

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

O Mapeamento Tecnológico e a Gestão de Tecnologia no
CNPDIA - Embrapa

Renato Ribeiro Franco

Dissertação de Mestrado apresentada ao programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Silva Pinho

**São Carlos – SP
2009**

Agradecimentos

Agradeço a Deus pela oportunidade desta caminhada, de sentir este desafio, vivê-lo, superá-lo e, a partir desta experiência, crescer como profissional e ser humano. Obrigado novamente senhor, pois durante esta caminhada pude contar com o apoio e instrução de ótimos professores, em especial o Marcelo Pinho que contribuiu imensamente para que este sonho fosse concretizado.

Obrigado prof. Marcelo pela orientação no mestrado, pelo apoio no conteúdo, pelas dicas de pesquisa, pelas palavras amigas. Reconheço a grande importância que teve em minha formação e por esta jornada sou muito grato.

Agradeço a minha família, que mesmo à distância, compartilhava comigo desta experiência e se interessava em saber de meu caminho e progresso no curso. Obrigado pelo apoio nos momentos em que a saudade apertava, e que naquele mesmo instante, tinham palavras de incentivo e conforto que me fizeram refletir e crescer como pessoa.

Aos amigos, grandes seres humanos, que ficaram em Belo Horizonte e de lá torciam por mim, sou muito grato pelo apoio. Aos amigos de São Carlos, grandes companheiros de jornada, obrigado. Em especial a um mineiro, que já me tornei amigo nos primeiros dias nesta cidade, obrigado pela amizade sincera e pelo convite para morar com vocês. Obrigado amigos “de casa” já sinto saudades de todos, os momentos desta nossa convivência sempre serão lembrados.

Agradeço também àquelas pessoas que antes do mestrado me orientaram a seguir em minha vontade e realizar o curso que sonhava em fazer. Obrigado a todos vocês pelas palavras carinhosas e de incentivo. Obrigado por me apoiarem a fazer um sonho se realizar.

Agradeço a CAPES por apoiar este estudo, assim como a todos no CNPDIA que contribuíram a este trabalho.

Dedico as próximas palavras deste trabalho a vocês que fizeram parte desta história. Afinal, sem este apoio não haveria nada aqui a ser lido...

Muito obrigado...

Resumo

Os métodos de prospecção e gestão de tecnologia são importantes instrumentos para a inovação em organizações que visam o desenvolvimento de pesquisas e tecnologia. Em geral, estas organizações precisam de dados, informações e orientações que embasem as decisões acerca das atividades que serão conduzidas. Considerando que as atividades de inovação tecnológica aceleraram-se nestas últimas décadas, reduzindo o tempo de desenvolvimento, a importância deste tipo de metodologia tende a aumentar. Entretanto, no Brasil ainda é escassa a literatura sobre o tema, com poucos relatos de utilização de algumas destas metodologias.

Por isso, esta dissertação possui o objetivo de aprofundar este tema. Visa-se coletar e selecionar, das diferentes fontes identificadas, conteúdos relevantes sobre prospecção e gestão de tecnologia para compor uma densa revisão desta literatura e, em seguida, realizar a comparação entre o modelo de prospecção e gestão de tecnologia presente no Centro Nacional de Pesquisas e Desenvolvimento de Instrumentação Agropecuária – CNPDIA e o método do *Technology Roadmapping*, método freqüente em revistas de referência no tema.

A comparação foi baseada nas dimensões presentes no *Technology Roadmapping*, entretanto os limites dimensionais da metodologia foram extrapolados para aprofundar o conhecimento acerca do objeto de estudo. A partir desta compreensão, objetivou-se contribuir ao analisar algumas características desta importante unidade da Embrapa, o CNPDIA. Espera-se, também, que algumas das recomendações realizadas nesta dissertação possam ser alvo de debates na unidade pesquisada.

Palavras chave: Prospecção de Tecnologia, *Technology Roadmapping*, CNPDIA

Abstract

The technology forecast and management methods have been considered by academics and managers important tools to support technology development. Generally the organizations, which are worried about this issues, needs data and information to look ahead and clarify technologies course before it happens. Considering that development's time has become shorter, these kind of methodologies may turn more and more important. Despite of these matters, it's rare to find papers and related cases to this subject in Brazil.

That's why this study has the objective of collect and discuss methodologies, and right after that, compare the Technology Roadmap (TRM) to the CNPDIA's method of technology forecast and management. This TRM method is frequently presented in the related magazines.

The work realized has compared the dimension of the TRM, considering some extras observations. These extras looks offered a more complete view and understanding of the environment in which the technology activities took place. The expected intention was to collaborate by analyzing some of the CNPDIA's characterizes. One extra hope is to inspire some discussion in the unit observed, based on this work

Key words: Technology Forecast, Technology Management, Technology Roadmap.

Sumário:

Lista de Ilustrações	2
Lista de Quadros	3
Introdução	4
Objetivos.....	4
Justificativa e Relevância	5
Metodologia.....	6
Capítulo 1 - A Gestão e Prospecção de Tecnologia	8
1.1 Geração de Tecnologia	9
1.2 Gestão da Tecnologia	10
1.3 Prospecção de Tecnologia	13
1.3.1 Abordagem Extrapolativa.....	16
1.3.2 Abordagem Exploratória	21
1.3.3 Abordagem Normativa	26
Capítulo 2 – O Mapeamento Tecnológico.....	31
2.1 Conceituação e Difusão do Método.....	31
2.2 Formatos e Propósitos dos Mapas Tecnológicos.....	35
2.3 O Processo do Mapeamento	44
Capítulo 3 – A Embrapa e o CNPDIA	50
3.1 A Embrapa.....	50
3.1.1 Histórico	50
3.1.2 O Planejamento da Embrapa desde os anos 90	51
3.1.3 A Estrutura Atual da Embrapa	54
3.2 O CNPDIA	62
Capítulo 4 – Comparação entre as Práticas de Gestão e Prospecção de Tecnologia no CNPDIA e o Mapeamento Tecnológico.....	66
4.1 Planejamento na Embrapa	68
4.2 O Planejamento no CNPDIA.....	73
4.3 Comparação com o Mapeamento Tecnológico	79
Considerações Finais	86
Bibliografia.....	90
Anexo I - Principais Tecnologias Desenvolvidas pelo CNPDIA	95
Anexo II- Roteiro de Entrevista Dirigida as Áreas de Comunicações e Novos Negócios e de Propriedade Intelectual	99
Anexo III - Roteiro de Entrevista dirigida a Chefia de P&D	100

Lista de Ilustrações

Ilustração 01 - Evolução do TRM e dos Processos de Prospecção de Tecnologia	32
Ilustração 02 - Modelo Genérico do Technology Roadmap	35
Ilustração 03 - Modelos e Propósitos do TRM	35
Ilustração 04 - Planejamento de Produtos	36
Ilustração 05 - Planejamento de Capacitações	36
Ilustração 06 - Planejamento Estratégico	37
Ilustração 07 - Planejamento de Longo Prazo	38
Ilustração 08 - Planejamento de Conhecimento	38
Ilustração 09 - Planejamento de Programa	39
Ilustração 10 – Planejamento de Processo	39
Ilustração 11 - Planejamento de Integração	40
Ilustração 12 - Formato em Múltiplas Camadas	41
Ilustração 13 - Formato em Barras	42
Ilustração 14 - Formato em Tabela	42
Ilustração 15 - Formato em Gráfico	43
Ilustração 16 - Formato em Ilustrado	43
Ilustração 17 - Formato em Fluxo	44
Ilustração 18 - Etapas do Processo Padronizado do T-Plan.	49
Ilustração 19 - Organograma da Embrapa	56
Ilustração 20 - Organograma do CNPDIA	66
Ilustração 21 - A Hierarquia dos Órgãos Existentes na Organização e nas Unidades	71

Lista de Quadros

Quadro 01 - Abordagens da Prospecção de Tecnologia e suas Características	15
Quadro 02 - Abordagens da Prospecção de Tecnologia e suas Técnicas	16
Quadro 03 - Transformações Comuns as Curvas de Crescimento de Tecnologia	20
Quadro 04 - Etapas de um Processo de Mapeamento Tecnológico para Produtos	45
Quadro 05 - Etapas de um Processo de Mapeamento Tecnológico para Produtos	67

Introdução

O reconhecimento da crescente importância do desenvolvimento de tecnologia como fonte de competitividade para empresas, regiões e mesmo países está na origem da ampliação dos recursos dedicados a esse fim por instituições públicas e privadas. Tanto pelo crescimento do montante de recursos envolvidos quanto pela fundamental importância estratégica da atividade, a gestão da função tecnológica vem ganhando atenção cada vez maior.

Nesse contexto, a eficiência do núcleo de P&D no desenvolvimento de suas atividades é crítica para o êxito de seus esforços e de toda a organização. Porém, a atividade de desenvolvimento de tecnologia é permanentemente dificultada pela velocidade nos avanços tecnológicos e pela sua própria natureza, em particular, por seus longos prazos de maturação, “corridas” entre agentes para definição de padrões e a própria incerteza em relação aos resultados técnicos e econômicos obtidos. Portanto, a gestão tecnológica requer a avaliação de suas perspectivas e a elaboração de uma visão do futuro, objetos da atividade de prospecção de tecnologia. Um conjunto de técnicas e métodos associados ao *Technology Roadmapping* – ou mapeamento tecnológico, segundo a tradução que se tem difundido em português – procura justamente responder a essas demandas.

A presente dissertação busca aprofundar a compreensão dos principais métodos de prospecção tecnológica e, em especial, dos instrumentos vinculados ao *Technology Roadmapping* (TRM). Partindo de uma ampla revisão da literatura pertinente, este estudo pretende alcançar o propósito acima indicado também por meio do estudo de um caso específico, o das atividades de prospecção atualmente realizadas por uma importante instituição de pesquisa brasileira: o CNPDIA (Centro Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento de Instrumentação Agropecuária), unidade subordinada à Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária).

Desta maneira, a pergunta de pesquisa que traduz as preocupações centrais desta dissertação pode ser expressa do seguinte modo: **Quais são as possíveis contribuições advindas de métodos de prospecção de tecnologia como o *Technology Roadmapping* para a gestão tecnológica no CNPDIA?**

Objetivos

O objetivo principal desta dissertação é observar as práticas de prospecção e gestão de tecnologia adotadas no CNPDIA e compará-las à metodologia do *Technology*

Roadmapping (TRM), que vem adquirindo importância crescente no contexto das atividades de prospecção e gestão de tecnologia.

Esse objetivo geral se desdobra em uma série de objetivos específicos:

- Realizar uma ampla revisão da literatura nacional e internacional a respeito de prospecção tecnológica e *Technology Roadmapping*.
- Identificar e analisar a experiência internacional no uso dessa metodologia.
- Estudar o modelo de desenvolvimento de tecnologia da Embrapa Instrumentação Agropecuária¹.

Justificativa e Relevância

Os primeiros relatos documentados da metodologia de Mapeamento Tecnológico apontam para o pioneirismo das empresas Motorola e Corning em seu desenvolvimento e utilização. Mais recentemente, são numerosas as indicações de difusão da técnica em outras grandes organizações, como a Philips e a NASA, que também apresentam resultados advindos da utilização do TRM.

Em contraste com essa disseminação em escala internacional, principalmente nos países desenvolvidos, as poucas evidências disponíveis sugerem que, no Brasil, as atividades de prospecção tecnológica, em geral, e o TRM, em particular, são ainda muito pouco difundidas.

O potencial de gerar conhecimento da Embrapa Instrumentação Agropecuária é expressivo. A unidade aglutina físicos, engenheiros eletrônicos, engenheiros de materiais e de outras áreas tecnológicas e de ciências exatas, com o conhecimento de agrônomos e veterinários (ver capítulo 3 - descrição do objeto de estudo). Possui também uma organização amplamente reconhecida, que vem produzindo resultados significativos. Sua experiência foi tão bem sucedida que serve de modelo para centros de pesquisa criados no México, na Itália e nos Estados Unidos (CNPDIA, 2007).

Dos resultados de seus esforços de desenvolvimento tecnológico, vale a pena destacar os que tiveram licenças repassadas à iniciativa privada para comercialização: (a) detector de prenhez para bovinos e equinos por ultrassom, com mais de (quatro) mil unidades vendidas no Brasil e em países da América Latina; (b) medidor de espessura de toucinho por ultrassom para suínos vivos; (c) sistema computadorizado para congelamento de embriões (CNPDIA, 2005). Além disso, recentemente foi posto em operação o Proeta,

¹ Este é a atual designação oficial do CNPDIA.

programa de transferência das tecnologias desenvolvidas na Embrapa para o setor privado por meio da criação de novas empresas de base tecnológica (TORKOMIAN *et al.*, 2006).

Embora a adoção de métodos de gestão e prospecção de tecnologia tenha grande potencial de reduzir os riscos associados à prática de P&D, são desconhecidas, por parte dos envolvidos nesta pesquisa, estudos acadêmicos anteriores com o propósito de analisar as atividades de prospecção e gestão de tecnologia no CNPDIA, assim como eventualmente contribuir para a superação das suas prováveis dificuldades.

Metodologia

O passo inicial desta pesquisa foi um levantamento bibliográfico no site da Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) sobre as temáticas de prospecção e mapeamento tecnológico. Após a leitura, compreensão e fichamento destes primeiros textos, a revisão da literatura foi aprofundada em outras fontes, como livros, anais de congressos nacionais e internacionais, e outros periódicos especializados, consultados no Portal de Periódicos da Capes. As informações assim obtidas foram a fonte da revisão de literatura apresentada nos dois primeiros capítulos desta dissertação. O material sintetizado oferece suporte também para se tentar atingir outros dos objetivos desta dissertação, provendo as ferramentas conceituais para a análise do caso do CNPDIA.

Para o estudo de uma temática muito pouco explorada em trabalhos anteriores, acredita-se que a técnica de pesquisa adequada seja o estudo de caso. Registre-se que a definição do objeto de estudo desta pesquisa foi resultado da identificação de uma organização que, simultaneamente, apresenta grande potencial de gerar conhecimento e tecnologia em sua área de atuação, e está sujeita a decisões e escolhas complexas na gestão da tecnologia, devido ao porte e diversidade de suas áreas de pesquisa. Naturalmente, a localização do centro de pesquisa e a possibilidade de acesso foram também relevantes para a definição do objeto do estudo de caso. Das três organizações “candidatas”, uma no setor de cosméticos (Natura) e outra no setor de consumo (Faber Castell), optou-se pelo CNPDIA.

Uma primeira entrevista foi realizada em novembro de 2007, com a gerente de comunicação e negócios do CNPDIA. Nesta entrevista, foram disponibilizados documentos relativos à estratégia de toda a Embrapa e também aqueles específicos da unidade. Estes documentos contribuíram para a análise e observação pormenorizada da organização estudada. Uma segunda entrevista, também com a gerente de comunicação e novos negócios, foi realizada em julho de 2008. Nesta ocasião, o alvo principal foi o processo de prospecção realizado pelo CNPDIA. Uma terceira entrevista com a mesma gerente foi realizada em

outubro de 2008, enfocando, sobretudo, o modelo de atendimento das demandas. Nesta mesma oportunidade, realizou-se uma entrevista com a gerente de propriedade intelectual, entrevista em que o foco foi compreender as políticas de propriedade intelectual adotadas nas relações de parceria do CNPDIA. Por fim, uma última entrevista foi realizada em março de 2009, com o chefe de P&D da unidade, com o intuito de compreender a visão daquela área no que tange às questões da gestão de tecnologia no CNPDIA. Estas entrevistas foram pautadas por roteiros, configurando um questionário semi-estruturado.

Capítulo 1 - A Gestão e Prospecção de Tecnologia

A análise das definições de tecnologia disponíveis na literatura mostra algumas divergências e semelhanças. Phaal *et al.* (2004a) considera a tecnologia como um tipo específico do conhecimento e afirma que “a característica chave da tecnologia que a distingue de outras formas mais gerais do conhecimento é que ela é aplicada, focando no *know how* da organização”. Everett *et al.* (2001) afirmam que “a tecnologia é informação que é colocada em uso para realizar alguma tarefa”, uma abordagem que induz à reflexão do conhecimento como um instrumento cuja função é semelhante à de uma ferramenta. Esta visão, embora bastante difundida, não considera importantes características da tecnologia, entre elas o seu caráter cumulativo, que reconhece as evoluções fundadas no esforço de aprimorar a base do conhecimento que lhe dá suporte. Estes esforços tendem a ser uma continuidade de um trabalho já iniciado e cujos princípios guiaram a tecnologia dominada.

As mudanças ocorridas em cada organização nos aspectos tecnológicos são processos cumulativos. O que a empresa pretende fazer tecnologicamente no futuro está relacionado com o que ela tem sido capaz de fazer. Deste modo, reconhecida a natureza específica e cumulativa da tecnologia, compreende-se que seu desenvolvimento, ao longo do tempo, não é casual, mas intimamente relacionado às atividades tecnológicas existentes (Dosi, 1988).

A especificidade do conhecimento ou especialização adquirida por uma empresa em um determinado assunto é, portanto, fruto de seu esforço sequenciado em atividades de pesquisa e desenvolvimento ou em mecanismos meramente formalizados de aprendizagem. Este esforço sequenciado é o que caracteriza o conceito definido por Dosi (1988) como trajetória tecnológica. Nelson e Winter (1977, *apud* Rovere 2006) observam que a trajetória tecnológica é a direção selecionada e seguida pelo desenvolvimento tecnológico, uma vez que as firmas escolheram determinadas tecnologias visando a obtenção de lucros.

Um segundo conjunto de características apresenta dois elementos relevantes derivados dos conceitos de trajetória e paradigmas tecnológicos. Estes elementos foram definidos por Dosi (1984) como a oportunidade e a apropriabilidade da tecnologia. A primeira é resultado das mudanças de trajetória específicas e dos paradigmas tecnológicos que oferecem a oportunidade de exploração tecnológica por parte das empresas com o intuito da obtenção de lucros. Estas oportunidades tecnológicas serão aproveitadas pelas empresas, caso haja condições de apropriabilidade que garantam a obtenção de lucros temporários. Como

citado por Albuquerque (2006), o aproveitamento das oportunidades tecnológicas articula-se com a existência de garantias de apropriação dos ganhos resultantes da inovação.

Contudo, uma importante dimensão ainda compõe estas características, esta dimensão é o caráter tácito do conhecimento, denominado também como conhecimento implícito.

Dois aspectos diferentes do conhecimento abordados pela literatura são o conhecimento explícito e o implícito (Dosi, 1988; Slack *et al.*, 2002; Phaal *et al.*, 2004b). O conhecimento explícito é a forma de conhecimento passível de ser documentada e facilmente fornecida a um segundo agente. Pode-se também verbalizá-lo ou expressá-lo de alguma forma codificada. Todavia, nem todo conhecimento pode ser transferido desta maneira. O conhecimento tácito requer alguma forma de interação para possibilitar sua transferência. O conhecimento implícito é repassado por meio da troca de experiência entre dois agentes, por exemplo, mediante o modelo do instrutor e do aprendiz. Estes conceitos são fundamentais, pois são os elementos que devem ser administrados em uma organização preocupada com a geração da tecnologia.

1.1 Geração de Tecnologia

Uma vez orientadas a oferecer algo novo para seu mercado, as organizações devem realizar um esforço considerável para atingir esse objetivo. Todavia estes esforços não são exclusivamente desempenhados internamente. Os laços com outras instituições - tanto empresas como instituições não-empresariais - contribuem para a obtenção do resultado desejado.

A interação entre indústria e universidade também é influenciada pela transformação da ciência e tecnologia, desde iniciativas separadas até atividades integradas e relacionadas. “Quando a inovação tecnológica se torna mais proximamente amarrada às pesquisas e vice-versa, as fronteiras cognitivas e organizacionais que já foram sacrossantas são abolidas” (ETZKOWITZ, 1998). O esforço compartilhado pelo desenvolvimento possibilita a cada agente desempenhar funções mais relacionadas às suas maiores competências, potencializando o resultado deste trabalho em conjunto e favorecendo o relacionamento entre a universidade e a indústria.

Este relacionamento é evidente quando a extensão das pesquisas universitárias promove o desenvolvimento de tecnologia, mas é ainda mais explícito quando os objetivos industriais compõem as metas de pesquisa de algumas áreas e laboratórios da universidade,

tornando os elos desta união mais sólidos e complementares. Segundo Etzkowitz (1998), iniciativas isoladas e separadas, posteriormente podem se conectar e se tornar integradas.

Todavia, além desta participação como fonte de conhecimento para o desenvolvimento econômico e como agente de melhoria de produtos já existentes, “muitas universidades e centros de pesquisa estão conscientizados de que podem explorar seus próprios resultados promovendo e apoiando a criação de novos empreendimentos” (NDONZUAU *et al.*, 2002), usufruindo com maior vigor de seu próprio esforço inovativo e contribuindo de forma direta à implantação de novos empreendimentos. Nesta perspectiva de provedora de novas unidades industriais, a universidade pode ser vista como um risco pela indústria. Como é fonte de um vasto campo da ciência, os quais compõem as fronteiras de conhecimento em diversos setores, seu potencial para a geração de um novo empreendimento, com algumas vantagens competitivas, é visto com desconforto por parte da indústria.

Uma abordagem do cientista como elemento de difusão e comercialização dos conhecimentos adquiridos, por meio de sua aplicação em um produto e sua disponibilidade no mercado a partir do surgimento de um novo empreendimento, conceitua o termo do cientista empreendedor. “Pesquisadores, professores e alunos da universidade apresentam alto potencial para a criação de novos empreendimentos baseados no conhecimento. É preciso dar-lhes o estímulo adequado” (DOLABELA, 1999).

Contudo, como Etzkowitz (1998) relata, a maior eficiência é obtida se cada agente desenvolve seu papel principal. “Uma posição moderada de envolvimento tem se tornado comum, com cientistas tornando-se conhecedores e operando em conforto no meio empresarial, enquanto mantêm seus interesses primários, identificados como cientistas acadêmicos”. Nesta perspectiva, cada agente desempenha sua função de acordo com sua vocação e experiência, oferecendo apoio e complementaridade à união dos esforços em busca do desenvolvimento em conjunto.

Toda esta atividade inovativa é bastante complexa e, indubitavelmente, as ações de desenvolvimento em conjunto contribuem para o acúmulo do conhecimento e interações em suas diversas áreas. Assim, gerir adequadamente esta potencialidade é importante para obter os resultados mais desejados neste processo.

1.2 Gestão da Tecnologia

“Os interesses acadêmicos e empresariais em gerenciar mais eficientemente a tecnologia têm crescido com o aumento da complexidade, custo e taxa de incremento da inovação tecnológica” (PHALL *et al.*, 2005b). Este crescente interesse está associado ao

potencial de inovação na promoção do crescimento econômico e empresarial (PORTER, 1990). A possibilidade de lançar novos produtos com novas tecnologias e até novos conceitos estimula a busca de inovações por empresas que disputam entre si espaço no mercado.

Para enfrentar a concorrência, a organização deve monitorar o seu mercado consumidor, conhecer suficientemente bem a sua demanda e ser capaz de agir diante de uma alteração. Estas alterações podem ser de natureza diversa, mas o que merece explicitação é a necessidade da contínua análise deste mercado. As contribuições da área comercial e do núcleo de pesquisa e desenvolvimento são fundamentais para o sucesso de produtos e serviços inovadores que serão lançados no mercado (PHALL *et al.*, 2005b).

Esta sinergia proporciona a troca de experiências, a cumplicidade no desafio, o aumento na possibilidade dos novos produtos estarem em consonância com o desejo e disposição de consumo de seus clientes potenciais. Contudo, deve-se analisar além deste ambiente presente, uma abordagem abrangente e a tecnologia, como qualquer outra dimensão na empresa (COATES *et al.*, 2001). A gestão de tecnologia requer processos e sistemas efetivos ao ser colocada em prática, para assegurar que recursos tecnológicos existentes e potenciais dentro da organização estejam alinhados com seus propósitos, atuais e futuros (PHALL *et al.*, 2004b).

Uma gestão de tecnologia eficiente, segundo Phall *et al.* (2005b), requer alguns elementos em sua implantação:

1. Inicialmente, ferramentas práticas são necessárias para apoiar decisões e ações gerenciais, concomitantemente com técnicas para sua aplicação.
2. O gerenciamento do processo é requerido para combinar as ferramentas e sua aplicação em problemas específicos.
3. Estruturas conceituais são necessárias para guiar o pensamento a respeito do gerenciamento de tecnologia, baseadas em princípios teóricos bem fundamentados.

A natureza e propósito das ferramentas de gerenciamento da tecnologia são discutidos por vários autores. Brady (1997) as define como “um documento, estrutura, procedimento, sistema ou método que possibilita à empresa desmistificar ou atingir um objetivo”.

Brown (1997) e Faruck *et al.* (1999) enumeraram alguns princípios de boas práticas para o modelamento de ferramentas. Estes autores afirmam que as ferramentas devem ser:

1. Simples em conceito e uso, fundamentadas em um modelo objetivo de melhores práticas.
2. Flexíveis e assim permitir melhores ajustes para as necessidades empresarias.
3. Não prescritivas ou mecanicistas.
4. Capazes de articulação com outras ferramentas, processos e sistemas.
5. Resultar em melhorias quantificáveis.
6. Apoiar a comunicação.

Existem diferentes modelos de ferramentas, contudo a mais difundida é a matricial. Esta classe de ferramenta é caracterizada pela simples representação em forma de diagramas, “que capturam as dimensões chaves de um problema ou tema com uma estrutura ortogonal, apoiando a compreensão, a tomada de decisões ou recomendando ações gerenciais particulares” (PHAAL, 2005). Esta classe é simples em sua estrutura, conceito e aplicação, o que favorece a comunicação. Destacada, também, por sua flexibilidade, uma vez que pode ser aplicada em situações diversas e casos particulares em empresas. Este tipo de ferramenta é bastante utilizado em gestão e desenvolvimento de tecnologia que envolva uma análise longitudinal.

As ferramentas gráficas também oferecem um grande apoio visual. Nelas geralmente são identificadas as variáveis mais representativas e então é projetada uma representação que permite a observação mais detalhada do desenvolvimento das tecnologias de acordo com o parâmetro selecionado. Estas representações gráficas podem ser do tipo de bolhas, colunas ou até funções. As representações em bolhas são bastante utilizadas para a avaliação de projetos de P&D (COOPER, 1997a). Este modelo de ferramenta também pode ser usado para compreender a base tecnológica existente e oferecer extensões ou aprimoramentos conforme discutido por Meyer (1997).

A gestão da tecnologia, entretanto, não deve ser limitada às condições presentes, pois os desenvolvimentos tecnológicos não são exclusivamente lineares. Assim, a complexidade envolvida requer uma análise mais completa em que seja possível compreender o estado da arte e avançar em projeções futuras acerca daquilo que se acredita que deva ocorrer. Deste modo, a prospecção de tecnologia representa um apoio indispensável às equipes de P&D, preocupadas com o desenvolvimento multidimensional da tecnologia.

1.3 Prospecção de Tecnologia

O início da prospecção tecnológica ocorreu no pós-guerra, período no qual se admitia uma relação linear e causal entre a pesquisa científica e o desenvolvimento de tecnologia. Por volta de 1949, sob o amparo do governo norte-americano, o desenvolvimento da prospecção tecnológica, como meio de explorar o futuro da tecnologia, encontrou um ambiente positivo para sua implantação. Desde então, as empresas se apropriaram de muitas destas ferramentas e integraram-nas aos seus procedimentos de planejamentos em busca de oportunidades (COASTES *et al.*, 2001).

Todavia, uma segunda vertente da atividade prospectiva foi desenvolvida a partir da década de 70, a dos futuristas que representavam uma contrapartida à tendência até então predominante, cujo enfoque era, em geral, mais conectado a valores que a fins tecnológicos (JOHNSTON, 2002).

A premissa que sustentava o esforço de capacitar-se para obter projeções precisas de uma novidade técnica era a estabilidade existente durante os anos 50 e 60. Porém, esta premissa apresentava-se enfraquecida após a década de 70. Concomitantemente, o fulgor e vitalidade dos futuristas não se concretizavam diante da realidade complexa existente que a abstração inicial propunha. Assim, estas abordagens ao perderem o vigor cogente inicial e sucumbiram a um modelo mais pragmático e atual, conseqüência evolutiva dos parâmetros anteriores.

Contribuíram fortemente para a compreensão do tema importantes definições a respeito de prospecção de tecnologia, como a da OCDE (1996) que a considera como uma tentativa sistematizada de olhar o futuro da ciência, tecnologia, economia e sociedade, no longo prazo, com uma visão apurada para identificar tecnologias emergentes e relacionar os seus benefícios sociais e econômicos. Ainda que esta definição seja bastante esclarecedora e rica conceitualmente, ainda oferece suporte para discussão semântica entre alguns autores.

Johnston (2002) distingue entre estas duas abordagens prospectivas o *forecast* e o *foresight*. Na primeira, o objetivo era o desenvolvimento de tecnologia, o avanço da capacidade de se compreender a técnica futura. Já na segunda abordagem, o intuito é compreender o impacto da tecnologia na economia, sociedade e na participação de políticas públicas. Coates *et al.* (2001) não compartilham desta visão, pois afirmam que o *forecasting* evoluiu desde os seus primeiros conceitos que possuíam abordagens mais restritas. Todavia, as questões sociais nunca foram abandonadas pelos idealizadores e membros desta comunidade. Ademais, recordam, por exemplo, que Harold Linstone, fundador da revista

Technological Forecasting em 1969, após apenas um ano de publicações mudou o nome da revista para *Technological Forecasting and Social Change*, explicitando sua preocupação. Deste modo, para estes autores, *forecasting* é o termo mais apropriado para toda a estrutura hoje existente e cujo conceito a OCDE (1996) retrata, embora com o uso do termo *foresight*.

