de *brainstorm*.

A decisão em adotar o *MindManager* foi tomada em função de bons resultados obtidos, em experiências anteriores, na condução de atividades semelhantes. O programa permite a visualização rápida, organização e conexão das ideias e informações capturadas, além de facilmente se integrar a outros programas de computador.

Antes de iniciar o *Workshop* de Mercado, elaborou-se um resumo sobre o método TRM, os objetivos da empresa e o cronograma de realização dos eventos e distribuiu-se junto com a agenda do primeiro encontro para os participantes internos. Os dois documentos são encontrados nos Apêndice A e Apêndice B, respectivamente.

As saídas dessa etapa foram descritas em dois documentos formais: uma planilha contendo as decisões sobre as variáveis e uma lista dos participantes. A Figura 30 apresenta os dois arquivos localizados no diretório criado para controle do projeto.

---

[24] *MindManager* é um *software* comercial, da empresa Mindjet Corporation, para apoio ao desenvolvimento de mapas mentais. Os mapas criados são baseados no método elaborado por Tony Buzan. Mais informações podem ser obtidas em http://mindmanager.com.br/new/.

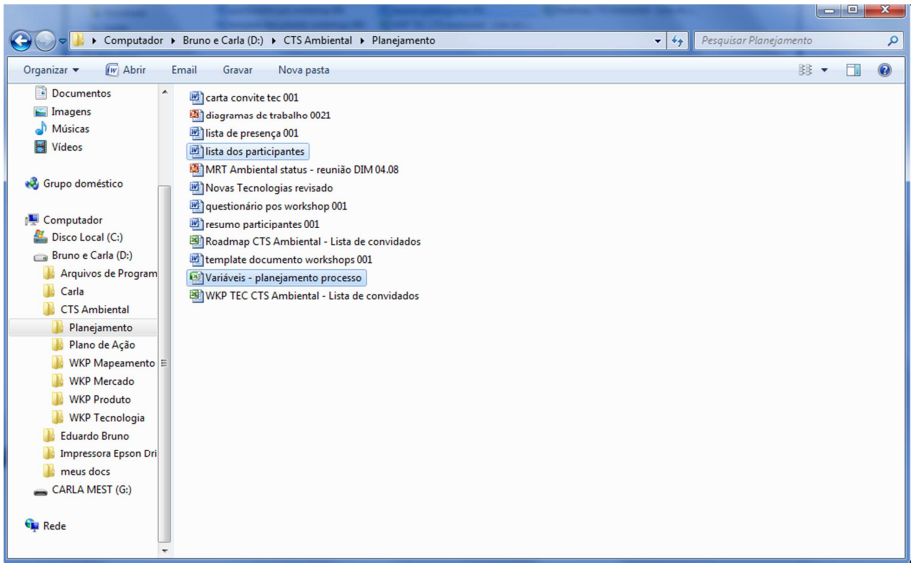


Figura 30 – Estrutura do diretório para controle do projeto
Fonte: Elaboração própria.

4.2.2 *Workshop* 1 – Mercado

O *Workshop* de Mercado caracterizou-se como sendo o momento mais importante da aplicação do método TRM para o CTS Ambiental, confirmando assim a abordagem *market pull* definida como premissa para elaboração da metodologia apresentada no Capítulo 3.

O intervalo entre a etapa de planejamento e a realização deste *workshop* foi de dois meses, período em que foram convidados vários especialistas externos para compor a equipe de trabalho.

A lista final compreendeu, além dos oito participantes internos, mais seis representantes de importantes empresas: VALE, PETROBRAS, QUATTOR, CSA, BNDES e SENAI-BA[25].

Com a presença dos representantes das empresas, o *Workshop* contou com a presença de quatorze especialistas, o que, segundo Phaal et al. (2001a), é um

[25] SENAI-BA é a sigla utilizada para representar o SENAI do Estado da Bahia.

número adequado de participantes e os resultados obtidos podem ser considerados relevantes.

Com relação a duração das atividades, apesar do guia *T-Plan* sugerir a realização em meio dia, optou-se por considerar um dia e meio. A principal razão foi a presença de especialistas externos e a necessidade de manter a confidencialidade das informações do CTS Ambiental. Portanto, a programação foi feita separando as atividades ligadas ao mercado e as atividades ligadas ao negócio.

A primeira atividade consistiu em uma introdução com a apresentação de conceitos de gestão tecnológica e *roadmapping*, do Modelo MRT SENAI e dos objetivos gerais. Esta atividade foi de fundamental importância para integrar os convidados aos especialistas internos.

Passada a introdução, iniciou-se a primeira dinâmica: a identificação das dimensões de desempenho de produto.

O facilitador conceituou para o grupo envolvido as dimensões de desempenho que formam o produto, conforme citado no item 3.3.2 do Capítulo 3, e, assim, iniciou-se o *brainstorming*. Com o suporte do *software MindManager*, os aspectos citados pelos participantes foram sendo coletados.

A seguir são apresentadas as telas do *software* utilizadas para a construção do diagrama resultante da dinâmica.

A tela inicial do *MindManager* apresenta como ponto de partida a caixa *central topic* para a construção de mapas.

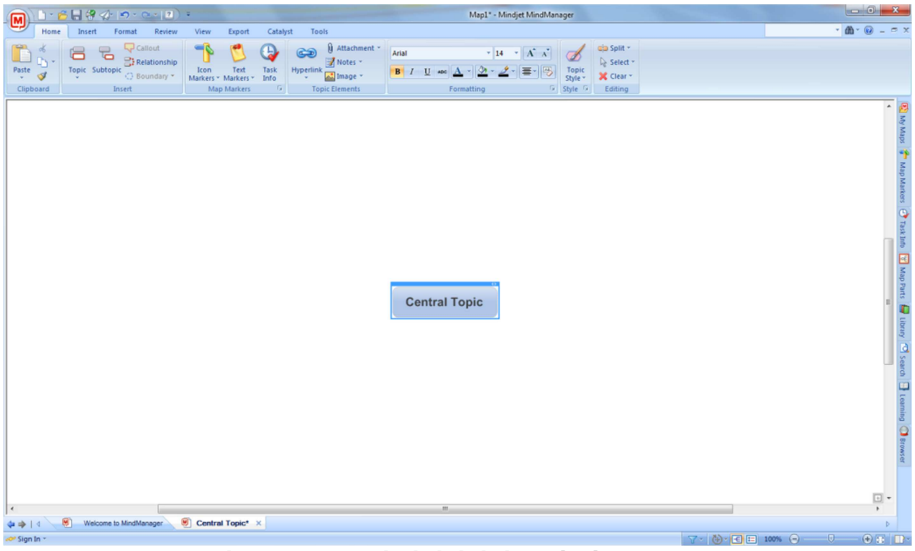


Figura 31 - Tela inicial do *MindManager*

Ao clicar sobre a caixa *central topic*, habilitou-se a edição para a inserção do tema principal do *brainstorm.*

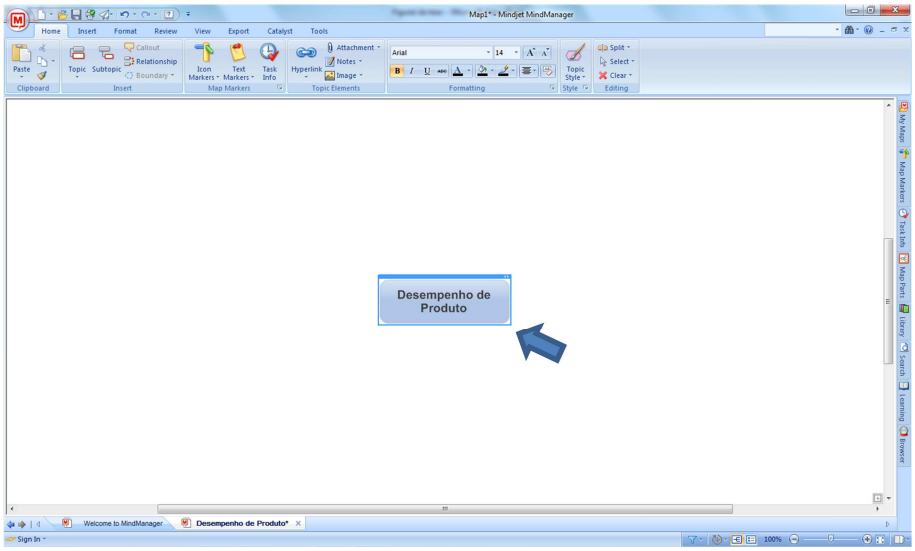


Figura 32 – Inserção do tema principal do *brainstorm*

Ainda com a caixa central selecionada, utilizaram-se as teclas *enter* e *insert* do teclado para adicionar os tópicos e subtópicos da discussão. Também, foram alteradas as cores dos boxes e do texto para facilitar a identificação entre este e os outros temas.

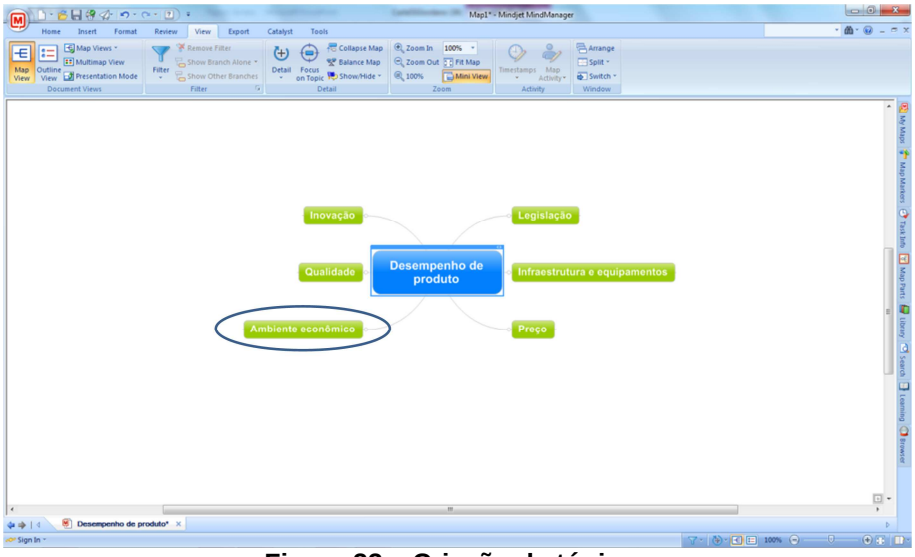


Figura 33 – Criação de tópicos

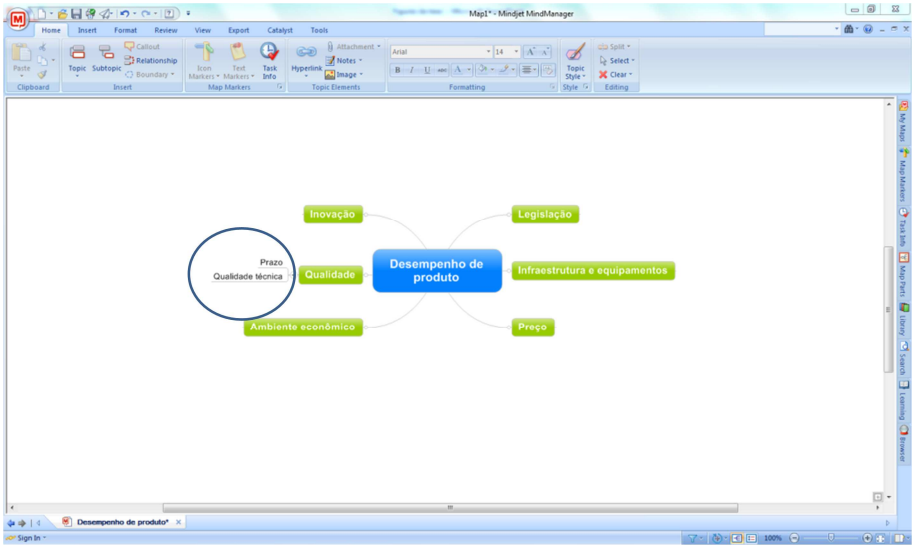


Figura 34 – Criação de subtópicos

Antes de finalizar, setas foram inseridas para evidenciar as correlações entre os diversos tópicos e subtópicos.

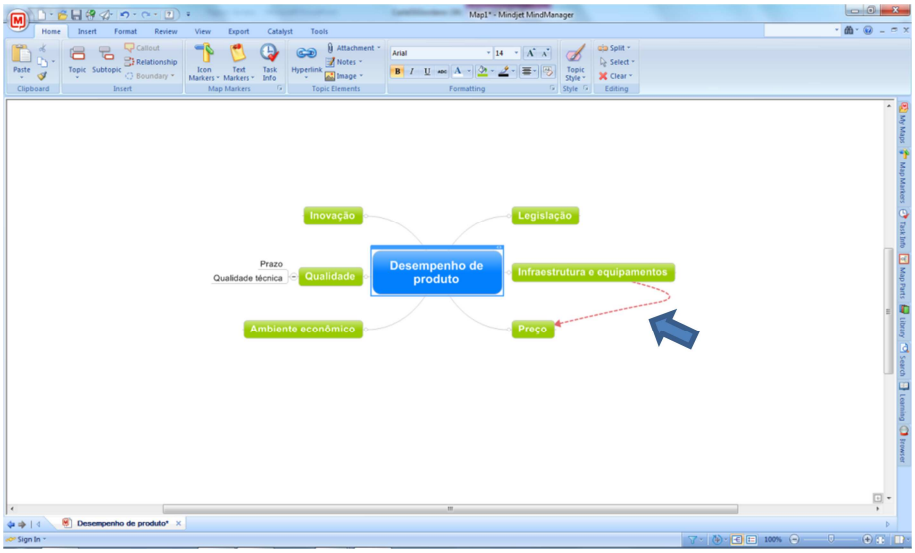


Figura 35 – Criação das correlações entre os tópicos

Ao final, obteve-se uma figura na forma de um diagrama (Figura 36).

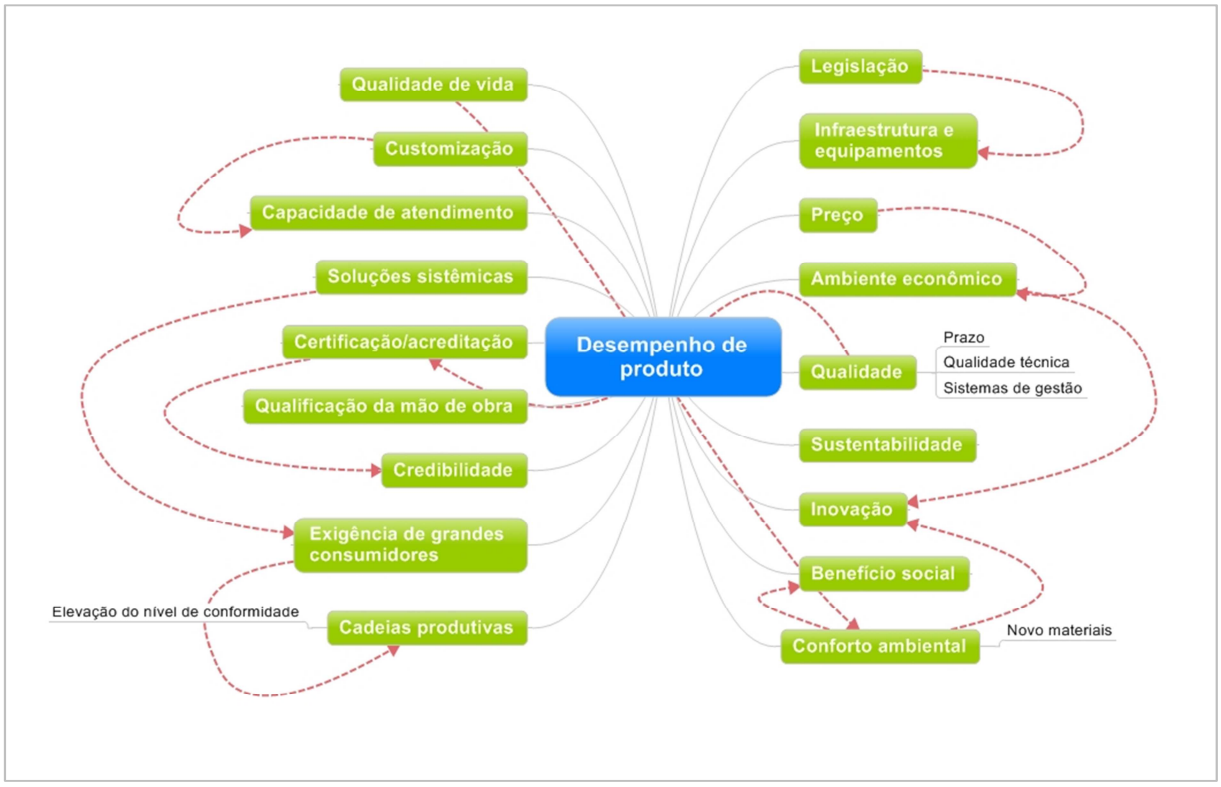


Figura 36 – Diagrama resultante da discussão de dimensões de desempenho de produto
Fonte: Elaboração própria

Apesar de esclarecido o significado do termo “dimensão de desempenho” que formam o produto, em vários momentos o grupo elencou itens que, pela análise, estariam mais relacionados a direcionadores de mercado e atributos de produto.

