

Roadmapping como instrumento integrador de projetos de P&D em Institutos Públicos¹

Léo Teobaldo Kroth, leokroth@usp.br

Leonardo Augusto de Vasconcelos Gomes, lavgomes@gmail.com

Mario Sergio Salerno, msalerno@usp.br

Universidade de São Paulo, Escola Politécnica, Departamento de Engenharia de Produção,
Brasil

Resumo

Com base em revisão bibliográfica e em um estudo de caso, é objetivo deste artigo propor um processo *roadmapping* para integrar e alinhar projetos de pesquisa e de desenvolvimento em Institutos Públicos. Na literatura, a pesquisa e o desenvolvimento normalmente são considerados como processo único. Entretanto, a pesquisa e o desenvolvimento em Institutos Públicos são processos distintos, com lógicas de organização e gerenciamento igualmente distintos, demandando, por isso, processos específicos de seleção quanto aos critérios e métodos de avaliação e escolha de projetos. Um método que vem se consolidando e difundido com o propósito de alinhar e integrar processos distintos é o *technology roadmapping*, que se mostrou uma técnica apropriada para o alinhamento e integração de projetos de pesquisa e de desenvolvimento, por explorar os vínculos entre planejamento estratégico, diretrizes de P&D e seleção de projetos.

Palavras-chave: P&D, seleção de projetos, *roadmap*, *technology roadmapping*

Abstract

This article aims to propose a roadmapping process to integrate and align research and development projects in public institutions. It is based on literature review and a case study. In the literature, research and development are usually considered as the sole process. However, research and development in public institutions are distinct processes with also distinct organizational and management logics. So, they demand specific procedures regarding the projects selection criteria and methods of evaluation. One method that has been consolidated and disseminated in order to align and integrate different processes is technology roadmapping, which has proved to be a suitable technique for the alignment and integration of research and development projects by exploring the links among strategic planning, R&D guidelines and project selection.

Keywords: R&D, project selection, roadmap, technology roadmapping

¹ A elaboração deste artigo contou com o apoio do CNPq, Capes, Embrapa, Epagri e Fapesec.

1. Introdução

Fundamentado em pesquisa bibliográfica e em estudo de caso realizado em um Instituto Público de Pesquisa & Desenvolvimento – IPD, o artigo tem por objetivo a proposição de um processo de *roadmapping* que auxilie a integração e o alinhamento dos projetos de pesquisa desse Instituto. Para Marcovitch e Vasconcellos (1977), Institutos de Pesquisa e Desenvolvimento não se limitam somente à execução de pesquisas, podendo oferecer, além disso, uma variedade de serviços que incluem o desenvolvimento e adaptação de produtos e processos, a execução de testes, a identificação e determinação de problemas tecnológicos, a realização de estudos socioeconômicos relevantes para a tomada de decisões referentes à ciência e tecnologia, bem como a execução de programas de capacitação para apoio ao processo de inovação tecnológica.

Como aponta Etzkowitz (2001), com as crescentes críticas acerca do modelo linear de inovação e o advento da segunda revolução do ensino, a missão e o papel dos Institutos de Pesquisa vem se transformando. De acordo com Etzkowitz e Spivack (2001), observa-se um movimento no intuito de criar novos mecanismos de transferência tecnológica para o mercado, assim como uma procura para melhor compreender a relação entre ciência e tecnologia na geração de inovações. Neste sentido, o presente trabalho está alinhado a este recente esforço de integrar e alinhar dois universos aparentemente distintos e sequenciais: a pesquisa e o desenvolvimento – P&D.

Na literatura, é comum verificar que a pesquisa e o desenvolvimento são considerados como um só processo. Autores da área da economia, como Rosenberg (1982), de gestão e do marketing, como Cooper (1994), compreendem a P&D como um processo único, num contexto de desenvolvimento de produtos. Diversos modelos considerados como de P&D são, na verdade, modelos de desenvolvimento de novos produtos, como os de Cooper (1994) e o *Stage-gate*® e de Clark e Wheelwright (1993), com o funil de desenvolvimento.

Contudo, a pesquisa e o desenvolvimento em IPD's são processos distintos, com lógicas de gestão e organização igualmente distintas. Até mesmo Cooper (2007), passou a considerar o desenvolvimento de tecnologias de forma diversa do desenvolvimento de produto. Para a OCDE (2005), pesquisa e desenvolvimento compreendem o trabalho criativo, executado em bases sistemáticas, visando a ampliação do acervo de conhecimento, inclusive o conhecimento do homem, da cultura e da sociedade, bem como o uso desse estoque de conhecimento na busca de novas aplicações. No entanto, busca-se cada vez empreender maiores esforços visando alinhar esses dois processos. Um momento oportuno para que este alinhamento ocorra é o processo de seleção de projetos de pesquisa e de desenvolvimento.

Vale ressaltar que, pelo fato de serem processos distintos, os procedimentos de seleção de projetos de pesquisa e de desenvolvimento não podem ser tratados de forma similar. Primeiro, porque os projetos são de natureza diferente. Enquanto projetos de pesquisa estão mais ligados à ciência, de natureza mais experimental, os projetos de desenvolvimento possuem maior ligação com o mercado e são mais tangíveis. E, segundo, o grau de incerteza e a complexidade dos projetos mais próximos à ciência tendem a serem maiores que nos de desenvolvimento. Estes fatores levam a necessidade de adoção de processos de seleção distintos quanto aos critérios e métodos de avaliação e escolha de projetos.