A despeito das diferenças de abordagem existentes, a atividade prospectiva cresce desde sua primeira observação. Segundo Gavigan (1999), ao longo dos últimos trinta anos, muito se fez em todo o mundo a respeito de estratégia e planejamento de políticas apoiadas por uma estrutura que geralmente não possui o rótulo explícito de prospecção. Isto, em parte, se deve ao fato do uso de estruturas de prospecção tornar-se parte do ferramental e da rotina de planejamento. Por outro lado, também existe a explicação que evita a associação com a prospecção conhecida como *forecast*, cuja abordagem foi difamada em círculos de planejamento que concordam com a visão de Johnston (2002). Todavia, nos últimos dez anos o uso do termo prospecção de tecnologia tem se difundido e é amplamente utilizado por governos e organizações¹.

O desenvolvimento desta atividade prospectiva tem respondido a necessidades dos setores público e privado. Métodos quantitativos e qualitativos foram desenvolvidos, refinados e usados. Embora seu desenvolvimento inicialmente tenha seguido trajetórias particulares, ao longo do tempo diferentes abordagens sobre o problema de visualização da tecnologia no futuro foram se aproximando e complementando.

De acordo com a OCDE (1996), uma característica presente em todas as técnicas de prospecção de tecnologia é que elas apóiam o processo de tomada de decisão, que normalmente deve ser baseado em mais informações do que as providas por estas técnicas. Embora desde esta referência muito tenha sido discutido e aprimorado a respeito destas técnicas e sua abrangência, Coates *et al.* (2001) afirmam que o propósito, os métodos, as terminologias e o uso serão modelados no futuro, como no passado, pelas necessidades dos governos e corporações. Estes autores também afirmam que atualmente os desafios impostos pela rápida mudança tecnológica, complexidades organizacionais e as forças sociais demandam informações eficazes a respeito de tecnologias emergentes e que a década de 90 é um referencial para o crescimento de diferentes formas e técnicas de prospecção.

¹ “É notável a crescente importância dos estudos prospectivos. Hoje, eles são componentes fundamentais para políticas e estratégias de inovação, não só como subsídios para ampliar a capacidade de antecipação, mas também porque estimulariam virtuosamente a organização dos sistemas de inovação” (Zackiewicz et al, 2005).

Um aspecto importante a respeito da prospecção de tecnologia continua a merecer ênfase, dependendo do propósito da atividade prospectiva e da extensão da análise longitudinal, existem diferentes abordagens com seu devido embasamento técnico.

Na literatura disponível sobre o assunto encontram-se três diferentes abordagens sobre como avaliar o futuro da tecnologia: a extrapolativa, a exploratória e a normativa (POTER 1991; GAVIGAN, 1999; WRIGHT *et al.*, 2000). Segundo Wright *et al.* (2000), enquanto a abordagem extrapolativa se concentra naquilo que vai acontecer, as atenções da abordagem exploratória estão focadas no que pode acontecer, e por sua vez, a motivação para se fazer a análise normativa é determinar aquilo que deve acontecer, como demonstrado pelo quadro 1.

Quadro 1: Abordagens da Prospecção de Tecnologia e suas Características

Abordagens		
Extrapolativa	Exploratória	Normativa
Atenções Voltadas ao que:		
Vai acontecer	Pode acontecer	Deve Acontecer
Principal Fonte		
Projeção de dados históricos	Uso de conhecimento de especialistas	Decisão baseada em valores

Fonte: Elaboração própria com base em Wright *et al.* 2000.

A literatura acerca destas abordagens apresenta diferentes técnicas para esta atividade prospectiva, o quadro 2 apresenta algumas destas técnicas mais usuais de acordo com a abordagem utilizada. Por outro lado, na literatura pertinente também se encontram relatos de organizações que utilizam de forma combinada as metodologias apresentadas. Uma destas experiências é relatada por Wright *et al.* (2000) em seu estudo prospectivo.

Quadro 2: Abordagens da Prospecção de Tecnologia e suas Técnicas

Abordagens		
Extrapolativa	Exploratória	Normativa
Suas Técnicas mais Usuais		
<ul style="list-style-type: none"> • Séries de Tempo • Ajustes de Curvas • Regressões e Correlações • Curvas de Crescimento 	<ul style="list-style-type: none"> • Delphi • Cenários • Análise Morfológica 	<ul style="list-style-type: none"> • Cenários Normativos • Análise de Políticas Setoriais • Árvore de Relevância

Fonte: Elaboração própria com base em Wright *et al.* 2000.

1.3.1 Abordagem Extrapolativa

A fonte que alimenta a atividade de analisar o futuro nesta perspectiva é a base de dados obtida pelo histórico de atividades da organização ou instituição governamental. Segundo Porter (1991), a extrapolação usa o passado para determinar o futuro. Ademais, a extrapolação de tendências utiliza técnicas da matemática e estatística para estender séries de dados quantitativos para o futuro. Martino (2003) afirma que os dados históricos são ajustados por um modelo apropriado e a projeção deste modelo se torna o resultado da prospecção. Por esta característica, de ser respaldado por dados históricos, a extrapolação de tendências só é aplicável quando o futuro aparenta ser como o passado em, ao menos, alguns aspectos importantes.

Ende *et al.* (1998) afirmam que quanto maior o tempo de existência da tecnologia melhor será a extrapolação de sua tendência, pois a sua compreensão será facilitada pela sua trajetória². Por outro lado, as discontinuidades tecnológicas têm o potencial

² A trajetória tecnológica sugerida por Dosi (1988), compreende uma base sólida de conhecimento e suas devidas extensões, que são resultado de pesquisa e desenvolvimento numa direção específica. Contudo, compreende-se que à medida que as trajetórias tecnológicas amadurecem, as oportunidades para a inovação tendem a escassear e eventualmente se esgotam.

Assim, quando as oportunidades em um campo do conhecimento são escassas, a possibilidade de uma quebra de paradigma emerge. Dosi (1988) denomina os paradigmas tecnológicos como um padrão de soluções para problemas sócio-econômicos baseados em princípios altamente selecionados derivados das ciências

de causar grande impacto na sociedade, alterando sua história (Ayres, 2000). As extrapolações de tecnologia não podem ignorar esta variação. Contudo, não é a tecnologia a única fonte desta descontinuidade potencial. Eventos como alterações nas políticas públicas, recessões econômicas ou desastres naturais afetam a fidedignidade do passado como um guia para prospectar o futuro. Estas limitações da extrapolação implicam que a pessoa que realiza a atividade de prospectar deve evitar previsões baseadas em pontos simples. Qualquer tendência deve ser projetada considerando um intervalo suficientemente amplo de valores. Além disto, é preciso avaliar detidamente os efeitos da ocorrência sobre a tendência projetada de eventos críticos (PORTER, 1991).

Porter (1991) afirma que os métodos extrapolativos abrangem desde os diretos até os mais estruturados. O primeiro visa prospectar diretamente o comportamento sem considerar os efeitos de toda a sociedade, enquanto o último considera especificamente os relacionamentos de causa e efeito. Este método varia desde técnicas muito simples até as complexas, que necessitam de computadores poderosos para aplicação. Todavia, a sofisticação do método não garante a validade da prospecção. A validade está profundamente relacionada e limitada à qualidade dos dados obtidos.

Assim, a correta seleção dos dados a serem extrapolados é de suma importância para atingir resultados mais refinados. Algumas características devem influenciar na escolha destas variáveis. Porter (1991) elege três importantes características para estas variáveis:

1. As variáveis escolhidas devem ser capazes de medir a funcionalidade da tecnologia
2. A variável escolhida deve ser aplicável para a tecnologia atual e para qualquer outra que possa vir a substituí-la.
3. Os dados devem estar disponíveis para análise das variáveis escolhidas. Geralmente este é o fator mais limitante. Se o indicador ideal não está disponível ou está menos completo que medições alternativas, pode ser necessário um meio termo.

1.3.1.1 Séries de Tempo

Este modelo de extrapolação é o mais simples retratado pela literatura. Deve ser aplicado para previsões de curto período de tempo, se a análise longitudinal for ampla, este modelo perde credibilidade. Não é objetivo explícito desta técnica relacionar o ambiente

naturais. O rompimento de um paradigma pode representar uma nova forma, um rompimento com os valores e conhecimentos até então existentes.

com a tecnologia. É utilizada quando se espera que o futuro seja igual ao presente, que amanhã ou o próximo mês seja como o hoje. Parte-se, portanto, da premissa de que o comportamento do passado se reproduzirá no futuro. Por exemplo, que o ritmo de crescimento da demanda de um produto se manterá.

Contudo, o resultado da extrapolação para uma previsão de demanda para os próximos anos de uma companhia pode divergir dos dados históricos. Deste modo, estes dados podem contribuir para demonstrar que houve um crescimento representativo da demanda e assim assumir que os próximos anos que serão projetados podem ser previstos com o auxílio destes números, e que o resultado de um ano futuro pode ser calculado como o número absoluto do ano anterior acrescido da diferença dos dois anos anteriores (Porter, 1991). Esta variação tornaria a equação matemática assim:

$$X_{(i+t)} = X_i + (X_i - X_{i-t})$$

equação 1

Uma segunda variação deste modelo simples é admitir uma taxa de crescimento e extrapolar novos dados a partir desta razão. Assim:

$$X_{t+i} = X_t \left(\frac{X_t}{X_{t-i}} \right)$$

equação 2

Contudo, este modelo apresenta limitações da análise para curtos períodos e com dados recentes. Assim, informações valiosas que poderiam ser transmitidas por dados mais remotos são perdidas, esta limitação é superada pelo ajuste de curva (Porter, 1991).

1.3.1.2 Ajuste de Curva

A expressão matemática para este modelo é:

$$X_{t+i} = \sum_{i+n}^n W_{t-i} \times X_{t-i}$$

equação 3

Onde x_t representa o valor da variável no instante t e w_{t-i} é o peso que será atribuído ao valor da variável no instante $(t-i)$. Este modelo suaviza a tendência porque ele remove flutuações periódicas que podem ocorrer entre os intervalos de tempo. Algumas tendências podem apresentar maiores flutuações em seus dados mais recentes, necessitando de maior peso para estes e de menor peso para os iniciais. Para isto uma variação da equação

3 pode ser feita utilizando a aproximação exponencial, cuja fórmula é apresentada na equação 4.

$$W_{t+i} = \frac{a(1-a)^t}{d}$$

equação 4

Nesta equação, d é a soma de todos os numeradores para todos os termos w_t e $0 < a < 1$. Vale ressaltar que o valor de a pode ser selecionado pelo julgamento do responsável pelo estudo ou atribuído um valor que tenha apresentado o melhor resultado em estudos já realizados. Valores entre $0,2 < a < 0,4$ são geralmente bem aceitos

O método do ajuste de curva não faz uso das informações da tendência em si. Em geral, eles possuem maior probabilidade de suavizar impactos em um dado que identificar realmente o crescimento da tendência. É usual fazer as análises de peso por meio de computadores para minimizar os erros, porém isto não aumenta a acuidade deste método. O uso de técnicas estatísticas como a regressão linear pode oferecer este potencial (Porter, 1991).

1.3.1.3 A Regressão Linear

Esta regressão oferece a ferramenta essencial para determinar equações para relações diretas e lineares. Tais equações podem ser usadas para extrapolações em direção ao futuro. Este método também permite ajustar relações não lineares, se estas relações permitirem transformações matemáticas que as tornem assim (Porter, 1991). Sob esta perspectiva, a função matemática que traduz esta relação é expressa pela equação 5.

$$Y = a + bX + c$$

equação 5

Onde a e b representam respectivamente o ponto de interseção e a inclinação da reta e c é o erro entre o valor previsto de Y e seu valor observado. Este erro sempre existe porque a relação causal ($a+bX$) não determina completamente o valor de Y . Deste modo, o objetivo da regressão é determinar os valores de a e b que minimizem o erro.

Porter (1991) afirma que regressão é o termo empregado para a técnica de estimar o valor das constantes a e b em um modelo linear dado pela equação 5. Os valores encontrados são submetidos a testes de validade conhecidos como o teste-F, que analisam se a equação realmente explica a relação das variáveis, e R^2 que calcula a eficiência da regressão

linear para os dados disponíveis. Todavia, nem todas as relações podem ser adequadamente expressas de forma linear, já que as relações subjacentes muitas vezes são mais complexas.

1.3.1.4 As Curvas de Crescimento

A maioria das mudanças tecnológicas segue modelos não lineares, em particular seguem a curva de formato “S”. Este processo natural de crescimento explicita momentos de mudanças iniciais lentas, seguidas por um crescimento mais expressivo e uma consequente diminuição do ritmo de crescimento à medida que a curva se aproxima de um limite. Várias aproximações matemáticas podem representar este padrão, como o modelo de Fisher-Pry e Gompertz (Porter,1991):

- O modelo de Fisher-Pry também é referido como um modelo de substituição, porque é frequentemente aplicado para prospectar a taxa a que uma tecnologia irá substituir, ou ser substituída por, outra.
- O modelo de Gompertz difere do modelo de Fisher-Pry. Ele é conhecido como o modelo de mortalidade. Gompertz é mais apropriado em casos em que a substituição do equipamento é consequência de sua deterioração, mais do que a uma novidade tecnológica.

Ainda segundo Porter (1991), o modo mais eficiente de lidar com estas relações não lineares é encontrar um modo apropriado de transformá-los em relações lineares. O quadro 3 apresenta algumas destas transformações.

Quadro 3: Transformações Comuns as Curvas de Crescimento de Tecnologia

Modelo de Crescimento	Transformação
Exponencial	$Z = \text{Log}_{10}Y$ ou $Z = \text{Ln}Y$
Pearl (Fisher-Pry, variável simples)	$Z = \text{Ln}[(L - Y)/Y]$ Onde L é o limite de crescimento
Gompertz	$Z = \text{Ln}[\text{Ln}(L/Y)]$
Substituição (Fisher-Pry, duas variáveis)	$Z = \text{Ln}[f/(L - f)]$ Onde L é o limite de crescimento e F é a fração do mercado conquistada pela nova tecnologia

Fonte: Adaptado de Porter 1991

As linhas retas são melhores para as explorações gráficas. Assim se uma tecnologia Y cresce exponencialmente, desenhar um gráfico de Log de Y versus o tempo oferecerá uma relação linear. Deste modo, graficamente, a variação obtida no eixo designado à tecnologia do intervalo de 1 para 2, representará um crescimento de 10 para 100 (Porter, 1991).

Todos estes modelos utilizam uma abordagem quantitativa para analisar e embasar as suas suposições a respeito do futuro. Embora a lógica matemática de extrapolação de tendências seja explícita e reproduzível, não é a técnica mais utilizada para prever a influência de eventos sem precedentes (BOUHID, 1981).

1.3.2 Abordagem Exploratória

Quando a base de dados não é o referencial para a atividade prospectiva, e existe a necessidade de se delinear algumas possibilidades sobre o futuro para a tomada de decisão, é possível recorrer a opiniões de pessoas renomadas, especialistas naquela área do conhecimento para compreender um pouco melhor o problema e reduzir a incerteza a seu respeito. Armstrong (2001) afirma que a opinião de especialistas é frequentemente necessária para a prospecção quando há escassez de informações apropriadas para utilizar procedimentos matemáticos ou estatísticos.

Deste modo, as técnicas de prospecção de tecnologia que utilizam a abordagem exploratória apóiam-se em dados qualitativos provenientes de especialistas naquela área para embasar uma previsão do que provavelmente ocorrerá no futuro. Assim, a fonte desta informação é crucial para a validade desta abordagem. Porter (1991) faz algumas recomendações importantes para a escolha destes especialistas:

- Generalistas com uma gama de interesses e percepções que lhes confirmam um alto nível de percepção do contexto geral.
- Especialistas com conhecimento particular e profundo em campos específicos.
- Pessoas cuja ação ou posição, presente ou futura, pode afetar a área ou a tecnologia em estudo.

As visões do futuro podem basear-se na posição de apenas um único especialista ou no consenso entre um grupo de especialistas, dependendo das posições defendidas e da metodologia empregada no estudo. Todavia, as metodologias mais usuais (expressas pelo Quadro 2) apresentam algumas particularidades (PORTER, 1991).

1.3.2.1 O método Delphi

Este método foi disseminado no começo da década de 60 pelos pesquisadores Olaf Helmer e Norman Dalker da Rand Corporation (WRIGHT *et al.*, 2000 apud ESTES e KUESPERTE, 1976). O objetivo inicial era desenvolver uma técnica para aprimorar o uso da observação de peritos na previsão de tecnologia. Desde então, o Delphi constitui um método que faz uso de um questionário que pode ser repetido, caso necessário, até que as informações obtidas pelos especialistas indiquem um consenso ou convergência entre as respostas. Com efeito, Wrigth *et al.* (2000), conhecedores da formulação original, conceituam o método Delphi como “uma técnica para a busca de um consenso de opiniões de um grupo de especialistas a respeito de eventos futuros”.

Armstrong (2001) enfatiza a importância da opinião dos especialistas relatando que os indivíduos quando interagem, em um grupo de reunião comum ou em uma estrutura sugerida pelo Delphi, o erro ou a tendência de julgamentos individuais derivados do conhecimento incompleto podem ser reduzidos. O autor também afirma que o ideal é escolher peritos cujos conhecimentos combinados abranjam todo o escopo do problema, pois a heterogeneidade favorece a observação em diferentes abordagens e é preferível em relação ao agrupamento de peritos com um único foco.

Estes peritos precisam ser abordados de maneira conveniente. Assim, um questionário bem elaborado é fundamental para diminuir a probabilidade de má-interpretação sobre o tema. Geralmente, as questões são precedidas por uma síntese com as informações mais relevantes sobre determinado tema e, em alguns casos, podem conter extrapolações para o futuro, com o intuito de homogeneizar linguagens e contribuir para o raciocínio orientado para o futuro (WRIGHT *et al.*, 2000).

Segundo Martino (1993), Wright *et al.*, (2000) e Oliveira (2001) as características básicas do Delphi são:

- O anonimato entre os participantes, o que permite reduzir a influência entre os membros do grupo.
- Não há reunião física, o que, somado ao anonimato, ajuda a diminuir o efeito de alguns fatores psicológicos, como a relutância em abandonar posições já assumidas e a dominância de grupos majoritários.
- A interação com realimentação controlada que consiste na condução do processo em etapas e a comunicação aos participantes de um resumo das etapas precedentes.

- Faz uso de técnicas estatísticas simples para demonstrar a dispersão das respostas em torno da mediana e dos quartis.

Wright *et al.* (2000) salientam que para se obter resultados apropriados, é necessária uma clara definição do objetivo do estudo, especificando o horizonte de tempo e o tipo de resultado desejado. Todavia, este modelo não é generalista e existem algumas limitações a sua utilização.

Wright *et al.* (1986, apud Wright, 2000) apresentam algumas desvantagens e restrições desta metodologia, entre elas:

- Seleção de “amostra” de respondentes e tratamento dos resultados estatisticamente não aceitáveis.
- Excessiva dependência dos dados em relação à escolha dos especialistas, com a possibilidade de introdução do viés pela escolha do respondente.
- Possibilidade de se forçar o consenso indevidamente.
- Dificuldade de se redigir um questionário sem ambiguidades e não viesado sobre tendências futuras.
- Demora excessiva para a realização do processo completo, especialmente no caso de envio de questionário via correio.
- Custos de elaboração elevados.

Algumas destas restrições decorrem das características intrínsecas do método e sua utilização deve superar estas imposições. Contudo, ao pensar especificamente na possibilidade de forçar um consenso, uma outra metodologia pode fazer uso do Delphi, porém admitir mais de um resultado. Esta metodologia é conhecida como Cenários. Entretanto, ela não é a única que se utiliza do Delphi para a condução de seu processo.

1.3.2.2 O Método de Cenários

O primeiro registro de sucesso amplamente reconhecido e documentado na literatura a respeito do uso de cenários deve-se a Pierre Wack e Ted Newland em meados de 1970. Naquela ocasião Wack e Newland eram diretores de planejamento da Royal Dutch Shell.

Um dos fundamentos básicos desta abordagem é expresso exemplarmente por Godet (1993): “O futuro é múltiplo, há vários futuros possíveis e o caminho que leva a este ou aquele não é, forçosamente, único.” Nessa perspectiva a descrição de um provável futuro e do caminho que leva até ele constitui um cenário. Anteriormente Bluet e Zemont (1970, citado em Godet, 1993), já haviam definido cenário como um “conjunto formado pela descrição de

uma situação futura e do encaminhamento dos acontecimentos que permitem passar da situação de origem à situação futura”. Godet (1993) afirma que a esta definição faltava apenas acrescentar que estes acontecimentos devem expressar certa coerência.

O método de cenários é composto por duas fases: a construção da base, e a partir desta, a elaboração de cenários que conduzam ao estabelecimento de previsões.

Nesta primeira fase, busca-se a compreensão do estado atual do fenômeno estudado e do seu ambiente, fazendo uso de seminários ou também de uma sistemática Delphi, para debater a respeito de uma lista de variáveis, pormenorizadamente descritas e identificar os desafios do futuro.

Na segunda fase, tendo em vista os fatores de mudanças previamente identificados, aplica-se o método de cenários, fazendo intervir os mecanismos de evolução e confrontando os projetos e as estratégias dos atores, a fim de se diminuir as incertezas a respeito das variáveis chave. A cada jogo de hipóteses corresponde um cenário que se pode construir e cuja realização é mais ou menos provável.

Schoemaker (1995) enfatiza que, embora em alguns casos as fronteiras do cenário possam ser confusas, ainda assim o método traz benefícios, pois pode voltar a atenção para alguns pontos que poderiam ser negligenciados.

Existem algumas formas de se conduzir um estudo baseado em cenários. Estas formas são utilizadas para a prospecção de tecnologia, mas também contribuem para a gestão empresarial como ferramenta de planejamento. Entre as mais difundidas e conhecidas tem-se a derivada da experiência da Royal Dutch Shell, que, segundo Mason (1994), é elaborada com dois objetivos:

O primeiro, reconhecido como a massa crítica de intenções, considera perturbações na indústria. Para atingir este objetivo o método de cenários é usado para prover um meio de experimentar as perturbações antes que eles aconteçam. O segundo objetivo é estimular o debate e proporcionar um contexto para o próximo planejamento. Por exemplo, um investimento expressivo de capital necessita obter resultados razoavelmente significativos em todos os cenários considerados, caso seu desempenho satisfatório seja exclusividade de apenas um cenário, então o investimento pode ser considerado bastante arriscado.

Outra perspectiva bastante conhecida é o mapeamento futuro, cujo conceito evoluiu independentemente do processo da Shell. Este processo originou-se do trabalho de Martin Ernst e Arthur D. Little no início da década de 70. Mason (1994) relata que este processo foi desenvolvido pela Northeast Consulting Resources e duas características determinam esta abordagem:

- Primeiro, o futuro é contingente e modelado pela ação de vários participantes.
- Segundo, na maioria dos setores, os esforços em possuir vantagem competitiva causarão mudanças estruturais.

Esta perspectiva utiliza dois conjuntos de ferramentas, uma chamada de pontos finais e a outra de eventos. Estes dois elementos são cruciais para a previsão de um cenário, pois é a partir destes, e de sua interação entre eles, que se pode conceber um cenário.

Os pontos finais são as representações do que se espera para um dado momento no futuro. Geralmente estão presentes em número de quatro ou cinco e são propositalmente divergentes e extremos. Os eventos são os pontos unidos logicamente que conduzem a um ou outro ponto final, de acordo com a sua realização (Mason, 1994).

Independentemente de qual abordagem seja a mais indicada para um processo de prospecção de tecnologia, ambas são embasadas pelo mesmo conceito oferecido por Godet (1993).

Outro importante método de prospecção de tecnologia também faz uso das possibilidades. Porém, de uma forma diferente, mais focado na tecnologia e consequentemente representa anseios diferenciados.

1.3.2.3 A Análise Morfológica

A primeira aplicação documentada de análise morfológica, segundo Wright *et al.* (1987), foi realizada pelo químico russo D. M. Mendeleev em 1869, pesquisador que organizou os 63 elementos químicos conhecidos, naquele período de acordo com seus pesos atômicos e propriedades químicas, baseadas no número de valência eletrônica da camada externa do átomo. A aplicação do método possibilitou ao pesquisador descobrir quarenta elementos subatômicos e suas propriedades. Contudo, vale ressaltar que a definição e estruturação do método remontam a períodos mais breves, da década de 60, e que o pesquisador russo utilizou procedimentos compatíveis com a base teórica da metodologia, embora esta ainda não tivesse sido realmente definida.

A análise morfológica é uma técnica muito útil para avaliar a tecnologia existente e suas futuras possibilidades, pois permite a visualização do contexto atual através de ferramentas estruturais como matrizes. Nessas matrizes, as informações ou subconjuntos de um sistema são agrupados, fato que permite futuras ligações entre as variáveis existentes. Assim, a análise das diversas possibilidades torna-se mais visível. Evidencia-se, em muitos casos, a presença de lacunas, o que faz da ferramenta um importante meio de visualização das competências e tecnologias já existentes.

Este tipo de análise também demanda a especificação das funções essenciais, parâmetros ou características básicas de um assunto. Nesta metodologia, busca-se a compreensão das partes e das possibilidades de interseções. Esta prática estimula a criatividade ao destacar novas possibilidades para o conjunto (WRIGHT *et al.* 1987). Segundo Godet e Roubelat (2000), o objetivo da análise morfológica é precisamente explorar de forma sistemática os possíveis futuros, a partir do estudo de todas as combinações resultantes da decomposição de um sistema.

Esta análise possui uma abordagem qualitativa com um formato multidimensional para dispor a interação de dois ou mais conceitos verbais. “As dimensões são definidas pelos elementos, funções ou parâmetros e pelas formas alternativas”. A matriz desenvolvida pode ter várias dimensões, variando conforme as características da questão e a intenção do pesquisador (WRIGHT *et al.* 1987).

As técnicas até então apresentadas baseiam-se no passado e presente para estimar os desenvolvimentos futuros. Entretanto, a terceira e última abordagem de prospecção de tecnologia, a normativa, referencia-se no futuro e busca meios de torná-lo possível.

1.3.3 Abordagem Normativa

Através do uso de suas técnicas, esta abordagem visa orientar as ações que determinarão o futuro por meio da análise de valores, necessidades e condicionantes do ambiente relacionado ao objeto da previsão. Portanto, é uma abordagem complementar às abordagens extrapolativas e exploratórias (WRIGHT *et al.*, 2000).

O horizonte de tempo para este tipo de abordagem é semelhante ao da abordagem exploratória. Geralmente trata-se de horizontes de tempo mais amplos, onde a incerteza a respeito das mudanças e sua trajetória são maiores e para os quais uma análise prospectiva tende a oferecer resultados com múltiplas possibilidades.

A literatura específica sobre as técnicas normativas mais usuais elucida algumas características presentes em cada metodologia. Godet, uma fonte fidedigna acerca de cenários, oferece uma boa compreensão a respeito das duas diferentes fases de cenários, a exploratória e a normativa, incitando conseqüentemente a reflexão sobre a importância de estudos relativos às avaliações de estratégias e suas interações com os prováveis futuros. Ressalta-se também a análise de políticas setoriais, cujas atenções estão fundamentalmente voltadas às conseqüências de tecnologias emergentes. Coates *et al.* (2001) retratam a origem da avaliação de tecnologia (technology assessment), que em linhas gerais, corresponde a um meio para os governos identificarem tecnologias socialmente interessantes.

1.3.3.1 Cenários Normativos

Godet e Roubelat (2000) asseguram que uma distinção deve ser feita entre as fases exploratória e a normativa para cenários. Eles enfatizam a diferença entre o método de cenários exploratório, conforme descrito anteriormente, que se fundamenta no passado e procura retratar as diferentes visões a respeito dos prováveis futuros, e o normativo, construído nas visões alternativas dos futuros desejados ou temidos. Os autores ainda afirmam que a fase normativa ou prescritiva é aquela usada para se fazer escolhas estratégicas, escolhas que são desejáveis e possíveis para se manter no curso do futuro desejado. Contudo, não se devem confundir os cenários que projetam os desejos e medos a respeito do futuro com as opções estratégicas.

As opções estratégicas representam as possibilidades de se lidar com os recursos disponíveis e as decisões que geram as ações, com o intuito de atingir o objetivo proposto e conseqüentemente alcançar o futuro desejado. Os cenários, por sua vez, demonstram as etapas ou objetivos parciais que conduzem aos estados futuros desejados. Embora o método de cenários procure oferecer uma visão apurada e diminuir as angústias a respeito do futuro, o uso da técnica não consegue delimitar todo o escopo das possíveis variações do futuro. Deste modo, a incerteza a respeito do futuro se reflete no número de cenários descritos pelo espectro das possibilidades. A princípio, quanto maior o número, maior a incerteza. Em geral, um terço dos futuros possíveis abrange oitenta por cento do campo das probabilidades (GODET; ROUBELAT, 2000).

De todo modo, Godet *et al* (2000) indicam que estas duas fontes, os futuros possíveis e as estratégias, interagem e se complementam na construção de um futuro cobiçado, embora a síntese perfeita desta relação ainda não esteja tão evidente.

Porém, Godet e Roubelat (2000) em seu contínuo empenho para desmistificar esta interação, ilustram esta relação afirmando que se a incerteza é baixa, um número restrito de cenários abrange a maioria das possibilidades. Assim, o estrategista deparar-se-ia com duas possibilidades: uma estratégia de risco apostando em um dos cenários mais prováveis entre as possibilidades oferecidas ou apostar em uma estratégia mais robusta, apropriada aos cenários mais prováveis. Por outro lado, se a incerteza é elevada e conseqüentemente a quantidade de cenários possíveis é numerosa, é mais prudente adotar uma estratégia mais flexível, com o máximo de escolhas reversíveis. Porém, a questão aqui se volta à aversão ao risco pela escolha de uma estratégia que recusa opções mais ousadas, o que tende a uma menor rentabilidade e conduz a escolhas de baixos riscos e ganhos.

O método de cenários também pode ser utilizado em uma perspectiva ampliada, em que o objeto da prospecção seja o futuro de uma determinada indústria. No sentido de promover a alteração de um setor, um outro método de prospecção se destaca: a análise de políticas setoriais.