Uma possível explicação é o fato dos produtos do CTS Ambiental serem serviços, o que torna a caracterização mais complexa. Outro aspecto, que pareceu ser relevante nas discussões, é o fato de a área ambiental ser transversal e ter múltiplas interfaces com as esferas tecnológica, social e econômica. Esta reflexão pode ser observada na figura a seguir, com o rearranjo dos itens presentes na Figura 36.

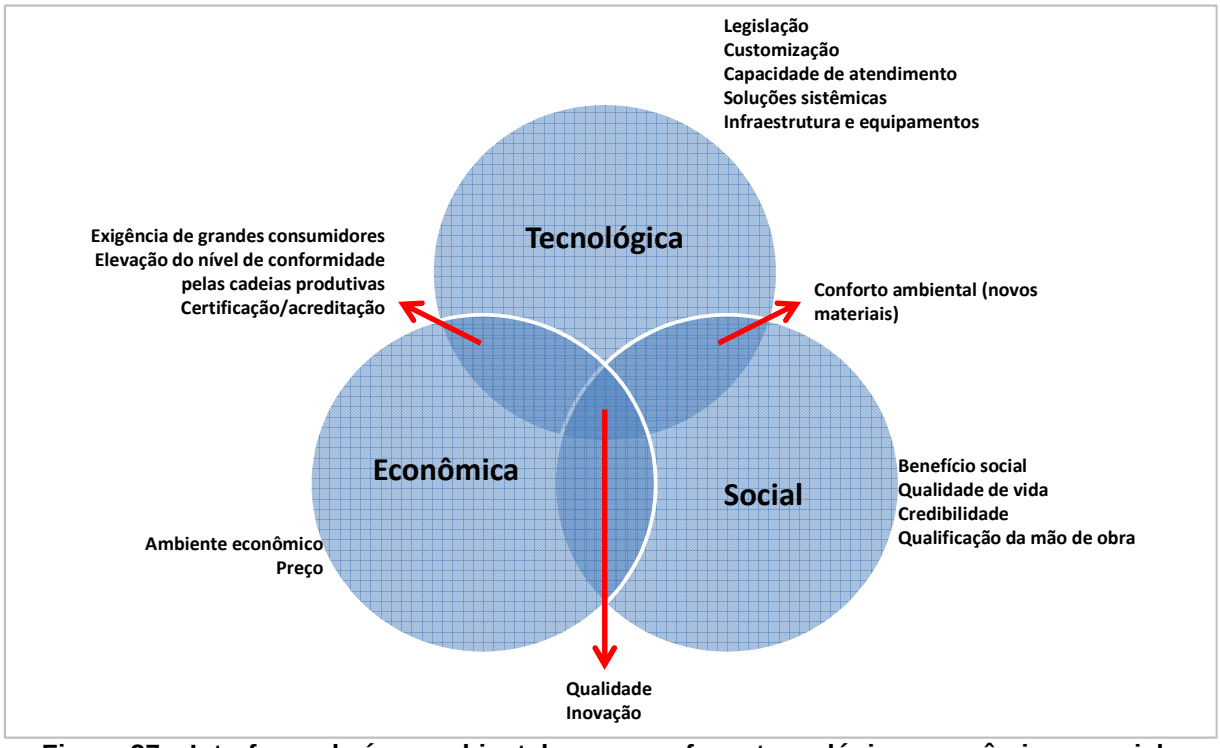


Figura 37 – Interfaces da área ambiental com as esferas tecnológica, econômica e social.
Fonte: Elaboração própria

Apesar de alguns itens terem sido posicionados em uma esfera ou outra, o que se pode perceber é o dinamismo e a correlação entre eles. Um exemplo seria o item **conforto ambiental**, que tem como objetivo adequar novos materiais aos projetos construtivos e atender a necessidades ambientais (visuais, acústicas e de

qualidade do ar interno e externo). Outros dois exemplos seriam os itens **qualidade** e **inovação** que influenciam as três esferas.

De qualquer forma, tentou-se esclarecer o significado de cada um dos termos, por meio de exemplos, para que os dados usados estivessem de acordo com o método. No entanto, esse pode ser um sinal da necessidade de incluir alguma etapa que enfatize a diferenciação entre esses aspectos quando o produto tratar-se de um serviço.

As “dimensões de desempenho” identificadas formaram a base sobre a qual as atividades da etapa subsequente – o *Workshop* de Produto - foram definidas.

A segunda atividade desenvolvida foi a determinação dos direcionadores de mercado para a área ambiental. Para tanto, enunciou-se o conceito definido pela GPT de acordo com as diretrizes do SENAI-RJ: *“Os direcionadores de mercado são eventos, acontecimentos ou ações que movimentam o mercado e orientam a dinâmica do seu comportamento”.*

Compreendido o conceito, os participantes apontaram diversos direcionadores, que, durante as discussões, foram agrupados por afinidade em temas e selecionados quanto ao grau de influência na área ambiental (alto, médio e baixo). Os direcionadores de baixa influência foram descartados da análise. A Tabela 2 apresenta os direcionadores que foram considerados.

Tabela 2 – Direcionadores do mercado ambiental

Direcionador de mercado	*Tema*
- Pré-sal - Aumento do consumo de energia ligado ao crescimento econômico - Dificuldade de implantar empreendimentos convencionais de geração de energia (hidrelétricas e termelétricas) - Vendas, fusões e aquisições de empresas.	**Cenário econômico**
- Critérios técnicos mais exigentes para utilização de combustíveis fósseis - Atendimento a requisitos legais - Sanção do marco regulatório da Política Nacional de Resíduos Sólidos - Legislações mais restritivas (limites de detecção)	**Legislação**
- Aquecimento global e seus impactos - Acidentes com impactos ambientais	**Impactos ambientais**
- Produção mais Limpa	**Sustentabilidade**
- Exigência da gestão ambiental pelo consumidor, governo e sociedade. - Barreiras técnicas não tarifárias a exportação (ISO 14000) - Substituição de derivados de petróleo por fontes renováveis	**Exigências de demanda**
- Novos investimentos públicos e privados em saneamento - Investimento eminfraestruturas de grande porte	**Investimentos**

Fonte: Elaboração própria

Os direcionadores de mercado presentes na Tabela 2 refletem, sobretudo, o momento da análise, o conhecimento e a experiência dos envolvidos, não devendo ser considerados como os únicos direcionadores para área ambiental.

A última atividade do primeiro dia de trabalho foi a determinação dos mercados.

Os participantes, através da técnica de *brainstorming,* elencaram mercados onde o CTS Ambiental já atua e novos mercados. Em seguida, considerando a segmentação de mercados definida pela área comercial do SENAI, estes foram agrupados em **mercado de atuação** e **mercado-foco**.

Para tanto, as definições são apresentadas:

- **Mercado de atuação** – refere-se ao mercado onde o Centro de Tecnologia está inserido e competindo com diversas empresas, cada uma possuindo uma proporção do *market share*[26] e com ligeiras diferenciações entre seus produtos.
- **Mercado-foco** – refere-se a um grupo específico de empresas reunidas pelas suas semelhanças em características e necessidades. Dessa forma, os produtos do Centro de Tecnologia são desenvolvidos para atendê-las de forma mais eficaz e obterem maior participação dentro do mercado.

A Figura 32 apresenta os mercados resultantes do agrupamento realizado pelos participantes. A construção do diagrama foi feita com o suporte do *MindManager*, seguindo mesmo passo a passo mencionado para a dimensão de desempenho de produto.

Os mercados destacados na cor laranja representam os mercados classificados com **mercados-foco**. Enquanto aquelas destacadas em azul escuro representam os **mercados de atuação**.

[26] O *market share* define a participação no mercado de determinada empresa, serviço ou produto em seu segmento. Sua medida quantifica em porcentagem a fatia do mercado dominado por uma organização. Mais informações podem ser encontradas em KOTLER, P. (2000).

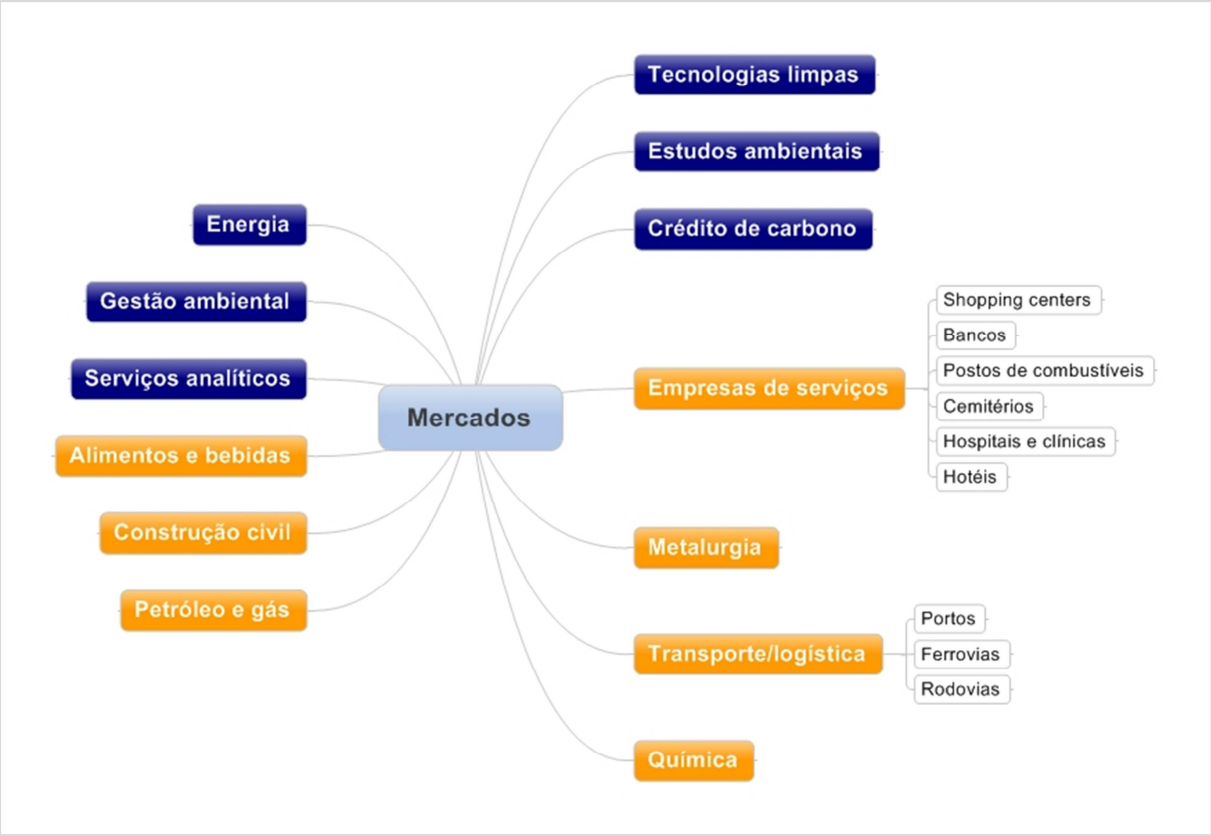


Figura 38 – Mercados de atuação e mercados-foco
Fonte: Elaboração própria

A priorização dos mercados para o desenvolvimento do *roadmap* do CTS Ambiental foi conduzida apenas no segundo dia de trabalho, pois o patrocinador entendeu que esta ação deveria considerar os direcionadores de negócios da empresa e ser feita sem a presença dos especialistas externos.

O segundo dia reuniu apenas os colaboradores internos. O encontro foi iniciado com a conceituação de direcionadores de negócio, segundo o Planejamento Estratégico do Sistema FIRJAN (2010-2014): *"Os direcionadores de negócio são ações que devem refletir e sublinhar as motivações, necessidades e benefícios para os clientes e para o Sistema FIRJAN".*

Em seguida, analisaram-se as estratégias da organização e foram identificados os direcionadores de negócio que, somados aos direcionadores de mercado, definiram quais mercados tornar-se-iam a base para o CTS Ambiental

atuar. Os direcionadores de negócio não são descritos devido a necessidade de confidencialidade.

Assim, foram escolhidos os **mercados de atuação** e não os **mercados-foco**. A lógica utilizada diz respeito, principalmente, ao fato da área ambiental ser transversal a vários segmentos de mercado. Logo, os investimentos não ficam restritos a um segmento específico e a possibilidade de diversificá-los é maior. No caso dos **mercados-foco** existe uma restrição natural e os investimentos realizados, normalmente, só atendem ao segmento a que se destinam.

Além disso, também se levou em consideração a natureza dos produtos do SENAI-RJ: serviços tecnológicos (consultorias, pesquisa aplicada e serviços laboratoriais) e serviços de educação. Esta característica permite direcionar o escopo dos serviços de acordo com o **mercado-foco**. O contrário, por sua vez, nem sempre é possível.

Depois de selecionados, os **mercados de atuação** foram priorizados. A equipe envolvida optou por quatro mercados para o desenvolvimento do primeiro *roadmap* do CTS Ambiental:

- **Gestão Ambiental;**
- **Estudos Ambientais;**
- **Serviços Analíticos;**
- **Energia.**

Os critérios utilizados para a priorização foi o “Balanço entre os direcionadores de mercado”, a “Ampliação da atuação do CTS Ambiental” e o “Aproveitamento da infraestrutura instalada”.

Os mercados de Gestão Ambiental, Estudos Ambientais e Serviços Analíticos atenderam aos três critérios acima descritos e demonstraram claro potencial para crescimento. O mercado de Energia, por sua vez, é um mercado novo para o CTS Ambiental e foi escolhido em função, principalmente, dos direcionadores de

mercado, apresentados na Tabela 2, e da possibilidade de aproveitamento da infraestrutura atual[27].

Apesar dos autores britânicos recomendarem a realização de uma análise SWOT, o patrocinador decidiu não fazê-la em função do tempo disponível.

A última atividade foi a identificação das lacunas de conhecimento de mercado e a definição de ações (o que, quem, quando) para complementar essas lacunas. Estas também não são apresentadas por serem informações pertinentes ao CTS Ambiental.

Findado o *Workshop* de Mercado, o patrocinador e o facilitador reuniram-se com o Gestor do CTS Ambiental para as devidas reflexões sobre o primeiro encontro.

Os resultados foram confirmados e avançou-se na análise. Os principais condicionantes para o *Workshop* de Produto foram:

- Os participantes serem somente da equipe técnica do CTS Ambiental para manter o foco em produtos;
- O *Workshop* ser realizado em dois dias, com a duração máxima de quatro horas para as atividades, em função de a equipe técnica estar envolvida com outros projetos;
- O local e as datas de realização das atividades.

Além dos entendimentos citados, refletiu-se sobre as atividades descritas pela metodologia para o *Workshop* de Produto e concluiu-se não ser necessário conduzi-las.

---

[27] A infraestrutura atual do CTS Ambiental foi apresentada no item 1.2.1 do Capítulo 1 deste documento.

O motivo para esta decisão foi o fato das atividades já estarem incluídas na “Gestão do Portfólio de Produtos” dos Centros de Tecnologia. Portanto, a equipe técnica do CTS Ambiental já possui experiência em estabelecer e aplicar critérios para a priorização do portfólio de projetos no desenvolvimento de produtos.

Dessa forma, o processo de aplicação foi adaptado em duas atividades (*brainstorming* e seleção/priorização) para cada **mercado de atuação** definido no item 4.2.2. A agenda do *Workshop* de Produto pode ser encontrada no Apêndice C.

