

O Centro Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento de Instrumentação Agropecuária e a Gestão de Tecnologia: uma análise baseada no mapeamento de tecnologia

Renato Ribeiro Franco - renato.franco@prof.una.br
• Av. Raja Gabaglia, Prédio 1: 3.950, Prédio 2: 4.133, Estoril, Belo Horizonte - MG

RESUMO 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. Um conjunto de técnicas e métodos associados ao *Technology Roadmapping* – ou mapeamento tecnológico, segundo a tradução que tem se difundido em português – tem justamente procurado responder a essas demandas. O presente artigo busca comparar o *Technology Roadmapping* (TRM) com o modelo de gestão prospecção de tecnologias do CNPDIA. Partindo de uma revisão da literatura pertinente, este estudo pretende alcançar o propósito acima indicado por meio do estudo de um caso específico, qual seja 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), que é uma unidade subordinada à Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária).

Palavras-chave Gestão de Tecnologia; Mapeamento de Tecnologia; CNPDIA.

ABSTRACT *The technology forecast and management methods have been considered by academics and managers as important tools for supporting technology development. Generally, organizations which are worried about these issues need data and information in order to look ahead and plan the path of technologies before they happen. Considering that the timing of the development process has become shorter, this kind of methodology may become more and more important. Despite the aforementioned, it is rare to find papers and related researches on this subject in Brazil. That is why this study has aimed to understand the CNPDIA's method of technology forecast and management and compared it to Technology Roadmapping (TRM). The TRM method is frequently presented in international articles or magazines. The work has compared the steps of TRM methodology and considered some extras observations. These observations have offered a more comprehensive view and understanding of the environment in which the technology activities took place. The intention was to collaborate by analyzing some of the CNPDIA's characteristics, and additional hope was to inspire some discussion regarding the unit observed, based on this work.*

Keywords *Technology Management; TRM; CNPDIA.*

1. INTRODUÇÃO

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).

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.

“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.*, 2005). 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.

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 potenciais clientes. Contudo, deve-se analisar além da visão imediatista; é necessária uma abordagem abrangente e em longo prazo; é preciso administrar a tecnologia como qualquer outro recurso da 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).

Assim, este trabalho visa analisar os modelos de gestão e prospecção de tecnologia presentes no CNPDIA e compará-lo à técnica do *Technology Roadmapping* (TRM), técnica que foi inicialmente desenvolvida pela Motorola e Corning e atualmente possui numerosos artigos internacionais, assim como relatos de grandes organizações que fazem uso deste método.

Para elaborar este trabalho e abordar o tema em profundidade no CNPDIA, foram coletadas informações, por meio de entrevistas semiestruturadas, sobre algumas características de um sistema de gestão da inovação. Além disto, também foram coletados dados e informações em relatórios e documentos da instituição.

Por meio deste trabalho, foi observado que algumas das características de gestão de tecnologia do CNPDIA ultrapassam o escopo do mapeamento tecnológico. 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. Também foi possível observar métodos que são análogos ao processo de mapeamento tecnológico citado pela literatura pertinente. A análise das divergências e semelhanças permitiu inferir algumas possíveis contribuições adicionais advindas da prática do TRM.

Para orientar este trabalho e seu relato, este artigo está estruturado em seis tópicos: (1) Introdução: que visa contextualizar o tema, (2) A Gestão de Tecnologia e o TRM: com o intuito de oferecer uma revisão da literatura sobre a gestão de tecnologia e o método do TRM (mapeamento tecnológico); (3) a Embrapa e o CNPDIA: para descrever a organização da instituição; (4) Análise de Dados e Discussões: para trazer a reflexão sobre os pontos em comum e contrastes entre o método TRM e a instituição observada e por fim, (5) as Considerações Finais.

2. A GESTÃO E PROSPECÇÃO DE TECNOLOGIA E O CRM

2.1. A Gestão e Prospecção de Tecnologia

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

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-chave 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 de simples estrutura, conceito e aplicação, favorecendo a comunicação. Destaca-se também por sua flexibilidade, sendo aplicável 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.

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

2.2. 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; RADNOR, 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; MCCLESS, 1987).

Desde seus primeiros registros, o método cresceu em número de adeptos e potencial de aplicação. Segundo Coelho *et al.* (2005), são inúmeros os relatos de aplicação do método na indústria, para apoiar a elaboração da estratégia e o processo de planejamento. Neste sentido, o TRM ampliou sua aplicabilidade. Evoluiu de ferramenta de planejamento estratégico a aplicações em toda a organização ou a setores industriais como um todo. Poucos anos após seu primeiro caso documentado, encontram-se na literatura registros de sua utilização em diferentes setores.

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 Eletronics, 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).

Algumas características desse método modificaram-se ao longo dos últimos anos. 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 e Bray (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 apoiam 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; BRAY, 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.

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. Já o *Technology Roadmap*, ou mapa tecnológico, é a estrutura onde as informações são armazenadas e dispostas de uma forma que favorece a análise e visualização de seus resultados.