1.3.3.2 A Análise de Políticas Setoriais

Durante a década de 60, houve uma grande inquietação a respeito dos impactos das tecnologias emergentes e incrementais, este movimento instituiu o paradigma de crer na tecnologia como um fator de progresso na cultura norte-americana. Neste período, já havia uma comunidade dedicada aos estudos das tecnologias futuras. Porém, a despeito de sua existência, o ímpeto da análise sistêmica não derivou deste ambiente, mas do Congresso Norte- Americano. Nele, foi proposta a criação de um escritório de avaliação de tecnologia em 1960. Aprovado em 1969, 1973 marca o início de sua atividade. Toda esta agitação causou dois grandes movimentos relacionados: ambientalismo e avaliação de tecnologia (COATES *et al.*, 2000):

O ambientalismo foi uma resposta defensiva para a proteção da natureza e os recursos naturais da degradação causada pela tecnologia e pelas pessoas. Já a avaliação de tecnologia constituiu uma tentativa de estabelecer uma ligação entre as políticas e instituições públicas com a expansão da indústria e os avanços da tecnologia.

Da avaliação de tecnologia, então, era esperado que pudesse promover um arranjo no sistema, pois os tomadores de decisão, ao se tornarem mais atentos a respeito do desenvolvimento tecnológico e de suas implicações no longo prazo, deveriam relacioná-las às decisões governamentais, a seus programas e projetos (COATES *et al.*, 2000).

As políticas acrescidas do plano de desenvolvimento indicam um futuro e um meio de atingi-lo, arquitetando os elementos econômicos, sociais e políticos em uma conjuntura para a meta desenvolvimentista. Gilbert (1976 apud Oner *et al.* 2005) afirma que “o plano de desenvolvimento é um fenômeno do pós-guerra, como a ajuda externa e o conceito de nação em desenvolvimento” e o interesse nestes planos ampliou-se globalmente após 1950. Os danos da Segunda Guerra Mundial e a independência de nações colonizadas evidenciaram a necessidade dos países desenvolvidos e em desenvolvimento por estes planos. O comitê de especialistas das Nações Unidas (1968 apud Oner *et al.* 2005) define estes planos como “a estrutura em que as políticas econômicas e sociais são desenvolvidas com objetivos numéricos e tarefas”. Os planos de desenvolvimento oferecem distribuição eficiente de

recursos limitados, assim como coordenam as ligações entre indústrias e setores (Oner *et al.* 2005).

Esta análise envolve um conjunto complexo de variáveis, baseando-se no conceito de sistema. E por assim o ser, a análise de políticas setoriais contribui como um conjunto e dificilmente pode ser simulada configurando hipóteses parciais ou ponderando suas variáveis para se obter um resultado diferente. O seu interesse é no desenvolvimento de um conjunto, atribuindo-se um objetivo futuro e então se configuram as inúmeras características que devem ser conectadas e estimuladas para este fim.

Um terceiro método também bastante difundido de prospecção de tecnologia pela abordagem normativa é a árvore de relevância. Contudo, a perspectiva deste modelo é a análise de partes, a subdivisão de sistemas, em contrapartida a perspectiva de políticas cuja perspectiva é a análise do todo.

1.3.3.3 Árvore de Relevância

Este método baseia-se nas necessidades futuras e identifica o desempenho tecnológico necessário para alcançá-las. Gavigan *et al.* (1999) afirmam que este método é usado quando há níveis distintos de complexidade ou a presença de níveis hierárquicos, e cada etapa de análise bem sucedida implica melhores distinções e subdivisões em um nível inferior. Consequentemente, a abrangência da análise nesta metodologia segue do todo em direção as partes, portanto, a níveis mais detalhados. “O resultado é um mapa com os vários aspectos críticos de um sistema, ou de um problema, ou de possíveis soluções para um problema” (MILES *et al.*, 2002). Este método é uma ferramenta de pensamento sistêmico sobre o tópico em análise, podendo gerar possibilidades inesperadas.

Além de ser usado para identificar problemas, este método oferece embasamento para suas soluções e deduz o desempenho necessário de tecnologias específicas. Também pode ser usado para determinar a importância relativa dos esforços para aprimorar o desempenho tecnológico (GAVIGAN *et al.*, 1999).

Porém, Miles *et al.* (2002) relatam as dificuldades em se aplicar esta metodologia, enfatizando que ela demanda pessoas hábeis com a técnica e destas uma profunda análise a respeito da questão. Ademais, sua utilização pode envolver um trabalho extenso se as alternativas ou suas combinações envolvidas forem numerosas. Contudo, mesmo um mapa parcial do tema obtido por esta abordagem pode ser um estímulo intelectual importante.

Uma derivação desta técnica apresenta uma metodologia bastante interessante de análise de problemas complexos. Esta metodologia é o *Technology Roadmapping* (mapeamento tecnológico), alvo de discussão do capítulo consecutivo.

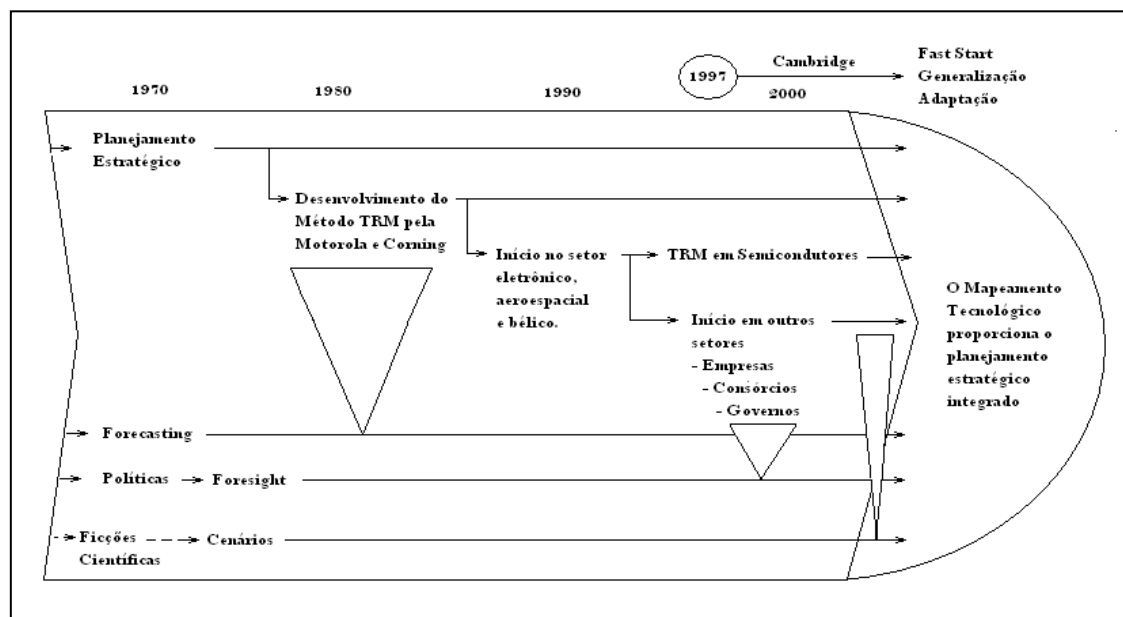
Capítulo 2 – O Mapeamento Tecnológico

O *Technology Roadmapping* (TRM) foi inicialmente desenvolvido pela Motorola e Corning ao final dos anos 70 como uma técnica para alinhar os produtos fundamentais e as estratégias empresariais (Probert *et al.*, 2003). Seu surgimento é atribuído à capacidade interna, acumulada ao longo dos anos, no desenvolvimento de produtos com reconhecida base tecnológica e de processos que minimizem o tempo de lançamento destes produtos no mercado (WILLYARD *et al.*, 1987).

2.1 Conceituação e Difusão do Método

Desde seus primeiros registros, o método tem crescido em número de adeptos e potencial de aplicação, sendo amplamente utilizado na indústria para apoiar a elaboração da estratégia e o processo de planejamento (COELHO, 2005). Assim, o TRM ampliou sua aplicabilidade, evoluindo de ferramenta de planejamento estratégico a aplicações em toda a organização, assim como em setores inteiros. Poucos anos após seu primeiro caso documentado, encontram-se na literatura registros de sua utilização em diferentes setores. A Figura 1 ilustra a expansão de seu escopo de aplicação (PHAAL *et al.*, 2005b).

Quando a potencialidade deste método se tornou mais difundida e seu conteúdo mais claro, algumas organizações começaram a estudá-lo e registros de sua aplicação tornaram-se mais comuns. De acordo com Groenveld (1997), executivo da Philips Electronics, o mercado de eletrônicos é caracterizado por consumidores cada vez mais exigentes, ciclo de vida dos produtos cada vez menores e rápidas mudanças tecnológicas. Tudo isto tem um grande impacto na gestão do processo de criação de produto, principalmente porque as práticas de gestão tradicionais frequentemente falham em reconhecer antecipadamente, e em tempo razoável, quais produtos e tecnologias deveriam estar disponíveis e quando deveriam. Assim como a Philips, outras importantes organizações relatam seu uso em diferentes setores, como a indústria bélica, aeroespacial e de semicondutores (PHAAL *et al.*, 2005b).



Fonte: Adaptado de Phaal et al. 2005

Figura 1: Evolução do TRM e dos Processos de Prospecção de Tecnologia

A figura 1 também evidencia a evolução de outros métodos de prospecção de tecnologia como o *forecasting*, o *foresight* e o método de cenários. Vale ressaltar que estes métodos possuem em comum com o TRM a orientação ao desenvolvimento futuro. O TRM procura elaborar uma visão do futuro e planejar meios de torná-la plausível. (COATES *et al.*, 2001).

Robert Galvin (2004), por sua vez, conceituou o mapa tecnológico como um “olhar ampliado do futuro de um determinado campo de pesquisa composto pelo conhecimento coletivo e da imaginação sobre as mais importantes forças motrizes naquele campo”. Afirma ainda que os mapas tecnológicos sejam fundamentalmente ferramentas para a inovação, “representando a relação de possibilidades para um determinado campo”.

Algumas características desse método modificaram-se ao longo dos últimos anos, os termos fundamentais *roadmap* e *roadmapping* evoluíram para oferecer uma gama de possibilidades e diferentes aplicações. Todavia, o que existe em comum é o intuito de absorver a visão do planejamento estratégico de forma sintetizada e integrada em um formato gráfico ou tabular (PHAAL *et al.*, 2005).

Segundo Garcia *et al.* (1997) os três usos mais frequentes do método estão relacionados a:

- Ajudar a desenvolver um consenso sobre o conjunto de necessidades e das tecnologias necessárias para satisfazê-las.

- Proporcionar um mecanismo para apoiar os peritos no desenvolvimento de prospecção de tecnologia nas áreas selecionadas.
- Estruturar o planejamento e a coordenação do desenvolvimento de tecnologia em uma empresa ou em todo o setor.

Os autores ainda relatam que o maior benefício do método é oferecer informações que apóiam a tomada de decisões a respeito dos investimentos em tecnologia. Esta técnica é capaz de realizar isto de duas formas:

- Identificando tecnologias críticas ou lacunas de tecnologia (*Technology Gaps*) que devem ser preenchidas para atingir as metas de desempenho do produto.
- Identificando os modos de influência de investimentos em P&D por meio de coordenação de atividades de pesquisa em uma organização ou em uma associação de empresas.

Os autores Groenveld (1997) e Garcia (1997) afirmam que a interação de questões tecnológicas e seu potencial mercado consumidor são as bases metodológicas do mapeamento tecnológico que proporcionam uma profunda interação com o planejamento do negócio e aumentam a probabilidade de resultados mais apurados. Ademais, relatam que um aspecto importante do planejamento do negócio seria uma integração efetiva das considerações das estratégias tecnológicas e da estratégia do negócio, envolvendo desde as questões de investimento em tecnologias de processo até as de posicionamento e abordagem do mercado como difundido por Porter (1999).

Um benefício adicional de sua utilização é servir de ferramenta de marketing. O mapa tecnológico pode demonstrar que a empresa realmente compreende a necessidade de seus consumidores e possui ou está desenvolvendo (internamente ou em alianças) a tecnologia para atingir suas necessidades. Mapas tecnológicos setoriais podem identificar usos de tecnologia que uma empresa pode oferecer (GARCIA *et al.*, 1997). Algumas empresas realizam o mapeamento tecnológico internamente como aspecto de seu planejamento de tecnologia ou o faz em parcerias, envolvendo um número expressivo de organizações para a compreensão da tecnologia do setor.

A esta altura, cabe referir-se à diferenciação conceitual, e não apenas semântica existente entre os mapas e sua elaboração. O *Technology Roadmapping*, ou mapeamento tecnológico, é o processo realizado para alcançar os resultados requeridos, que será discutido com um maior detalhamento ao longo deste capítulo. Já o *Tecnhnology Roadmap*, ou mapa

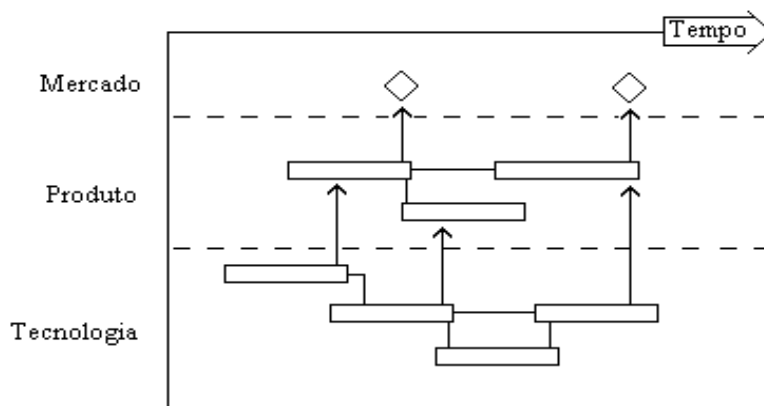
tecnológico, é a estrutura nas quais as informações são armazenadas e dispostas de uma forma que favorece a análise e visualização de seus resultados.

Para Groenveld (1997), o mapeamento tecnológico é um processo que contribui para a integração de negócios e tecnologia, assim como na definição da estratégia tecnológica. Isto é possível devido à capacidade do método de demonstrar a interação entre produtos e tecnologia ao longo do tempo, considerando ambos os aspectos de curto e longo prazo de produtos e tecnologias.

Phaal *et al.* (2004a) consideram que o mapeamento tecnológico representa uma técnica para promover o planejamento e gestão de tecnologia, em especial por promover e explorar o relacionamento entre os recursos tecnológicos, os objetivos organizacionais e o ambiente em constante mutação. Sua maior contribuição estaria em incorporar essa interação com as características do ambiente, enfatizando que as exigências de consumo tenderam a alterar a dinâmica do mercado.

Phaal *et al.* (2004a), também discutem a estrutura geral de um mapa tecnológico e o consideram como um quadro baseado no tempo, compreendendo um número de camadas que tipicamente incluem ambas as perspectivas, comercial e tecnológica. Os mapas permitem a exploração da evolução dos mercados, produtos e tecnologia, unificando-a por meio das ligações e descontinuidades dentre as várias perspectivas (ver Figura 2).

Willyard *et al.* (1987), Phaal *et al.* (2004b) e Petrich *et al.* (2004) ressaltam, porém, que a metodologia é bastante flexível, e por assim o ser, permite que existam diversos formatos e propósitos específicos para o resultado do processo, os mapas. Assim, dependendo do objetivo inicial de sua aplicação é possível recorrer a abordagens mais adequadas à função desejada.



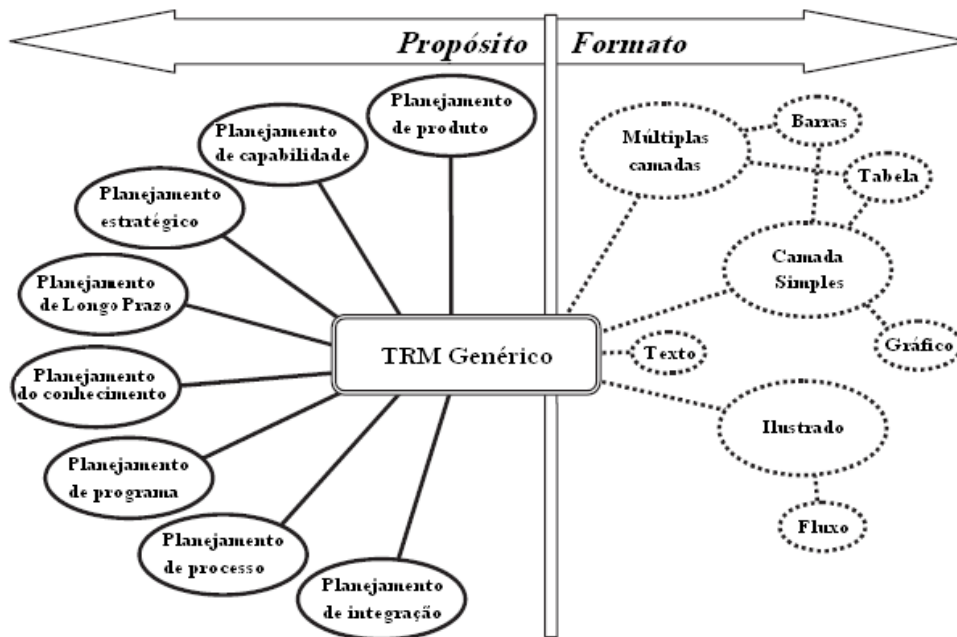
Fonte: Phaal *et al.* (2004a)

Figura 2: Modelo Genérico do *Technology Roadmap*

2.2 Formatos e Propósitos dos Mapas Tecnológicos

Phaal *et al.* (2004a) examinaram aproximadamente quarenta mapas e perceberam um intervalo de diferentes possibilidades, agrupados em dezesseis grandes áreas, que sintetizam tanto os propósitos quanto os formatos dos mapas. A Figura 3 ilustra esta classificação.

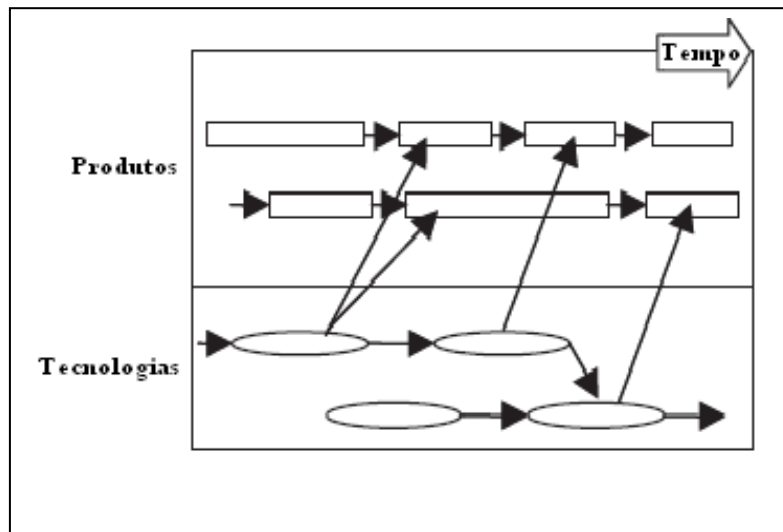
Neste capítulo também serão apresentados desenhos esquemáticos destes mapas com o intuito de ilustrar os inúmeros formatos e propósitos existentes.



Fonte: Adaptado de Phaal *et al.* 2004a
 Figura 3 – modelos e propósitos do TRM

De acordo com Phaal *et al.*, (2004a) seriam oito os propósitos típicos:

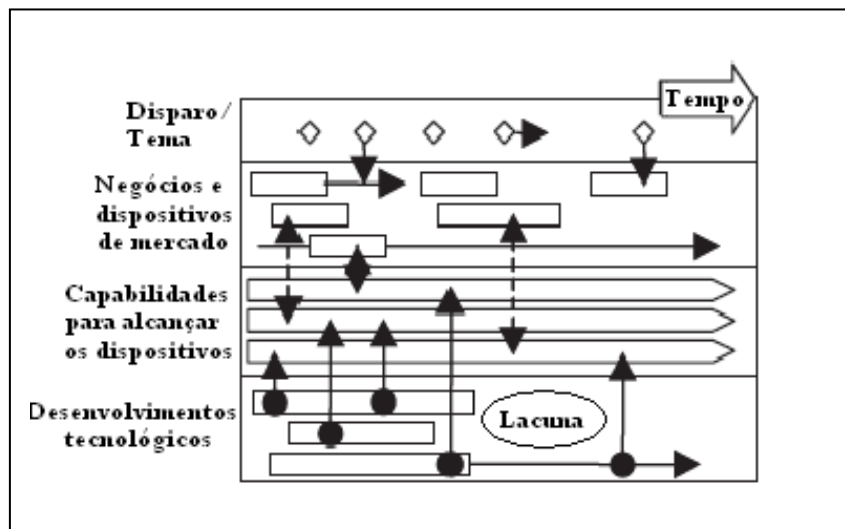
- Planejamento de produto: Relaciona-se ao desenvolvimento de tecnologia em produtos manufaturados. Em geral, inclui mais de uma geração de produtos. Este é o tipo mais comum de mapa tecnológico e, segundo Groenveld (1997), foi o tipo utilizado na Philips. A figura 4 ilustra esta descrição por meio de um esquema que representa este mapa.



Fonte: Adaptado de Phaal *et al.* 2004a

Figura 4: Planejamento de produtos

- Planejamento de capacitações: Este mapa busca a análise das capacidades organizacionais como o elo entre a tecnologia e o negócio, ao invés dos produtos. Configura uma abordagem mais comum em empresas de serviço e baseia-se em como a tecnologia apóia e favorece as “capabilidades” organizacionais. A Figura 5 ilustra esta descrição por meio de um esquema que representa este mapa.

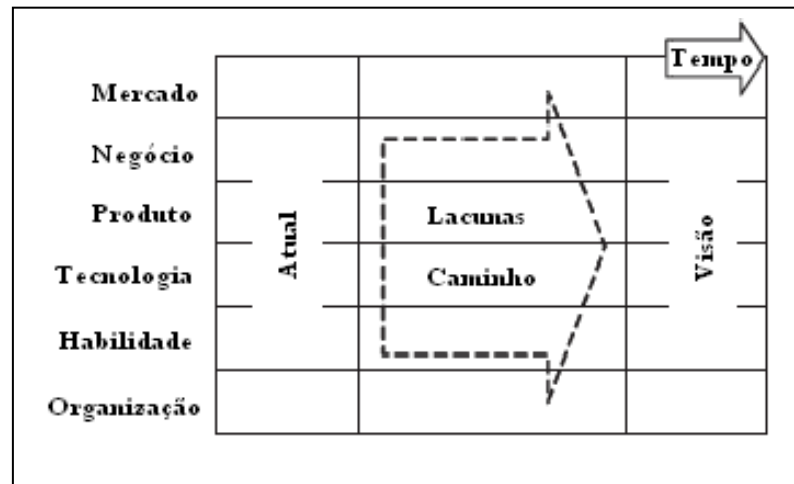


Fonte: Adaptado de Phaal *et al.* 2004a

Figura 5: Planejamento de capacitações

- Planejamento estratégico: Este mapa é conveniente para a finalidade de avaliação da estratégia genérica, devido à avaliação do ambiente, das oportunidades e ameaças, que são questões típicas neste nível de análise. O mapa focaliza o desenvolvimento da visão futura do negócio, em aspectos como cultura, habilidades, mercado, negócios, produtos e tecnologias. Há espaço para outras questões, mas variam de acordo com a intenção dos gestores. O intuito deste mapa é comparar as visões projetadas com as

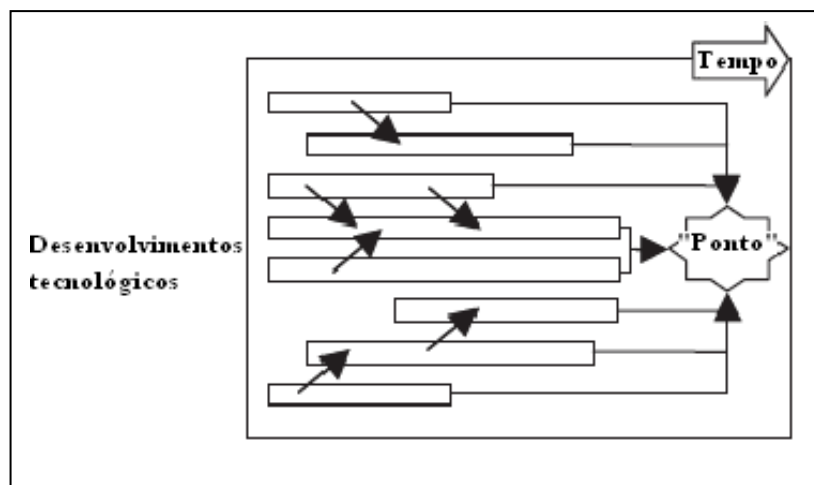
atuais nestes parâmetros citados. Assim, percebem-se e identificam-se as lacunas. Ao se conscientizar sobre as lacunas, a equipe responsável deve explorar estratégias que permitam a sua transposição. A Figura 6 ilustra esta descrição por meio de um esquema que representa este mapa.



Fonte: Adaptado de Phaal *et al.* 2004a

Figura 6: Planejamento estratégico

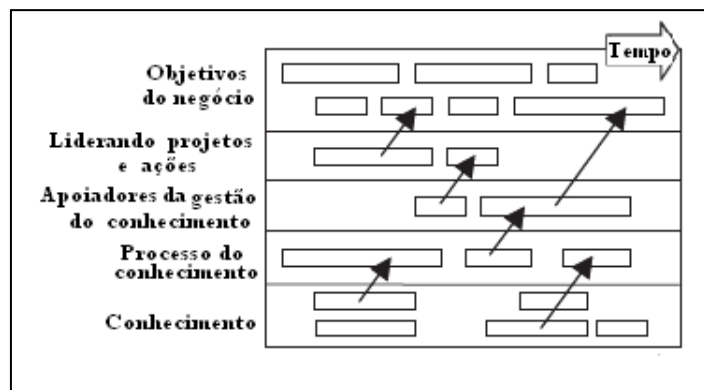
- Planejamento de longo prazo: Geralmente, os mapas deste tipo são produzidos para um setor ou em escala nacional (*foresight*) e podem ser usados pela organização como um radar para detectar mercados e tecnologias disruptivas em potencial. Este tipo de mapa é utilizado para planejar em longo prazo, estendendo a análise longitudinal. A Figura 7 mostra o esquema de um mapa desenvolvido pela iniciativa norte-americana de mapeamento tecnológico.



Fonte: Adaptado de Phaal *et al.* 2004a

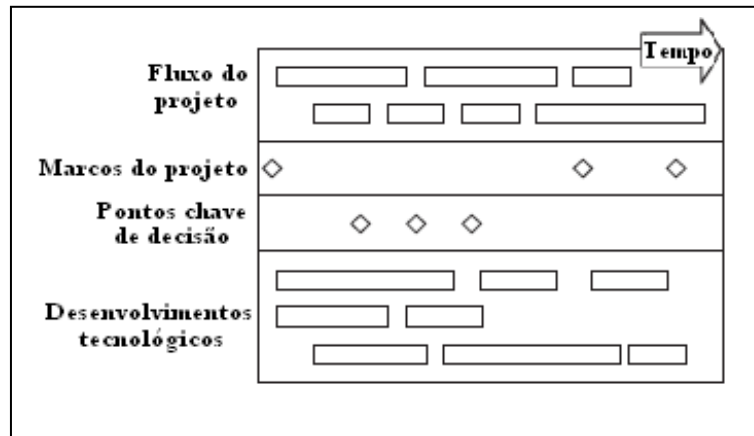
Figura 7: Planejamento de longo prazo

- Planejamento do conhecimento: O propósito deste tipo de mapa é alinhar os recursos de conhecimento e as iniciativas de gestão do conhecimento com os objetivos do negócio. Macintosh *et al.* (1998, *apud* Phaal *et al.* 2004a) exemplificam, por meio da figura 8, a aplicação deste mapa com a atividade desenvolvida pela Universidade de Edimburgo em seu departamento de inteligência artificial e afirmam que este mapa possibilita a visualização da organização, dos recursos críticos do conhecimento e suas interações com as habilidades, as competências tecnológicas requeridas para atingir as demandas futuras de mercado.



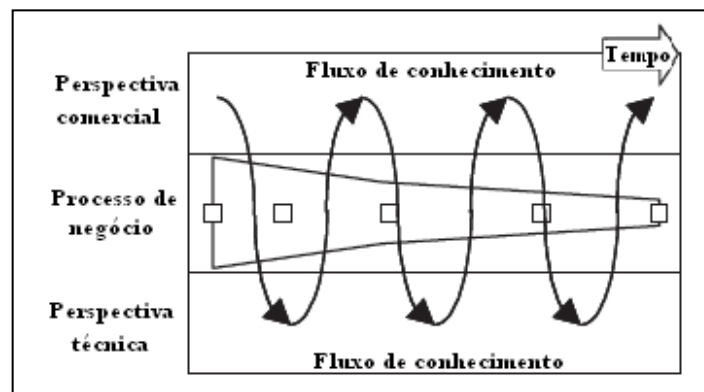
Fonte: Adaptado de Phaal *et al.* 2004a
 Figura 8: Planejamento de conhecimento

- Planejamento do programa: Este tipo de mapa objetiva a implantação da estratégia e se relaciona mais diretamente ao planejamento de projeto, por exemplo, projetos de P&D. Esta foi a abordagem utilizada pela NASA na gestão do programa de desenvolvimento de uma nova geração do telescópio espacial, mostrando a relação entre o desenvolvimento da tecnologia, os marcos e as fases do programa (Nasa, 1997). (Figura 9)



Fonte: Adaptado de Phaal *et al.* 2004a
 Figura 9: Planejamento de programa

- Planejamento do processo: A finalidade deste tipo de mapa é apoiar a gestão do conhecimento, priorizando um processo em particular, por exemplo, o desenvolvimento de um novo produto. A figura 10 apresenta o esquema de um mapa usado para apoiar o planejamento de produto, enfatizando o fluxo de conhecimentos necessários para facilitar o desenvolvimento e introdução efetiva de novos produtos, incorporando ambas as perspectivas, comercial e técnica.