Por fim, o facilitador elaborou e distribuiu um resumo dos resultados do *Workshop* de Mercado aos participantes, conforme recomendado por Phaal et al. (2001a).

4.2.3 *Workshop* 2 – Produto

O *workshop* de Produto foi realizado, aproximadamente, trinta dias após o primeiro workshop com a presença do Gestor e da equipe técnica do CTS Ambiental. Os dois encontros realizados caracterizaram-se por discussões menos acaloradas em função da experiência dos participantes e da especificidade dos produtos.

O primeiro encontro iniciou-se com a revisão das saídas do *Workshop* de Mercado e, em seguida, a visão geral e os objetivos para o nível de Produto foi apresentada.

O primeiro aspecto abordado foi a necessidade de serem traçadas, apenas, “plataformas de produto” e não os produtos específicos, visto que esta atividade faz parte do processo de “Gestão de Portfólio” do SENAI-RJ.

É importante esclarecer que o SENAI-RJ utiliza o termo “plataforma de produtos” para grupos específicos de produtos/serviços reunidos pelas suas semelhanças em características. Phaal et al. (2001a) utilizam o termo “família de

produtos” com o mesmo propósito. Além disso, o termo “produtos” para o SENAI refere-se a serviços tecnológicos e serviços de educação profissional.

O segundo aspecto abordado foi a possibilidade de serem desenvolvidas novas áreas de produto, mas também a possibilidade de revisão e ou ampliação das áreas existentes.

Partindo destas duas orientações e das “dimensões de desempenho” que formam o produto, relacionadas no *Workshop* de Mercado, deu-se início a dinâmica dos mercados Gestão Ambiental e Estudos Ambientais.

O detalhamento das dinâmicas do *workshop* não será apresentado por fazerem parte da estratégia de desenvolvimento de produtos do SENAI-RJ. A figura a seguir apresenta o diagrama final obtido para o mercado Gestão Ambiental, através do *software MindManager*, seguindo o mesmo passo a passo demonstrado no item 4.2.2 deste capítulo.

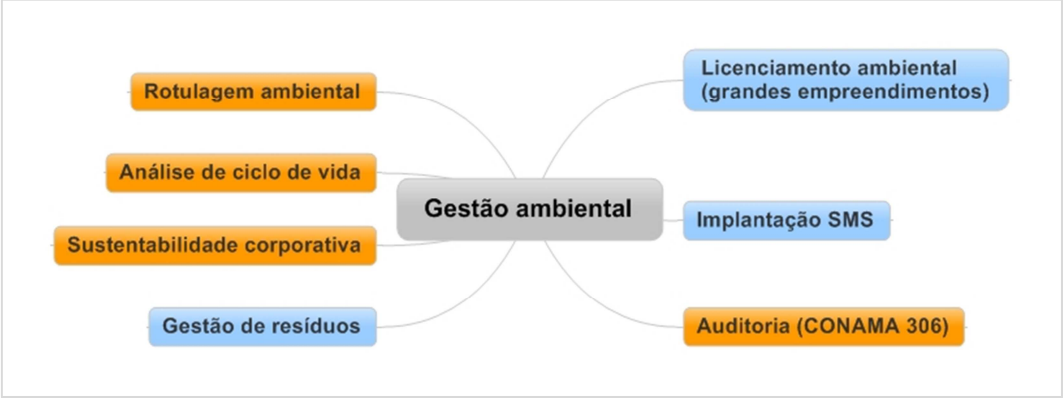


Figura 39 – Plataformas de produto do mercado Gestão Ambiental
Fonte: Elaboração própria.

As plataformas de produto destacadas na cor laranja representam as novas áreas de produto para o CTS Ambiental. Enquanto aquelas destacadas em azul representam áreas em que o CTS Ambiental já atua e possui um ou mais serviços em seu portfólio. Esta observação deve ser considerada para todas as figuras dos mercados subsequentes.

Muitas são as definições, relacionadas na literatura, para as “plataformas de produto” do mercado Gestão Ambiental, porém, a tabela a seguir apresenta as definições, obtidas durante o *brainstorming*, com foco nos especialistas que trataram o assunto para o escopo do trabalho.

Tabela 3 – Definições das "plataformas de produto" para o mercado Gestão Ambiental

Plataforma de produto	Definição
Rotulagem ambiental	Trata-se da certificação de produtos adequados ao uso e que apresentam menor impacto no meio ambiente em relação a outros produtos comparáveis disponíveis no mercado.
Análise de ciclo de vida (ACV)	Metodologia utilizada na avaliação dos efeitos ambientais de um produto, processo ou atividade ao longo de todo o seu ciclo de vida.
Sustentabilidade corporativa	Baseia-se em um novo modelo de gestão de negócios, onde a atuação nas dimensões social e ambiental, aliada a boas práticas de governança, interfere positivamente na dimensão econômica, agregando valor à companhia.
Gestão de resíduos	Conjunto de metodologias com vista a redução não só da produção e eliminação de resíduos, como do melhor acompanhamento durante todo o seu ciclo produtivo.
Licenciamento ambiental (grandes empreendimentos)	Procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia a localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras; ou aquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental, considerando as disposições legais e regulamentares e as normas técnicas aplicáveis ao caso. (Resolução CONAMA nº 237/97)
Implantação SMS	A implantação SMS é realizada nas empresas pela definição de metodologias que forneçam indicadores de desempenho nessas áreas, amparadas por critérios legais e melhores práticas de mercado. O acompanhamento e a avaliação destes indicadores permite a definição de planos de melhoria contínua.
Auditoria (CONAMA 306)	Processo sistemático e documentado de verificação, executado para obter e avaliar, de forma objetiva, evidências que determinem se as atividades, eventos, sistemas de gestão e condições ambientais especificados ou as informações relacionadas a estes estão em conformidade com os critérios de auditoria estabelecidos na Resolução CONAMA nº 306/2002, e para comunicar os resultados desse processo.

Fonte: Elaboração própria

A figura a seguir apresenta o diagrama final obtido para o mercado Estudos Ambientais, através do *software MindManager*, seguindo o mesmo passo a passo demonstrado no item 4.2.2 deste capítulo.

Figura 40 – Plataformas de produto do mercado Estudos Ambientais
Fonte: Elaboração própria.

Todas as plataformas de produto elencadas para o mercado de Estudos Ambientais já estão presentes no portfólio de produtos do CTS Ambiental. Porém, durante a análise identificou-se a necessidade de incorporação de novos produtos. No caso de “Passivos ambientais”, a oportunidade está relacionada a ampliação do escopo de atuação para “Estudos geoambientais” destacada na cor laranja.

Novamente, a tabela a seguir apresenta as definições dos termos presentes na Figura 40, obtidas durante o *brainstorming*, com foco nos especialistas que trataram o assunto para o escopo do trabalho.

Tabela 4 - Definições das "plataformas de produto" para o mercado Estudos Ambientais

Plataforma de produto	Definição
Plano de contingência	O plano de contingência consiste em um documento onde estão definidas as responsabilidades, estabelecidas em uma organização com o intuito de treinar, organizar, orientar, facilitar e uniformizar as ações necessárias às respostas de controle e combate às ocorrências de eventos extremos, que podem resultar em danos sérios a saúde, destruição de propriedades e instalações, paralisação das atividades da organização e danos irreversíveis ao meio ambiente.
EIA/RIMA	O Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) são documentos gerados por uma equipe multidisciplinar que objetivam avaliar os impactos ambientais decorrentes de atividades utilizadoras de Recursos Ambientais consideradas de significativo potencial de degradação, assim como estabelecer programas para monitoramento e mitigação dos impactos.
Estudos geoambientais	Estudos realizados sobre as variáveis ambientais com o objetivo de caracterizar suas condições, assim como definir potencialidades e limitações frente às múltiplas formas de interferência sobre o meio. Os estudos geoambientais podem ser aplicados na avaliação de impactos sobre o meio físico, na recuperação de áreas degradadas, no monitoramento ambiental, em auditorias ambientais e na investigação de passivo ambiental.
Gestão de riscos	A gestão de risco consiste em cultura, processo e estrutura relativos a perceber oportunidades enquanto gerenciam-se efeitos adversos.

Fonte: Elaboração própria

Conforme mencionado no início deste capítulo, os participantes não tiveram dificuldades para chegar a estas conclusões em função da senioridade e do conhecimento específico das áreas em que atuam. Além disso, o nível Produto trata de aspectos mais ligados ao presente e isso facilita a análise.

O segundo dia de trabalho foi desenvolvido uma semana após o primeiro encontro, sob a mesma dinâmica e com os mesmos participantes. As discussões

foram feitas sobre os mercados de Serviços Analíticos e de Energia. Os resultados estão demonstrados a seguir.

Figura 41 – Plataformas de produto do mercado Serviços Analíticos
Fonte: Elaboração própria.

Atualmente, as plataformas “Análises de produtos e matérias-primas” e “Análises de compostos orgânicos” já estão presentes no portfólio de produtos do CTS Ambiental. Porém, durante a análise observou-se a necessidade de incorporação de novos produtos. As plataformas “Monitoramento da biota marinha” e “Análises nível PPT” são áreas em que o CTS Ambiental não atua e destacaram-se pelo potencial de aplicação.

A tabela 5 apresenta as definições dos termos presentes na Figura 41, obtidas durante o *brainstorming*, com foco nos especialistas que trataram o assunto para o escopo do trabalho.

Tabela 5 - Definições das "plataformas de produto" para o mercado Serviços Analíticos

Plataforma de produto	Definição
Monitoramento da biota marinha	Metodologia de coleta de dados biológicos e de observação direta, bem como o levantamento de parâmetros físicos e químicos, para avaliar as possíveis mudanças nos compartimentos do ecossistema marinho.
Análises de compostos orgânicos	Conjunto de métodos analíticos para identificar/quantificar os níveis de compostos orgânicos presentes na atmosfera.
Análises de produtos e matérias-primas	Conjunto de métodos analíticos para identificar produtos e matérias-primas, a partir de normas e regulamentos específicos.
Análises nível PPT	Método analítico com capacidade de identificar elementos com ordem de grandeza parte por trilhão (PPT), determinado por espectrometria de plasma.

Fonte: Elaboração própria

O mercado de Energia foi o que os participantes apresentaram mais dificuldades para definir "plataformas de produtos". Uma das razões identificadas foi o fato de ser um mercado totalmente novo para o Centro e, portanto, nenhum especialista se destacou em conhecimentos mais aprofundados. A Figura 42 apresenta o resultado do *brainstorming*.

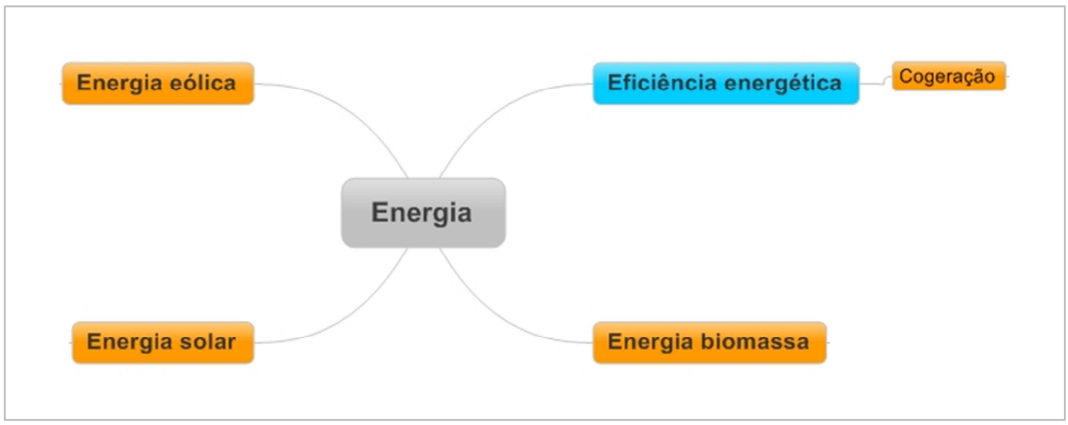


Figura 42 - Plataformas de produto do mercado Energia
Fonte: Elaboração própria.

O CTS Ambiental somente atua na plataforma de “Eficiência energética”. Porém, foi identificada a necessidade de ampliação e incorporação da “Cogeração”.

A tabela 6 apresenta as definições dos termos presentes na Figura 42, obtidas durante o *brainstorming*, com foco nos especialistas que trataram o assunto para o escopo do trabalho.

Tabela 6 - Definições das plataformas de produto para o mercado Energia

Plataforma de produto	Definição
Eficiência energética	Metodologia de coleta de dados biológicos e de observação direta, bem como o levantamento de parâmetros físicos e químicos, para avaliar as possíveis mudanças nos compartimentos do ecossistema marinho.
Energia biomassa	Energia proveniente do processo de combustão de substâncias de origem orgânica produzida e acumulada no ecossistema, constituindo uma fonte renovável de energia.
Energia eólica	A energia eólica é a energia que provém do vento. Embora pouco utilizada, é considerada uma importante fonte de energia por se trata de uma fonte limpa. É gerada a partir de grandes turbinas (aerogeradores) colocadas em locais abertos com boa quantidade de vento.
Energia solar	Proveniente do Sol (energia térmica e luminosa), a energia solar é captada por painéis, formados por células fotovoltaicas, e transformada em energia elétrica ou mecânica.

Fonte: Elaboração própria

O encontro foi finalizado e novamente, o patrocinador, Gestor do CTS Ambiental e o facilitador se reuniram para as reflexões sobre o processo. Confirmados os diagramas de cada **mercado**, elaborou-se um resumo das saídas dos dois encontros do nível Produto para os participantes.

Contudo, notou-se um ponto relevante na realização desta atividade: o Gestor do CTS Ambiental ficou satisfeito com a visão que adquiriu em relação às necessidades dos **mercados**.

Durante a reunião, a decisão de convidar especialistas externos foi confirmada e novas decisões foram tomadas para a adaptação das atividades do *Workshop* de Tecnologia:

- Apresentar os dados do documento da prospecção tecnológica da área ambiental[28], realizada através de um "Painel de Especialistas";
- Realizar o *Workshop* em um dia em função da participação dos especialistas externos.

Novamente, refletiu-se sobre a metodologia e, pelo fato de ter a presença de especialistas externos, as atividades foram segmentadas. Desta forma, decidiu-se realizar o levantamento de soluções tecnológicas com todos os participantes e selecionar e priorizar as soluções, por considerar aspectos inerentes ao CTS Ambiental, somente com a equipe interna.

A agenda elaborada para o *Workshop* de Tecnologia pode ser vista no Apêndice D.

4.2.4 *Workshop 3* – Tecnologia

A decisão de contar com o conhecimento de especialistas externos ao CTS Ambiental teve grande impacto no cronograma de realização do *Workshop* de Tecnologia. E, consequentemente, em todo o processo de aplicação do método TRM para o CTS Ambiental.

A experiência obtida com o *Workshop* de Mercado determinou ser necessário um período mínimo de dois meses para convidá-los. Entre outros motivos, percebeu-

---

[28] O documento de prospecção tecnológica do CTS Ambiental foi elaborado pela Gerência de Desenvolvimento e Inovação (GDI) do Sistema FIRJAN.

se que, normalmente, estes especialistas estão envolvidas em muitas atividades quer seja em seu ambiente de trabalho, quer seja em eventos externos.

Mesmo após dois meses de intervalo e de algumas tentativas, a lista de confirmações não justificava a realização do encontro. Observou-se a ocorrência de muitos eventos na área ambiental e áreas correlatas. Logo, tornou-se difícil conseguir a adesão em uma atividade tipicamente voltada para o planejamento tecnológico do CTS Ambiental.

Uma intervenção, por parte do patrocinador, foi necessária para que as equipes técnicas do CTS Ambiental e da Gerência de Meio Ambiente utilizassem o seu capital relacional e após dois meses, obteve-se a adesão de importantes empresas e instituições, como: PETROBRAS, IMA/UFRJ, CIBA Expert Services, SCHLUMBERGER WATER SERVICES, CHEMTECH, BAYER, PNUMA, ARIA TECHNOLOGIES, COPPE/UFRJ, BRASKEM, Escola Politécnica da UFRJ e EQ/UFRJ.

As atividades foram, então, desenvolvidas por quinze especialistas, incluindo o Gestor do CTS Ambiental.

Após revisão das saídas dos *Workshops* de Mercado e de Produto, apresentou-se a visão geral e o objetivo do encontro. Em seguida, demonstraram-se os resultados do documento da prospecção tecnológica realizada para a área ambiental.