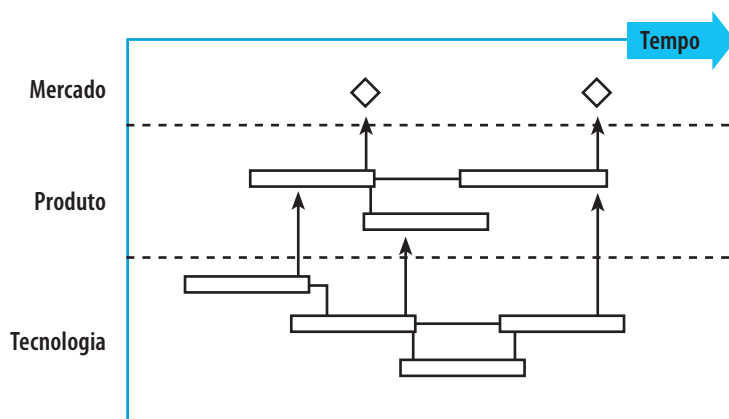
Para Groenveld (1997), o mapeamento tecnológico é um processo que contribui para a integração de negócios e tecnologia, assim como na definição da estratégia tecnológica. Isto é possível, devido à capacidade do método de demonstrar a interação entre produtos e tecnologia ao longo do tempo, considerando 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 discontinuidades dentre as várias perspectivas (ver Figura 1).

Willyard *et al.* (1987) e Phaal *et al.* (2004b) 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.

Figura 1 – Modelo Genérico do *Technology Roadmap*.



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

3. A EMBRAPA E O CNPDIA

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-FILHO, 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, sendo 25% com mestrado e 74% com doutorado. Seu orçamento, em 2008, foi de aproximadamente R\$ 1,2 bilhões.

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, dezenas de unidades descentralizadas de P&D ou de serviços, subordinadas diretamente ao diretor-presidente.

A Embrapa Instrumentação Agropecuária, também conhecida como Centro Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento de Instrumentação Agropecuária (CNPDI), 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 auto-sustentado do agronegócio brasileiro (EMBRAPA, 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 instrumentação, para o benefício da sociedade (EMBRAPA INSTRUMENTAÇÃO AGROPECUÁRIA, 2005).

4. ANÁLISE DE DADOS E DISCUSSÕES

Em relação à prospecção, o modelo adotado pelo CNPDIA é baseado naquele desenvolvido para toda a Embrapa, que é 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).

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 tecnológica 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.

4.1. Seleção e Desenvolvimento de Projetos

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 CNPDIA 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 à 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 e Annevelink (2007), as bio-refinarias apoiaram-se, inicialmente, na elaboração da estratégia, 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.

Naturalmente, o conhecimento 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 e Grinnel (2004), 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; GRINNEL, 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 seria na melhoria da comunicação entre as áreas de P&D e a área que trata a 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 no 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.

4.2. Mercado

O CNPDIA possui sua diretriz de desenvolvimento, o PDU, que é 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 que podem ser 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 à 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 esta 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 às 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 mercado.

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.

5. 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 subordinada, 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 este trabalho 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 tecnológico. 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 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. 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, que é realizada pela parceria com a RIPA. Em 2004, foi elaborado pelo 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 possui relevância para os níveis corporativos da organização.

No CNPDIA, entretanto, percebeu-se, por meio das 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 – este trabalho 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. 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.

A aplicação do mapeamento tecnológico no CNPDIA, portanto, 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. Pois, os princípios de aplicação da metodologia prevêm maior interação entre as áreas envolvidas no processo de geração de tecnologia.

6. AGRADECIMENTOS

Agradeço ao prof. Dr. Marcelo Pinho (DEP - UFSCar) pela contribuição neste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRADY, T. *et al.* Tolls for technology management: An academic perspective. **Technovation**, v. 17, n. 8, p. 417-426, 1997.

COATES, V.; FAROQUE, M.; KLAVANS R.; LAPID K. On the future of technological forecasting. **Technological Forecasting and Social Change**, vol. 67, p.1-17, 2001.

COELHO, G.; SANTOS D.M.; SANTOS M.M. Caminhos para o desenvolvimento em prospecção tecnológica: technology roadmapping – um olhar sobre formatos e processos. **Parcerias Estratégicas**, n. 21, p. 199-233, 2005.

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.

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, **III Plano Diretor da Embrapa Instrumentação Agropecuária 2004-2007**, Embrapa Instrumentação Agropecuária, São Carlos, 2005.

FARRUKH, C. J. P.; PHAAL R. Tools for technology management: Dimension and issues. *In: PORTLAND INTERNATIONAL CONFERENCE ON MANAGEMENT OF ENGINEERING AND TECHNOLOGY*, Portland, PICMET,1999.

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.

GROENVELD, P. Roadmaps integrates Bussiness and Technology, **Research-Technolgy Management**, 40 (5), pp 48-55, 1997

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.; 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.

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.

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.

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.

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

WILLYARD, C. H.; McCLEES, C. W. Motorola's Technology roadmap process. **Research Management**, vol 30(5), pag 13-19. 1987.

WILLYARD, C. H.; McCLEES, C. W. Motorola's technology roadmap process. **The International Journal of Research Technology Management**, vol 30, n. 5 sep/oct, 1987. p. 13-19.

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.