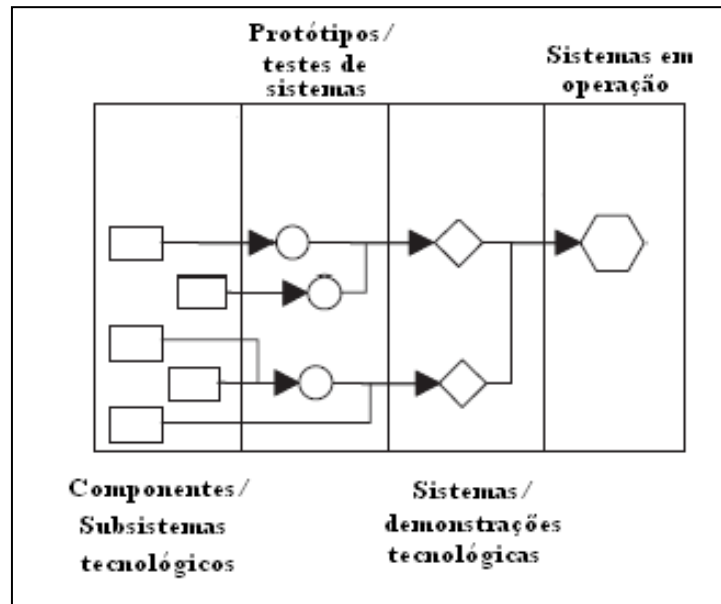


Fonte: Adaptado de Phaal *et al.* 2004a
 Figura 10: Planejamento de processo

- Planejamento de integração: Este último propósito de mapa definido pelos autores Phaal *et al.* (2004a) não possui como fundamento uma maior preocupação em explicitar a dimensão temporal. Entretanto, é um mapa² orientado pela integração e

² A figura 11 apresenta um esquema de um mapa tecnológico produzido pela NASA, relacionando a gestão do programa de desenvolvimento de uma nova geração para o telescópio espacial, enfatizando o fluxo da tecnologia e demonstrando como a tecnologia supre sistemas de demonstração e teste, para apoiar as missões científicas (Nasa, 1998).

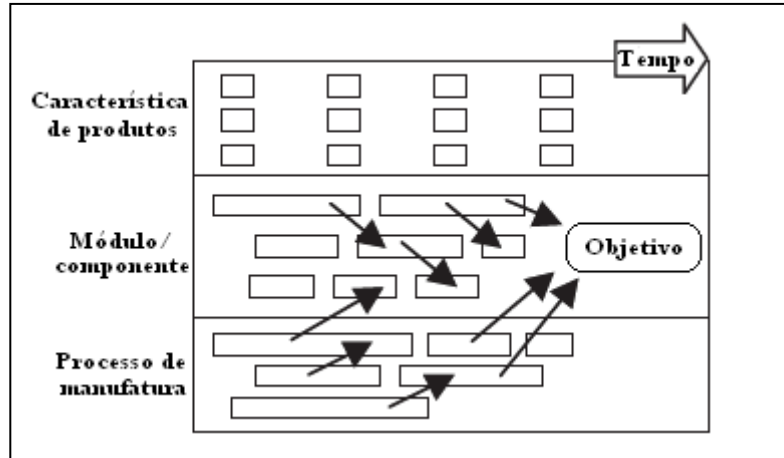
evolução da tecnologia, especificamente o modo como tecnologias diferentes combinam-se em produtos e sistemas, ou formam novas tecnologias. A figura 11 apresenta o esquema de um mapa com esta finalidade.



Fonte: Adaptado de Phaal *et al.* 2004a
 Figura 11: Planejamento de integração

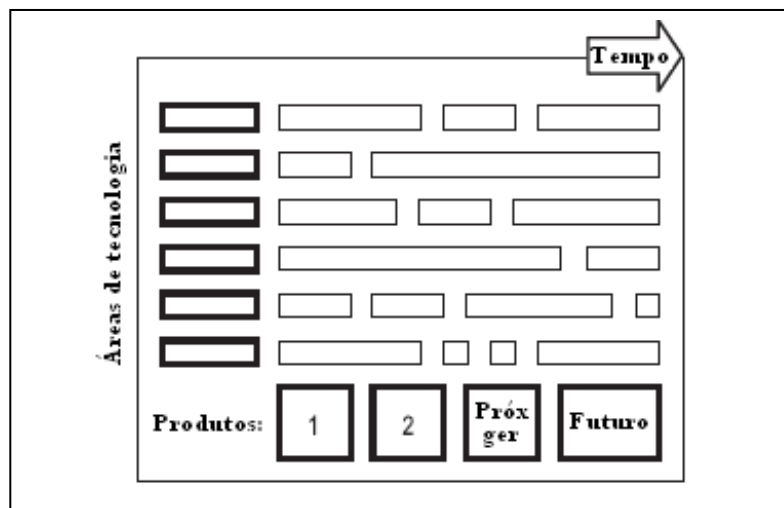
A classificação destes propósitos apresentados pelos autores Phaal *et al.*(2004a) se complementa com os formatos também apresentados nas figuras anteriores:

- **Múltiplas camadas:** Este é o formato mais comum para o mapa tecnológico. Compreende um número de camadas e subcamadas designando tecnologia, produto e mercado. O mapa permite a exploração da evolução entre cada camada, juntamente com as interdependências em cada uma, facilitando com isso a integração da tecnologia em produtos, serviços e sistemas de negócios. Groenveld (1997) exemplifica este formato por meio de esquema de um mapa elaborado pela Philips e usado para apoiar a integração de tecnologias de produto e processo. (Figura 12)



Fonte: Adaptado de Groenveld (1997)
 Figura 12: Formato em Múltiplas Camadas

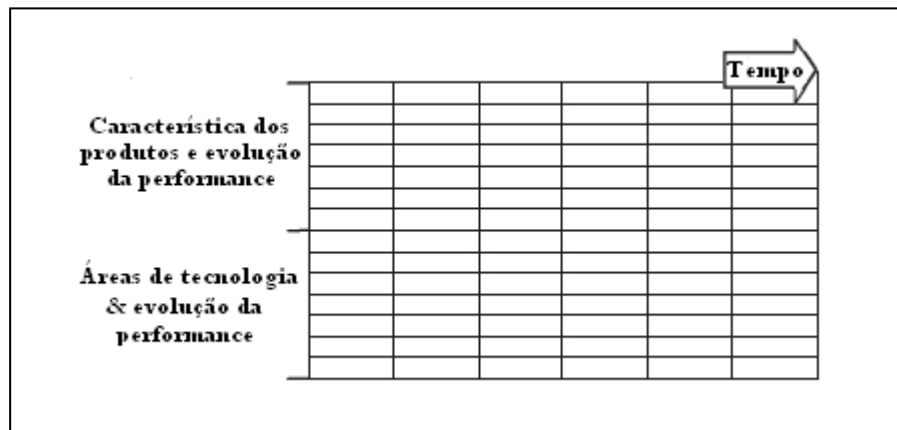
- Camada simples: Simplificado em uma única camada de um mapa tecnológico de múltiplas camadas, é uma subdivisão do formato já discutido. Embora seja menos complexo que o seu precedente, a desvantagem deste tipo é que as ligações entre as camadas geralmente não são expressas. Willyard *et al.* (1987) também discutem a respeito do mapa de simples camada produzido na Motorola, cuja preocupação volta para a evolução da tecnologia associada com o produto e suas características.
- Barras: Muitos mapas tecnológicos também são dispostos em formato de um conjunto de barras para cada camada ou subcamada, o que permite unificar e simplificar as saídas necessárias, e facilita a comunicação e a integração dos mapas, assim como o desenvolvimento de um software para o mapeamento. Os autores Willyard *et al.* (1987) demonstram, na figura 13, um esquema de um mapa utilizado na Motorola para relacionar a evolução da tecnologia e das características do rádio de carros.



Fonte: Adaptado de Willyard *et al.* (1987)

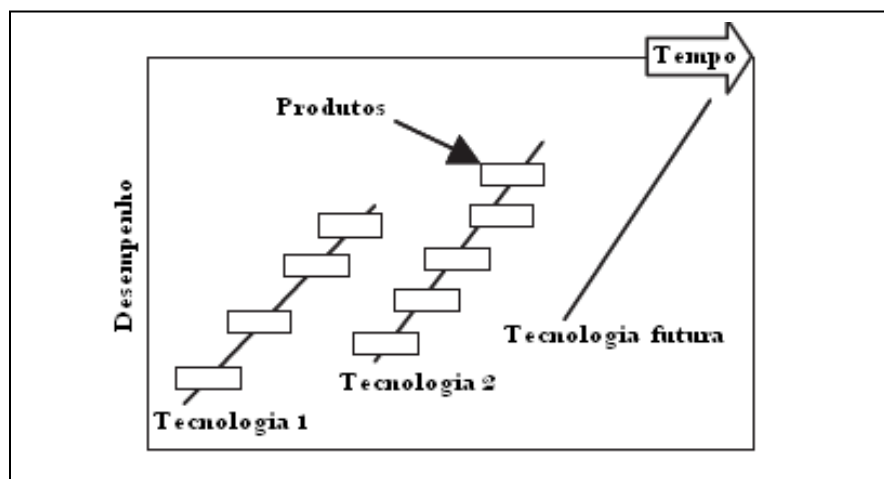
Figura 13: O formato em barras

- Tabela: Em alguns casos, os mapas tecnológicos ou camadas em um mapa são expressos em tabelas. Este tipo de abordagem é aplicado em casos em que o desempenho pode ser quantificado, ou se as atividades estão agrupadas em períodos de tempos específicos. Phaal *et al.* (2004a) ilustram, por meio da figura 14, um esquema de mapa em forma de tabela, incluindo as perspectivas de desempenho do produto e da tecnologia.



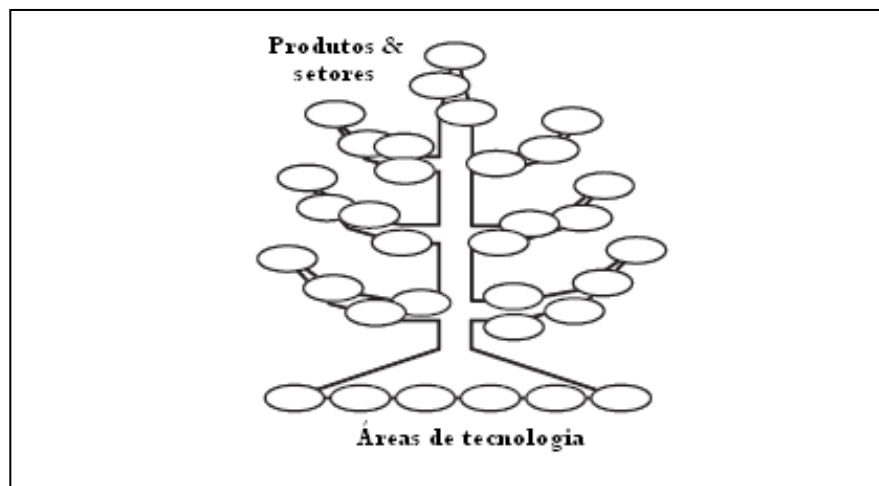
Fonte: Adaptado de EIRMA 1997
 Figura 14: Formato em Tabela

- Gráfico: Um mapa tecnológico pode ser expresso por meio de um simples gráfico quando o desempenho do produto ou da tecnologia for passível de quantificação. Em alguns casos, este tipo de gráfico é chamado de curva de experiência e é relacionado às curvas S da tecnologia. A EIRMA (1997, *apud* Phaal *et al.*, 2004a) ilustra, por meio da figura 15, um mapa em forma de gráfico demonstrando como os produtos e as tecnologias podem coevoluir.



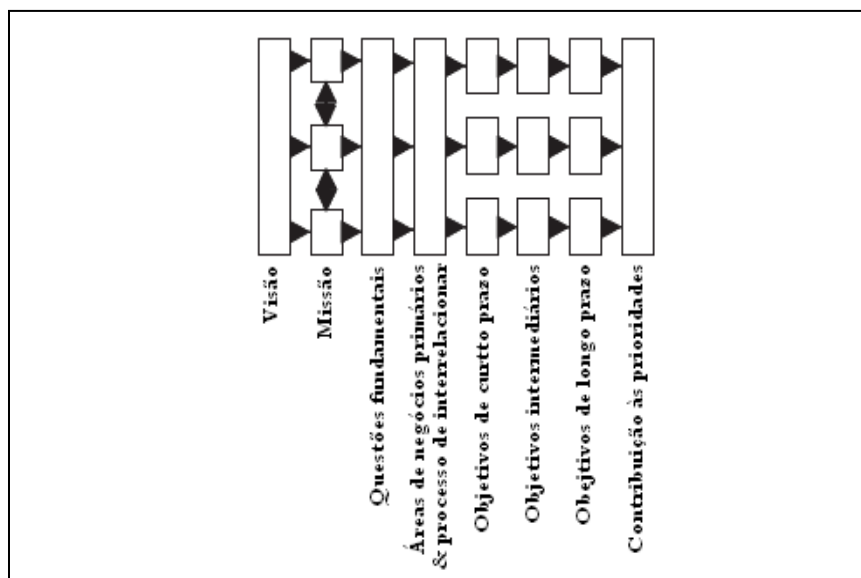
Fonte: Adaptado de EIRMA 1997
 Figura 15: O formato em gráfico

- Ilustrado: Em alguns casos, a representação de um mapa tecnológico pode contar com a criatividade de seus elaboradores e utilizar de meios menos usuais para a explicitação de seus dados e relações. Nestes casos diferenciados, metáforas podem ser usadas para a devida representação do objetivo. A figura 16 ilustra um esquema de um mapa tecnológico da Sharp, relacionado ao desenvolvimento de produto e família de produtos, baseados na tecnologia do display de cristal líquido (IRTI, 1995).



Fonte: Adaptado de EIRMA 1997
 Figura 16: O formato ilustrado

- Fluxo: Geralmente é utilizado para representar objetos, ações e resultados. A Figura 17 exemplifica este formato com um esquema de um mapa elaborado pela NASA (1998) cuja visão pode ser relacionada à sua missão, questões científicas fundamentais, áreas de negócio principais, objetivos de curto, médio e longo prazo, além de contribuições às prioridades nacionais dos Estados Unidos.



Fonte: Adaptado de NASA 1998

Figura 17: O formato em fluxo

- Texto: O último formato apresentado por Phaal *et al.* (2004a) é configurado em um texto, podendo ser assim representado completa ou parcialmente. Em geral, compreende as mesmas informações que as representações mais tradicionais já discutidas. A AGFA (1999, *apud* Phaal *et al.* 2004), relata a sua experiência em apoiar o entendimento das tendências da tecnologia e mercado que influenciam o setor ótico por meio desta categoria de mapa.

A classificação anterior não esgota o escopo das possibilidades para os propósitos e formatos dos mapas tecnológicos, mas oferece uma boa referência. Segundo Phaal *et al.* (2004a), uma provável razão para a existência dos diversos tipos de mapas apresentados é a escassez de padrões e procedimentos bem claros e aceitos para sua construção. A diversidade, de todo modo, é uma decorrência da flexibilidade de um método que busca resultados contundentes em objetivos variados. Com objetivos diversos e aplicações flexíveis, é razoável que existam formas diversificadas de expressão dos resultados.

2.3 O Processo do Mapeamento

Phaal *et al.* (2004a) afirmam que duas perspectivas podem ser adotadas na elaboração de um mapa tecnológico: a da empresa, cuja aplicação possibilita a integração ao plano de negócios da empresa, da análise do impacto de novas tecnologias e desenvolvimento do mercado; e a multiorganizacional, que compreende a busca pela captação de tendências,

ameaças e oportunidades para um grupo específico de interessados em relação a uma tecnologia ou área de aplicação.

Coelho *et al.* (2005) analisam os vários modelos e metodologias para elaboração de um mapa tecnológico e concluem que, a despeito de inúmeras variações, há um consenso sobre as questões essenciais que integram este processo: as necessidades identificadas no mercado, o estoque de tecnologia disponível e a competição entre os concorrentes. Esses fatores devem ser integrados para o desenvolvimento de um bom processo de mapeamento.

O processo de mapeamento tecnológico, segundo Garcia *et al.* (2005), ocorre seguindo três fases distintas: a primeira envolve atividades primárias e cruciais para o processo, a segunda fase é o desenvolvimento do mapa e a terceira é a continuidade e uso do mapa tecnológico. O Quadro 4 apresenta estas fases e suas respectivas etapas.

Quadro 4: Etapas de um Processo de Mapeamento Tecnológico para Produtos

<p>Fase I – Atividade Preliminar</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Satisfazer as condições essenciais para o desenvolvimento do processo. 2. Oferecer apoio e liderança à equipe que trabalhará neste esforço. 3. Definir o escopo e os limites para o mapeamento.
<p>Fase II – Desenvolvimento do mapa tecnológico</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar o foco do mapa. 2. Identificar as necessidades críticas e os objetivos. 3. Especificar as principais áreas da tecnologia. 4. Especificar as forças motrizes da tecnologia e suas metas. 5. Identificar as tecnologias alternativas e seus prazos. 6. Recomendar a alternativa que deverá ser perseguida. 7. Criar o relatório do mapa tecnológico.
<p>Fase III – Continuidade da atividade</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Criticar e validar o mapa tecnológico. 2. Desenvolver um plano de implantação. 3. Rever e atualizar.

Fonte: Garcia *et al.* (2005)

Ainda segundo o estudo de Garcia *et al.* (2005) na fase I, de atividades preliminares, os tomadores de decisão precisam constatar que possuem um problema e que o mapeamento tecnológico pode auxiliá-los a resolver esta situação. Assim, precisam decidir o que será mapeado e como esta metodologia os auxiliará a fazer as decisões de investimento. Alguns elementos, como os apontados a seguir, precisam ser analisados para uma aplicação:

- Deve haver a percepção da necessidade de aplicação do método e para o desenvolvimento em equipe.
- O esforço para sua realização deve incluir interações e alimentação de informações entre diferentes grupos.
- Ao se tratar do mapeamento organizacional, os diferentes departamentos devem contribuir para a realização.
- Tratando-se de um mapeamento do setor, a demanda deve ser composta pelos diferentes integrantes daquele segmento.
- O processo deve ser orientado pela necessidade e não pela solução.

Uma segunda necessidade desta fase I é a de liderança que, devido ao tempo e esforço envolvido, deve ser exercida pelo grupo que implementará e será beneficiado pela aplicação. Uma terceira necessidade desta fase I é a definição do escopo e fronteira do mapeamento, seja ele organizacional ou do setor. É fato que uma delimitação em mapeamento setorial não é uma atividade trivial e é demandante de mais tempo devido aos vários níveis de necessidades (COELHO *et al.*, 2005). Além disso, ao tratar de um mapeamento em uma organização, a definição de escopo deve ser realizada por consenso e pela efetiva participação dos vários agentes envolvidos no esforço. Estas condições essenciais, quando bem administradas, propiciam o bom desenvolvimento desta fase e suas consecutivas.

Segundo Coelho *et al.* (2005), a fase II, chamada de fase de desenvolvimento do mapa tecnológico, contempla as etapas descritas pelo Quadro 4, que são:

- Identificar o “produto” que será o foco do mapa – A dificuldade reside na busca do consenso entre os participantes para identificar e concordar com as necessidades requeridas que devem ser atendidas. Dependendo da complexidade do “produto”, pode haver muitos níveis e componentes que o mapeamento deve focar. Entretanto, se houver uma grande incerteza a respeito das necessidades dos “produtos”, a metodologia de cenários pode ajudar. Neste caso, os cenários atuam como meio de lidar com as incertezas no ambiente para melhorar a qualidade do mapeamento.

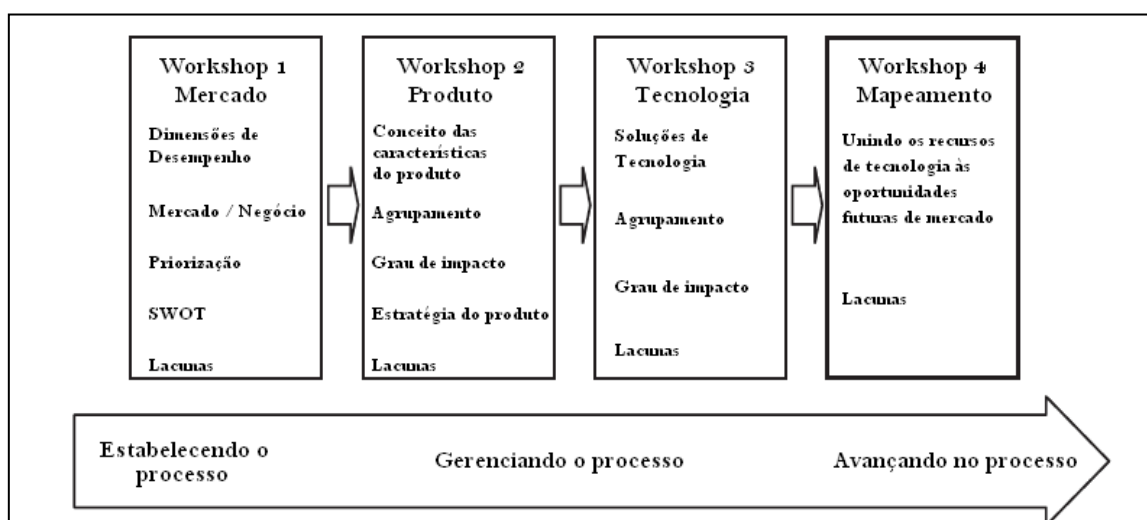
- Identificar as necessidades críticas do sistema e seus objetivos – Esta identificação possibilita a estruturação e a visão global do sistema em seu nível mais amplo.
- Especificar as principais áreas da tecnologia – As principais áreas de tecnologia possibilitam delimitar as necessidades críticas do sistema para o “produto”.
- Especificar as forças motrizes da tecnologia e suas metas – Neste ponto, as necessidades críticas do sistema são transformadas em forças motrizes da tecnologia em áreas específicas. As forças motrizes são as variáveis críticas que determinarão qual alternativa tecnológica será selecionada. As forças motrizes da tecnologia dependem da tecnologia analisada e indicam como atingirá as necessidades críticas do sistema. Assim, as forças motrizes da tecnologia devem estar alinhadas com as necessidades críticas do sistema.
- Identificar as tecnologias alternativas e seus prazos – Uma vez que as forças motrizes da tecnologia e seus objetivos estão especificados, a alternativa tecnológica que os satisfaz deve ser identificada. Um objetivo mais ambicioso pode requerer tecnologias disruptivas ou que uma tecnologia possa atingir múltiplas metas. Para cada alternativa tecnológica encontrada, o mapa tecnológico deve estimar o prazo para sua maturação com base em seu objetivo.
- Recomendar a alternativa que deverá ser perseguida – Nesta etapa, o esforço concentra-se na seleção do subgrupo de tecnologias que será perseguido. Estas alternativas tecnológicas podem variar em termos de custo, programação e desempenho, momento em que os *trade-offs* devem ser analisados. Uma atenção especial deve ser conferida àquele subgrupo de tecnologias que não atendam aos objetivos imediatos. Este grupo é o das tecnologias disruptivas, que geralmente não cumpre os requisitos atuais. Entretanto, quando devidamente desenvolvidas, sua potencial melhoria de desempenho pode propiciar a substituição das tecnologias atuais. Assim, sem a devida perspectiva ampliada de um bom mapa tecnológico, esta tecnologia pode ser negligenciada.
- Criar o relatório do mapa tecnológico – Neste ponto o mapa tecnológico está desenvolvido e se torna um dos documentos do relatório do mapeamento. Este relatório pode incluir: a identificação e descrição de cada área da tecnologia atual, fatores críticos que, se não seguidos, determinarão o fracasso do mapa, as áreas não selecionadas no mapa, recomendações técnicas e de implantação.

Na terceira fase descrita por Coelho *et al.* (2005), chamada de fase de continuidade da atividade, as atenções estão concentradas na sequência do processo. Inicialmente, como relativamente poucas pessoas efetivamente participaram do desenvolvimento do processo, agora ele precisa ser criticado, validado e aceito por um grupo maior, envolvido em qualquer implantação. A seguir, um plano de implantação precisa ser desenvolvido usando as informações geradas pelo processo de mapeamento tecnológico para fazer as apropriadas decisões de investimento. Finalmente, desde que as necessidades e as tecnologias estejam evoluindo, os mapas precisam de revisão e atualização periódicas.

Em 1997, foi desenvolvida pelos pesquisadores, uma abordagem para a obtenção de resultados mais rápidos, por meio de um processo bem sequenciado denominado *T-Plan*. Este processo foi um dos resultados de um programa de pesquisa aplicado com a duração de três anos pela Universidade de Cambridge, na qual mais de vinte mapas tecnológicos foram desenvolvidos em colaboração com uma variedade de tipos de empresas em diversos setores (Phaal *et al.* 2004a). Ainda segundo Phaal *et al.* (2004a) o *T-Plan* compreende duas partes principais:

- O processo padrão, para apoiar o planejamento de produto.
- Abordagem especial, que inclui orientação na aplicação mais abrangente do método.

Segundo Phaal *et al.* (2004a), o processo padrão de T-Plan consta de quatro *workshops*. Os três primeiros enfocam as três primeiras camadas do mapa tecnológico padrão, com o *workshop* final unindo os temas em uma base temporal para construir os mapas. A Figura 18 ilustra estas sucessões de *workshops* no processo. A abordagem é conduzida por questões mercadológicas e de negócios, são usadas para identificar e priorizar as opções de tecnologia e de produto. Este processo é predominantemente guiado pelo mercado (*market pull*), ainda que um de seus objetivos seja a geração de novas soluções em tecnologias que podem ocasionar novas oportunidades de novos produtos e mercados.



Fonte: Adaptado de Phaal *et al.* 2004a
Figura 18: Etapas do Processo Padronizado do *T-Plan*.

Por sua vez, a abordagem adaptada busca o ajustamento do método a diferentes demandas. De fato, como relatam Phaal *et al.* (2004a), para que os principais benefícios do método sejam atingidos, cada situação possível demonstrará uma forma particular de aplicação, conforme já descrito a respeito dos formatos e propósitos dos mapas. Não obstante, o mapa tecnológico de múltiplas camadas é a forma mais comum e mais flexível em aplicação, incluindo dimensões de tempo, camadas, anotações e processo e, portanto, a base aplicada.

Assim, ao se obterem as informações necessárias para o processo de mapeamento, uma etapa se torna crucial, o planejamento. Neste momento, analisam-se as considerações fundamentais, tais como a articulação entre os objetivos do negócio e do processo de mapeamento, para elaborar um mapeamento e um mapa que considerem as questões particulares do contexto em estudo.

Phaal *et al.* (2004a) sustentam a importância da implantação de um mapa tecnológico inicial para aprimorar a utilização desta metodologia, avançando posteriormente em aplicações mais densas para buscar objetivos mais abrangentes e resultados mais apurados. Um benefício fundamental da abordagem T-Plan seria a capacidade de acessar o valor do método rápida e economicamente. O aprendizado alcançado por esta aplicação inicial promove confiança para avançar com o processo na organização. Assim, a partir de um primeiro estágio, do mapa de camadas, a organização estaria apta a desenvolver aquele que estiver mais adaptado à sua demanda.

Esta utilização do método também poderia trazer inúmeros benefícios relacionados à discussão e relação das diretrizes estratégicas e a abordagem da empresa com seu mercado consumidor.

Capítulo 3 – A Embrapa e o CNPDIA

Este capítulo possui o propósito de realizar uma descrição do CNPDIA explicitando sua organização, planejamento, suas atribuições e relatar brevemente a sua história. Neste capítulo, também será realizada a descrição da Embrapa com o intuito de posicionar o CNPDIA no contexto da organização.

3.1 A Embrapa

A lei 5851, de 7 de dezembro de 1972, estabeleceu a base legal para a criação da Embrapa, realizada em abril de 1973. Esta nova organização substituiu o então responsável pelo planejamento, programação, coordenação, controle e avaliação das atividades de pesquisa, e transferência de tecnologia gerada pelos órgãos executores, o Dnpea (Departamento nacional de pesquisa agropecuária) (SALLES, 2000).

A organização está sob a coordenação do Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária – SNPA, constituído por instituições públicas federais, estaduais, universidades, empresas privadas e fundações que, de certa forma cooperada, executam pesquisas nas diferentes áreas geográficas e campos do conhecimento científico.

A organização está presente em quase todos os Estados Brasileiros e atua por intermédio de unidades de pesquisa e unidades administrativas. Atualmente a organização dispõe de 8.275 empregados, dos quais 2.113 são pesquisadores, 25% com mestrado e 74% com doutorado. Seu orçamento em 2008 foi de aproximadamente R\$ 1,2 bilhões.

3.1.1 Histórico

A criação da Embrapa ocorreu no momento de implantação da modernização tecnológica da agricultura brasileira. Percebia-se, naquele momento, a necessidade de atualizar a base tecnológica do setor agropecuário, pois se evidenciava o subaproveitamento das pesquisas científicas e tecnológicas já desenvolvidas ou em geração por países desenvolvidos. Durante os primeiros anos e em suas primeiras atividades, a Embrapa estava relacionada à “intermediação de tecnologias”, isto é, o desenvolvimento de técnicas que facilitassem a incorporação da tecnologia desenvolvida por fabricantes de máquinas e equipamentos e estreitamento de relações com a agroindústria processadora.

Segundo Salles (2000), essa atividade de apoio técnico foi gradativamente substituída pela vocação maior da Embrapa, que emerge ao final dos anos 70, período em que a organização voltou-se à geração de novas tecnologias. Em 1985, novas prioridades de

pesquisa foram adotadas pela direção da Embrapa e convencionou-se que a organização romperia gradativamente o laço de dependência tecnológica com outros países, assim como haveria iniciativas para a pesquisa básica e preservação do meio-ambiente (RODRIGUES, 1987).