A integração das saídas da prospecção tecnológica com o método TRM foi importante porque ampliou a visão do time envolvido e facilitou a previsão de futuras oportunidades.

Antes de avançar em direção a identificação das soluções tecnológicas, o entendeu-se ser necessário esclarecer o termo “tecnologia” no contexto do método TRM. E remeteu-se a definição de Phaal et al. (2003) apresentada no item 2.2 do Capítulo 1 desse trabalho.

Com o auxílio do software *MindManager*, o grupo foi estimulado a identificar tecnologias que pudessem viabilizar as “plataformas de produtos” relacionadas no *Workshop* 2.

Entretanto, a dinâmica resultou não só em possibilidades tecnológicas, mas também, em cinco ações que foram agrupadas da seguinte forma:

- Desenvolver bases de conhecimentos essenciais;
- Investir em infraestruturas tecnológicas;
- Internalizar conhecimentos em metodologias técnicas, normas e legislação;
- Desenvolver ações integradas com outras áreas do Sistema FIRJAN;
- Estruturar aspectos relacionados a gestão tecnológica do CTS Ambiental.

As planilhas detalhadas com as saídas da dinâmica não são apresentadas devido à confidencialidade de alguns itens. A Figura 37 mostra uma imagem que representa essas planilhas.

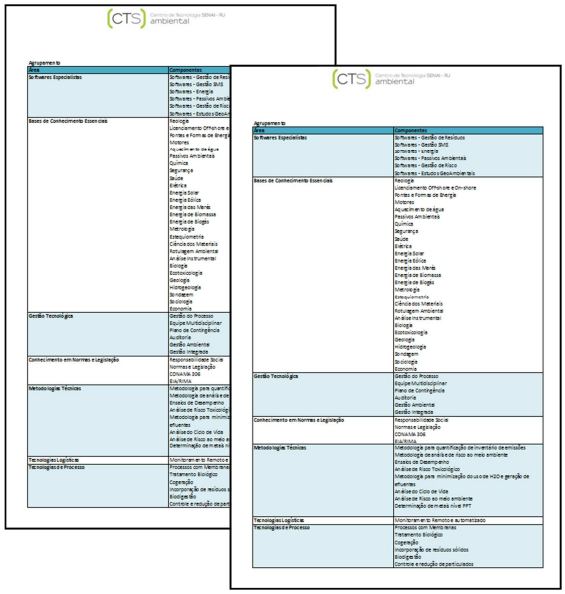


Figura 43 – Planilhas detalhadas com tecnologias e oportunidades
Fonte: Elaboração própria.

Confirmando o que foi mencionado no Capítulo 2, o encontro caracterizou-se por discussões mais firmes porque várias opções tecnológicas foram levantadas. Logo, o tempo disponível não foi suficiente e decidiu-se marcar novo encontro para a atividade de seleção e priorização.

O segundo encontro do *Workshop* de Tecnologia reuniu apenas os colaboradores do CTS Ambiental e, só ocorreu, um mês e meio após o primeiro encontro. As causas remetem-se ao envolvimento com as atividades operacionais rotineiras e com outros projetos estratégicos para o Centro, além da falta de priorização das agendas para o desenvolvimento do *roadmap.*

Durante este período, o patrocinador e o facilitador debruçaram-se sobre os resultados e decidiram definir três critérios para a atividade de priorização. Os critérios, bem como a escala numérica da análise podem ser vistos na Figura 44.

Critério 1 – Nível de maturidade/evolução		**Escala**
Pesquisa experimental	Longo prazo	1
Protótipo/teste/patente	Médio prazo	2
Em comercialização	Curto prazo	3

Critério 2 – Nível de internalização pelo SENAI		**Escala**
Necessidade de formação de rede / parcerias estratégicas	Alta complexidade	1
Aquisição da tecnologia / parcerias simples ou parceiros estabelecidos	Média complexidade	2
Fácil internalização	Baixa complexidade	3

Critério 3 – Nível de investimentos necessários[29]	**Escala**
Alto investimento	1
Médio investimento	2
Baixo investimento	3

Figura 44 - Critérios de seleção e priorização das tecnologias
Fonte: Elaboração própria

[29] A classificação do nível de investimentos em alto, médio ou baixo, considera critérios estabelecidos pelo Sistema FIRJAN.

Antes de iniciar a atividade de seleção e priorização, foram revisadas as saídas do primeiro encontro e foram enunciados os critérios estabelecidos.

Compreendidos os critérios e a dinâmica, o grupo realizou a priorização das tecnologias através de debates conjuntos e os resultados foram coletados em uma planilha eletrônica. O encontro foi finalizado e iniciou-se o trabalho de ponderação das escalas obtidas.

A planilha eletrônica consolidada foi levada à reunião de reflexão e o patrocinador e o Gestor do CTS Ambiental aprovaram os resultados.

Durante a reunião, foram esclarecidas as atividades do último *Workshop* para o Gestor do CTS Ambiental e decidiu-se conduzir o trabalho em três fases: a primeira envolvendo apenas o patrocinador, facilitador e Gestor do CTS Ambiental para a concepção da primeira versão do *roadmap*; a segunda com a presença da equipe para a avaliação técnica; e a terceira com a Diretora de Inovação e Meio Ambiente para validação da figura final.

Esta solução foi necessária para minimizar a falta de tempo para dedicação na elaboração do *roadmap* pelos colaboradores, em função da grande quantidade de projetos nos quais estavam envolvidos.

4.2.5 *Workshop* 4 – Mapeamento

Conforme mencionado anteriormente, o *Workshop* de Mapeamento une as perspectivas de Mercado, Produto e Tecnologia em um único referencial, consolidando os resultados obtidos nos *Workshops* anteriores.

Mesmo tendo dividido a condução das atividades em três encontros, o cronograma de realização foi impactado pelo grande quantidade de atividades que o Gestor do CTS Ambiental estava envolvido. Dessa forma, a primeira reunião para o mapeamento só ocorreu dois meses após o final do *Workshop* de Tecnologia.

Durante este período, produziu-se um quadro de apoio com o formato “genérico” do *roadmap* proposto por EIRMA apud Phaal et al. (2003), compreendendo os níveis mercado, produto e tecnologia. E optou-se pelo uso de Post-it® para permitir a conexão entre os níveis e facilitar a visão integrada.

Ao reunir os resultados dos *Workshops* anteriores, observou-se que consolidar todas as informações em um único *roadmap* tornaria a tarefa árdua e complicada. Além disso, a figura final certamente não seria compreendida em função do excesso de conexões.

Portanto, a primeira decisão radical do mapeamento foi elaborar um ***roadmap* por mercado** e alterar o formato “genérico”, passando os direcionadores externos a compor a primeira camada dos mapas. Além disso, também foi decidido nomear a camada “Produto” como “Plataformas de Produto”. Visto que um dos objetivos do trabalho é demonstrar quais as bases de produtos essenciais para o desenvolvimento do portfólio de produtos do CTS Ambiental.

A outra observação feita pelos envolvidos foi a necessidade de inserção das informações relacionadas às ações que envolvem as pessoas (competências) e os métodos da empresa, fundamentais para as “plataformas de produto”. Com isso, a segunda decisão radical do mapeamento foi inserir em cada *roadmap* uma camada nomeada “Capacidades”.

Confirmada a granularidade do eixo horizontal, os envolvidos iniciaram as atividades de mapeamento e a qualificação dos marcos temporais da análise (2011 a 2015) foi definida na medida em que os mapas foram sendo construídos.

A seguir são apresentadas fotos dos *roadmaps* do CTS Ambiental sendo desenvolvidos pelos participantes da empresa durante o estudo de caso. As Figuras 39 e 40 mostram o processo de mapeamento de um mercado.

Figura 45 – Facilitador auxiliando a elaboração de um *roadmap*
Fonte: Arquivo próprio

Figura 46 – Versão final de um *roadmap*
Fonte: Arquivo próprio

Terminada esta primeira fase, o facilitador reuniu os mapas elaborados e utilizando o *software* Microsoft Office Visio[30], versão 2007, diagramou os *roadmaps* em formato eletrônico. O detalhamento, bem como a análise de cada *roadmap*, será feito no Capítulo 5 desse trabalho.

---

[30] Microsoft Office Visio é um programa de diagramação para o Windows que usa vetores gráficos na criação e visualização de diversas informações (http://office.microsoft.com/pt-br/visio/)

A segunda fase do mapeamento foi realizada após um mês do primeiro encontro e reuniu os colaboradores do CTS Ambiental para avaliar tecnicamente os mapas. Mais uma vez, o facilitador anotou as considerações e gerou uma segunda versão dos *roadmaps.*

Por fim, passou-se a etapa de apresentação dos resultados para a aprovação da Diretoria de Inovação e Meio Ambiente (DIM). Contudo, por conta dos diversos compromissos e das incompatibilidades de agenda, a reunião somente ocorreu dois meses e meio após a segunda fase.

A apresentação final para a DIM abordou o processo de aplicação do método TRM e os resultados finais (*roadmaps*). Todo o conteúdo foi aprovado, porém, entendeu-se como necessária a validação das figuras finais por empresas de referência para garantir a premissa ***market pull*** utilizada durante todo o processo.

A solução encontrada foi a realização de um quinto *Workshop* e a esse denominou-se *Workshop* de Validação. Vale ressaltar que esta foi uma importante adaptação do método apresentado pelos britânicos Phaal et al. (2001a) para o CTS Ambiental.

4.2.6 *Workshop* 5 – Validação

As experiências anteriores, *Workshop* de Mercado e de Tecnologia, em convidar especialistas externos para participar do método TRM, trouxeram algumas lições aprendidas, como:

- Os especialistas externos devem ser convidados com antecedência mínima de dois meses;
- Os eventos relacionados à área ambiental, na data prevista para o encontro, devem ser verificados para evitar conflitos de agendas;
- O capital relacional dos especialistas internos na área ambiental deve ser explorado;
- As atividades previstas para o encontro não devem ser muito extensas.

Consideradas estas lições, iniciativas foram tomadas para possibilitar maior adesão. Primeiramente, um convite formal foi enviado aos especialistas pela Diretoria de Inovação e Meio Ambiente, com antecedência de dois meses e meio da data definida.

A segunda iniciativa referiu-se a programação do evento. Após alguns debates entre o patrocinador e o facilitador, decidiu-se desenvolver questionários estruturados para cada mercado e aplicá-los, presencialmente, aos participantes.

O convite formal e um exemplo do questionário estruturado podem ser encontrados nos Apêndice E e Apêndice F, respectivamente.

O *Workshop* de Validação contou com a presença de quinze representantes de empresas e organizações, como: PETROBRAS, CIBA Expert Services, OMNES DO BRASIL, VALE, MERCK S.A., entre outras.

Após abertura do evento, iniciou-se a dinâmica compreendida em: um primeiro momento para os especialistas responderem aos questionários e outro momento para debates e sugestões.

Terminado o *Workshop* de Validação, compilaram-se todas as considerações e a terceira versão dos mapas do CTS Ambiental foi gerada.

Os *roadmaps* foram, novamente, apresentados em reunião formal para a Diretoria de Inovação e Meio Ambiente e foram aprovados como a base para as atividades de implantação/continuidade do planejamento tecnológico do CTS Ambiental.

4.2.7 Considerações finais

Este capítulo apresentou, de forma detalhada, o processo de aplicação do TRM no CTS Ambiental.

A preocupação foi demonstrar como podem ser estruturadas atividades de colaboração entre especialistas para a construção de *roadmaps* orientados a mercado. Também, procurou-se explicitar todas as necessidades de adaptação do método conforme tratado por Phaal et al. (2001a).

Cabe ressaltar que até o momento da conclusão dessa dissertação, não se teve conhecimento, no Brasil, do método TRM testado dentro de um Centro de Tecnologia tal como formulado neste trabalho.

A presente dissertação procurou superar esta carência, pois, acredita-se que o método *technology roadmapping* possua o potencial para fazer isso, embora ainda não seja totalmente dominado pelas empresas e universidades brasileiras.

Capítulo 5 - Os *Roadmaps*

5.1 Apresentação

Este capítulo dedica-se a apresentar os *roadmaps* do CTS Ambiental. O mapeamento está representado por meio de quatro mapas, correspondendo aos quatro mercados priorizados para a atuação do CTS Ambiental, conforme mostrado na seção 4.2.2 - Gestão Ambiental, Estudos Ambientais, Serviços Analíticos e Energia.

A elaboração de cada “rota tecnológica” é resultado da aplicação da metodologia descrita no Capítulo 3, adaptada à realidade estudada. O conteúdo técnico apresentado foi obtido através de um processo de reflexão envolvendo não somente a equipe técnica interna, mas também, universidades e empresas de referência.

5.2 Estrutura dos *Roadmaps*

Como apresentado na seção 4.2.5, os *roadmaps* do CTS Ambiental foram construídos com base no formato “genérico” proposto por EIRMA apud Phaal et al. (2003), mas também, passaram por adaptações para melhor atender aos objetivos da empresa. Em função disso, a estrutura dos mapas do CTS Ambiental pode ser considerada como uma estrutura singular, porém de fácil replicação para outros centros de tecnologia e institutos de pesquisa.

A Figura 47 apresenta um esboço da estrutura padrão concebida através do *software* Microsoft Office Visio.

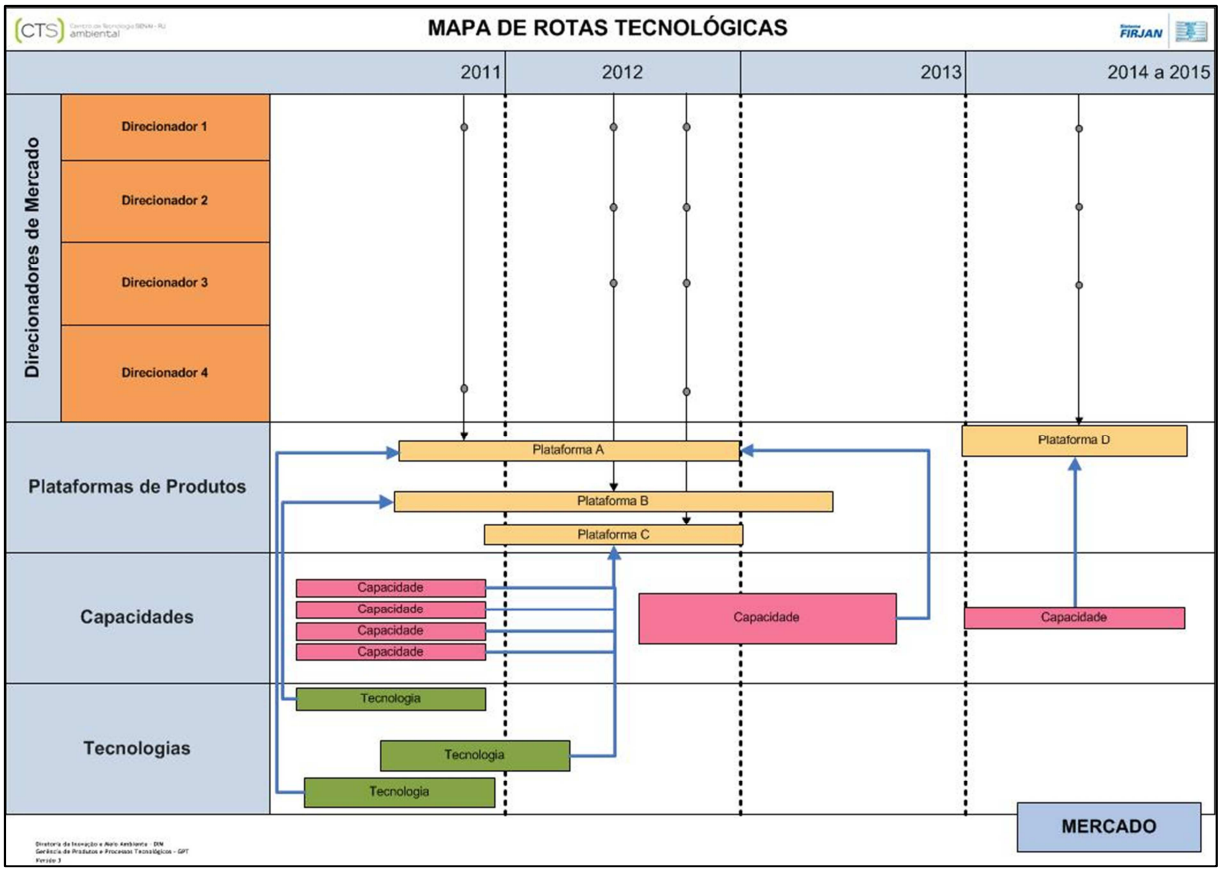


Figura 47 – Esboço da estrutura padrão do *roadmap* do CTS Ambiental.
Fonte: Elaboração própria

Para cada um dos mercados (Gestão Ambiental, Estudos Ambientais, Serviços Analíticos e Energia) foram selecionados os direcionadores externos pertinentes e mais relevantes. Estes eventos são apresentados na primeira camada do eixo horizontal e são ligados às “plataformas de produto” por meio de setas verticais, onde pontos distribuídos ao longo da seta representam em qual plataforma de produto os direcionadores possuem influência.

A segunda camada apresenta o parâmetro-chave “plataformas de produtos” que corresponde aos grupos específicos de produtos/serviços reunidos pelas suas semelhanças em características. Tendo em vista as questões ambientais, foram definidas plataformas com potencial para desenvolvimento de serviços.

O parâmetro-chave “capacidades” corresponde às ações que devem ser desenvolvidas, envolvendo pessoas (competências) e métodos, para o desenvolvimento das plataformas de produto. Este parâmetro caracterizou-se como

fundamental para o CTS Ambiental, visto que a prestação dos serviços está diretamente ligada ao capital intelectual e aos processos da empresa.

A quarta e última camada do *roadmap* apresenta o parâmetro-chave “tecnologia” e corresponde aos equipamentos, *softwares* e metodologias técnicas que permitem a internalização das plataformas de produtos.

É importante ressaltar que as “capacidades” e as “tecnologias” são apresentadas de forma condensada, em função da necessidade de confidencialidade.

As “plataformas de produto”, “capacidades” e “tecnologias” são representadas por retângulos de cores e tamanhos diferentes. As cores foram utilizadas para indicar a qual camada o retângulo pertence e propiciar uma melhor compreensão do mapa. A extensão dos retângulos indica, ao longo da linha do tempo, o período previsto entre o início e o término do desenvolvimento das “plataformas” e da internalização das “tecnologias” e “capacidades”.

Tanto a determinação do período temporal, como a distribuição de cada retângulo foi obtida durante as discussões no *Workshop* de Tecnologia. E, fundamentalmente, foram considerados os três critérios citados no item 4.2.4: “Nível de maturidade/evolução da tecnologia”, “Nível de internalização pelo SENAI-RJ” e “Nível de investimentos necessários”.

Em todos os mapas, os retângulos que representam as “tecnologias” e “capacidades” foram conectados por setas azuis às “plataformas de produto” correspondentes. As posições das setas nos mapas representam apenas a conexão, não devendo ser interpretadas em relação à temporalidade.

Por fim, mas não menos importante, o eixo vertical é composto pelos marcos temporais. A qualificação apresenta o período da análise – entre 2011e 2015 - relacionada a cada mapa, tendo sido influenciada pelos direcionadores externos e internos à organização.

O detalhamento dos *roadmaps* e os parâmetros que o compõe são tratados na próxima seção. Cabe, porém, ressaltar que a discussão do conteúdo técnico relativo à área ambiental não é objeto deste trabalho. A escolha das “plataformas de produto”, “capacidades” e “tecnologias” foram decididas por consenso pelos envolvidos e refletem o momento da análise e os próprios objetivos do CTS Ambiental.

5.3 Os *Roadmaps*

Os quatro *roadmaps* elaborados para apoiar o desenvolvimento do planejamento tecnológico do CTS Ambiental são exibidos e analisados sequencialmente.

A análise dos mapas gerados tem como objetivo avaliar os resultados do estudo de caso para que seja possível a conclusão sobre como o *technology roadmapping* pode contribuir com as atividades de desenvolvimento do planejamento tecnológico do CTS Ambiental, questão central dessa pesquisa.

Além disso, pode proporcionar a identificação de tendências pertinentes às necessidades do setor industrial sob vários aspectos, como por exemplo, quanto aos direcionadores, quanto aos produtos que devem ser desenvolvidos e quanto às tecnologias e capacidades que devem ser internalizadas.

5.3.1 O *roadmap* de Gestão Ambiental

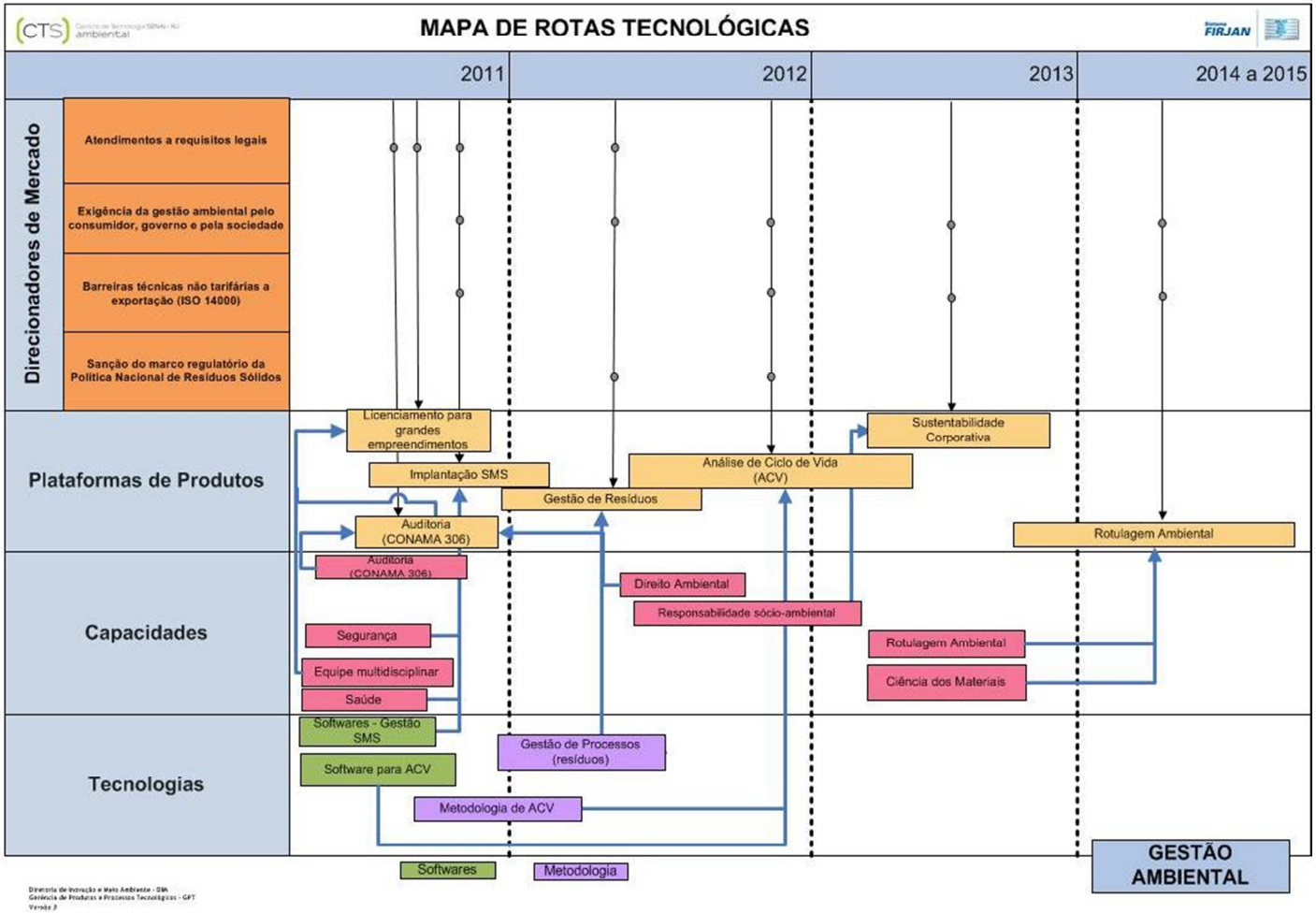


Figura 48 - *Roadmap* de Gestão Ambiental
Fonte: Elaboração própria.

O *roadmap* de Gestão Ambiental proporcionou ao CTS Ambiental repensar a sua atuação e a canalizar os esforços de investimentos tecnológicos alinhados a esse mercado.

As “plataformas de produto” do mapa compreendem as rotas tecnológicas definidas para o desenvolvimento de produtos (serviços), alinhados às expectativas atuais e futuras das empresas, considerando as práticas para a conservação e preservação da biodiversidade, a reciclagem das matérias-primas e a redução do impacto ambiental das atividades humanas sobre os recursos naturais.

Para o primeiro marco temporal do mapa (2011) foram definidas as plataformas – Licenciamento Ambiental para Grandes Empreendimentos, Implantação SMS e Auditoria CONAMA 306. Comparando-se às outras plataformas definidas, as três foram consideradas como sendo de fácil internalização pelo CTS Ambiental e de necessidade preemente das empresas. Somados a isso, as “capacidades” e “tecnologias” necessárias baseiam-se em competências e métodos disponíveis no SENAI e *softwares* de fácil aquisição (estágio comercial).

A Gestão de Resíduos é outra plataforma que se inicia no final de 2011, estimulada pela sanção da Política Nacional de Resíduos Sólidos. A política impõe obrigações a governos, empresas e cidadãos quanto ao gerenciamento de resíduos, à redução da geração e à reciclagem.

De acordo com a lei, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de determinados produtos deverão implantar ações que viabilizem a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao produtor, após o uso pelo consumidor. Outro avanço instituído pela lei é a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos. Este princípio estabelece atribuições para todos os envolvidos na cadeia do produto, inclusive os consumidores.

Uma recente pesquisa do Sistema FIRJAN – Pesquisa Gestão Ambiental – menciona a gestão de resíduos como uma das principais dificuldades para melhoria

ambiental, especialmente para pequenas e médias empresas. Os resultados demonstram que as empresas apresentam algum gargalo relacionado à categoria de resíduos sólidos e sofrem principalmente com questões relacionadas ao descarte e o tratamento. Outros problemas com resíduos sólidos em destaque são: o destino final, a destruição, a geração e a gestão.

Tendo em vista as questões apresentadas, reforça-se a necessidade do CTS Ambiental investir nesta rota tecnológica.

O segundo marco temporal (2012) apresenta a rota relacionadas à Análise do Ciclo de Vida (ACV), que se configura como de rápida adoção pela indústria, sendo o estágio comercial preponderante.

O terceiro marco temporal (2013) está marcado pela Sustentabilidade Corporativa, em função da necessidade por parte das empresas de adotarem práticas que fortaleçam os negócios de forma integrada, envolvendo recursos ambientais, sociais e econômico-financeiros como tripé de sustentação.

A Rotulagem Ambiental é um conjunto de instrumentos informativos que procura estimular a procura de produtos com baixos impactos ambientais através da disponibilização de informação relevante sobre os seus desempenhos ambientais. O início da plataforma ainda no final de 2013 com pleno desenvolvimento entre 2014 e 2015, depende segundo os especialistas, principalmente, da consciência ambiental por parte da sociedade e do governo.

Nota-se que a adoção dessas rotas também se baseia em competências a serem desenvolvidas pelo CTS Ambiental, metodologias e *softwares* que estão em estágio comercial. Porém, a extensão do retângulo das plataformas reflete o tempo necessário para o lançamento de produtos em alinhamento à maturidade das empresas na absorção dos serviços.

5.3.2 O *roadmap* de Energia

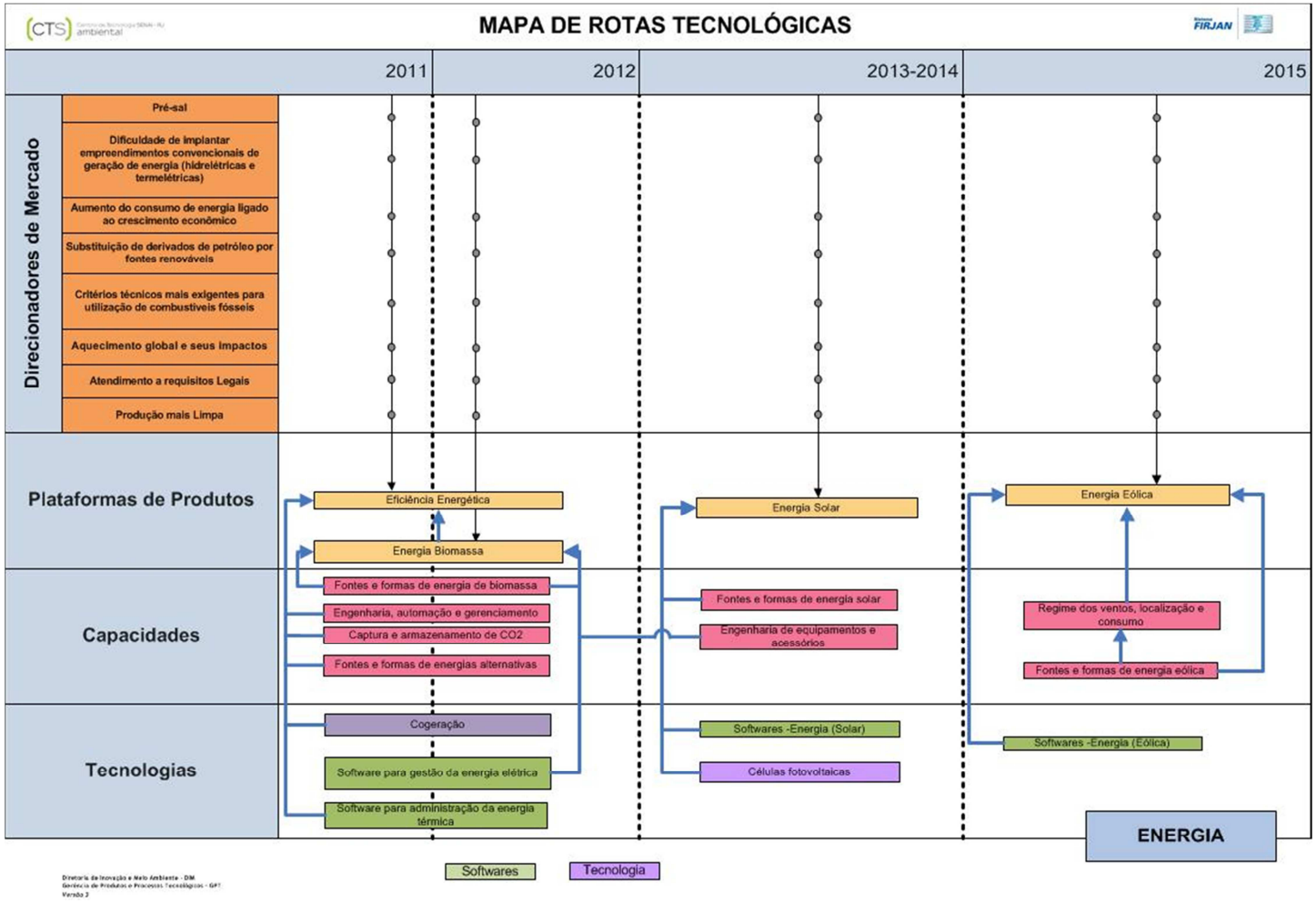


Figura 49 - *Roadmap* de Energia
Fonte: Elaboração própria.

O *roadmap* de Energia trouxe para o CTS Ambiental a possibilidade de atuar em um novo e promissor mercado. O aumento da demanda energética, a variação de preços do petróleo, as incertezas sobre a continuidade no abastecimento de gás natural e os impactos das emissões de CO_2 no meio ambiente estão no cerne do debate político-econômico mundial.

Para tanto, as rotas tecnológicas definidas para o desenvolvimento de produtos (serviços) de Energia, alinhados às expectativas atuais e futuras das empresas, consideram a preocupação com as mudanças climáticas e as medidas que vêm sendo adotadas no mundo para seu controle, impactando diretamente na forma como a área de energia será no futuro.

Essa perspectiva tem levado ao crescimento de investimento em tecnologias e produtos mais “limpos” e abrem-se oportunidades para o desenvolvimento de uma indústria baseada em matérias primas renováveis. Além dos biocombustíveis já conhecidos, um fluxo de inovações pode estar lançando as bases de uma indústria integrada com a exploração de novas formas de energia. (COUTINHO e BOMTEMPO, 2010).