Esse foi um período bastante turbulento para a Embrapa. As mudanças políticas e institucionais exigiam da organização uma posição quanto ao direcionamento de sua pesquisa. As atividades de P&D careciam de um ambiente interno que estimulasse o alinhamento de seus esforços ao oferecimento de soluções tecnológicas às novas demandas impostas pelo agronegócio (SALLES, 2000).

Oficialmente, havia a satisfação com os resultados obtidos pela Embrapa desde a sua criação, fato que justificou a ampliação de sua missão com o intuito de adaptar-se às modificações na dinâmica da economia mundial e do setor público. A partir de então, a organização da Embrapa passaria a adotar um modelo mais complexo, de maneira a ampliar sua missão e multiplicar seus canais de interação com a sociedade. Considerando que esta maior interação com a sociedade ampliaria as demandas colocadas para a instituição, seria necessário intensificar o trabalho de pesquisa. Portanto, seriam necessários sistemas capazes de operacionalizar os ajustes necessários para a melhor organização da pesquisa. (PRONAPA – 1998 *apud* SALLES 2000).

Segundo Salles (2000), toda esta reorganização implicou a adoção de novos princípios de gestão para a organização. Neste sentido de ganho de eficiência, foi contratada uma consultoria externa para adoção de princípios do planejamento estratégico, que deveria alimentar a política de reorganização. De fato, reforçando a organização com técnicas capazes de captar as mudanças em curso e incorporá-las ao processo de tomada de decisão, obtém-se um importante avanço na direção dos objetivos traçados. A técnica utilizada na Embrapa, naquela oportunidade, foi o método de cenários³.

3.1.2 O Planejamento da Embrapa desde os anos 90

A missão institucional definida no plano estratégico compreendia a geração, a promoção e a transferência de tecnologias para o desenvolvimento sustentável do agronegócio, em sintonia com as demandas da sociedade. A oferta de soluções tecnológicas deveria ocorrer de maneira articulada com as sinalizações do mercado e da sociedade (SALLES, 2000).

³ Em capítulos anteriores, explorou-se conceitualmente este método que permite a aplicação em planejamento estratégico, assim como na prospecção de tecnologia.

Como resultado do esforço de aprimorar os princípios de gestão, foi elaborado o 1º PDE (1988-92) – Plano Diretor Embrapa. Este plano foi considerado o primeiro passo para minimizar as perturbações do sistema de planejamento das atividades. Desta grande diretriz estratégica foram desdobrados os PDUs – Planos Diretores de Unidade, que orientam as atividades das unidades descentralizadas.

O primeiro documento, projeto Embrapa I, apresentava algumas justificativas para essa ampliação da missão da instituição, entre elas: a globalização da economia, a emergência das questões ambientais, a formação de blocos econômicos, o novo padrão de concorrência, o padrão tecnológico centrado no enfoque de demanda por quantidade, qualidade e sustentabilidade, a reforma do Estado e o surgimento de novas tecnologias.

Um segundo documento, o projeto Embrapa II, visava desenvolver a abordagem conceitual para a definição do modelo institucional. Neste documento consta que as instituições de P&D agropecuárias “devem estabelecer estratégias para abordar todos os segmentos do negócio agrícola dentro da visão de cadeia produtiva”, compreendida desde a produção e distribuição de insumos, avançando pelas etapas de produção, transformação, processamento, armazenamento, comercialização, distribuição e consumo. Percebe-se que nesta nova abordagem da Embrapa existem mais elementos em consideração que os tradicionalmente encontrados em uma instituição pública de pesquisa agropecuária (FLORES & SILVA 1992 *apud* SALLES 2000).

Neste período de 1995 a 1998, 2º PDE, foi definido que nenhuma mudança estrutural seria realizada. O que se visava era a implantação de uma estratégia gerencial que promoveria o rearranjo do modelo de gestão. Segundo Salles (2000), naquele período apresentava-se uma política global de administração, com três vértices bem definidos:

1. Política de pesquisa e desenvolvimento de produto, cujo objetivo era definir o padrão de qualidade da Embrapa em produtos, serviços e processos.
2. Política de vendas e distribuição, cujo objetivo era garantir à sociedade o acesso às tecnologias geradas na Embrapa.
3. Política de comunicação, com o objetivo de garantir que a sociedade estivesse informada sobre as ações da Embrapa e que a organização soubesse das necessidades da sociedade.

Estas políticas tiveram como suporte os chamados Projetos Gerenciais Prioritários. Sua implantação permitiu a discussão de questões desafiadoras como: a identificação de demandas e a definição de prioridades; a falta de autonomia e flexibilidade na gestão de recursos humanos e financeiros; o acompanhamento da fronteira do conhecimento,

a estrutura burocrática e centralizada, a dificuldade na renovação de quadros e a introdução de estímulos à produtividade, o desenvolvimento de liderança e capacitação gerencial.

Em suma, Salles (2000) afirma que os anos 90 marcaram a instituição como o início de uma constante busca por instrumentos de gestão mais eficientes e que proporcionassem maior interação da organização com o meio, em particular com as cadeias produtivas da agropecuária.

O terceiro Plano Diretor da Embrapa – III PDE (1999- 2003), surgiu sob a égide das diretrizes governamentais. Neste período, o Estado determinava algumas alterações para as instituições públicas de pesquisa, entre estas reformas estavam a racionalização de custos, a justificativa dos recursos públicos recebidos, a definição da forma jurídica (a Embrapa queria manter-se como empresa pública) e a apresentação de bons resultados. Neste período, a estratégia da Embrapa mantinha-se em sintonia com a reforma do Estado.

O caminho escolhido consistiu no realinhamento estratégico da organização, incorporando o conjunto de premissas, componentes e mecanismos básicos de articulação das ações da Embrapa. Para a execução e gerenciamento da estratégia, foi implementado o Modelo de Gestão Estratégica – MGE, baseado no método de *Balanced Scorecard* – BSC, que inclui a construção de indicadores de desempenho da Instituição.

Toda esta preocupação de melhoria de eficiência operacional também está presente no 4º PDE 2004-2007, que é derivado das diretrizes da diretoria executiva da Embrapa e de análise e consultas feitas a pesquisadores e especialistas internos e externos. Contudo, no 4º PDE pretendeu-se ampliar o escopo de melhoria de desempenho. Uma vez trabalhadas as questões eminentes, as atenções deste PDE voltaram-se às questões cujo horizonte de tempo é mais extenso. Nesse processo, foram analisados diversos cenários que representaram caminhos a serem adotados pela Embrapa. Esses caminhos vislumbravam um novo realinhamento governamental ou, até mesmo, a continuidade do governo vigente à época, de tal forma que a Empresa pudesse construir o seu alinhamento estratégico, sua visão, missão, valores, objetivos estratégicos, a fim de construir ações que espelhassem as necessidades do novo governo.

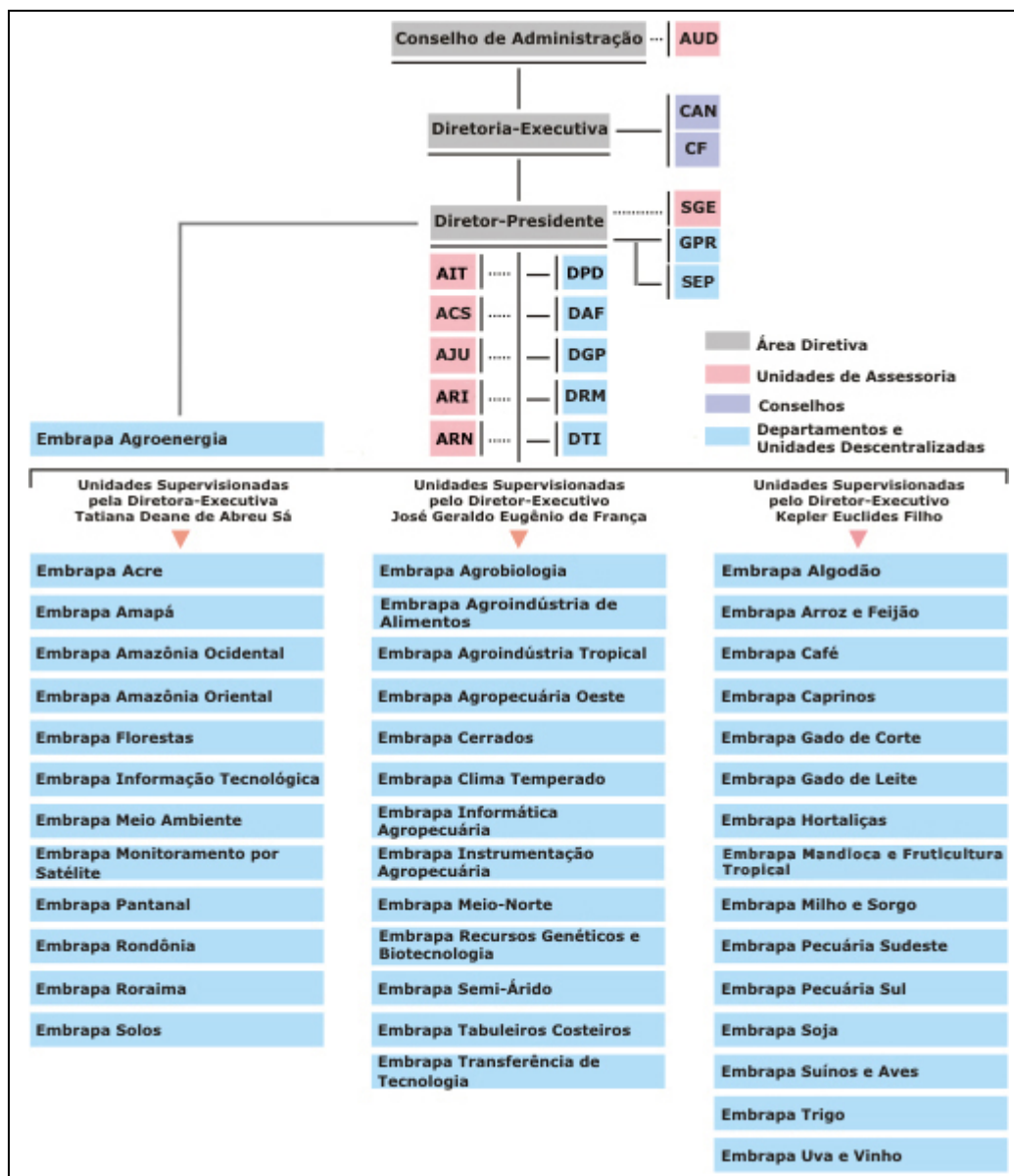
A versão final desse 4ºPDE foi um misto da experiência acumulada nos esforços anteriores e de uma proposta gerada por um grupo de trabalho de pesquisadores da organização e aprimorada por sugestões advindas dos diferentes níveis gerenciais da Embrapa e do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – Mapa, do conselho de Assessor Nacional – CAN, do Conselho de Administração – Consad e dos funcionários da Embrapa. Seu propósito foi a continuidade e expansão dos resultados de sucesso historicamente obtidos

pela Embrapa, além de dar cunho prático às diretrizes e políticas do governo brasileiro (EMBRAPA, 2004).

3.1.3 A Estrutura Atual da Embrapa

A organização interna da Embrapa é bastante hierarquizada. Há três instâncias em sua área diretiva: o Conselho de Administração, a Diretoria Executiva e a Presidência. A estas áreas diretivas subordinam-se 14 unidades centrais, referentes ao gabinete da Presidência e às assessorias, secretarias e departamentos. Somam-se ainda 41 unidades descentralizadas de P&D ou de serviços subordinadas diretamente ao diretor-presidente. A estrutura pode ser melhor observada na figura 19.

O Conselho Assessor Nacional foi concebido como fórum consultivo para captar as demandas e expectativas da sociedade em seus vários segmentos. Este conselho não possui caráter deliberativo, mas sim o papel de assessorar a Embrapa no estabelecimento de linhas de orientação para as instituições do SNPA. Este Conselho Assessor Nacional foi criado em 1997, ano em que também foi instalado o Conselho de Administração, instância máxima de deliberação da Embrapa. (SALLES 2000).



Fonte: Embrapa 2008

Figura 19: Organograma da Embrapa

Localizadas no edifício-sede da Embrapa, as Unidades Administrativas, também chamadas Unidades Centrais, são, ao lado da Diretoria Executiva, órgãos integrantes da administração superior da organização, às quais compete planejar, supervisionar, coordenar e controlar as atividades relacionadas à execução de pesquisa agropecuária e à formulação de políticas agrícolas:

I. Assessoria de Auditoria Interna - AUD

Sua missão é assegurar a efetiva e regular gestão dos recursos da Embrapa, em benefício da pesquisa agropecuária.

II. Gabinete do Diretor-Presidente - GPR

Responsável pelo assessoramento à Administração Superior da Embrapa, subordinada ao Diretor-Presidente, no desempenho de suas funções estatutárias, regulamentares e administrativas, tem por finalidades básicas:

- Auxiliar o Diretor-Presidente no preparo e despacho do expediente, organizar as agendas e secretariar as reuniões da Diretoria Executiva, lavrar as respectivas atas, controlar os documentos pertinentes e divulgar as decisões do colegiado;
- Elaborar, revisar, editar e publicar os atos de gestão do Conselho de Administração, da Diretoria Executiva, do Diretor-Presidente e das Unidades da Empresa, incumbindo-se, ainda, de sua atualização e controle;
- Auxiliar o Diretor-Presidente na preparação de documentos, palestras e artigos institucionais para divulgação e apresentação em eventos internos e externos à Embrapa;
- Receber, registrar, redigir, revisar, movimentar, arquivar e distribuir correspondências e outros documentos do Diretor-Presidente;
- Analisar, acompanhar e tramitar os contratos e convênios, e preparar os processos para decisão do Conselho de Administração, da Diretoria Executiva e do Diretor-Presidente.

III. Secretaria de Gestão e Estratégia - SGE

Trata-se de uma Unidade Central técnico-administrativa subordinada ao Diretor-Presidente, responsável pelos processos de planejamento e de gestão da estratégia organizacional da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa. Suas finalidades básicas são:

- Assessorar a Diretoria Executiva no planejamento e gestão da estratégia empresarial da Embrapa, de modo a subsidiar a formulação e o desenvolvimento de diretrizes globais de administração e controle, bem como promover e coordenar a realização de análises relacionadas a mudanças no ambiente externo e suas implicações sobre a missão e objetivos da organização, com vistas a orientações metodológicas para a elaboração e atualização dos planos diretores da organização;
- Promover, coordenar e realizar pesquisas e estudos econômico-sociais com a finalidade de definir prioridades de ações da organização, e subsidiar a Diretoria Executiva na formulação de políticas;

- Assessorar a Diretoria Executiva na formulação de políticas e diretrizes estratégicas de desenvolvimento institucional, englobando aspectos técnicos, gerenciais e organizacionais e colaborar com as unidades da Embrapa na promoção de ações que visem aprimorar a qualidade da gestão e do desempenho profissional na organização.

IV. Secretaria-Executiva do PAC Embrapa - SEP

A Secretaria-Executiva do Plano de Fortalecimento e Crescimento da Embrapa - SEP é uma Unidade Central técnico-administrativa *pro tempore*, subordinada ao Diretor-Presidente e responsável por articular e acompanhar a execução dos projetos do PAC, o Programa de Fortalecimento e Crescimento da Embrapa. Suas finalidades básicas são:

- Subsidiar a Diretoria Executiva - DE e o Comitê Consultivo do PAC Embrapa - CCP no acompanhamento da execução dos projetos e dos recursos vinculados ao PAC Embrapa;
- Viabilizar a implementação dos projetos relativos ao PAC Embrapa, no período de 2008 a 2010;
- Acompanhar e apoiar a execução dos projetos do PAC Embrapa e propor ajustes, se necessário;
- Acompanhar e avaliar a execução dos projetos e planos de ação do PAC Embrapa, elaborados pelo CCP e aprovados pela DE, atendendo as recomendações das auditorias de qualidade e dos órgãos de controle internos e externos;
- Promover ações no sentido de assegurar a aplicação integral dos recursos destinados ao PAC Embrapa;
- Elaborar documentos institucionais e desenvolver atividades técnicas e administrativas necessárias à gestão da Secretaria.

V. Assessoria de Comunicação Social - ACS

Trata-se de uma Unidade Central da Embrapa, responsável pela gestão do processo de comunicação social. Entre as suas finalidades básicas estão o planejamento, a execução e a coordenação de ações de comunicação social, cujo objetivo é reforçar o conhecimento e o entendimento da sociedade sobre o papel e a importância da Empresa para o desenvolvimento sustentável do agronegócio brasileiro. Para melhorar seu relacionamento com a imprensa e outros públicos, a Embrapa mantém, nas Unidades de Pesquisa, jornalistas, relações públicas e outros profissionais de comunicação.

VI. Assessoria de Inovação Tecnológica - AIT

Unidade Central de assessoramento, subordinada ao Diretor-Presidente, cuja missão institucional é promover a articulação e o acompanhamento dos processos de negociação com grupos de interesse em produtos inovadores, bem como articular parcerias e ações institucionais visando potencializar a produção científica e tecnológica nas unidades de pesquisa, com foco na geração, adaptação e transferência de tecnologias inovadoras. Suas finalidades básicas são:

- Assessorar e assistir, diretamente por sua Chefia, ao Diretor-Presidente, à Diretoria-Executiva, ao Conselho de Administração e ao Conselho Fiscal da Embrapa, bem como, por meio de sua infra-estrutura em geral, às Unidades Centrais e Descentralizadas, nas questões concernentes à gestão da inovação tecnológica na Embrapa;
- Elaborar, propor, implementar, coordenar e avaliar a Política Institucional de Inovação Tecnológica;
- Orientar e acompanhar a criação e o trabalho das estruturas locais de inovação tecnológica no âmbito das Unidades Descentralizadas;
- Desenvolver estudo para avaliar o valor da marca "Embrapa", bem como elaborar e propor regras para o seu uso comercial por terceiros;
- Representar a Embrapa na proteção intelectual das tecnologias geradas por suas Unidades realizando o acompanhamento e manutenção desses bens patrimoniais;
- Prospectar oportunidades tecnológicas e de mercado, avaliar as tecnologias já criadas e definir ações que orientem a inserção destas tecnologias no mercado;
- Coordenar as ações estratégicas de inserção da Embrapa nos parques tecnológicos estaduais e municipais, bem como estimular e orientar a criação de novas empresas de base tecnológicas;
- Acompanhar a evolução dos aspectos de biossegurança e acesso a recursos genéticos e conhecimento tradicional associado, no contexto nacional e internacional, zelando pelos seus interesses nos fóruns de discussão destes temas;
- Representar a Embrapa perante o Conselho de Gestão do Patrimônio Genético (CGEN), bem como assinar Contratos de Utilização do Patrimônio Genético e Conhecimento Tradicional Associado e Repartição de Benefícios;

- Elaborar o portfólio de tecnologias existentes, focadas no mercado atual e potencial, para subsidiar os processos de negociação da Embrapa e propor as diretrizes para sua comunicação mercadológica;
- Propor procedimentos e requisitos técnicos para o estabelecimento de parcerias em inovação tecnológica;
- Elaborar, coordenar e apoiar a implementação de estratégias de marketing e planos integrados de negócios das tecnologias inovadoras, criadas pela Embrapa, bem como elaborar e propor norma destinada a orientar o lançamento de suas tecnologias, produtos e serviços.

VII. Assessoria de Relações Nacionais - ARN

Responsável pela articulação política e institucional das relações voltadas para as instituições públicas federais, estaduais, municipais, privadas e organizações não-governamentais vinculadas às atividades agropecuárias, florestais e ambientais, em consonância com a missão institucional.

VIII. Assessoria de Relações Internacionais - ARI

Responsável pela articulação política e institucional das relações voltadas para as instituições estrangeiras, empresas multinacionais e organizações internacionais não-governamentais vinculadas às atividades agropecuárias, florestais e ambientais, em consonância com a missão institucional da Embrapa.

IX. Assessoria Jurídica - AJU

Sua missão é assessorar o Diretor-Presidente e a Diretoria Executiva, bem como orientar as Unidades Centrais e Descentralizadas sobre matéria jurídica em geral, e praticar todos os atos necessários à defesa dos direitos da Embrapa, em ações de seu interesse, em qualquer instância ou grau de jurisdição.

X. Departamento de Pesquisa & Desenvolvimento - DPD

Trata-se de uma unidade central técnico-administrativa, subordinada ao Diretor-Presidente, responsável pela gestão do processo de compatibilização da Agenda Institucional de P&D, pela gestão da programação global de P&D do Sistema Embrapa de Gestão (SEG), bem como pelos processos de articulação técnica e gestão da informação de P&D. Suas finalidades básicas são:

- Subsidiar a Diretoria Executiva quanto ao modelo de gestão de PD&I da Embrapa e compatibilizar a agenda institucional de P&D em consonância com os norteadores institucionais da Empresa;

- Subsidiar a Diretoria Executiva na avaliação contínua da capacidade instalada e das necessidades de ajustes e renovação das equipes e da infra-estrutura para execução das ações de P&D da Embrapa, em interface com o Departamento de Gestão de Pessoas - DGP e o Departamento de Recursos Materiais e Serviços - DRM;
- Instalar, manter e gerir os Macroprogramas de P&D e a programação compatibilizada da Empresa, definidos no Manual do Sistema Embrapa de Gestão (SEG);
- Subsidiar o Comitê Gestor da Programação (CGP) na definição das metas técnicas para a programação dos macroprogramas e apoiá-lo na implementação e operacionalização do seu programa de trabalho;
- Viabilizar a integração e o alinhamento de unidades, equipes e parceiros para o alcance dos objetivos comuns;
- Promover a diversificação de fontes financiadoras de programação;
- Promover interações e relacionamentos institucionais que permitam a ampliação do universo de atuação da Embrapa e o fortalecimento da sua marca;
- Fornecer suporte técnico e administrativo às atividades de organização e gestão da programação e às ações de articulação;
- Promover a gestão de toda a informação relacionada à programação de P&D do SEG;
- Contribuir, à luz das diretrizes de uma agenda institucional, para o constante alinhamento entre as prioridades da Empresa e as necessidades da sociedade, do Governo e do mercado de tecnologias;
- Executar e promover ações visando à integração das políticas de P&D, Comunicação Empresarial e de Inovação Tecnológica à Embrapa;
- Realizar a avaliação contínua da programação de P&D e da programação global da Empresa, orientando ajustes, buscando a integração e a harmonização de atividades e a melhoria contínua da qualidade;
- Participar dos processos de identificação de competências essenciais à Embrapa e da formação e desenvolvimento de equipes técnicas multifuncionais, flexíveis e adaptáveis aos novos cenários e desafios, em articulação com o DGP;
- Contribuir para o estabelecimento de conexões estratégicas da Política de P&D da Embrapa com políticas públicas de C&T&I em vigor, emergentes e futuras;
- Contribuir para a formulação e negociação de acordos, programas e projetos de cooperação técnico-científica internacionais envolvendo a Embrapa em parceria com a Assessoria de Relações Internacionais - ARI.

- Emitir relatórios, pareceres, laudos e notas técnicas, relativos às atividades de P&D.

XI. Departamento de Gestão de Pessoas - DGP

Promover a gestão de pessoas na Embrapa, com excelência, respeito e ética, aplicando políticas e soluções inovadoras de seleção, desenvolvimento e manutenção do capital humano, com a finalidade de potencializar o comprometimento dos empregados, propiciar o desempenho diferencial e alcançar a missão institucional.

XII. Departamento de Tecnologia da Informação - DTI

Este departamento tem como missão subsidiar a Diretoria Executiva na formalização da política de informação e informática, manter os instrumentos destinados a sua consecução, bem como coordenar e executar a política estabelecida.

XIII. Departamento de Administração Financeira - DAF

Sua missão é coordenar, controlar e executar as atividades de execução financeira, orçamentária, contábil, fiscal e tributária; custos; convênios e contratos de empréstimos nacionais e internacionais.

XIV. Departamento de Administração de Materiais e Serviços - DRM

Este departamento possui como funções: planejar, coordenar, executar e controlar as atividades relativas à compra de bens e contratação de serviços, nos mercados interno e externo, no âmbito de toda a organização.

A preparação e organização de toda a estrutura da Embrapa visam a melhor adequação para o desenvolvimento das pesquisas. Contudo, outros aspectos bastante relevantes emergem ao analisar o desenvolvimento destas atividades.

No tocante à gestão, destaca-se o modelo de gestão estratégica implementado. Segundo Salles (2000), este modelo está fundamentado no planejamento estratégico, visando operacionalizar suas metas e objetivos. O Centro Nacional de Pesquisa em Tecnologia Agroindustrial de Alimentos (CTAA) contribui com a aplicação do BSC (*Balanced Score Card* ou Painel de Controle Balanceado) na Embrapa. Este método, segundo Kaplan *et al* (1996), seus idealizadores, visa o alinhamento das ações operacionais e as diretrizes estratégicas. Segundo Salles (2000), este método é aplicado desde 1997, período em que foram identificados problemas vinculados ao sistema de planejamento e à organização

interna: desconexão entre o planejamento estratégico preconizado pela instituição e as rotinas vigentes nos centros; desconexão entre os mecanismos gerenciais de planejamento, acompanhamento e avaliação (SEP, SAL, PAT e SAAD-RH); inadequação da estrutura formal das Unidades Descentralizadas à identificação das diretrizes e metas por parte dos empregados; ausência de foco nas atividades estratégicas e de rotina gerando falta de motivação entre os empregados.

Estes problemas demonstraram os limites da estrutura organizacional, assim como das ferramentas de planejamento, acompanhamento e avaliação, voltadas para a eficiência das atividades de pesquisa. Neste contexto, não chega a surpreender que as unidades descentralizadas tenham dificuldades em alcançar as metas e prioridades acordadas com a sede. (SALLES, 2000).

3.2 O CNPDIA

A Embrapa Instrumentação Agropecuária, também conhecida como Centro Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento de Instrumentação Agropecuária (CNPDIA), é uma unidade descentralizada considerada como um centro temático da Embrapa. É caracterizada como uma instituição de ciência e tecnologia em instrumentação com o foco no desenvolvimento econômico e social autossustentado do agronegócio brasileiro (CNPDIA, 2008).

Fundada em 1984, esta unidade sempre se ocupou com a aplicação das tecnologias de base eletrônica à agricultura brasileira. Sua equipe é composta por engenheiros eletrônicos, mecânicos e de materiais, físicos e bioquímicos, que interagem com agrônomos, veterinários, biólogos e outros profissionais da Embrapa e do Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA), consolidando a interdisciplinaridade em sua equipe, oferecendo um arcabouço técnico favorável ao desenvolvimento de suas atividades.

A missão do Centro Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento de Instrumentação Agropecuária – CNPDIA é viabilizar soluções para o desenvolvimento sustentável do espaço rural e agronegócio, por meio da geração, adaptação e transferência de conhecimentos e tecnologias em instrumentação⁴ para o benefício da sociedade (EMBRAPA INSTRUMENTAÇÃO AGROPECUÁRIA, 2005).

⁴ Entende-se por instrumentação o desenvolvimento de métodos, conceitos e projetos, construções e manutenção com engenharia, utilizando de sistemas, sensores e atuadores para: observações, medição e controle, comunicação e processamento de sinais e imagens.

São competências e desafios desta organização:

- Gerar, desenvolver e adaptar metodologias avançadas e tecnologias para medir, controlar, avaliar, processar, transferir e armazenar parâmetros físicos, químicos e biológicos essenciais para a sustentabilidade do agronegócio brasileiro;
- Gerar, desenvolver e utilizar metodologias avançadas e tecnologias em instrumentação para viabilizar produtos e processos do agronegócio;
- Sistematizar, disponibilizar e difundir conhecimentos em instrumentação para o agronegócio;
- Capacitar e assessorar as unidades da Embrapa na área de instrumentação para o agronegócio, incluindo atividades de manutenção com engenharia em equipamentos laboratoriais.

Em sua visão, o CNPDIA quer ser um centro de referência no Brasil e no exterior, reconhecido pela:

- Excelência de sua contribuição técnico-científica;
- Capacidade de propor soluções inovadoras, viáveis e adequadas às demandas do agronegócio e do espaço rural;
- Capacidade de promover a articulação e parceria em instrumentação agropecuária;
- Capacidade de promover treinamento e formação de recursos humanos em instrumentação agropecuária;
- Qualificação e multidisciplinaridade de seu corpo técnico.

Para realizar sua missão e objetivo, o CNPDIA conta com 65 funcionários, dos quais 25 são pesquisadores e atua em sete linhas de pesquisa: agricultura de precisão, meio-ambiente, biotecnologia, automação de processos, novos materiais, agricultura e agroindústria familiar, qualidade de produtos e matérias-primas.