A Eficiência Energética, de forma simplificada, consiste na utilização racional de energia, para fornecer a mesma quantidade de valor energético. Para tanto, os envolvidos demonstraram, durante as discussões, uma grande preocupação com captura e armazenamento de carbono.

Apesar de essa tecnologia estar, segundo os especialistas, principalmente em estágio acadêmico, a plataforma foi considerada para iniciar o seu desenvolvimento em 2011 por se tratar da oferta de serviços de consultoria às empresas. Além disso, possibilidades de expansão foram consideradas na medida em que as outras plataformas forem adotadas.

A Energia de Biomassa também foi considerada no marco inicial (2011/2012). A geração e distribuição de energia proveniente de biomassa apresentam boas possibilidades de adoção no curto prazo.

Bomtempo (2010) destaca a quantidade e diversidade das alternativas propostas. Encontram-se inovações relacionadas a matérias primas, aos processos de conversão e aos produtos, além de inovações nos modelos de negócios.

Ainda segundo o autor, no presente estágio de desenvolvimento das tecnologias não é possível antecipar as inovações que vão ser efetivamente adotadas no mercado de combustíveis e de bioprodutos. Trata-se de um processo voltado para a geração de variedades que, dentro da dinâmica da inovação, serão selecionadas ao longo do tempo e contribuirão para a construção da indústria baseada em biomassa do futuro.

Os projetos em desenvolvimento se voltam para a busca de melhores produtos, melhores processos e melhores matérias primas (de preços mais baixos e estáveis, e de fácil disponibilidade) para a produção de biocombustíveis, que possam superar as limitações atuais da indústria, e de bioprodutos que possam se apresentar como alternativas aos produtos de base fóssil (BOMTEMPO, 2010).

A quantidade e diversidade das alternativas propostas sugere que a tecnologia encontra-se na fase fluida. Não foram ainda definidos os processos e produtos que vão ocupar a maior parcela do mercado. Esse ponto sugere que as apostas se fazem ainda com elevado grau de incerteza (BOMTEMPO, 2010).

A Energia Solar presente no terceiro marco temporal confirmou-se como prioridade tecnológica, baseando-se na captação de energia solar e a sua distribuição. Os coletores solares e as células fotovoltaicas foram exemplos de soluções tecnológicas mencionadas por alguns dos especialistas. Porém, denotou-se uma adoção mais lenta destas soluções pelas empresas brasileiras.

Por fim, mas não menos importante, apresenta-se a “plataforma de produtos” de Energia Eólica. Os especialistas afirmaram que o Brasil é o país mais promissor,

dentre os novos mercados, para a energia eólica e com previsão de altos investimentos até o fim da década. Além disso, a atratividade pode ser facilmente observada com a valorização do real, que tornou mais baratos os equipamentos eólicos, e com o desenvolvimento de programas de incentivo pelo governo brasileiro.

Segundo os participantes, há ainda muito espaço para crescer. Entretanto, o processo de adoção tende a ser mais lento porque os projetos precisam de uma base mínima para que se tornem efetivamente realidade e se transformem em um crescimento da potência instalada no Brasil.

Comparados aos outros *roadmaps*, o mapa de Energia é o menos aprofundado no reconhecimento e determinação das “plataformas de produtos”. Porém, aponta os caminhos que o CTS Ambiental deverá percorrer para consolidar-se como uma referência em soluções tecnológicas, reconfigurando o seu atual modelo de negócios para canalizar os investimentos em tecnologias portadoras de futuro.

Diferentemente das “plataformas de produto” do mercado Gestão Ambiental, a extensão do retângulo, neste *roadmap*, reflete o longo tempo necessário para internalização das “capacidades” e “tecnologias” que permitam o lançamento de soluções tecnológicas estruturadas.

5.3.3 O *roadmap* de Estudos Ambientais

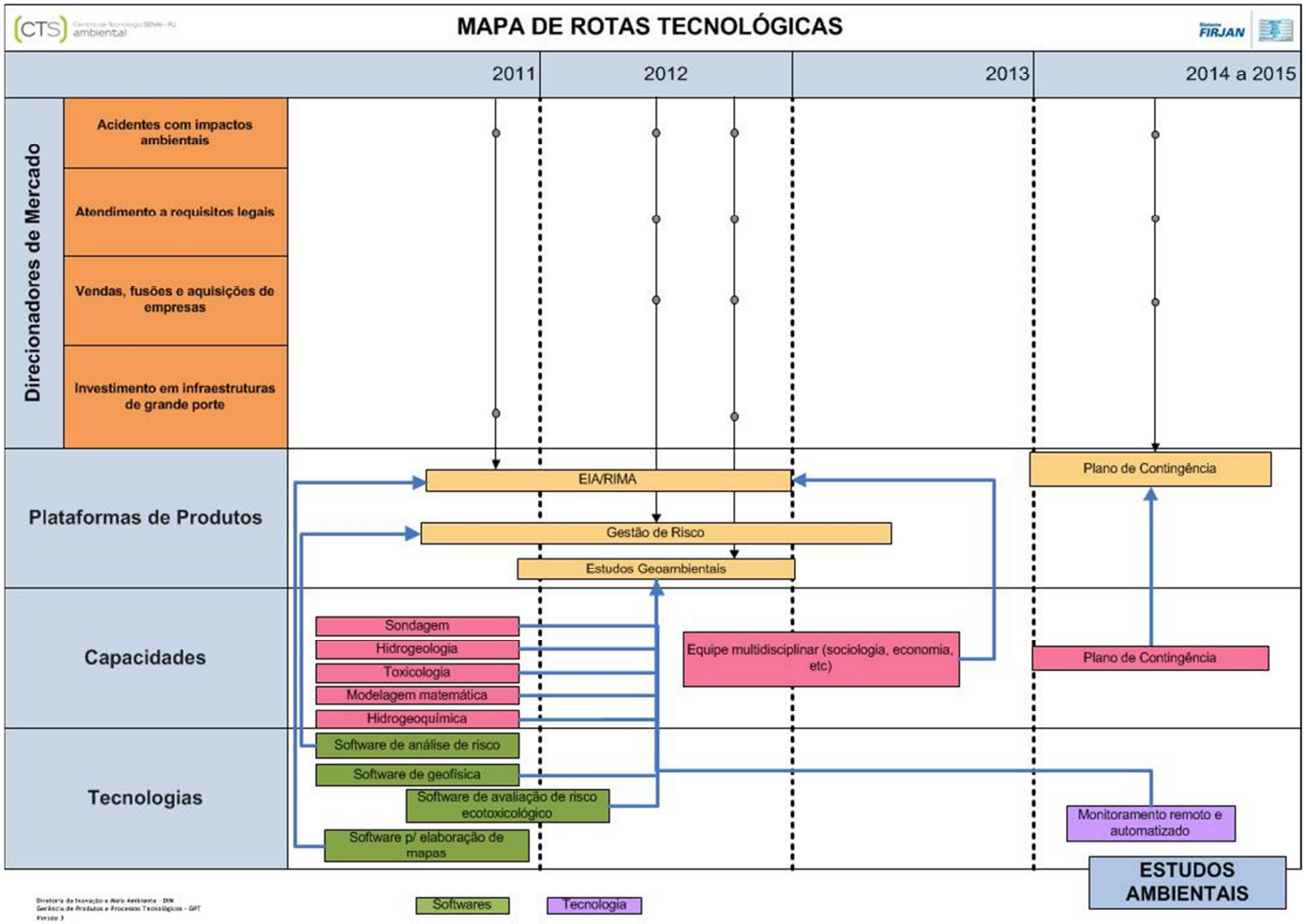


Figura 50 - *Roadmap* de Estudos Ambientais
Fonte: Elaboração própria.

O processo de construção do *roadmap* de Estudos Ambientais foi de extrema importância para o CTS Ambiental. Apesar de ter incorporado apenas uma nova “plataforma de produtos” (Plano de Contingência), o seu desenvolvimento provocou diversas reflexões sobre como o Centro está estruturado para atuar neste mercado.

Ao serem orientados a utilizar a abordagem *market pull* (puxados pelo mercado), tanto Gestor e equipe técnica do Centro perceberam a necessidade de reorganização. A contribuição mais significativa diz respeito a área de Passivos Ambientais.

Durante as discussões entre os especialistas internos e externos ao CTS Ambiental, foi a notória a necessidade de ampliação da “plataforma de produtos” para Estudos Geoambientais. Esta alteração, segundo os presentes, aumenta a possibilidade da oferta de soluções tecnológicas mais estruturadas que tratem de ações para evitar, compensar ou minimizar os impactos ambientais negativos, e podem ser facilmente incorporadas aos processos das empresas como instrumentos de gestão.

As “plataformas” Gestão de Risco e EIA/RIMA, antes presentes no portfólio de Gestão Ambiental, migraram para o mercado Estudos Ambientais. Ambas baseiam-se em estudos orientados ao meio ambiente. O EIA/RIMA são dois documentos, que, em conjunto, constituem-se de estudos para avaliar os impactos ambientais decorrentes da instalação de um empreendimento e estabelecer programas para monitoramento e mitigação desses impactos.

Os serviços relacionados ao EIA/RIMA, começam a ser desenvolvidos em 2011, porque estão baseados na aquisição de um *software*, em estágio comercial, e são feitos por uma equipe multidisciplinar de especialistas. Durante, as discussões percebeu-se que estas competências já existem no Sistema FIRJAN. Logo, trata-se da realização de parcerias internas entre o CTS Ambiental e outras áreas da organização.

O Plano de Contingência, conforme citado na Tabela 4 do item 4.2.3, consiste em um documento onde estão definidas as responsabilidades, estabelecidas em uma organização com o intuito de treinar, organizar, orientar, facilitar e uniformizar as ações necessárias às respostas de controle e combate às ocorrências de eventos extremos.

A decisão de iniciar o desenvolvimento da plataforma em 2014 foi influenciada, principalmente, pela capacidade do CTS Ambiental em internalizar o desenvolvimento dos serviços correlacionados.

A extensão do retângulo das “plataformas” no mapa reflete, de forma similar ao *roadmap* de Gestão Ambiental, o tempo necessário para o lançamento de produtos em alinhamento à maturidade das empresas na absorção dos serviços.

5.3.4 O *roadmap* de Serviços Analíticos

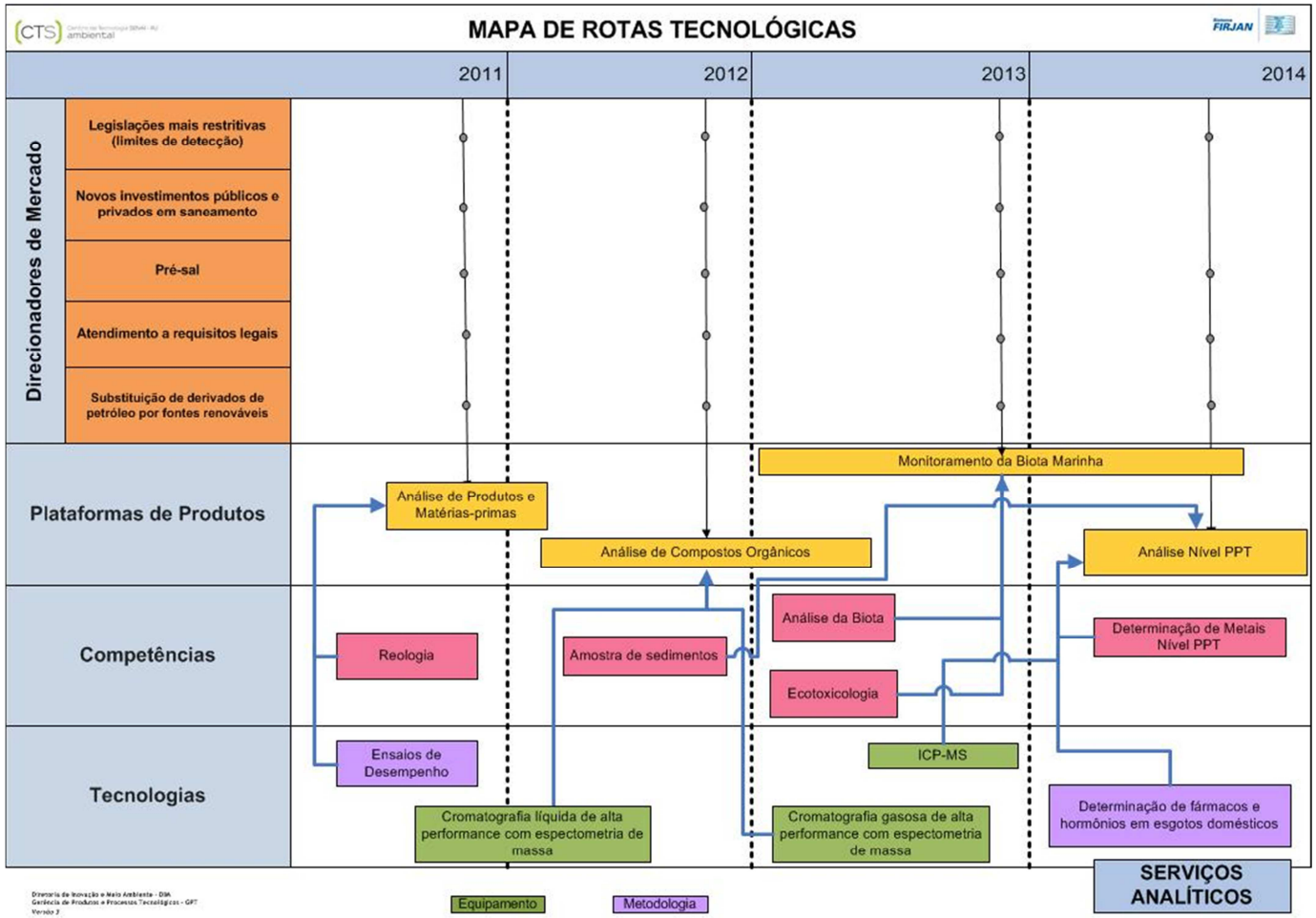


Figura 51 - *Roadmap* de Serviços Analíticos
Fonte: Elaboração própria.

O mercado Serviços Analíticos, dentre todos, é o que apresenta a atuação mais consistente do CTS Ambiental. Portanto, é razoável afirmar que a contribuição da aplicação do TRM refere-se, majoritariamente, a priorização e seleção das tecnologias que deverão suportar o desenvolvimento de novos produtos para o Centro.

As discussões, durante a construção do mapa, foram menos contundentes. Percebeu-se que a colaboração dos especialistas externos foi menor, quando comparada aos outros *roadmaps*.

O bom conhecimento dos especialistas internos e o histórico de atuação do CTS Ambiental neste mercado podem ser destacados como fatores determinantes para a concepção das rotas tecnológicas. Além disso, o desenvolvimento de novos produtos baseia-se, fundamentalmente, na aquisição de equipamentos e na capacitação da equipe técnica.

As discussões foram focadas no aumento da capacidade de atendimento das áreas já existentes e na criação de duas novas “plataformas de produtos”.

A Análise nível PPT foi incorporada em função, principalmente, do direcionador que aponta para legislações mais restritivas com clara necessidade do aumento nos limites de detecção. Principalmente, para a determinação da contaminação de solos por metais e para a determinação de fármacos e hormônios em esgotos domésticos.

O Monitoramento da Biota Marinha, por sua vez, foi considerado em função do aumento das demandas das empresas, impulsionadas em atender os requisitos legais e preocupadas em avaliar as possíveis mudanças nos compartimentos do ecossistema marinho. As atividades econômicas podem causar diversos tipos de impactos ambientais aos ecossistemas marinhos, principalmente devido à destruição de habitats, que é um dos principais fatores que causam o declínio do número de espécies em todo o globo.

A extensão do retângulo das plataformas neste *roadmap* é reflexo, principalmente, do tempo necessário para o lançamento de produtos em função da capacidade de investimentos do CTS Ambiental nas tecnologias e metodologias necessárias.

5.4 Considerações Finais

Os quatro *roadmaps* gerados retratam as rotas tecnológicas planejadas para a atuação do CTS Ambiental em um horizonte de 5 anos a partir das informações geradas por especialistas da área ambiental.

Os direcionadores de mercado incorporados refletem claramente o momento decisivo pelo qual o mundo está passando em relação às questões ambientais.

Os passivos sociais e ambientais são expressivos e estudos sobre as tendências de crescimento populacional indicam que a maior parte ocorrerá nos países em desenvolvimento. Essa projeção de aumento, aliada a dívida ambiental existente, vai exigir em países emergentes, como o Brasil, uma mudança rápida em direção às questões ambientais.

Tendo em vista essa preocupação, importantes eventos podem ser destacados da análise feita pelos especialistas, como: “Aumento do consumo de energia ligado ao crescimento econômico”, “Acidentes com impactos ambientais” e “Exigência da gestão ambiental pelo consumidor, governo e sociedade”.

Sob a mesma ótica, outro direcionador presente no mapa de Energia – “Aquecimento global e seus impactos” – demonstra a preocupação em destacar a importância do tema e criar oportunidades para o CTS Ambiental auxiliar as empresas em desenvolver ações para mitigar as emissões de gases de efeito estufa.

Além dos desafios citados, alguns eventos apresentam oportunidades que não deverão se isentar das questões ambientais. É o caso do Pré-sal.

As jazidas descobertas nas bacias de Campos, Santos e Rio de Janeiro devem proporcionar ao Brasil uma relevante receita com as exportações de petróleo em 2020. Porém, para a construção do *roadmap* de Energia, a equipe envolvida considerou como mais relevantes os direcionadores “Critérios técnicos mais exigentes para utilização de combustíveis fósseis” e a “Substituição de derivados de petróleo por fontes renováveis”. Esta decisão baseou-se nas incertezas relativas ao potencial da camada Pré-sal e nas diretrizes internas de focar no desenvolvimento de energias renováveis.

Um direcionador que merece destaque, na análise conjunta, é o “Atendimento a requisitos legais” presente nos quatro *roadmaps*. Isso se deve às atividades das empresas compreenderem diversas ações regulamentadas pelo governo para a prevenção e o controle de efeitos e impactos contra o meio ambiente.

Outro importante direcionador é a “Sanção do marco regulatório da Política Nacional de Resíduos Sólidos” que ocorreu durante o processo de construção do *roadmap* de Gestão Ambiental e modificou a estrutura, antecipando a necessidade de desenvolvimento da “plataforma de produto” Gestão de Resíduos. Este fato confirma os ensinamentos de Phaal, Farrukh e Probert (2010) sobre o quão importante é considerar os fatores externos para a construção de *roadmaps*.

Tão importante quanto os direcionadores de mercado são os direcionadores de negócios oriundos do Planejamento Estratégico, responsáveis por determinar como e quais possibilidades tecnológicas tornar-se-ão as bases para o desenvolvimento das rotas a serem seguidas.

Enfim, muitos dos benefícios do método são derivados do seu processo de execução. A interação entre diferentes participantes com um objetivo comum viabiliza o compartilhamento de informações e perspectivas, garantindo um mecanismo eficaz para a análise de problemas, oportunidades e ideias.

Capítulo 6 – Conclusões da Pesquisa

6.1 Introdução

Este projeto teve como objetivo principal avaliar a capacidade de aplicação do *technology roadmapping* (TRM) como método de apoio ao planejamento e gestão dos Centros de Tecnologia do SENAI-RJ.

Para isto, foi elaborada uma metodologia, com base nos ensinamentos de Phaal et al. (2001a), capaz de sustentar o processo de aplicação, explicando como os resultados foram obtidos. As informações apresentadas contribuem para a reprodução do método em outras empresas ou instituições interessadas em desenvolver o primeiro *roadmap.*

Por último, o documento apresenta um referencial de análise (*roadmaps*), que incorpora questões sobre Mercados, Produtos e Tecnologias, viabilizando o alinhamento entre os objetivos estratégicos e os processos de desenvolvimento do CTS Ambiental.

Nesse sentido, o presente capítulo encontra-se dividido em três partes principais, além desta introdução: conclusões gerais, contribuições trazidas para o CTS Ambiental, limitações da pesquisa e sugestões para trabalhos futuros.

6.2 Conclusões gerais

Inúmeras são as conclusões que podem ser extraídas deste trabalho, tais como:

- O *technology roadmapping* é um método de planejamento eficiente e flexível. Se por um lado isso representa um ponto forte da aplicação do método, pois possibilita o desenvolvimento da metodologia adaptada aos objetivos e a realidade de cada organização; por outro, necessita de mais compreensão das condições ambientais das empresas e torna a etapa de planejamento como a mais crítica para todo o processo.

- A customização do processo é fundamental. Se houver dificuldades em adaptá-lo para atender necessidades específicas e/ou para diferentes circunstâncias, os benefícios potenciais podem não ser totalmente explorados. Na prática, percebeu-se que é indispensável alterar o processo genérico do *roadmapping.* Isso tornou a experiência da aplicação como uma oportunidade única de aprendizado.

- O processo de construção, os passos executados, as decisões tomadas e as informações compartilhadas são de extrema importância para a construção dos *roadmaps*. Ou seja, o *roadmapping* permite avaliar e priorizar o conhecimento até então adquirido, reconhecer falhas e destacar quais são as oportunidades para a melhoria contínua.

- A relevância dos *roadmaps* gerados está, principalmente, relacionada ao fato de ser uma estrutura de informação que permite a compreensão e comunicação dos objetivos das organizações. Para isso, manteve-se o foco para a obtenção de figuras simples e concisas.

- O processo de estruturação dos *roadmaps* demonstrou que a utilização da representação em um único mapa tornou-se um desafio, em função do grande número de variáveis que deveriam compor a figura final; logo, a decisão de se utilizar quatro gráficos permitiu uma melhor comunicação das rotas tecnológicas planejadas para o CTS Ambiental.

- Outra observação, em relação ao processo de estruturação, é a importância do registro do contexto exato de cada aspecto analisado durante a execução, de forma a manter um histórico dos *roadmaps* desenvolvidos.

- Em relação aos *Workshops*, um fator positivo pode ser destacado: o uso do *software MindManager*, que propiciou dinamismo, interesse e adesão dos especialistas às discussões.

- Outro aspecto a ser destacado é o intervalo entre a realização dos *Workshops*. O distanciamento entre as atividades pode ocasionar em perdas de informações, gerando retrabalho durante o processo.

- Os *roadmaps* têm que fazer sentido para a empresa, eles não são o objetivo final e sim um meio para o alcance de resultados. Também, notou-se que os mapas devem ser “vivos” e “dinâmicos” e mudar de acordo com os novos times, a dinâmica das tecnologias, os conceitos, as capacidades, os direcionadores externos e internos. Caso contrário, tornar-se-ão apenas registros estáticos e não ferramentas fundamentais para o planejamento tecnológico.

- Outro importante aspecto é entender que os *roadmaps* não funcionam de forma isolada e devem ser suportados por um modelo de gestão tecnológica ou de gestão de inovação.

- Um “bom” mapa é aquele que apresenta a visão e os subsídios para desenvolver o portfólio por um horizonte temporal determinado. Os *roadmaps* representam um momento da análise e podem trazer oportunidades de melhoria desde que estejam de acordo com o contexto.

- O final do *roadmapping* pode ser frustrante, porque suscita o “e agora?”. Para isso, há que se ter processos de continuidade muito bem estabelecidos, considerando, inclusive, momentos para a revisão das rotas definidas.

- Por fim, concluiu-se que a hipótese de pesquisa: “o método TRM tem a capacidade de apoiar o desenvolvimento do planejamento e gestão dos Centros de Tecnologia do SENAI-RJ é válida”. Os resultados gerados foram utilizados pelos Centros de Tecnologia para consolidar os seus planejamentos tecnológicos.

6.3 Contribuições trazidas pelo método TRM para o CTS Ambiental

Além da hipótese dessa pesquisa ter sido confirmada, o método TRM trouxe algumas importantes contribuições para o CTS Ambiental e para o SENAI-RJ.

Os *roadmaps* gerados não só apoiaram o planejamento tecnológico, como trouxeram benefícios em quatro questões centrais: “Aumento do capital relacional”, “Aumento do capital intelectual”, “Investimentos em infraestrutura tecnológica” e “Fortalecimento da marca”.

A partir dos quatro mapas, diversas ações foram organizadas em um “Plano de Ação”, e estão descritas em um documento-base do planejamento tecnológico do CTS Ambiental. Este documento é utilizado como referencial de análise para todas as questões relativas a investimentos no Centro.

A definição dos quatro **mercados de atuação** (Gestão Ambiental, Energia, Estudos Ambientais e Serviços Analíticos) provocou uma série de reflexões internas, que ocasionaram na reestruturação de algumas áreas e equipes técnicas. Além disso, orientou a contratação de novos profissionais com perfis voltados a estes mercados.

Por fim, os resultados do “piloto” da aplicação no CTS Ambiental foram apresentados em diversos fóruns executivos do Sistema FIRJAN. Em decorrência, o método TRM tornou-se fundamental para o planejamento tecnológico dos Centros de Tecnologia do SENAI-RJ, tendo sido replicado para o CTS Solda, CTS Automação e Simulação e CTS Alimentos e Bebidas.

Estas novas experiências trouxeram novos aprendizados e auxiliaram no processo de revisão dos mapas do CTS Ambiental.

6.4 Limitações da pesquisa

Apesar de todo o cuidado durante a elaboração, a presente dissertação, como todo trabalho de pesquisa, possui algumas limitações, relacionadas a seguir:

- Os resultados alcançados são válidos para o momento e o horizonte de pesquisa estudados. A mesma pesquisa, realizada em outra oportunidade ou abrangendo outro horizonte temporal, talvez possa chegar a resultados diferentes. Portanto, os *roadmaps* gerados são válidos para o presente e devem ser continuamente atualizados, de acordo com os objetivos da organização.

- A visão dos especialistas internos tende a ser uma perspectiva de curto prazo. Existem dificuldades para se obter visões de médio e longo prazo de profissionais envolvidos com o dia a dia da empresa.

- A série temporal apresentada nos *roadmaps* gerados (2011 a 2015) está relacionada ao planejamento estratégico do Sistema FIRJAN e atendendo a premissa *market pull* (orientados a mercado). No entanto, sabe-se, a partir dos referenciais teóricos consultados, que planejamentos tecnológicos, geralmente, compreendem um intervalo aproximado de 10 anos.

- A disponibilidade e a qualidade das informações obtidas definem os resultados do *roadmapping*. Para atender aos objetivos deste projeto, definiu-se o uso exclusivo das trocas de conhecimento entre os especialistas da área ambiental como forma de não influenciar os resultados. No entanto, percebeu-se, em determinados momentos, que a utilização de documentos de referência confiáveis (estudos de tendências, patentes, artigos científicos, entre outros) poderia ter enriquecido as discussões.

6.5 Sugestões para trabalhos futuros

Devido a variedade de informações, métodos abordados e bibliografias utilizadas e devido, principalmente, à característica deste estudo ser uma dissertação, desdobramentos e continuidades deste trabalho podem ser realizados. A seguir, são citados alguns:

- Sugere-se, primeiramente, que seja considerado um ajuste nas séries temporais em outros *roadmaps* que venham concebidos, seguindo o processo de aplicação desse trabalho. Podem ser utilizados outros marcos temporais ou períodos que considerem um horizonte de mais longo prazo.

- Sugere-se também que informações contidas em documentos de patentes e artigos sejam adicionadas de forma complementar, pois, podem apresentar importantes tendências mercadológicas.

- Sugere-se, ainda, que métodos de prospecção tecnológica (por exemplo, Delphi, Painel de especialistas, Cenários, *Surveys*, entre outros) sejam feitos de forma integrada ao TRM. Desta forma, estes métodos podem contribuir com diferentes previsões e ampliar a visão do time envolvido no *roadmapping*.

- Por fim, sugere-se que o método *roadmapping* proposto neste trabalho seja aplicado em outras empresas ou instituições de tecnologia, fazendo-se as devidas adaptações para a sua implantação e sua continuidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBRIGHT, R. E.; KAPPEL, T. A. Roadmapping in the corporation. **Research Technology Management**, v.46 n.2, p.31-40, 2003.

ALBRIGHT, R. E; NELSON, B. Product and technology mapping tools for planning and portfolio decision making. In: BELLIVEAU, P.; GRIFFIN, A.; SOMERMEYER, S. **The PDMA Toolbook 2 for new product development**. New York: John Wiley & Sons, 2004.

BOMTEMPO, J. V. O futuro dos biocombustíveis III: O processo de inovação que está construindo a indústria do futuro. **Grupo de Economia da Energia.** Disponível em: <http://infopetro.wordpress.com/2010/07/12/o-futuro-dos-biocombustiveis-iii-o-processo-de-inovacao-que-esta-construindo-a-industria-do-futuro/>. Acesso em: maio de 2011.

COOPER, R. G.; EDGETT, S. J.; KLEINSCHMIDT, E. J. Benchmarking best NDP practices – II. **Research Technology Management**, v.47, n.3, p.50-59, 2004.

COUTINHO, P. L. A.; BOMTEMPO, J. V. A recente evolução das competências para inovar de uma empresa do setor petroquímico brasileiro: resultados positivos e limitações. In: **Cadernos EBAPE**. BR, 2005.

COUTINHO, P. L. A.; BOMTEMPO, J. V. Uso de roadmaps tecnológicos para favorecer o ambiente de inovação: uma proposta em matérias primas renováveis. In: SIMPOI, 2010. Anais.

DECISÃO RIO INVESTIMENTOS 2010-2012. SISTEMA FIRJAN. Disponível em: <http://www.firjan.org.br/main.jsp?lumPageId=2C908CEC2EF7B646012EFDB6FF4B7278>. Acesso em: abril de 2010.

DRUMMOND, P. H. F. **O planejamento tecnológico de uma empresa de base tecnológica de origem acadêmica por intermédio dos métodos technology roadmapping (TRM), technology stage-gate (TSG) e processo de desenvolvimento de produtos (PDP) tradicional.** Belo Horizonte, 2005. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Engenharia de Produção, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005.

FLEURY, A. L. **Alinhando objetivos estratégicos e processo de desenvolvimento em empresas de software.** São Paulo, 2007. Tese (Doutorado em Engenharia) – Engenharia de Produção, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

GARCIA, M. L.; BRAY, O. H. **Fundamentals of technology roadmapping**. Sandia National Laboratories. Disponível em: <www.sandia.gov/PHMCOE/pdf/Sandia'sFundamentalsofTech.pdf>. Acesso em: julho de 2008.

KAPLAN, R.; NORTON, D. **The Balanced Scorecard**: translating strategy into action. Boston: Harvard Business School Press, 1996.

KAPPEL, T. A. Perspectives on roadmaps: how organizations talk about the future. **Journal of Product Innovation Management**. v.18, n.1, p.39-50, 2001.

KOTLER, P. **Administração de marketing.** 10 ed. São Paulo: Prentice-Hall, 2000.

LEE, S.; PARK, Y. Customization of technology roadmaps according to roadmapping purposes: Overall process and detailed modules. **Technological Forecasting & Social Change,** v.72, p.567-583, 2005.

LOUREIRO, A.M.V.; BORSCHIVER, S.; COUTINHO, P. L. A. Tendências tecnológicas de adesivos e selantes aplicados na construção civil. **Journal of Technology Management & Innovation.** v.4, p. 115-129, 2009.

LOUREIRO, A.M.V. **O emprego do método Technology Roadmapping em adesivos e selantes aplicados à construção civil.** Rio de Janeiro, 2010. Tese (Doutorado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) – Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

MATTOS NETO, P. **Planejamento de novos produtos por intermédio do método technology roadmapping (TRM) em uma empresa de base tecnológica do setor de internet móvel.** Belo Horizonte, 2005. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Engenharia de Produção, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005.

MAXIMIANO, A. C. A. **Introdução à administração.** São Paulo: Atlas, p.173-203, 2000.

OLIVEIRA, M. G. **Integração do technology *roadmapping* (TRM) e da gestão de portfólio para apoiar a macro-fase de pré-desenvolvimento do PDP: estudo de caso em uma pequena empresa de base tecnológica.** São Carlos, 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009.

OLIVEIRA, M. G.; FLEURY, A. L. **Pesquisas sobre TRM no Brasil.** Portal de Conhecimentos. Disponível em: <http://www.portaldeconhecimentos.org.br/index.php/por/Conteudo/Pesquisas-sobreTRMno- Brasil>. Acesso em: outubro de 2010.

PHAAL, R.; FARRUKH, C.; PROBERT, D. **T-Plan**: fast start to technology roadmapping- planning your route to success. UK: Cambridge University - Institute of Manufacturing, 2001a.