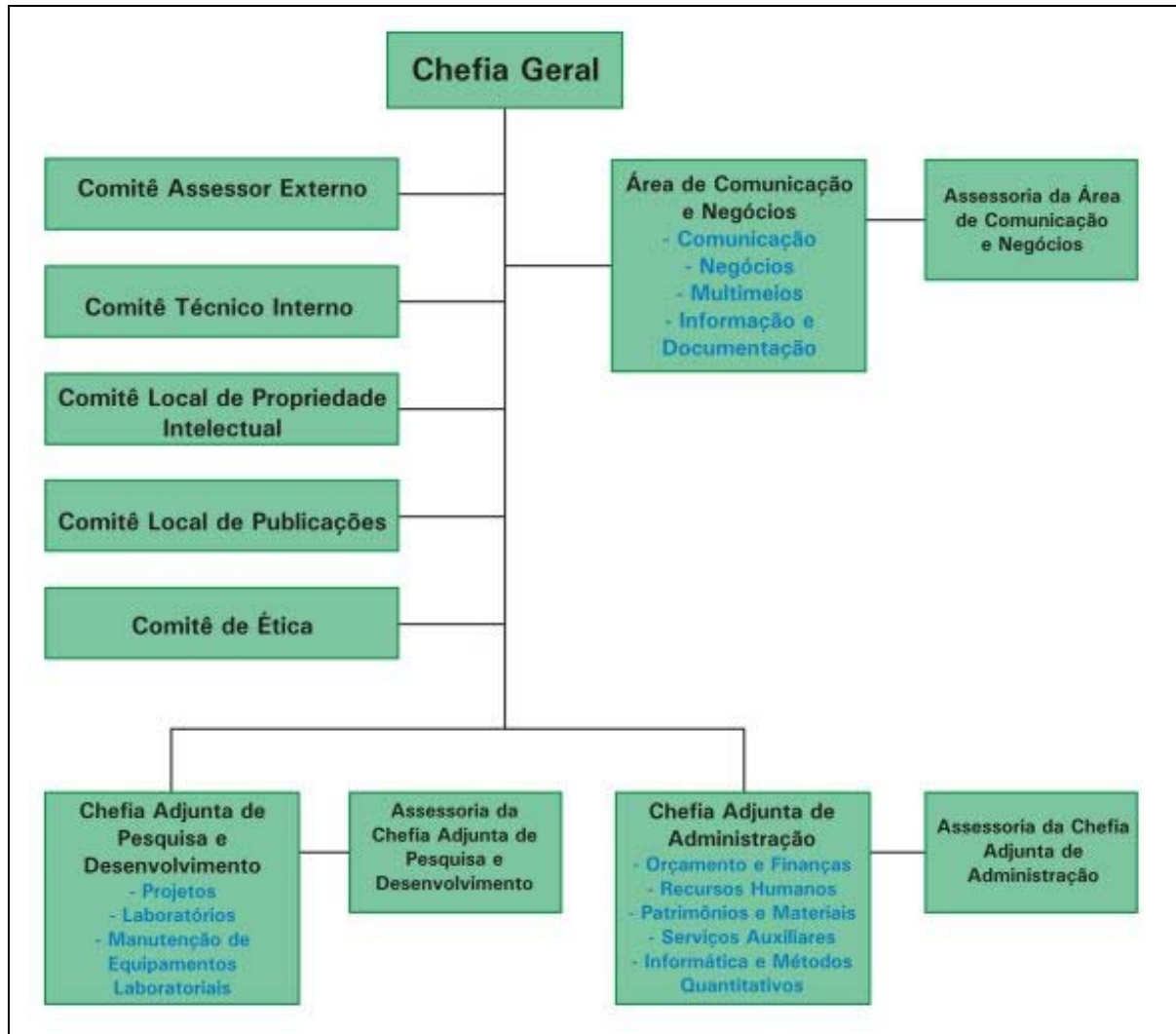
A Embrapa Instrumentação Agropecuária também conta com um grupo especializado em manutenção de equipamentos laboratoriais para atender as unidades da Embrapa e instituições do Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA). Esse grupo realiza cursos para clientes, os quais são desenvolvidos para treinamento em manutenção básica, tendo formado, em quatro anos, mais de 140 técnicos das Unidades da Embrapa, Universidades e outras instituições de pesquisa ou da iniciativa privada.

O CNPDIA é comandado por uma chefia geral, que conta com a colaboração de cinco comitês; uma chefia adjunta de pesquisa e desenvolvimento e sua assessoria; uma

chefia adjunta de administração e sua assessoria; uma área de comunicação e negócios e sua assessoria. A figura 20 ilustra esta estrutura (EMBRAPA, 2008).

- O Comitê Assessor Externo (CAE) é um órgão consultivo e é composto por representantes da sociedade brasileira e da comunidade científica. Sua função é assessorar o centro (CNPDIA) na definição de estratégias para o desenvolvimento de seu programa de trabalho e avaliação de resultados.
- O Comitê Técnico Interno (CTI) é um órgão consultivo e é composto por representantes da sociedade brasileira e da comunidade científica. Sua função é aprovar e acompanhar a programação da Unidade, verificando, especialmente, a qualidade técnica dos projetos e atividades e sua coerência com o PDU e com a agenda institucional da Embrapa; além de realizar a avaliação inicial, acompanhamento e avaliação final dos projetos e processos executados pela Unidade.
- O Comitê Local de Propriedade Intelectual (CLPI) é um colegiado de caráter deliberativo e permanente no âmbito da unidade. Seu propósito maior é zelar pela proteção do conhecimento produzido pela unidade, mediante o cumprimento das normas e políticas da Embrapa referentes a Propriedade Intelectual.
- O Comitê Local de Publicações (CLP) é um colegiado cujo propósito maior é zelar pela qualidade e padronização das publicações e pelo cumprimento das normas de política editorial da Embrapa.
- O Comitê de Ética é composto por membros eleitos e indicados pela chefia geral, tem como finalidade avaliar e dar parecer em situações formalmente solicitadas pela chefia geral ou por qualquer empregado da unidade, respaldado nas normas do código de ética da unidade.
- A Chefia Adjunta de Pesquisa e Desenvolvimento tem como função primordial a coordenação e execução de atividades de planejamento, acompanhamento, controle e avaliação de projetos e subprojetos de P&D. Para isso, o chefe Adjunto exerce também os cargos de secretário executivo do Comitê Assessor Externo (CAE) e Presidente do Comitê Técnico Interno (CTI).
- A chefia Adjunta de Administração tem como atribuições primordiais a gestão dos recursos orçamentários e suas finanças; assim como a gestão dos recursos humanos, patrimoniais e materiais.
- A Área de Comunicação e Negócios (ACN) em conjunto com o corpo técnico científico, tem por missão implementar a política de comunicação empresarial da

Embrapa e da unidade, planejar e executar todas as ações necessárias para a difusão do conhecimento e a transferência das tecnologias geradas pelo Centro.



Fonte: Embrapa 2008

Figura 20: Organograma da Embrapa Instrumentação Agropecuária

No que se refere aos principais trabalhos desenvolvidos desde a sua fundação, destacam-se tecnologias de interesse para laboratórios, agroindústrias e produtores rurais (Embrapa, 2008). Estes resultados estão no anexo I.

Capítulo 4 – Comparação entre as Práticas de Gestão e Prospecção de Tecnologia no CNPDIA e o Mapeamento Tecnológico.

Este capítulo tem por objetivos analisar o modelo de prospecção de tecnologia do CNPDIA e suas relações com a Embrapa e, em seguida, comparar este modelo do CNPDIA ao mapeamento tecnológico (*Technology roadmapping*). Para realizar estas comparações, foram analisados os casos de utilização do mapeamento tecnológico disponíveis na literatura sobre o tema, enfatizando algumas características que configuram as etapas de um sistema de gestão de inovação. Estas características foram agrupadas em estratégia, prospecção, desenvolvimento dos projetos e mercado, e foram escolhidas por serem comuns ao processo de elaboração dos mapas tecnológicos e, assim, permitirem uma base qualitativa similar para estabelecer as comparações. O quadro 5 visa ilustrar esta relação baseando-se no processo de elaboração dos mapas.

Quadro 5: Relação entre o processo de elaboração do TRM e algumas características escolhidas de um sistema de gestão da inovação.

Processo de elaboração do TRM	Características escolhidas de um sistema de gestão da inovação.
<p>Fase preparatória - Definição estratégica e prospecção de tecnologia</p> <p>Tradicionalmente são utilizadas metodologias como a de cenários na etapa inicial de mapeamento.</p>	Definição da estratégia e prospecção
<p>Fase I – Atividade Preliminar</p> <p>Satisfazer as condições essenciais para o desenvolvimento do processo. Oferecer apoio e liderança à equipe que trabalhará neste esforço. Definir o escopo e os limites para o mapeamento.</p>	
<p>Fase II – Desenvolvimento do mapa tecnológico</p> <p>Identificar o foco do mapa. Identificar as necessidades críticas e os objetivos.</p>	<p>Definição dos objetivos</p> <p>Perspectivas de mercado</p>

<p>Especificar as principais áreas da tecnologia.</p> <p>Especificar as forças motrizes da tecnologia e suas metas.</p> <p>Identificar as tecnologias alternativas e seus prazos.</p> <p>Recomendar a alternativa que deverá ser perseguida.</p> <p>Criar o relatório do mapa tecnológico.</p>	<p>Alinhamento e desenvolvimentos dos projetos</p>
--	--

Fonte: Elaboração própria a partir de Coates *et. al* (2005)

Ao todo foram realizadas cinco entrevistas na unidade de São Carlos/SP, com intervalos entre cada intervenção para compreender, acompanhar e aprofundar os temas relativos à pesquisa. Três das entrevistas foram concedidas pela gerente da área de comunicação e Novos Negócios do CNPDIA. Estas entrevistas ocorreram em novembro de 2007, maio e outubro de 2008. Nestas oportunidades, foram tratados temas de interesse à pesquisa, como os direcionadores estratégicos do CNPDIA, a sua relação com os direcionadores da Embrapa, a identificação de oportunidades de pesquisa, as demandas internas e externas, a elaboração dos projetos e seu detalhamento, os recursos, a estrutura hierárquica, a execução dos projetos e a propriedade intelectual. Este último tópico foi abordado com a gerente de Propriedade Intelectual do CNPDIA, em entrevista realizada em outubro de 2008. Por fim, a quinta entrevista foi realizada em março de 2009 com o chefe de P&D do CNPDIA. Nesta entrevista, foram abordados os direcionadores estratégicos da unidade e sua relação com a Embrapa, a identificação de oportunidades, elaboração e seleção dos projetos, o orçamento do CNPDIA e a visão de mercado.

As entrevistas foram embasadas em questionários semiestruturados com o objetivo de direcionar o desenvolvimento das entrevistas. O tempo médio destas entrevistas foi de três horas e todas foram realizadas nas dependências do CNPDIA em São Carlos/SP. Além das entrevistas, foram consultados documentos internos da organização.

4.1 Planejamento na Embrapa

Nas entrevistas realizadas foram coletadas inúmeras informações a respeito da unidade, fornecidas pelos entrevistados e também checadas em documentos de circulação interna, como o Plano Diretor Embrapa (PDE) e o Plano Diretor da Unidade (PDU), assim como artigos e livros já citados em capítulos anteriores. Estas informações contribuíram para a identificação de características que, quando bem geridas e articuladas, favorecem a geração e o fluxo do conhecimento. Estas características envolvem a elaboração, conceituação, planejamento, execução, proteção e monitoramento dos esforços da pesquisa. Neste contexto, de preparar para a ação, é fundamental a elaboração da maneira de agir, ou seja, da estratégia da organização.

Contudo, tão importantes quanto a capacidade de gerar conhecimento são os mecanismos para convertê-los em contribuições significativas à sociedade, seja por meio de pesquisas com potencial de aplicação em produtos, cujos maiores interessados são médios e grandes empresários, ou por meio da difusão do conhecimento com escopo de aplicação mais pontual, que tende a contribuir na solução de questões de interesse dos pequenos agricultores.

Na Embrapa, há mecanismos formais para guiar os caminhos dos esforços de desenvolvimento. Estas iniciativas são o Plano Diretor Embrapa (PDE) e o Plano Diretor da Unidade (PDU). Estes planos têm como escopo a Embrapa e suas unidades, respectivamente, e são elaborados criteriosamente para traduzir os objetivos estratégicos da organização em direcionadores, com a identificação dos tópicos que devem orientar as pesquisas em cada unidade.

O PDE, elaborado a partir da parceria com a Rede de Inovação e Prospecção Tecnológica para o Agronegócio (RIPA), é uma associação entre universidades, organizações e empresas interessadas no agronegócio, consolidada a partir de um dos fundos setoriais para o desenvolvimento científico e tecnológico. Atualmente, a RIPA é gerenciada com recursos do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT) pela Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) (RIPA, 2008). A RIPA surgiu de uma iniciativa do atual presidente da Embrapa, Silvio Crestana, que apresentou ao comitê gestor do CT-Agronegócio um primeiro esboço da proposta, o instituto virtual de inteligência para o agronegócio brasileiro. O objetivo era aplicar metodologias de visão de futuro, monitoramento da realidade, inteligência cooperativa, inteligência competitiva e gestão do conhecimento para o posicionamento estratégico, tudo baseado em uma visão sistêmica do agronegócio brasileiro (RIPA, 2008).

Nos trabalhos de prospecção desenvolvidos com a Embrapa, a RIPA utiliza a técnica de cenários para identificar tendências e apoiar o julgamento de trajetórias tecnológicas favoráveis a cada possibilidade futura, procurando escolher e dar suporte àquela que possui maior possibilidade de se tornar dominante. Este resultado inicial oferece os alvos que serão perseguidos pela organização. São, portanto, insumos para a elaboração do PDE, que define a diretriz da organização para os desenvolvimentos tecnológicos. Uma vez elaborado o plano da organização, este deve ser desdobrado em diretrizes para as unidades descentralizadas que planejam suas ações com a finalidade de percorrer os caminhos indicados, esforço que é documentado no PDU. Este desdobramento de ações para realizar as estratégias previamente estabelecidas é um interessante mecanismo de planejamento, que tende a contribuir para o estabelecimento de projetos que sigam os rumos estratégicos gerais da Embrapa.

Como já foi dito, o CNPDIA atende atualmente demandas internas e externas à Embrapa. Estas demandas são orientadas pelo PDU e organizadas segundo os macroprogramas da Embrapa. Estes macroprogramas têm características específicas quanto à estrutura de suas equipes e seus arranjos institucionais, respondem às necessidades diversas da Embrapa e são instrumentos gerenciais para a operacionalização da programação da Empresa, orientando-a para a obtenção de resultados de impacto que levem ao atendimento das metas técnicas, estabelecidas a partir dos Planos Diretores da Empresa e das Unidades. Estes macroprogramas podem ser financiados por meio de instituições como a Fapesp, Finep, assim como por empresas privadas. Os macroprogramas abrangem seis grandes tópicos, a saber (EMBRAPA, 2008):

1. Grandes desafios nacionais – Estes programas englobam projetos que são geralmente mais longos. Estes projetos desenvolvem temas complexos e, em sua maioria, são executados em parceria com universidades. Ex: nanotecnologia, biotecnologia, energia.
2. Competitividade e sustentabilidade setorial – São subdivisões dos macroprogramas tratados em separado para diminuir a complexidade. Ex: o programa de biotecnologia – pode ser segmentado, atribuindo a uma unidade ou a uma universidade com competência na área uma fração do grande programa.
3. Desenvolvimento tecnológico incremental do agronegócio – Aqui são abordadas as fases finais do desenvolvimento de tecnologia, o que requer validação (aprovação), refino e desenvolvimento.

4. Transferência de tecnologia e comunicação empresarial – A questão central aqui é: Qual será o papel da transferência de tecnologia da Embrapa, a difusão, a extensão ou o patenteamento? Atualmente, há uma discussão em toda a Embrapa sobre este tópico e o posicionamento da organização nas questões relativas à titularidade do conhecimento⁵. Para a unidade transferir uma tecnologia, ela precisa da aprovação do alto escalão em Brasília.
5. Programas de desenvolvimento institucional – Este programa visa a educação ambiental e à melhoria de gestão, incluindo esforços para consolidar e atualizar os instrumentos de gestão estratégica da Embrapa, contribuir para o aumento da eficiência organizacional da organização, promover seu desenvolvimento institucional, a utilização plena do potencial da Embrapa e estimular a articulação e a formação de parcerias entre as unidades da Embrapa e outras instituições de pesquisa.
6. Apoio ao desenvolvimento da agricultura familiar e à sustentabilidade do meio rural – Projetos voltados para fornecer suporte às iniciativas de desenvolvimento sustentável da agricultura familiar e de comunidades tradicionais, na perspectiva de agregação de valor e, prioritariamente, com abordagem territorial, promovendo a convergência de esforços multi-institucionais e interdisciplinares, nos quais os componentes de pesquisa e desenvolvimento e de transferência de tecnologia sejam relevantes para a Embrapa segundo seus objetivos.

A seleção e aprovação de projetos na Embrapa

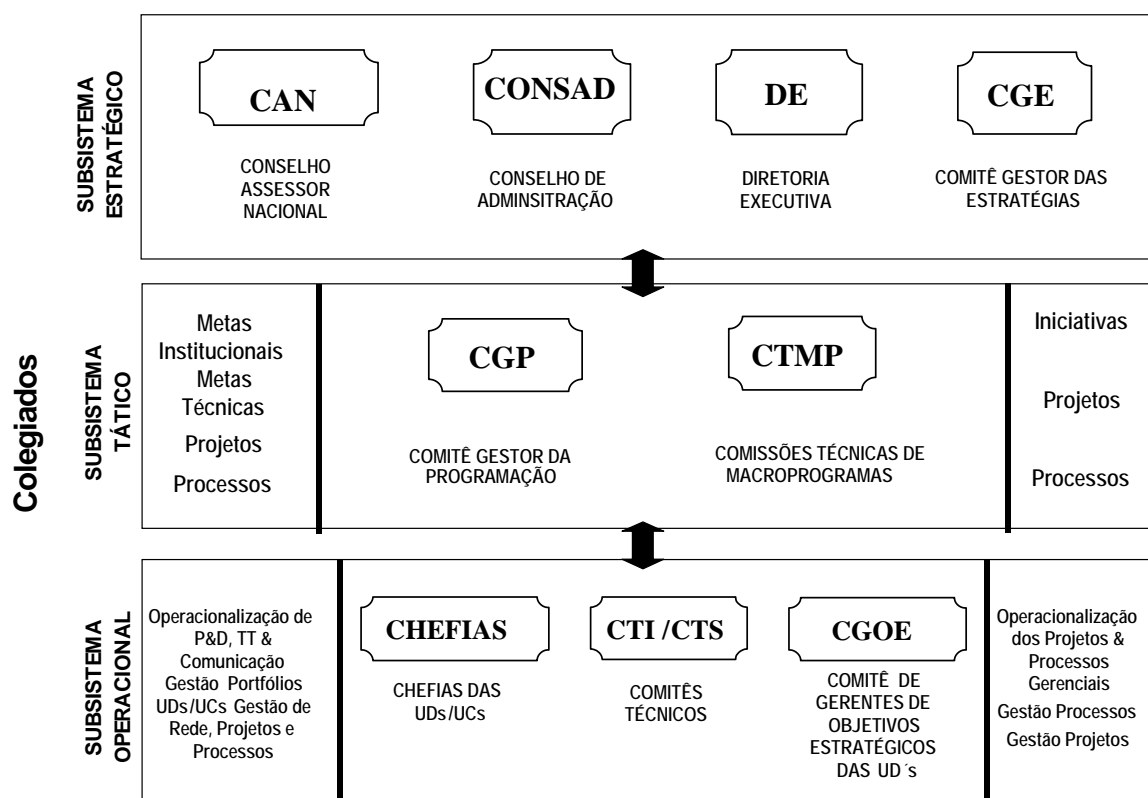
Atualmente para desenvolver um projeto em uma unidade é necessária a aprovação por dois comitês. O primeiro comitê (CTI – Comitê Técnico Interno das unidades descentralizadas) é composto por colaboradores da unidade que avaliam o mérito do projeto e seu alinhamento com os objetivos da unidade. Esta primeira submissão requer uma elaboração mínima do projeto, não sendo necessário o detalhamento dos recursos humanos e financeiros previstos.

Uma vez aprovado, este projeto segue para um segundo comitê conhecido como Comitê Técnico Sede (CTS). Este comitê conta com a presença de consultores externos *ad hoc* e tem a função de aprovar e acompanhar a programação da Unidade, verificando,

⁵ A gestora de comunicação e novos negócios do CNPDIA atribui toda esta dificuldade atual de tratamento da propriedade intelectual ao início das atividades da Embrapa. Nos primeiros desenvolvimentos, os objetos eram mudas e sementes, cuja transferência de tecnologia era tratada com habilidade pelos pesquisadores. Entretanto, com o incremento do escopo de pesquisa da Embrapa o que não era muda ou semente precisava de um tratamento especial.

especialmente, a qualidade técnica dos projetos e atividades e sua coerência com o PDU e com a agenda institucional da Embrapa. Além disso, este comitê realiza a avaliação inicial, acompanhamento e avaliação final dos projetos e processos executados pela unidade. Segundo o chefe de P&D do CNPDIA, este processo de aprovação, considerando desde o momento da submissão do projeto até o resultado do pedido requer, em média, um período de quatro meses.

Uma vez aprovados por estes comitês (CTI/CTS), os projetos são submetidos à avaliação em seu respectivo macroprograma. A carteira de projetos e processos, quando aprovada tecnicamente pelos macroprogramas, é analisada em conjunto com o Comitê Gestor da Programação para garantir o balanço estratégico e a consolidação do esforço global da organização. A figura 21 ilustra a relação hierárquica presente entre estes comitês e as comissões de avaliação.



Fonte: Embrapa (2008)

Figura 21 – A Hierarquia dos Órgãos Existentes na Organização e Nas Unidades

Os macroprogramas da Embrapa conduzem os esforços de desenvolvimento de projetos da organização e, em certa medida, delineiam as relações entre as demandas do CNPDIA. De uma forma simplificada, a demanda em toda a Embrapa surge de lacunas de

desenvolvimento, que geralmente se originam do estado da arte e das fronteiras do conhecimento. Outra fonte de demanda são os “negativismos”, necessidades locais identificadas (demandas pontuais) como mal súbito, doença facilmente transmissível ou pragas. Uma terceira fonte são as tecnologias e produtos expostos em feiras, geralmente identificadas por empresários como soluções para suas necessidades. Por fim, uma quarta fonte de demanda são as decisões do Governo Federal, que pode intervir solicitando um estudo ou solução para questões consideradas estratégicas para o momento.

A demanda privada de grandes e médias empresas e a de pequenos agricultores são geralmente distintas. Ainda que exista esta divergência, o PDE e o PDU determinam as orientações de pesquisa da organização, procurando definir o grau de convergência das pesquisas em cada foco. Ou seja, por meio das diretrizes, pretende-se que a organização compreenda e aplique projetos dentro de cada macroprograma segundo os objetivos da organização, independentemente da origem da demanda. Estes direcionadores de pesquisa permitem captar e absorver a demanda e desenvolver projetos na unidade, desde que estejam alinhados à estratégia da organização.

Para tentar garantir este alinhamento dos projetos com os objetivos dos macroprogramas, a Embrapa conta com o apoio do Comitê Gestor da Programação – CGP. Assim, uma vez aprovados os projetos pelos dois comitês de avaliação, CTI e CTS, são encaminhados ao CGP para estabelecimento de priorização e homologação. Também é função deste comitê a negociação de recursos financeiros para o desenvolvimento dos macroprogramas. Uma vez concluído o projeto, o gestor e a respectiva Comissão Técnica de Macroprograma, CTMP, são responsáveis pela avaliação final do projeto.

Depois de aprovados, os projetos são desenvolvidos em suas áreas de competência. Para aprimorar a visão do todo, o CNPDIA está desenvolvendo um sistema de gestão de projetos, o Sistema de Apoio à Decisão Estratégica⁶, cuja função será acompanhar o desenvolvimento dos projetos, armazenando e compartilhando o conhecimento gerado. Este sistema será utilizado por toda a Embrapa e também será útil para a divulgação dos projetos em andamento evitando a duplicidade de esforços entre os pesquisadores. Deve entrar em operação em 2009, estando atualmente em fase final de desenvolvimento. De fato, um sistema formal de acompanhamento de projetos tem um grande potencial de contribuir na capacidade de desenvolvimento do CNPDIA., uma vez que torna mais visível e fácil o acompanhamento das atividades do projeto.

⁶ Este novo sistema já incorporou o antigo Sistema Embrapa de Planejamento que visava o maior acompanhamento quantitativo do projeto, como o número de publicações ou patentes geradas.

4.2 O Planejamento no CNPDIA

No início de suas atividades, o centro era considerado um grande prestador de serviços internos, cuja maior atribuição era dar manutenção às máquinas e equipamentos necessários à estrutura interna da Embrapa. Naquela oportunidade, o objetivo era diminuir o grau de dependência externa para manutenção dos equipamentos importados. Esta redução da dependência externa seria alcançada com o desenvolvimento de conhecimento e habilidades relativas aos equipamentos utilizados e capacitação do pessoal envolvido diretamente com as atividades de manutenção. Outra vantagem advinda desta iniciativa seria a redução direta do custo de manutenção do equipamento, conforme relatou a gerente de comunicação e novos negócios.

Neste período, destacou-se a participação de um professor do instituto de física de São Carlos, o Prof. Sérgio Mascarenhas, que aceitou o desafio de desenvolver, na agroindústria, seus sólidos conhecimentos em física.

O CNPDIA, em pouco tempo de existência, ampliou o escopo de suas atividades e acumulou competências para a execução de pesquisas em outros campos do conhecimento. Toda esta expansão sustentou-se no enriquecimento de seu quadro com pesquisadores de diversas áreas do conhecimento, o que possibilita um grande intercâmbio de conhecimento no CNPDIA. Esta expansão inicial de sua atuação permitiu atender demandas externas identificadas pelo PDE e administradas pelos macroprogramas da Embrapa.

4.2.1 Financiamento, formas de cooperação e desenvolvimento de projetos

Para desenvolver as suas atividades o CNPDIA conta com um orçamento direto, isto é, proveniente dos recursos da União. Este orçamento é aprovado pelo poder público para o Ministério da Agricultura e é desdobrado a cada órgão que compõe este ministério, até atingir o nível da Embrapa e, finalmente, o CNPDIA. Estes recursos são aprovados para desenvolver as ações e atingir as metas descritas no PDU.

Contudo, esta não é a única fonte de recursos da organização. Existem também os recursos indiretos, provenientes de duas fontes bem distintas: (1) os editais de subvenção de órgãos de fomento à pesquisa, como a Fapesp e a Finep, (2) as relações com a iniciativa privada. Em geral, as empresas oferecem recursos para projetos que despertem seu interesse. É incomum, no entanto, a iniciativa privada surgir com uma demanda muito clara.

Geralmente, é derivada de tecnologias já dominadas pelo CNPDIA, divulgadas pela mídia, revistas especializadas, congressos e eventos realizados.

Conforme relatado pela gestora de comunicação e novos negócios⁷, há diferentes formas de desenvolvimento de parcerias do CNPDIA. Estas contribuições, em geral externas, são cooperações técnicas, financeiras, técnico-financeiras, serviços ou patrocínio. Cada modalidade de cooperação possui particularidades que as definem, a saber:

- Técnica – Estrutura de custos separada em que cada agente envolvido na pesquisa dispõe de recursos financeiros e humanos próprios para o desenvolvimento das atividades;
- Financeira – A empresa interessada na pesquisa participará com o aporte de recursos financeiros, mas toda a condução da pesquisa, a estrutura física e os recursos humanos empregados na atividade são do CNPDIA;
- Técnico-financeira – Esta relação é uma associação das duas primeiras citadas em que a empresa interessada participa com recursos financeiros e humanos para a pesquisa, cabendo à Embrapa disponibilizar os pesquisadores. Neste caso, a estrutura física utilizada pode ser a de ambas as partes envolvidas. Este é o mecanismo mais comumente encontrado no CNPDIA para relações com empresas privadas;
- Serviços – Ocorre quando há contratação de um pesquisador ou grupo de pesquisadores para tratar de um ponto específico demandado por uma empresa. Geralmente, este ponto específico é uma necessidade decorrente de um problema na organização;
- Patrocínio – Este mecanismo de cooperação é utilizado em publicações técnicas e nos dias de campo, que são atividades realizadas pelo CNPDIA (e pela Embrapa). Nesta modalidade de parceria as empresas interessadas se encarregam do apoio financeiro.

Foram relatados pela gerente de comunicação e reiterados pela gerente de propriedade intelectual e pelo chefe de P&D, além de observado no material de divulgação das tecnologias desenvolvidas pelo CNPDIA, alguns interessantes resultados de pesquisas realizadas na unidade, a exemplo de duas tecnologias já bastante divulgadas como a língua

⁷ Nas entrevistas foi evidenciada a intenção desta área em participar da avaliação dos projetos e consequentemente da seleção de parceiros, o que não ocorre atualmente. A entrevistada percebe um grande potencial contributivo da participação de sua área no Comitê Técnico Interno, o CTI. Já que a área poderia colaborar na seleção, avaliação e estabelecimento de parcerias. Também é intenção da área de novos negócios participar da formação de preço da prestação de serviço, pois acreditam que atualmente este ponto não é bem tratado no CNPDIA.

eletrônica para análise do café e o medidor de impurezas do café em pó⁸. Contudo, as duas gestoras fizeram uma ponderação a respeito do modelo de seleção dos projetos do CNPDIA. Consideram que o modelo possui critérios muito quantitativos, preocupando-se excessivamente com o resultado científico da pesquisa, tais como número de publicações e, mais recentemente, a geração de patentes. As duas entrevistadas sustentaram que a seleção dos projetos de pesquisas pelo CNPDIA deveria incorporar critérios qualitativos, como a aplicabilidade daquela pesquisa. Por outro lado, o chefe de P&D está convencido de que o modelo de seleção de projetos é eficiente e permite à organização selecionar os projetos, alinhando-os aos objetivos estratégicos.

Segundo as gerentes de comunicação e novos negócios e de propriedade intelectual, o CNPDIA possui vocação científica e quadros de referência em pesquisa, mas ainda carece de visão gerencial. O centro estaria numa etapa inicial da evolução para compreensão e aplicação de práticas gerenciais mais eficazes. Com efeito, a gestão de carteira de projetos no CNPDIA é uma prática recente. Esta gestão de portfólio tende a contribuir na previsão de recursos e nas possibilidades de desenvolvimentos futuros. Ainda que em nível organizacional isto seja realizado pelo comitê gestor de programação – CGP, o CNPDIA ainda teria bastante a avançar neste ponto.

4.2.2 Relação entre o desenvolvimento de pesquisas e o mercado

Atualmente no CNPDIA o foco do pesquisador é o desenvolvimento científico. Seus maiores objetivos são desenvolver o conteúdo técnico e atingir a excelência naquele conteúdo. As atenções do pesquisador também estão voltadas à relação da pesquisa com as linhas descritas no PDU. Porém, segundo as gerentes de comunicação e novos negócios e de propriedade intelectual, o potencial de exploração comercial ainda não é parte central das preocupações de todos os integrantes da equipe do CNPDIA.