PHAAL, R., FARRUKH, C., PROBERT, D. Technology roadmapping: linking technology resources to business objectives. www-mmd.eng.cam.ac.uk/ctm, 2001b.

PHAAL, R.; FARRUKH, C.; PROBERT, D. Technology roadmapping: a planning framework for evolution and revolution. **Technological Forecasting and Social Change**, v.71, n.1-2, p.5-26, 2004a.

PHAAL, R.; FARRUKH, C.; PROBERT, D. Customizing roadmapping. **Research Technology Management**, v.47, n.2, p.26-27, 2004b.

PHAAL, R.; FARRUKH, C.; PROBERT, D. Developing a technology roadmapping system. In: **Portland International Conference on Management of Engineering and Technology**, p.99-111, 2005.

PHAAL, R., FARRUKH, C., PROBERT, D. **Roadmapping for strategy and innovation: a**ligning technology and markets in a dynamic world. UK: Cambridge University - Institute of Manufacturing, 2010.

PHAAL, R.; MULLER, G. An architectural framework for roadmapping: towards visual strategy. **Technological Forecasting & Social Change**, v.76, p.39-49, 2009.

PHAAL, R.; PROBERT, D. Strategic Roadmapping: aligning markets, products, and technology for strategy and innovation. Notas. **Fundação Carlos Alberto Vanzolini**, 2009.

PMI (Project Management Institute). Um Guia do Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK). 3. ed. Newtown Square, 2004.

SENAI/PR. **Rotas estratégicas para o futuro da indústria paranaense**: roadmapping da indústria agroalimentar - 2015. Curitiba: SENAI/PR, 2007.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. Metodologia da pesquisa e elaboração de Dissertação. Florianópolis: UFSC, 2005. Disponível em: <http://www.ufsc.br>. Acesso em: novembro de 2009.

TARAPANOFF, K. **Inteligência organizacional e competitiva**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2001.

THIOLLENT M. (1998), Metodologia da Pesquisa-Ação. Editora Cortez.

VOSS, C.; TSIKRIKTSIS, N.; FROHLICH, M. Case research in operations management. **International Journal of Operations & Production Management**, v.22, n.2, p.195-219, 2002.

WEELS, R.; PHAAL, R.; FARRUKH, C.; PROBERT, D. Technology roadmapping for a service organization. **Research Technology Management**, Mar. 2004.

APÊNDICE A – RESUMO DO MÉTODO TRM DISTRIBUÍDO AOS PARTICIPANTES

Centro de Tecnologia SENAI - RJ
ambiental

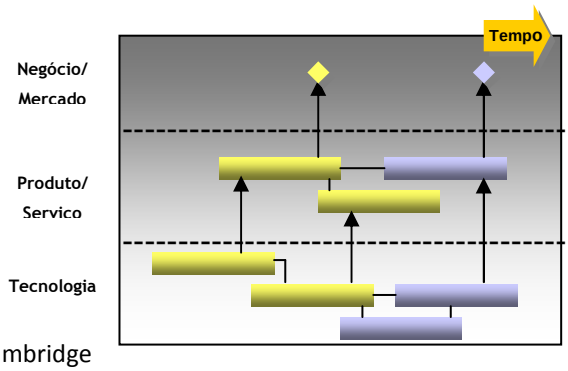
DIM - Diretoria de Inovação e Meio Ambiente
GPT - Gerência de Produtos e Processos Tecnológicos

Planejamento Tecnológico

Resumo

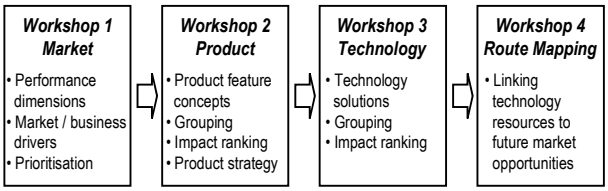
Base

Alinhar as capacidades tecnológicas com as oportunidades de mercados representa a chave da mudança para a eficácia no planejamento e na estratégia de negócios. O Mapa de Rotas Tecnológicas (MRT) é um método que, em particular, vem sendo largamente utilizado nas empresas[31] para planejar e comunicar as ligações entre os seus programas de desenvolvimento tecnológico, a evolução dos produtos e os seus objetivos de mercado.



Processo

O Centro de Gestão Tecnológica da Universidade de Cambridge desenvolveu uma metodologia para o desenvolvimento do processo de *roadmapping*. Esta metodologia dá suporte a rápida iniciação do desenvolvimento do *roadmapping* na empresa, identificando direcionadores de mercados e de negócios, o futuro das características de produtos e o potencial das soluções tecnológicas. O processo é formado por 4 workshops, com participação multidisciplinar tanto dos representantes das áreas de negócio na empresa quanto dos representantes das áreas técnicas.



Objetivos da empresa

Selecionar e desenvolver tecnologias críticas para o CTS Ambiental;

Identificar e determinar as alternativas tecnológicas que satisfarão as necessidades de mercado;

Identificar as lacunas tecnológicas e possibilidades de desenvolvimento de novas tecnologias (P&D);

Gerar e implementar um plano para desenvolver e manter a base tecnológica do CTS Ambiental a longo prazo.

---

[31] *Motorola, Lucent, Philips, ABB, NASA, BAE SYSTEMS, Consignia, TRW, US Sectoral Foresight Programs, etc.*

APÊNDICE B – AGENDA DO *WORKSHOP* DE MERCADO

Centro de Tecnologia SENAI - RJ
ambiental

1º dia

09h00min Abertura Conceitos de gestão tecnológica e *roadmapping* Apresentação Modelo MRT SENAI Objetivos gerais do processo e do Workshop de Mercado.
09h30min Dimensões de desempenho de produto *Brainstorming* das dimensões de desempenho de produto
10h30min Direcionadores de mercado Conceituação e exemplos de direcionadores de mercado *Brainstorming* dos direcionadores de mercado Agrupamento dos direcionadores de mercado Seleção e priorização dos direcionadores de mercado
12h30min Almoço
14h00min Segmentos de mercado *Brainstorming* dos segmentos de mercado Agrupamento dos segmentos de mercado
16h00min Fechamento 1º dia

2º dia

09h00min Direcionadores de negócio Conceituação de direcionadores de negócio Análise das estratégias de negócio
10h30min Segmentos de mercado Seleção e priorização dos segmentos de mercado
11h30min Lacunas Identificação das lacunas de mercado (clientes, concorrentes, legislações)
12h00min Fechamento Workshop de Mercado

* O café será servido durante o workshop. Não haverá parada.

APÊNDICE C – AGENDA DO *WORKSHOP* DE PRODUTO

Centro de Tecnologia SENAI - RJ
ambiental

1º dia

09h00min Abertura Revisão das saídas do Workshop de Mercado; Visão geral do Workshop de Produto; Objetivos do processo e do Workshop de Produto;
09h15min Mercado Gestão Ambiental *Brainstorming* das plataformas de produto Seleção e priorização das plataformas de produto
11h15min Mercado Estudos Ambientais *Brainstorming* das plataformas de produto Seleção e priorização das plataformas de produto
13h15min Fechamento

2º dia

13h00min Mercado Serviços Analíticos *Brainstorming* das plataformas de produto Seleção e priorização das plataformas de produto
15h00min Mercado Energia *Brainstorming* das plataformas de produto Seleção e priorização das plataformas de produto
17h00min Fechamento

* O café será servido durante o workshop. Não haverá parada.

APÊNDICE D – AGENDA DO *WORKSHOP* DE TECNOLOGIA

CTS Centro de Tecnologia SENAI - RJ ambiental

1º dia

09h30min Abertura Revisão das saídas do Workshop de Mercado e de Produto; Discussão das análises mercado-produto; Visão geral do Workshop de Tecnologia; Objetivos do processo e do Workshop de Tecnologia.
12h30min Almoço
14h00min Soluções Tecnológicas (*) Apresentação do relatório "Prospecção Tecnológica" Levantamento das soluções tecnológicas possíveis; Análise das soluções (problemas, mudanças na aplicação, legislação, desenvolvimento, maturidade da tecnologia e outros); Agrupamento das soluções em áreas ou programas; Identificação das fontes chave para as tecnologias (habilidades, competências, parcerias, investimento).
17h30min Fechamento Workshop Tecnologia

2º dia

09h00min Abertura Revisão das saídas do Workshop de Tecnologia (1ª etapa)
09h20min Tendências Tecnológicas para a área Ambiental Resultados do "Painel de Especialistas"
10h00min Soluções Tecnológicas (*) Levantamento das soluções tecnológicas possíveis; Revisão dos Mercados; Agrupamento das soluções em áreas ou programas;
12h30min Gaps Análise das soluções (problemas, mudanças na aplicação, legislação, desenvolvimento, maturidade da tecnologia e outros);
13h00min Fechamento

APÊNDICE E – CONVITE FORMAL PARA O *WORKSHOP* DE VALIDAÇÃO

Ilmo Sr.

Ass: Convite para integrar o mapa de rotas tecnológicas

Prezado (a),

O Centro de Tecnologia SENAI Ambiental do Sistema FIRJAN, alinhado com as expectativas de desenvolvimento econômico e tecnológico do Estado do Rio de Janeiro, realizará o workshop "Mapa de rotas tecnológicas para a área ambiental".

A metodologia Mapa de Rotas Tecnológicas é uma abordagem inovadora que alinha as capacidades tecnológicas com as oportunidades de mercados e consequentemente, a evolução dos produtos das empresas.

O processo foi formado por 4 workshops, com participação multidisciplinar dos representantes das áreas de negócio na empresa e dos representantes das áreas técnicas.

Como resultado obtivemos a formação de 4 mapas, que se reverterão em melhor atendimento à indústria com novas linhas de serviços técnicos, fomento de tecnologias e cursos de capacitação profissional.

Para validarmos os resultados, a metodologia prevê a participação de especialistas, selecionados segundo seus notórios conhecimentos e representatividades nas áreas relacionadas às tecnologias em questão, cujas avaliações serão fundamentais ao êxito do projeto.

Desta forma, gostaríamos convidá-lo a participar deste workshop que será realizado no Sistema FIRJAN localizada na Avenida Graça Aranha, 01 - 5º andar, Centro, das 9h00min às 14h00min no dia 21 de julho de 2010.

Será um prazer para nós podermos contar com a participação de V.Sª., a qual será resguardada de absoluto sigilo.

Para esclarecimentos adicionais, por favor, entrar em contato com Carla Giordano pelo telefone: (21) 2587-1214 ou pelo e-mail: cssouza@firjan.org.br.

Atenciosamente,

Diretoria de Inovação e Meio Ambiente do Sistema FIRJAN.

APÊNDICE F – EXEMPLO DE QUESTIONÁRIO APLICADO NO *WORKSHOP* DE VALIDAÇÃO

Estudo para Planejamento Tecnológico
Mapa de Rotas Tecnológicas | Mercado de Energia: 2011 - 2015
SENAI-RJ

Consulta estruturada
As cinco questões da consulta estruturada abrangem o desenvolvimento de um Mapa de Rotas Tecnológicas para o mercado de Energia e visam identificar a prioridade de desenvolvimento de plataformas de conhecimento para o desenvolvimento de serviços em três períodos (2011 / 2012 / 2013 /2014 - 2015), o estágio de desenvolvimento das tecnologias que os suportam e os principais direcionadores deste mercado.

Questão 1. Plataformas de conhecimento
Questão 1.1 Dentre as plataformas de conhecimento em Energia listadas, aponte as cinco prioritárias para o desenvolvimento de soluções tecnológicas às empresas porque serão mais fortemente impactados no País no intervalo de 2011 a 2015:
( ) Eficiência Energética (Cogeração)
( ) Gás natural
( ) Geotérmicas
( ) Eólica
( ) Solar
( ) Pequenas Centrais Hidrelétricas
( ) Marés
( ) Biogás
( ) Biomassa
( ) Outras (especifique).....

Questão 1.2 Para cada plataforma de conhecimento selecionada, indique o horizonte temporal mais provável para disponibilização de soluções tecnológicas estruturadas às empresas. Transcreva os títulos das plataformas de conhecimento para as linhas pontilhadas. (Resposta única).

Plataforma:.....
( ) 2011; **( )** 2012; **( )** 2014; **( )** 2014 - 2015.

Plataforma:.....
( ) 2011; **( )** 2012; **( )** 2014; **( )** 2014 - 2015.

Plataforma:.....
( ) 2011; **( )** 2012; **( )** 2014; **( )** 2014 - 2015.

Plataforma:.....
( ) 2011; **( )** 2012; **( )** 2014; **( )** 2014 - 2015.

Plataforma:.....
( ) 2011; **( )** 2012; **( )** 2014; **( )** 2014 - 2015.

Questão 2. Tecnologias de impacto

Questão 2.1: Para cada plataforma de conhecimento selecionada, identifique as competências* e tecnologias** de impacto que suportam o desenvolvimento de soluções tecnológicas. Transcreva os títulos das plataformas para as linhas pontilhadas. (Respostas múltiplas).

*Considerando competências como: bases de conhecimento científico

**Considerando tecnologias como: softwares, tecnologias de processo e produto e metodologias)

Plataforma:.....

( )base de conhecimento em fontes e formas de energia; **( )**softwares especializados; **( )** tecnologias específicas; **( )**desenvolvimento de sistemáticas e metodologias; **( )**base de conhecimento em materiais e equipamentos; **( )** outros (especifique)**:.....**

Plataforma:.....

( )base de conhecimento em fontes e formas de energia; **( )** softwares especializados; **( )** tecnologias específicas; **( )**desenvolvimento de sistemáticas e metodologias; **( )**base de conhecimento em materiais e equipamentos; **( )** outros (especifique)**:.....**

Plataforma:.....

( )base de conhecimento em fontes e formas de energia; **( )** softwares especializados; **( )** tecnologias específicas; **( )**desenvolvimento de sistemáticas e metodologias; **( )**base de conhecimento em materiais e equipamentos; **( )** outros (especifique)**:.....**

Plataforma:.....

( )base de conhecimento em fontes e formas de energia; **( )** softwares especializados; **( )** tecnologias específicas; **( )**desenvolvimento de sistemáticas e metodologias; **( )**base de conhecimento em materiais e equipamentos; **( )** outros (especifique)**:.....**

Plataforma:.....

( )base de conhecimento em fontes e formas de energia; **( )** softwares especializados; **( )** tecnologias específicas; **( )**desenvolvimento de sistemáticas e metodologias; **( )**base de conhecimento em materiais e equipamentos; **( )** outros (especifique)**:.....**

Questão 2.2: Considerando apenas as tecnologias apontadas, avalie percentualmente o seu estágio de desenvolvimento (a soma não deve ser superior a 100%). Transcreva os títulos das tecnologias para as linhas pontilhadas.

Tecnologia:.....

(**)**artigo; **(** **)**pesquisa aplicada; **(** **)**comercial.

Tecnologia:.....

(**)**artigo; **(** **)**pesquisa aplicada; **(** **)**comercial.

Tecnologia:.....

(**)**artigo; **(** **)**pesquisa aplicada; **(** **)**comercial.

Questão 3. Direcionadores de Mercado

Questão 3.1: Selecione na lista abaixo cinco fenômenos que mais influenciarão/impactarão o futuro do mercado de Energia no Brasil no período de 2010-2030.

( ) Insumos básicos para P&D
( ) Impactos das tecnologias para o mercado de energia (estado da arte mundial)
( ) Pré-sal
( ) Aquecimento global e seus impactos
( ) Produção mais limpa
( ) Legislação ambiental mais restritiva
( ) Dificuldade de implantar empreendimentos convencionais de geração de energia (hidrelétricas e termelétricas)
( ) Aumento do consumo de energia ligado ao crescimento econômico
( ) Substituição de derivados de petróleo por fontes renováveis
( ) Critérios técnicos mais exigentes para utilização de combustíveis fósseis
( ) Outros (especifique).....

Questão 3.2: Para cada direcionador de mercado selecionado, identifique o impacto de cada um nas cinco plataformas de conhecimento prioritárias definidas na **questão 1.1**. Transcreva os títulos dos direcionadores para as linhas pontilhadas correspondentes e os títulos das plataformas de Energia para as linhas pontilhadas em todos os parênteses. (Respostas múltiplas).

Direcionador:.....

( ).....;

( ).....;

( ).....;

( ).....;

( ).....;

Direcionador:.....

( ).....;

( ).....;

( ).....;

( ).....;

( ).....;