Nas palavras da gestora da área de comunicação e novos negócios, “*caso ao desenvolver a pesquisa perceba-se a demanda comercial, ela é muito bem vinda*”. Ainda segundo a gestora, persiste a cultura da pesquisa como finalidade das atividades de P&D do CNPDIA: “*há excessiva preocupação com o meio, o que não ocorre com a mesma intensidade com a finalidade da pesquisa*”.

⁸ A lista das principais tecnologias desenvolvidas pelo CNPDIA pode ser consultada no anexo 1 desta dissertação.

Exemplos de objetivos prioritariamente científicos é a existência de conflitos entre a publicação e o patenteamento. Uma vez concluídas as pesquisas no CNPDIA, normalmente são desenvolvidos protótipos para testes e experimentação da tecnologia desenvolvida. Estes resultados, quando positivos, tendem a ser encaminhados para pedido de depósito de patentes. Entretanto, na visão da gestora de propriedade intelectual, as publicações continuam antecedendo o pedido de depósito. Esta priorização às publicações acarreta algumas dificuldades extras ao pedido de patentes, pois existe o período máximo de um ano a partir da publicação para a tecnologia ainda ser passível de proteção, o chamado período de graça. Se esse prazo for excedido, a tecnologia será de domínio público⁹.

Por outro lado, o chefe de P&D considera que a organização já desempenha o papel que lhe foi atribuído, pois como instituição pública de pesquisa, o seu papel é realmente atingir a excelência em pesquisa. Ele afirma que *“a nossa abordagem deve ser diferente de uma empresa, pois somos uma organização de pesquisa. O nosso foco é o desenvolvimento do conhecimento”*.

As outras duas entrevistadas, consideram extremamente importante para o CNPDIA uma maior aproximação com os mecanismos de desenvolvimento de produto. Acreditam que conhecer as dificuldades do desenvolvimento de produto¹⁰ promoveria a geração de competências internas para a área de comunicação e novos negócios e para o estabelecimento de parcerias para a produção.

No tocante ao desenvolvimento, o chefe de P&D considera que a organização eventualmente pode fazê-lo, mas desde que esteja clara a necessidade para a concretização da inovação. Nas palavras do gestor:

“Nosso foco é a pesquisa e nem toda a pesquisa gera desenvolvimento, mas podemos realizar o desenvolvimento desde que seja fundamental para transformar o resultado da pesquisa num benefício real à sociedade, pois este é o nosso papel. Em nossa missão está clara a diretriz de realizar pesquisas em benefício da sociedade”.

⁹ A gestora de propriedade intelectual identifica dois outros obstáculos ao patenteamento no CNPDIA. O primeiro relaciona-se à redação do texto. O processo é centralizado e a atribuição cabe a uma única pessoa. Como o CNPDIA é um centro multidisciplinar, muitas vezes ocorrem dificuldades na transcrição do conteúdo apresentado pelo pesquisador. Geralmente, a linguagem é bastante técnica e a pessoa responsável pela redação não conhece o assunto tão bem quanto a que realizou a pesquisa. O próprio trâmite interno na organização também dificulta o processo de patentear. O processo é centralizado em Brasília, onde são recebidos e analisados todos os pedidos. Caso não seja aprovado o documento, ele retorna à unidade de origem para os acertos necessários.

¹⁰ De fato, maior clareza sobre as etapas e situações vivenciadas em uma ambiente de desenvolvimento de produtos seria útil tanto para elaborar cláusulas que protegessem o CNPDIA nas parcerias estabelecidas, quanto dotaria a área de novos negócios de parâmetros para formar o preço de eventuais prestações de serviços. Nas palavras da gestora da área de comunicação e negócios: *“Precisamos aproximar mais do funil de desenvolvimento de produto. Não precisamos produzir, mas precisamos apurar a visão de desenvolvimento para termos habilidade de negociar contratos”*.

Na visão da gestora da área de comunicação e novos negócios, este não é, porém, o único ponto que pode ser aprimorado. Ainda é necessária uma maior sintonia com o potencial de mercado, que o CNPDIA não enfatizaria. Aproveitando melhor economicamente o resultado das pesquisas e reforçando seu direcionamento a objetivos comerciais, o CNPDIA poderia obter mais recursos com parte de suas pesquisas. Nas palavras da gestora:

“A pesquisa poderia ser mais bem aproveitada economicamente. Considerando que a União não aportasse mais recursos à Embrapa e fosse necessária a auto-sustentação, seria difícil obtê-la nos moldes atuais. Há reais possibilidades de maior aproveitamento de nossa capacidade produtiva intelectual. Porém, para isto serão necessárias algumas mudanças no CNPDIA para aproveitarmos nosso potencial de mercado”.

A gestora ainda defende algumas destas mudanças, explicitando uma intenção que alteraria profundamente o modelo atual do CNPDIA:

“Eu percebo alguns posicionamentos de empresas que estão diminuindo o nosso diferencial de conteúdo em alguns temas. Isto não se deve num primeiro momento exclusivamente ao desenvolvimento de grandes competências em diversas áreas, por parte de algumas empresas, mas por uma orientação precisa daquilo que deve ser desenvolvido para aquele mercado que eles querem explorar, ou seja, foco. Assim, acredito que o desenvolvimento científico no CNPDIA deveria ser mais pragmático, para que num futuro próximo deixássemos de ser um centro de pesquisa e nos tornássemos uma empresa de pesquisa”.

O modelo defendido pela gestora poderia gerar recursos adicionais para o CNPDIA, uma vez que orientaria parte de seus desenvolvimentos às soluções esperadas ou oferecidas ao mercado.

Entretanto, esta não é a mesma visão do chefe de P&D. Ele considera que: *“uma pesquisa pode ser realizada em longo prazo, demandando anos de trabalho sem a necessidade da aplicação comercial. Temos casos de pesquisas que estão em desenvolvimento há 10 anos”.*

Outros pontos que merecem atenção são as relações de parceria e seus contratos e a propriedade intelectual, questões que incitam amplas discussões na organização.

A organização desenvolve contratos de licença, exploração e patente, comumente chamados de LEP, que podem ser lavrados mediante o aceite de algumas cláusulas contratuais. Uma destas cláusulas estabelece que a tecnologia desenvolvida em parceria firmada entre as partes envolvidas seja de titularidade da Embrapa. Outra cláusula

inegociável nestes contratos é que não haja exclusividade para o licenciamento da tecnologia desenvolvida.

A gerente de propriedade intelectual considera que as atuais posições da Embrapa quanto a titularidade da potencial patente podem provocar desinteresse de alguns potenciais parceiros de desenvolvimento de tecnologia. Pondera que não haveria, por parte de alguns destes potenciais parceiros, um interesse maior no desenvolvimento sem a premissa da cotitularidade, ainda mais nos casos em que o parceiro tenha que continuar o desenvolvimento do conhecimento obtido, aprimorando a tecnologia. Na sistemática vigente, existem cláusulas contratuais em que o CNPDIA (e a Embrapa como um todo) considera que, mesmo que haja a evolução daquela tecnologia e sua conseqüente melhoria e ainda que seja possível registrar um modelo de utilidade, a propriedade intelectual continuaria em posse da Embrapa.

Ainda que exista certa parcialidade nos contratos estipulados em favor da organização, existem casos interessantes de desenvolvimento em parceria, como a tecnologia de aproveitamento de lodo de esgoto urbano na agricultura. No exemplo citado, a parceria estabelecida foi do tipo financeira e a patente de titularidade da Embrapa. O resultado final destas parcerias são normalmente protótipos primários. Depois de testadas e validada a tecnologia, ela é explicitada em um documento de pedido de patente. São raros os casos de parceria para o desenvolvimento do produto. Em geral, o CNPDIA transfere a nova tecnologia, e isso é feito com base num contrato do tipo LEP.

4.3 Comparação com o Mapeamento Tecnológico

Esta seção é destinada à comparação entre o modelo de prospecção e desenvolvimento de tecnologia do CNPDIA e a técnica do mapeamento tecnológico (*technology roadmapping*). Para realizar este estudo, conforme já relatado, o modelo do CNPDIA foi comparado aos casos de utilização do mapeamento tecnológico disponíveis na literatura sobre o tema. Neste sentido, a comparação foi embasada nas características inerentes ao método de *technology roadmapping*, que são a prospecção, estratégia, o desenvolvimento dos projetos e mercado.

4.3.1 Prospecção e Estratégia

Em relação à prospecção, o modelo adotado pelo CNPDIA é baseado naquele desenvolvido para toda a Embrapa, fruto de evolução e reflexão sobre o tema. Para este esforço, a Embrapa conta com o apoio da Rede de Inovação e Prospecção de Tecnologia do Agronegócio (RIPA). Geralmente são utilizadas técnicas que permitam a observação de tendências futuras, como o método de cenários, discutido no capítulo 1. O intuito ao aplicar este método é analisar os possíveis ambientes futuros, compostos por conjuntos de possibilidades e as implicações que daí decorreriam. São selecionados os ambientes futuros mais prováveis e desenvolvidas estratégias para atingir os objetivos de acordo com o cenário mais esperado.

O resultado final é a elaboração de diretrizes estratégicas que orientam os esforços da organização no que tange ao desenvolvimento de tecnologias. Estas diretrizes estão expressas no Plano Diretor Embrapa (PDE), orientação em nível corporativo que é desdobrada para as unidades de acordo com o seu núcleo de atuação. Este conjunto de ações é o Plano Diretor da Unidade (PDU), que define as ações necessárias para realizar os objetivos da unidade.

Ao comparar-se o método adotado pela Embrapa ao mapeamento tecnológico no que se refere aos aspectos de prospecção e estratégia percebe-se que:

1. Em alguns casos encontrados na literatura foram aplicadas técnicas de prospecção de tecnologia na etapa inicial da atividade de gestão de tecnologia. Segundo Wright *et al.* (1987) esta técnica foi utilizada, por exemplo, no Centro de P&D da Petrobrás - CENPES. O ponto inicial foi a aplicação de cenários para compor possíveis ambientes futuros e obter guias para a discussão do desenvolvimento de tecnologia. Assim, neste ponto, há grande semelhança

entre o modelo adotado pela Embrapa e as abordagens descritas na literatura. Com efeito, é bastante razoável fazer um levantamento e estudo prévio do ambiente utilizando um método de cenários que analisa a possibilidade de diferentes futuros e dos caminhos que levam até eles. Ademais, esta visão do futuro é fundamental para basear a elaboração do *Technology Roadmap*, pois é uma fonte de contribuição para o relacionamento estratégico. Portanto, neste ponto, não haveria contribuição adicional na utilização do método do mapeamento tecnológico.

2. Da perspectiva da estratégia, há também uma grande semelhança entre os modelos. Segundo os autores Phaal *et al.* (2004a), o mapeamento tecnológico representa uma técnica para promover o planejamento e gestão de tecnologia, em especial por promover e explorar o relacionamento entre os recursos tecnológicos, os objetivos organizacionais e o ambiente em constante mutação. Assim, elaborar um plano a partir do estabelecimento de objetivos é usual nas organizações que relatam o uso do mapeamento tecnológico. Como exemplo de uma organização que faz esta aplicação tem-se a Philips Eletronics. Nas palavras de Groenveld (1997):

“O mapeamento tecnológico na Philips Eletronics objetiva a melhor integração entre o negócio, a estratégia tecnológica¹¹ e o desenvolvimento de produto. O resultado deste processo são os mapas tecnológicos, que sintetizam a relação destas dimensões com especificações das tecnologias e os produtos para os próximos cinco anos”.

4.3.2 Seleção e Desenvolvimento de Projetos

O desenvolvimento de projetos é um processo que necessita de intensa cooperação interna para seus resultados contribuírem significativamente aos objetivos da organização. Essa cooperação deve se basear em informações confiáveis acerca do direcionamento das tecnologias envolvidas nos projetos. Deste modo, é fundamental uma boa comunicação entre as áreas de planejamento e desenvolvimento e aquelas que entregam o produto ao mercado, ou seja, as áreas de produção e comercial.

Considerando a necessidade de alinhamento dos esforços e bom fluxo de informações, é importante considerar as diferentes formas de demanda que resultam em projetos de desenvolvimento de tecnologia no CNPDIA. As demandas estão geralmente conectadas ao PDU: chamadas públicas, fatores conjunturais ou estimuladas por uma empresa privada. O aprimoramento da interação entre o planejamento e o desenvolvimento no

¹¹ Para maiores detalhes sobre este tópico leia Franco *et al.* (2008). No artigo, os autores discutem como a estratégia da empresa estabelece as bases para a elaboração da estratégia tecnológica. Esta estratégia tecnológica é o plano que determina a forma pela qual a organização tratará a tecnologia.

CNPEDIA baseia-se em processos de seleção de projetos por meio dos quais busca-se garantir que os estudos prospectivos e as propostas de pesquisas estejam em sintonia, ainda que a interação destas pesquisas com o mercado não seja tão expressiva.

A mediação entre as diferentes demandas é feita no processo de seleção do objeto de pesquisa. Esta atribuição é geralmente designada aos pesquisadores do CNPDIA, que elaboram o projeto e o submetem a duas etapas de aprovação. Uma vez aprovado pelos comitês e comissões, estes projetos passam a compor a carteira de projetos da unidade.

Estes projetos são desenvolvidos na unidade ou em parceria com algum agente externo. Porém, existe uma particularidade na alocação de recursos humanos nos projetos do CNPDIA em relação àqueles citados na literatura disponível sobre o tema. No CNPDIA, os pesquisadores propõem os projetos, enquanto nos casos citados na literatura são os projetos que demandam os recursos.

Esta diferença está associada a diversos fatores, sobretudo a cultura organizacional do CNPDIA. O centro é unidade de uma instituição pública de pesquisa, fato que por si só não impediria a atribuição de projetos aos pesquisadores, mas que está associado à prática de pesquisas estimuladas pelo pesquisador, que, em geral, é referência no assunto em questão e possui a autonomia de propor estudos.

A técnica do mapeamento tecnológico pode ser útil para seleção dos projetos a desenvolver. No estudo apresentado pelos autores Ree *et al* (2007), as biorrefinarias apoiaram-se inicialmente na elaboração da estratégia¹², momento em que os principais direcionadores foram definidos. Em um segundo momento, foi aplicado o mapeamento tecnológico para definir os projetos prioritários e as tecnologias necessárias. Nesta aplicação foram selecionados e priorizados aqueles projetos que estavam diretamente relacionados à estratégia elaborada.

Na perspectiva do desenvolvimento dos projetos, existe um software em desenvolvimento no CNPDIA, cujo objetivo será acompanhar os projetos, armazenar e difundir o conhecimento gerado. Este software é conhecido como Sistema de Informação de Apoio à Decisão Estratégica - SIDE. Ele exercerá um papel fundamental no CNPDIA, assim como exerceria em qualquer organização que possui o foco em pesquisa e desenvolvimento de tecnologia, pois nele serão sistematizados os conhecimentos existentes e gerados pela unidade.

¹² Esta elaboração foi realizada com a técnica da análise *SWOT* em que as forças, fraquezas, oportunidades e ameaças são estudadas em um primeiro momento. Em seguida, são selecionadas as características mais desejadas e consolidada uma estratégia.

O conhecimento referido é importante para a elaboração dos mapas tecnológicos. Entretanto, não é indispensável que todo o conhecimento esteja documentado. Ele pode ser relatado pelos pesquisadores no momento de confecção do mapa. Por outro lado, caso o processo de mapeamento manual evolua para o uso de softwares de mapeamento, como citado por Richey *et al.* (2003) no exemplo da Motorola, os projetos declarados nos mapas podem ser vinculados aos seus conteúdos para facilitar o acesso e difundir o conteúdo nas áreas interessadas.

Os mapas tecnológicos podem ser elaborados com base no acúmulo de competências e na percepção da necessidade de algumas destas competências (identificação dos *gaps*, ou lacunas de conhecimento). Assim, a partir destas leituras de percepção, é possível direcionar ações de preparação nos núcleos de pesquisa e desenvolvimento para torná-los mais capacitados a desenvolver os projetos, sejam estas ações de treinamento, contratação ou estabelecimento de parceria com centro de pesquisa e desenvolvimento de referência complementar ao P&D interno.

Ainda neste sentido, existe a possibilidade de oferecer maior visibilidade qualitativa ao desenvolvimento das tecnologias no CNPDIA, por meio da aplicação do método do *technology roadmapping*. Neste ponto, a possibilidade é oferecer apoio à análise do desenvolvimento da pesquisa, ou seja, a trajetória tecnológica e o alinhamento com o objetivo proposto. A Motorola é um exemplo de organização que utiliza o método para gerir o desenvolvimento de tecnologia por meio do monitoramento constante de suas tecnologias e o mercado alvo (Richey *et al.* 2004). A empresa reconhece a importância dos esforços de monitorar a continuidade do processo de mapeamento tecnológico e acompanhar as trajetórias percorridas pelas pesquisas tecnológicas. Assim, a empresa acompanha os passos de seu desenvolvimento tecnológico e as possíveis dificuldades percebidas nas atividades de P&D. O método também oferece aos gestores informações para a correção ou mudanças de direção. O resultado deste esforço é exposto em mapas que auxiliam as equipes no acompanhamento das pesquisas, oferecendo um instrumento privilegiado de visualização.

Groenveld (1997) relata que alguns dos benefícios do processo de mapeamento tecnológico advêm das relações construídas durante o processo, tais como o trabalho em equipe e o envolvimento dos núcleos de competência para realizar as atividades constantes no processo de mapeamento. Outra fonte de benefícios é a comunicação necessária ao longo do processo de mapeamento. Estas três premissas, a interação, o envolvimento e a comunicação contribuem para uma abordagem interdepartamental na construção da visão e do planejamento dos produtos e suas tecnologias.

Outro ponto em que a aplicação do mapeamento tecnológico favoreceria o CNPDIA é a melhoria da comunicação entre as áreas de P&D e a área que trata da proteção da propriedade intelectual. Uma vez elaborados os mapas com os objetivos tecnológicos bem definidos, com seu desdobramento em tecnologias perseguidas e a previsão do horizonte de desenvolvimento, haveria a visualização dos projetos que estão ou estarão em desenvolvimento e quando está prevista a sua conclusão.

Ainda que haja divergência em relação aos prazos na execução dos projetos, esta referência é importante. Esta comunicação também tenderia a contribuir para melhorar o fluxo de informações do desenvolvimento para a área de proteção da propriedade intelectual. Munida destas informações, a área poderia acompanhar a pesquisa e seu resultado. Esta interação permitiria também a compreensão da relevância da tecnologia perseguida em termos de pedido de patentes. E quando passível de proteção, este acompanhamento tornaria mais ágil a solicitação do pedido de depósito da patente.

Acredita-se, portanto, que o mapeamento tecnológico contribuiria para o acompanhamento do estágio de desenvolvimento do projeto, pois o método do mapeamento tecnológico prevê a intensa interação das áreas envolvidas nos processo de elaboração dos mapas. Estas interações ocorrem para estimular as equipes na identificação de oportunidades de desenvolvimento e para a observação de eventuais alterações no mercado.

4.3.3 Mercado

O CNPDIA possui sua diretriz de desenvolvimento, o PDU, uma boa orientação para as atividades de P&D. Segundo os entrevistados, esta diretriz é oportuna para a elaboração de projetos. Entretanto, ainda que ofereça uma orientação à pesquisa, esta diretriz não chega ao ponto de definir os projetos que teriam maior aplicabilidade para serem desenvolvidos. Neste sentido, conforme relatado pelos entrevistados no CNPDIA, há certo descolamento das necessidades do mercado, pois, na ausência de mecanismos direcionadores, a percepção fica a cargo do pesquisador.

Geralmente, não são os pesquisadores os profissionais que mais acompanham as necessidades existentes no mercado e as oportunidades geradas a partir daí. Assim, as gerentes de comunicação e novos negócios e de propriedade intelectual consideram que existe carência de observação mais sistemática do mercado, com áreas dedicadas ao seu monitoramento e que utilizem práticas conhecidas como, a inteligência de mercado, que visam a observação dos desenvolvimentos tecnológicos que impactem no negócio da organização e indiquem ações importantes em relação à tecnologia emergente. Ainda que a

visão do chefe de P&D seja mais voltada à pesquisa, esta identificação poderia contribuir no alinhamento de oportunidades de pesquisa e necessidades percebidas.

Também se discutiu com as gestoras a respeito do distanciamento das atividades de pesquisa e de prospecção na unidade. A gestora de comunicação e novos negócios explicitou uma pergunta que deveria ser feita com mais frequência na unidade: “*Em que este projeto pode realmente contribuir?*” Ela acredita que seria interessante o exercício de detalhar os objetivos práticos do projeto e que isto não fosse uma iniciativa dispersa, mas uma prática institucionalizada. Isto tenderia a aproximar o CNPDIA de seu potencial mercado e essa aproximação poderia contribuir na realização da missão do centro e, por sua vez, realização da missão da própria organização, pois tenderia a alinhar os esforços de desenvolvimento de pesquisas aos objetivos estratégicos de toda a organização.

Por outro lado, ainda que seja uma unidade pertencente a uma empresa pública de pesquisa, explorar o mercado com seus resultados de pesquisa traria benefícios econômicos à organização. Nas palavras da gestora da área de comunicação e negócios:

“O grande ganho seria sair da visão do instituto de pesquisa para a visão de empresa de pesquisa. O mercado demanda soluções para os problemas atuais, o que gera uma grande oportunidade ao CNPDIA. Oferecer soluções baseadas em tecnologias que envolvam as áreas de seu maior interesse, por exemplo. Para alguns casos a solução pode vir da nanotecnologia ou eletrônica”.

Outro ponto destacado em entrevistas que merece maior reflexão é a aplicação de tecnologias já desenvolvidas a outros mercados. Discutiu-se um produto desenvolvido pelo CNPDIA, o medidor de gordura de suínos. Não haveria outras aplicações para esta tecnologia já desenvolvida? A gestora acredita que sim, mas precisaria da confirmação desta possibilidade por meio de pesquisas de mercado. Assim, identificando um mercado potencial, seriam trabalhadas as necessidades tecnológicas e a concepção do produto. Estes elementos fazem parte das bases do método de mapeamento tecnológico.

É natural que seja extensa a discussão a respeito do posicionamento como instituição de pesquisa ou empresa de pesquisa. A primeira opção tenderia a ter um posicionamento mais centrado na pesquisa como atividade-fim e a segunda buscaria alinhar-se às necessidades e oportunidades de mercado. Entretanto, vale reforçar que o que é defendido neste estudo não é focar as atividades do CNPDIA em remuneração econômica, mas contribuir no alinhamento com as necessidades e oferta de benefícios à sociedade. Deste modo, não haveria a oportunidade de existirem grupos de pesquisa e grupos de

desenvolvimento e aplicação da tecnologia? Ainda que estes grupos não fossem todos pertencentes ao CNPDIA, não poderiam ser feitas parcerias para o desenvolvimento?

Não é objetivo deste trabalho definir e priorizar as soluções para o CNPDIA no tocante ao tratamento do desenvolvimento ou aplicação comercial. Compete a este estudo, comparar o modelo e os relatos de utilização do *technology roadmapping* disponíveis na literatura, analisar as semelhanças e eventualmente apontar possíveis alternativas e seus potenciais benefícios. Neste sentido, vale ressaltar que o mapeamento tecnológico contribuiria para a orientação de objetivos de pesquisa e as necessidades de um grupo ou mercado. Seria leviano afirmar que o modelo do CNPDIA não possui este foco, mas é razoável afirmar que a técnica do mapeamento tecnológico acentuaria o direcionamento às necessidades e demandas postas pelo mercado¹³.

Outro ponto que merece destaque nesta análise é a necessidade do CNPDIA institucionalizar a prática de monitoramento tecnológico. Alguns pesquisadores o fazem por iniciativa própria. Porém, este não é um procedimento geral. A gerente de propriedade intelectual gostaria que as bases de patentes fossem sempre consultadas antes das pesquisas, conforme já divulgado internamente.

Este monitoramento não se restringiria à análise dos bancos de patentes, mas também das pesquisas, produtos e tecnologias ofertados por aquelas instituições que atuam em áreas semelhantes às do CNPDIA. Foi relatado pelas gestoras de propriedade intelectual e de comunicação e novos negócios que, atualmente, estas análises são pouco valorizadas pelo CNPDIA e que seria muito interessante conhecer um pouco mais sobre as atividades dos concorrentes do centro. Porém, não está difundida na cultura do centro esta perspectiva de analisar o mercado e as ações dos concorrentes.

¹³ Groenveld (1997) e Garcia (1997) afirmam que a relação entre a tecnologia e seu potencial mercado consumidor compõe as bases metodológicas do mapeamento tecnológico, que proporciona uma profunda interação com o planejamento do negócio. Quando bem elaborado o mapa tecnológico pode demonstrar se uma empresa realmente compreende a necessidade de seus consumidores e possui ou está desenvolvendo (internamente ou em alianças) a tecnologia para atingir estas necessidades.

Considerações Finais

O levantamento de informações realizado possibilitou a compreensão do CNPDIA enquanto unidade de desenvolvimento tecnológico e sua vinculação a características da instituição a que está subordinado, a Embrapa. Este levantamento também revelou um interessante sistema de prospecção de tecnologia da Embrapa e seu desdobramento para o CNPDIA. O sistema aponta à unidade os objetivos da organização e as diretrizes que ela deve seguir para atingir o que dela é esperado, mas a efetivação desse alinhamento ainda não é plena.

Para elaborar esta dissertação e abordar o tema em profundidade no CNPDIA, foram coletadas informações sobre algumas características de um sistema de gestão da inovação que são análogas ao processo de mapeamento tecnológico. Além disto, algumas das características observadas ultrapassam o escopo do mapeamento tecnológico¹⁴. Com isto, pôde-se compreender mais abrangentemente o ambiente de inovação, um conjunto que transcende os processos e métodos aplicados, em que se insere a organização estudada.

Merece atenção, inicialmente, a forma como é tratada uma demanda pontual ou necessidade iminente de desenvolvimento de tecnologia para superar um acontecimento inesperado, ou seja, a identificação de oportunidades não planejadas. Adota-se o termo “negativismo”, que foi pronunciado algumas vezes em entrevistas quando o tema em discussão eram as demandas postas para a unidade. Vale ressaltar que, do ponto de vista do ambiente, um mal súbito, uma doença facilmente transmissível ou pragas podem ser algo negativo. Por outro lado, como fonte de demanda para uma organização, o termo dá uma conotação pejorativa a problemas que enriquecem o potencial existente de pesquisa e desenvolvimento do CNPDIA.

Outro ponto relevante é a finalidade dos projetos, no CNPDIA o próprio pesquisador é o maior responsável pela interpretação da potencialidade de contribuição dos resultados de suas atividades de pesquisa. Percebeu-se também que membros da área de comunicação e novos negócios não participam dos comitês técnicos internos de avaliação de projetos, o que diminui o peso atribuído ao potencial de exploração comercial do projeto.

¹⁴ Porém, estas informações foram úteis para a compreensão do contexto do CNPDIA. Além destas informações, em alguns casos, foram coletados relatos e manifestações dos entrevistados daquilo que gostariam que fosse prática do CNPDIA. Estes relatos também foram transcritos neste trabalho. A razão desta iniciativa é expressar neste trabalho aquilo que foi manifestado pelos entrevistados ao longo das entrevistas e que está de certo modo alinhado aos objetivos do método do mapeamento tecnológico, ainda que não expressos em suas dimensões.

Ademais, o potencial da cooperação entre áreas não se limitaria à etapa de avaliação. Pelas entrevistas realizadas, percebeu-se a disposição de cooperar em etapas anteriores à avaliação, ou seja, na elaboração do projeto, momento em que a área de comunicação e novos negócios poderia contribuir com a priorização de projetos com maior potencial de aplicação.

Este ponto conduz a uma reflexão a respeito de conflitos entre a autonomia do pesquisador e a interpretação das necessidades do mercado. Nesta questão, o modelo do CNPDIA está mais próximo ao modelo de desenvolvimento de tecnologia de uma universidade, que evidentemente possui objetivos bem distintos de uma organização que realiza pesquisa básica e aplicada com fins comerciais. Ainda que o chefe de P&D do CNPDIA concorde com este posicionamento, ele destaca a existência de uma diferença marcante entre os modelos. Esta diferença estaria no foco. Na Embrapa, o objetivo principal é o desenvolvimento de tecnologia, enquanto na universidade existem outros objetivos, como a formação de pessoas.

No tocante ao desenvolvimento de tecnologia, o modelo de desenvolvimento da Embrapa está fundamentado em boas práticas em relação à prospecção de tecnologia, realizada pela parceria com a RIPA. Em 2004, foi elaborada por Silvio Crestana, atual presidente da Embrapa, a proposta para a implantação de um núcleo de estudos prospectivos capazes de orientar as pesquisas. Deste modo, é razoável concluir que este tema possua relevância para os níveis corporativos da organização.

A orientação estratégica da Embrapa, conforme relatado em capítulos anteriores, está presente no Plano de Diretor Embrapa. Atualmente em fase de conclusão de sua quinta versão, o PDE contempla análises dos possíveis “futuros” e a orientação necessária para a Embrapa alcançar uma evolução sustentável como organização.

Além disso, para tentar realizar o alinhamento entre a prospecção e a condução das pesquisas, em nível operacional o CNPDIA conta com os comitês técnicos interno e o CTS para avaliar os projetos e a sua relação com o PDU. Em nível tático, existem o comitê gestor de programação (CGP) e as comissões técnicas de macroprograma (CTMP). Ao CGP são atribuídas as funções de negociar com a diretoria os recursos financeiros para os projetos, definir as metas técnicas, estabelecer uma carteira de projetos que será acompanhada e homologar a programação dos projetos com a diretoria. Já o CTMP é responsável pela análise feita após a conclusão do projeto para avaliar a realização dos objetivos e a trajetória perseguida.

Este sistema oferece ao CNPDIA (no nível operacional) e à Embrapa (no nível estratégico) um modelo interessante de desenvolvimento de projetos. De fato, as unidades

descentralizadas da Embrapa, e mais especificamente o CNPDIA, requerem uma orientação ao desenvolvimento de projetos e tecnologias, dadas as inúmeras possibilidades de estudos em linhas de pesquisa e temas correlatos de interesse.

Entretanto, no CNPDIA percebeu-se nas entrevistas posicionamentos internos distintos a respeito da estratégia e do próprio objetivo da organização. Em uma área é nítida a intenção de construção de um modelo de pesquisa e desenvolvimento que priorize objetivos comerciais para as pesquisas e seu desenvolvimento. Um segundo modelo baseia-se em pesquisa básica, tendo como propósito principal a evolução do conhecimento. Não obstante existam divergências substanciais quanto às visões estratégicas sobre o CNPDIA – divergências que podem ser atribuídas à distância entre os valores enraizados historicamente, numa instituição pública de pesquisa, que desde sua origem, desenvolveu-se em estreita colaboração com a universidade – esta dissertação sustenta que a adoção da metodologia do *technology roadmapping* seria proveitosa para o CNPDIA em qualquer situação. Na eventualidade de predomínio da visão que privilegia objetivos comerciais, o método contribuiria na visualização das tecnologias necessárias para que esses objetivos sejam atingidos. Já no caso de prevalecer a orientação à evolução do conhecimento, o método do *technology roadmapping* seria indicado para contribuir com a classificação e organização das linhas de pesquisa. Conforme discutido em capítulos anteriores, existem diferentes aplicações do método que variam de acordo com seu propósito. Mais ainda, pode-se esperar que, por promover formalmente a discussão e a interação entre as áreas da organização, o mapeamento tecnológico contribuiria para a aproximação entre as duas visões, e, eventualmente, a formulação de uma visão convergente.

Apesar das diferenças entre a sistemática vigente no CNPDIA e o *technology roadmapping*, em alguns pontos foi possível comparar os modelos e analisar as possíveis contribuições advindas dos relatos de utilização do mapeamento tecnológico, inferindo possíveis contribuições adicionais.

Duas destas comparações referem-se ao desenvolvimento de projetos e potencial de mercado, ainda passível de exploração mais intensa por parte do CNPDIA. Neste sentido, considera-se que há intensa atividade de prospecção de tecnologia pela Embrapa com o objetivo do desenvolvimento sustentável da organização. Quando as diretrizes de desenvolvimento tecnológico são desdobradas ao CNPDIA, demonstram metas de desenvolvimento tecnológico. Porém, não estão absolutamente definidos os projetos prioritários ou os objetivos práticos esperados.

Portanto, a aplicação do mapeamento tecnológico no CNPDIA pode contribuir na definição e visualização dos projetos que precisam ser desenvolvidos para se dominar aquela tecnologia ou produto desejado. Ademais, pode haver maior visualização da trajetória tecnológica desenvolvida ou pretendida, o que tende a contribuir na interpretação dos conteúdos pesquisados e na percepção daqueles ainda não explorados. Outro ponto que está sujeito a contribuições advindas da aplicação do mapeamento tecnológico é a melhoria na comunicação entre as áreas, fundamentalmente, entre os pesquisadores e as áreas responsáveis pelo patenteamento. Os princípios de aplicação da metodologia prevêm maior interação entre as áreas envolvidas no processo de geração de tecnologia.

Bibliografia

- ANDERSON Jr., E. D., JOGLEKAR A hierarchical product development planning framework. **Production and operation management**, vol. 14, n 3, p. 344-361, 2005.
- ALBUQUERQUE, E. M. A apropriabilidade dos frutos do progresso técnico. In: PELAEZ, V.; SZMRECSÁNYI, T. (Org.) Economia da inovação tecnológica. São Paulo: Hucitec, 2006. cap. 10. (Economia e Planejamento; Obras didáticas, v. 40).
- ARMSTRONG, J. S. **Principles of forecasting**: a handbook for researchers and practitioners. Boston: Kluwer Academic, 2001.
- AYRES, R. U. On forecasting discontinuities. **Technological Forecasting and Social Change**, vol. 65, p. 81-97, 2000.
- BELL, M., PAVITT, K. Technological accumulation and industrial growth: Contrasts between developed and developing countries. **Industrial and Corporate Change**, V.2, n.2, p. 157-210, 1993.
- BENGISU, M., NEKHILI R. Forecasting emerging technologies with the aid of science and patent analysis. **Technological Forecasting and Social Change**, vol. 73, p. 835-844, 2006.
- BOUHID, J. M. & GOODRICH, R. S. Análise de tendências impactadas: uma abordagem integrada de previsão para o planejamento e análise de política. **Mimeo**, Centro Técnico Aeroespacial. I.T.A, 1981.
- BRADY, T. et al. Tolls for technology management: An academic perspective. **Technovation**, v. 17, n. 8, p. 417-426, 1997.
- BROWN, D. **Innovation management tolls**: A review of selected methodologies. European Commission. EUR 17018, 1997.
- COATES, V et. al On the future of technological forecasting. **Technological Forecasting and Social Change**, vol. 67, p.1-17, 2001.
- COELHO, G. et al. Caminhos para o desenvolvimento em prospecção tecnológica: technology roadmapping – um olhar sobre formatos e processos. **Parcerias Estratégicas**, n. 21, p. 199-233, 2005.
- COOPER, R. G. et al. Portfolio management in new product development: Lessons from the leaders – I. **Research Technology Management**, vol. 40, n. 5, p.16-28, 1997a.
- COOPER, R. G. et al. Portfolio management in new product development: Lessons from the leaders – II. **Research Technology Management**, vol. 40, n. 6, p. 43-52, 1997b.
- DAIM, T. U. et al. Forecasting emerging technologies: Use of bibliometrics and patent analysis. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 73, p. 981-1012, 2006.
- DOSI, G. **Technical change and industrial transformation**: the theory and an application to the semiconductor industry. Londres: Macmillan, 1984.
- DOSI, G. The nature of the innovative process IN: DOSI, Technical change and economic theory. London: Printer, 1988. cap. 10.
- EUROPEAN INDUSTRIAL RESEARCH MANAGEMENT ASSOCIATION. **Technology roadmapping - delivering business vision, working group report**. Paris, 1997. v. 52.
- EMBRAPA, Secretaria de administração e estratégia, IV Plano Diretor da Embrapa: 2004-2007, Embrapa, Brasília, DF, 2004.

- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Projetos**. Disponível em: < <http://www.cenargem.embrapa.br/projetos>> Acesso em: 21 set. 2008.
- EMBRAPA INSTRUMENTAÇÃO AGROPECUÁRIA. **Histórico e objetivos da Embrapa**. Disponível em: http://www.cnpdia.embrapa.br/noticia_04122007.html Acesso em: 12 dez. 2007.
- EMBRAPA INSTRUMENTAÇÃO AGROPECUÁRIA. **Embrapa instrumentação agropecuária completa 23 anos de história, ousadia e competência**. Disponível em: < <http://www.cnpdia.embrapa.br/>> Acesso em: 15 ago. 2008.
- EMBRAPA INSTRUMENTAÇÃO AGROPECUÁRIA. **Tecnologias e produtos**. Disponível em: < <http://www.cnpdia.embrapa.br/produtos.html>> Acesso em: set. 2009.
- EMBRAPA INSTRUMENTAÇÃO AGROPECUÁRIA, **III Plano Diretor da Embrapa Instrumentação Agropecuária 2004-2007**, Embrapa Instrumentação Agropecuária, São Carlos, 2005.
- ENDE, J. V. D. et al. Traditional and modern technology assessment: Toward a toolkit. **Technological Forecasting and Social Change**, vol. 58, p. 5-21, 1998.
- FARRUKH, C. J. P. et al. Tools for technology management: Dimension and issues, In: PORTLAND INTERNATIONAL CONFERENCE ON MANAGEMENT OF ENGINEERING AND TECHNOLOGY, Portland, PICMET, 1999.
- FLEURY, A. Gerenciamento do desenvolvimento de produtos na economia globalizada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO, Belo Horizonte, 1999. **Anais...** Belo Horizonte: UFMG, 1999.
- FORD, D. Develop your technology strategy. **Long Range Planning**, vol. 21, n. 5, p 85, Outubro, 1988.
- FRANCO, R. R., NOGUEIRA, E. As relações entre a estratégia de operação e a estratégia tecnológica. **Revista eletrônica gestão e sociedade**, v. 3, Abril 2008.
- GARCIA, M., BRAY, O. **Fundamentals of technology roadmapping**, Disponível em < <http://www.sandia.gov/roadmap/home.htm/>> Acesso em 07 mar. 2007.
- GALVIN, R. Roadmapping: a practitioner's update. **Technology Forecasting and Social Change**, v. 71, p. 101-103, 2004.
- GAVIGAN, J.; SCAPOLO, F. Matching methods to the mission: A comparison of national foresight exercises. **Foresight**, v. 1, n 6, p. 495-517, Dezembro 1999.
- GODET, M. Método de cenários. In: GODET Manual de prospectiva estratégica: da antecipação a ação. Publicações, Lisboa, Dom Quixote, 1993. cap. 1.
- GODET, M. The art of scenarios and strategic planning: tolls and pitfalls. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 65, p. 3-22, 2000.
- GODET, M.; ROUBELAT, F. Scenario planning: an open future. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 65, p. 1-2, 2000.
- GODET, M. et al. A “caixa de ferramentas” da prospectiva estratégica. **CEPES - Centro de Estudos de Prospectiva e Estratégia**, Lisboa, 2000.
- GROENVIELD, P. Roadmapping integrates business and technology. **Research Technology Management**, vol. 40, n.5, p. 48-55, 1997.

HALAL, E. W et al. The George Washington university forecast of emerging technologies: A continuous assessment of the technology revolution. **Technological Forecasting and Social Change** vol 59, p. 89-110, 1998.

HAYES, R. & WEELWRIGTH, S. C. **Restoring our competitive edge**. John Willey, 1984.

HAYES, R.; WEELWRIGTH, S. C. & CLARK, K. B. **Dynamic manufacturing: Creating the learning organization**. New York. The Free Press, 1988.

Instituto Nacional de Tecnologia **Prospecção tecnológica: Metodologias e experiências nacionais e internacionais**, Instituto Nacional de tecnologia, nota técnica 14, Rio de Janeiro, 2003.

International Technology Research Institute, **Electronic manufacturing and packing in Japan**, JTEC Panel Report, <http://www.itri.loyola.edu/ep>, 1995.

JOHNSTON, R. Refining the process, **International journal of Technology Management**, v. 21, n 7/8, 1999.

JOHNSTON, R. The state and contribution of international foresight: New challenges, In: THE ROLE OF FORESIGHT IN THE SELECTION OF RESEARCH POLICY PRIORITIES, **Conference papers**, Seville, Maio, 2002, p. 59-74

KAPPEL, T.A. Perspectives on roadmaps: how organizations talk about the future, **Journal of Product Innovation Management**, v. 18, p. 31-42, 2001.

KOSTOFF, R. N.; BOYLAN, R. & SIMONS, G. R. Disruptive technology roadmaps, **Technology Forecasting and Social Change**, v. 71, p. 141-159, 2004.

MARTINO, J. P. **Technology Forecasting for decision making**, Nova York, 3 ed. McGraw-Hill Inc., 1993.

MARTINO, J. P. A review of selected recent advances in technology forecasting. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 70, p.719-733, 2003.

MASON, D. H. Scenario-based planning: a decision model for the learn organization. **Planning review**, Março/Abril, 1994.

MEYER, M. H. Revitalize your product lines through continuous plataforma renewal **Research Technology Management**, v. 40(2), p. 17-28, 1997.

MILES, L.; KEENAM, M. & KAIVO-OJA, J. **Handbook of knowledge society foresight**. prepared by PREST and FFRC, 2002.

MILLS, J. & PLATTS, K. Competence and resource architectures. **International Journal of Operations & Production Management**, v.23, n 09, p. 977-994, 2003.

MINTZBERG, H. five Ps for strategy. In: MINTZBERG, H. & QUINN, J. B. The strategy process – concepts, contexts, case. New Jersey: Prentice Hall, 1996, Cap. 1, 3rd ed.

MITCHELL, V. W. Using Delphi to forecast in new technology industries. **Marketing intelligence and Planning**, v. 10, n. 2, p. 4-9, 1992.

NORTH AMERICA SPACE AGENCY, **Origins of technology roadmap**, Disponível em <http://www.origins.jpl.nasa.gov>, 1997.

NORTH AMERICA SPACE AGENCY, **Technology plan - roadmap**, Disponível em <http://www.technologyplan.nasa.gov>, 1998.

NOTTEN, P. W. F. V. et. al. An updated scenario typology. **Futures**, v. 35, p. 423-443, 2003.

- OCDE, **Special issues on government technology foresight exercises**, STI Review, Paris, n. 17, 1996.
- OHMAE, K. Voltando à estratégia. In: MONTGONERY, C. A. & PORTER, M. E. *Estratégia - a busca da vantagem competitiva*, Rio de Janeiro: Campus, 1989.
- OLIVEIRA, D. P. R. *Estratégia empresarial e vantagem competitiva: como estabelecer, implementar e avaliar*, São Paulo, Atlas, 2001.
- ONER, M. A. & SARITAS, O. A system approach to policy analysis and development planning: construction sector in the Turkish 5-year development plans. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 72, p.886-911, 2005.
- PHAAL, R.; FARRUKH, C. J. P. & PROBERT, D.R. Technology Roadmapping – A planning Framework for Evolution and Revolution. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 71, p.5-26, 2004a.
- PHAAL, R., FARRUKH, C.J.P. AND PROBERT, D.R. Customizing Roadmapping. **Research Technology Management**, v. 47, p.26-37, 2004b.
- PHAAL, R.; FARRUKH, C.J.P. & PROBERT, D. R. Developing a technology roadmapping system, PORTLAND INTERNATIONAL CONFERENCE ON MANAGEMENT OF ENGINEERING AND TECHNOLOGY, Portland, 2005, p. 99-111.
- PHAAL, R.; FARRUKH, C.J.P. & PROBERT, D. R. Technology Management Tools: Concept, Development and Application. **Technovation** v. 26, pp. 336-344, 2006.
- PINHO, M. S.; CÔRTEZ, M. R. & FERNANDES, A.C. A Fragilidade das Empresas de Base Tecnológica em Economias Periféricas: Uma Interpretação baseada na Experiência Brasileira. **Ensaio FEE**, v. 23, n. 1, p. 135-262. 2002.
- PINHO, M.S.; et al. **Empresas de base tecnológica**, São Carlos: Unesp, 2005.
- PORTER, A. **Forecasting and management of technology**. New York: Wiley Interscience, 1991.
- PORTER, M. **Vantagem competitiva**. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1989.
- PORTER, M. The competitive advantage of nations. **Harvard Business Review**, p.73-93, mar/abr, 1990.
- PORTER, M. Como as forças competitivas moldam a estratégia. In: PORTER, M. *Competição: Estratégias Competitivas Essenciais*. Rio de Janeiro: Campus, 1999, cap.1.
- PRAHALAD, C. K. & HAMEL, G. A. A competência essencial da corporação. In MONTGOMERY, C. A., PORTER, M.E *Estratégia – A busca da vantagem competitiva*. Rio de Janeiro, Campus, 1998.
- PRICE, R. M. Technology and strategic advantage. **California Management Review**, v. 31, n 3, spring, 1996.
- PROBERT, D., RADNOR, M. Frontier experiences from industry-academia consortia. **Research Technology Management**, v. 42(2), p. 27-30, 2003.
- Ree, V. R & ANNEVELINK, B. **Status Report Biorefinery Agrotechnoogy and food science group**. Disponível em: <www.biorefinery.nl> Acesso em 03 de dez. 2008.
- RICHEY, J.M. & GRINNEL, M. Evolution of Roadmapping at Motorola. **Research Technology Management**, v. 47(2), pp 37-41, 2004.

RINNE, M. Technology roadmaps: infrastructure for innovation. **Technological Forecasting & Social Change**, v. 71, p. 67-80, 2004.

REDE DE INOVAÇÃO E PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA PARA O AGRONEGÓCIO. **Quem Somos**. Disponível em: <www.ripa.com.br/index.php?id=488> Acesso em 09 de Fev. de 2008.

RODRIGUES, C. M. A pesquisa agropecuária no período do pós-guerra. **Cadernos de difusão de tecnologia**. v. 4 (3), 1987.

ROVERE, R. L. L. Paradigmas e trajetórias tecnológicas In: PELAEZ, V., SZMRECSÁNYI, T. (Org) Economia da inovação tecnológica, São Paulo, Hucitec, 2006. cap. 12. (Economia e Planejamento; Obras didáticas, v. 40).

SALLES-FILHO, S. **Ciência, tecnologia e inovação**: A reorganização da pesquisa pública no Brasil, Editora Komedi, Capinas, 2000.

SCHOEMAKER, P. J. H. Scenario panning: A tool for strategic thinking. **Sloan management review**, 1995.

SLACK, N.; CHAMBERS, S. & JOHNSTON, R. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 2002.

TORKOMIAN, A. L. V., PINHO, M. S., PIEKARSKI, A. E. T., OLIVEIRA, R. M. & SILVEIRA, G.C.O., Parque tecnológico de São Carlos: Perfil das atividades empresarias, Relatório Final – termo de referência 2, **FAPESP**, 2006.

THOMAS, C. & CHARLES W. Learning from imagining the years ahead. **Planning Review**, 1994.

WHEELWRIGHT, S. C. Manufacturing strategy: Defining the missing link. **Strategy management journal**, v.5, p. 77-91, 1984.

WILSON, I. From scenario thinking to strategic action. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 65, p. 23-29, 2000.

WRIGHT, J. T. C., BRUCE B., GUIMARAES, P. D. Prognósticos tecnológicos como atividade complementar do planejamento: A experiência do CENPES em águas profundas, In: XII SIMPÓSIO NACIONAL DE PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, São Paulo, 1987 **Anais PACTo / IA / FEA / USP**, 1987. p. 70-76.

WRIGHT, J. T. C. & GIOVINAZZO, R. A. Delphi – uma ferramenta de apoio ao planejamento prospectivo. **Caderno de Pesquisa em Administração**, V. 1, n 12, 2000.

ZACKIEWICZ, M. Em busca da inovação: As atuais perspectivas do estudo do futuro e a avaliação em ciência e tecnologia. **Parcerias estratégicas**, CEE/MCT, n. 15, 2002.

ZACKIEWICZ M.; BONACELLI M. B. & FILHO S.S. Estudos prospectivos e a organização de sistemas de inovação. **São Paulo em Perspectiva**, v. 19, n. 1, p. 115-121, 2005.

ZACKIEWICZ, M. & SALLES-FILHO, S. Technological foresight: um instrumento para a política científica e tecnológica. **Parcerias Tecnológicas**, n. 10, p. 144-161, 2001.

Anexo I - Principais Tecnologias Desenvolvidas pelo CNPDIA

Aeromodelo	O aeromodelo facilita levantamentos topográficos, obtenção de mapas detalhados de propriedades e avalia o estado das lavouras que sobrevoa, sendo possível identificar os pontos dos terrenos que estão sujeitos a erosão, localizar pragas na lavoura e detectar diversas deficiências.
Analisador de Alimentos - Versão Café (Ali-C)	O analisador foi desenvolvido com o principal objetivo de facilitar, com rapidez e precisão, a detecção de impurezas no pó de café.
Analisador Granulométrico	Equipamento inédito, que fornece informações sobre os teores de argila, silte e areia do solo. Utiliza o princípio da atenuação da radiação gama e é totalmente automatizado, permitindo que sejam medidas até dez mostras de cada vez.
CD-ROM: Contenção mecânica e farmacológica de animais	É uma publicação que contém as técnicas de contenção mecânica e farmacológica de animais domésticos e silvestres.
Clorador	Com criatividade e economia, pesquisadores da Embrapa Instrumentação Agropecuária e Embrapa Pecuária Sudeste, vinculadas ao Ministério da Agricultura e Abastecimento, desenvolveram um equipamento simples e eficiente para clorar a água nas propriedades rurais e evitar doenças comuns como diarreia, hepatite, tifo e salmonelose.
Coletor de Dados	Coletor de dados para uso em campo, eletrônico, portátil, versátil e de baixo consumo de energia, para facilitar a aquisição automática de dados. Conectado a um controlador eletrônico de pulverização, o equipamento controla a aplicação do produto.
Cozedor de Feijão Tipo Mattson Melhorado	O Cozedor de Feijão Tipo Mattson Melhorado permite aos comerciantes testar a qualidade do feijão que estão vendendo e oferecer ao consumidor a garantia do produto.
Derriçadora	Colheitadeira portátil, que pode colher café, pelo processo de vibração para a derrubada dos frutos, numa velocidade cinco vezes superior à colheita manual e reduzir o custo de produção em pelo menos 10%.

Detector de Prenhez para bovinos e equinos por ultrassom	Equipamento já repassado à indústria (mais de 4 mil unidades vendidas no Brasil e em países da América Latina), que permite descobrir mais cedo e com maior precisão, através do ultrassom, a prenhez em bovinos e equinos.
Detector de prenhez para caprinos/ovinos	Detector de prenhez por ultrassom para caprinos e ovinos, cujo funcionamento se baseia no efeito Doppler das ondas contínuas.
Espectrômetro de Ressonância Magnética Nuclear:	Aparelho que, através da Ressonância Magnética Nuclear, determina o teor de óleo de sementes de milho, soja, girassol, amendoim, em apenas 1 segundo, sem destruí-las.
Extrator de Castanha de Cotia	O equipamento é simples e seguro e foi desenvolvido para facilitar a extração da castanha de cotia, uma das espécies arbóreas de maior abundância na região central da Amazônia, onde o extrativismo se constitui na principal fonte de renda da população.
Fossa Séptica Biodigestora	A Embrapa Instrumentação Agropecuária descobriu uma fórmula simples e barata de tratar o esgoto na zona rural.
GEO 255	Com a ajuda de um computador pessoal, você pode obter informações sobre a temperatura e umidade do solo, velocidade do vento, radiação solar, índice de chuva, entre outros dados que auxiliam na previsão de geadas, infestações e doenças.
Granulômetro	O granulômetro vai ajudar os produtores de aves e suínos a prepararem melhor a ração e melhorar o desempenho dos animais.
Humectógrafo	Um sensor de umidade que pode gerar economia para o produtor rural e diminuir o impacto causado pelos pesticidas no meio ambiente.
Língua Eletrônica	A Língua Eletrônica é muito mais sensível que a língua humana e foi desenvolvida para avaliar a qualidade e paladar de bebidas, entre elas, a água, vinho leite e café.
Medidor de Espessura de Toucinho por ultrassom para	Utiliza também o ultrassom para determinar a espessura da camada de toucinho, sem ferir o porco; já repassado à iniciativa privada.

suínos vivos	
Minitomógrafo	Equipamento capaz de obter imagens de até um décimo do milímetro, para aplicações em ciência do solo e do ambiente". Permite ver, por exemplo, imagens da fratura de um grão de milho, sem destruí-lo, informação que é de fundamental importância para a seleção genética de grãos.
Minirhizotron	Permite "enxergar" dentro da terra sem destruí-la, pois faz uma espécie de "endoscopia" para analisar a estrutura e a compactação do solo, o movimento de água, solutos e o desenvolvimento das raízes de uma cultura.
Penetrômetro	O penetrômetro é um instrumento automatizado para qualificar e quantificar os reais efeitos da compactação do solo.
Pipocador	Este equipamento permite avaliar a capacidade de expansão do milho pipoca, fator que determina a qualidade deste milho.
SIARCS	Sistema para análise de raízes e cobertura do solo, possibilita uma análise mais rápida e precisa em relação aos métodos tradicionais; disponível nas versões para DOS e Windows.
SIAQS e SAF	Permite com rapidez e precisão identificar as classes e a porcentagem de sementes boas para germinação.
Sistema Computadorizado para Congelamento de Embriões	Pode ser utilizado para bovinos e equinos e controla a velocidade de resfriamento dentro da faixa de 40 graus positivos a 40 graus negativos, através do controle automático de até 4 rampas de congelamento. Foi repassado para comercialização pela Gil Fabricação e Projetos Especiais, num "pacote" com os sistemas para avaliação da qualidade de ovos e para aquisição de dados em ambiente agropecuário.
Sistema Inteligente para Monitoramento Ambiental em Silos Agrícolas	O equipamento permite controlar a temperatura e umidade relativa do ar, ajuda a reduzir perdas de grãos em até 15% durante o armazenamento em silos agrícolas.
Sistema para análise da distribuição de gotas de chuva	Equipamento desenvolvido com tecnologia avançada e permite que sejam determinadas as distribuições dos tamanhos de gotas. Indicado para: aquisição de dados para

natural e artificial:	cálculos agronômicos; determinação do tipo de aspersores para irrigação e pulverização; controle de erosão e de quebra de agregados; determinação de infiltração; cálculo da energia cinética das gotas.
Sistema para Aquisição de Dados em Ambiente Agropecuário	É constituído de sensores "inteligentes" com monitoramento automático de dados ambientais e sobre o solo, para transmissão à distância via rádio-modem. O Sistema possibilita a leitura de até 250 sensores e é adequado também para controle automático de irrigação.
Sistema para Avaliação da Qualidade de Ovos	Permite medir, de forma rápida, a qualidade do albúmen (clara) do ovo, possibilitando ainda uma conclusão sobre o manejo adequado para as aves, evitando que o produtor tenha desperdícios.
Sonda Termoelástica	Tecnologia pioneira no mundo, capaz de medir a pressão interna de células vegetais e a sucção de raízes. O equipamento identifica o estado de hidratação da planta, fator considerado extremamente importante para o seu desenvolvimento.
TDO	Equipamento que mede a taxa de difusão de oxigênio e determina o grau de toxidez em solos encharcados.
Tomógrafo Micrométrico	Obtém imagens, de forma não destrutiva, de amostras de solo, que permitam visualizar detalhes com medidas iguais ou menores que 100µm. Esse tomógrafo permite a avaliação de poros e partículas com tamanhos compatíveis com essa dimensão.
Tomógrafo Portátil de Campo	O equipamento permite a análise detalhada de solos - compactação, raízes e umidade - e troncos de árvores com até 30 cm de diâmetro. Permite também o estudo de estruturas de concreto. A técnica tomográfica, além de não destruir a amostra, permite a visualização no próprio local.
Veículo de apoio à aquisição de dados em ambiente agrícola	O veículo é uma plataforma de apoio, construída para levar ao campo equipamentos portáteis, como microcomputador, baterias, coletor de dados e sensores, utilizados para medir parâmetros de planta em vários estágios, entre eles o vigor e o estresse.

Fonte: (CNPDIA, 2009)

Anexo II- Roteiro de Entrevista Dirigida as Áreas de Comunicações e Novos Negócios e de Propriedade Intelectual

Estratégia e Identificação de Oportunidades

01. Como são relacionados os projetos à estratégia?
02. Existe uma estratégia tecnológica?
03. Como são identificadas e internalizadas as mudanças de demanda no CNPDIA?
04. Existe uma área de monitoramento tecnológico?
05. O CNPDIA oferta tecnologia ou atende demanda *top-down*?
06. Existe o mito da invenção versus inovação no CNPDIA?

Elaboração e Detalhamento dos Projetos

07. Como são selecionados e alocados os pesquisadores aos projetos?
08. Existe algum processo formal descrição e detalhamento dos projetos?
09. O CNPDIA utiliza alguma metodologia de acompanhamento dos projetos?
10. Existe um sistema de gestão de projetos?
11. A gestão de portfólio de projetos é utilizada no CNPDIA?
12. O SEP (92) trouxe os resultados esperados quanto à seleção, acompanhamento e avaliação dos projetos?

Gestão de Recursos Financeiros

13. Qual é o valor do orçamento de 2008? Ele é previamente aprovado de acordo com o PDU?
14. Existe recurso para outros projetos que não estejam diretamente relacionados ao PDU?
15. A relação entre a tecnologia e o mercado é clara aos pesquisadores?
16. O que é mercado para o CNPDIA?
17. Considerando a Pesquisa e o Desenvolvimento, Qual é a maior dificuldade do CNPDIA?

Implementação

18. Como é “materializada” a pesquisa do CNPDIA? Existem parcerias para a produção?
19. O CNPDIA atende diretamente ao mercado? Como?
20. Quem é o principal cliente do “CNPDIA”?
21. Como o CNPDIA entrega seus resultados?
22. O CNPDIA explora comercialmente suas tecnologia (Licenças e patentes)?
23. Após a elaboração da PNT (política de negócios tecnológicos) e dos comitês tecnológico nas unidades de negócio. Houve melhorias quanto à prospecção de oportunidades, desenvolvimento de tecnologia e os mecanismos de distribuição e transferência?

Anexo III - Roteiro de Entrevista dirigida a Chefia de P&D

Estratégia e prospecção de tecnologias

01. Como são relacionados os projetos de desenvolvimento tecnológico e a estratégia da organização?
02. Existe uma estratégia tecnológica?

Identificação de oportunidades

03. Como são identificadas as oportunidades de desenvolvimento de tecnologias?
04. Existe uma área de monitoramento tecnológico no CNPDIA?
05. Qual é a relação aproximada de projetos/ demandas (macroprogramas)?

Elaboração, Seleção, Desenvolvimento dos Projetos e Resultados.

06. Como são alocados os pesquisadores aos projetos? Como os pesquisadores são selecionados?
07. Em relação ao comitê de aprovação de projetos, qual é o tempo necessário para a seleção de projetos?
08. Qual é a proporção de projetos aprovados versus reprovados por estes comitês?
09. Como os projetos são detalhados?
10. Indicadores científicos do CNPDIA, qual o número de publicações e patentes geradas nos últimos anos?

Gestão de Recursos Financeiros e Visão de Mercado

11. Qual o valor do orçamento de 2008?
12. Qual é o percentual de recursos originados de cada uma das três fontes (indiretos, diretos - subvenção e privada)?
13. A relação entre a tecnologia e o mercado é clara aos pesquisadores?
14. Considerando a Pesquisa e Desenvolvimento, foi relatada em entrevista a excelência em pesquisa do CNPDIA. Contudo, no tocante ao desenvolvimento, foram discutidas algumas imperfeições. Qual é a maior dificuldade do CNPDIA neste ponto? O que é feito para alterar isto?
15. Existe a distinção entre invenção e inovação no CNPDIA?