Mesmo demandando processos distintos, percebe-se nos IPD's uma busca cada vez maior pela integração destes dois processos, como forma de tornar mais efetivo o processo de inovação. Neste sentido, o *technology roadmapping*, proposto por Phaal et al.(2004), vem

sendo difundido e se consolidando como apropriado ao propósito de alinhar processos de pesquisa e de desenvolvimento.

Como apontam Phaal et al. (2004), o *roadmap* constitui-se em um mapa baseado em tempo, composto por camadas. Por sua vez, o *technology roadmap* equivale a um tipo de *roadmap*, com aplicação mais especificamente em campos industriais. Para os autores, o *roadmap* possibilita a compreensão da evolução de questões relativas ao mercado, à produtos que venham a ser desenvolvidos e das tecnologias utilizadas, combinado as ligações e as descontinuidades entre as diferentes perspectivas. De acordo com Phaal et al. (2004), o *roadmap*, por sua abordagem flexível, apresenta múltiplos escopos, tendo, por consequência, distintas formas de representação. Como descrevem Phaal e Muller (2009), as formas mais conhecidas e genéricas apresentam uma configuração baseada no tempo, composta de um mapa com diversas camadas. Para proporcionar essa visão integrativa, o *technology roadmapping* – TRM vem sendo considerado ferramenta apropriada para possibilitar a integração de processos distintos, conforme argumentam Lee et al. (2007), que utilizaram o TRM para desenvolver processos de P&D em indústrias da Coreia. Os autores enfatizam, entretanto, que na indústria normalmente P&D são consideradas como um processo único.

Para Gomes (2003), as atividades de P&D desenvolvidas por empresas privadas e Institutos Públicos geram benefícios que são apropriados pelos consumidores e pela sociedade como um todo. Apropriação que ocorre especialmente quando alguns desses benefícios, aliados à natureza de bem semi-público da P&D, são apreendidos por agentes econômicos distintos daqueles que realizaram a pesquisa, beneficiando-se dos seus resultados sem incorrer nos elevados custos relativos a esta atividade. Como resultado, o valor econômico para a sociedade geralmente excede os benefícios econômicos apropriados pelas empresas que realizaram os esforços de pesquisa.

2. Referencial teórico

2.1. Institutos Públicos de Pesquisa e Desenvolvimento

Como apropriadamente apontou Helou Filho (2005), o surgimento de uma economia global pós-industrial, baseada no conhecimento, abalou velhas realidades em todo o mundo, criando oportunidades e problemas. Para o autor, as instituições públicas não podem, neste sentido, ignorar as mudanças contextualizadas do mundo, o que não significa que a elas devam se submeter. As mudanças, antes de uma ameaça, devem ser consideradas como oportunidades de desenvolvimento das organizações.

Compreender essas transformações, especialmente tecnológicas, econômicas, sociais e ambientais, e quanto elas influenciam o ambiente de atuação dos Institutos Públicos de Pesquisa & Desenvolvimento (IPDs) é essencial. Como apontado pela Rede de Inovação e Prospecção Tecnológica para o Agronegócio (RIPA, 2008), o desenvolvimento de mecanismos que estimulem e possibilitem uma reflexão sobre este cenário deve ser entendido e utilizado como um elemento de elevado conteúdo estratégico para o fortalecimento das instituições. As decisões não podem ser governadas pelo improvável, pela pressão das necessidades ou pelas mudanças conjunturais.

Lima et al. (2005) argumentam que, para responder aos desafios do desenvolvimento tecnológico, organizações de P&D necessitam apresentar, cada vez mais, capacidade para tomar decisões estratégicas, relacionadas às demandas do desenvolvimento, seja social, econômico ou ambiental, respondendo às peculiaridades contextuais. A capacidade de vinculação à conjuntura, de antecipação e visão de futuro, de tomada de decisão com participação interna e externa, irão diferenciar as organizações vinculadas à sociedade e organizações isoladas.

Neste contexto, os Institutos Públicos de Pesquisa e Desenvolvimento assumem papel fundamental na disponibilização de tecnologias e soluções que objetivem a melhoria dos processos produtivos, que proporcionem ganhos de produtividade, competitividade e superação de dificuldades, tornando as atividades produtivas mais rentáveis e sustentáveis.

2.2. Pesquisa e Desenvolvimento – P&D

O avanço da ciência e da tecnologia produziu significativos impactos na sociedade, com expressivas transformações científicas e tecnológicas. Neste contexto, o conceito de pesquisa e desenvolvimento (P&D) tem um significado importante, distinto da vinculação com a pesquisa e o desenvolvimento tecnológico. Uma das características que permite esta distinção está relacionada ao fato de que as atividades de P&D são desenvolvidas em unidades especializadas ou centros de pesquisa de empresas, universidades ou Institutos Públicos.

Considerando a conceituação apresentada no Manual Frascati (OCDE, 2002), pesquisa e desenvolvimento (P&D) envolvem o trabalho criativo, executado com bases sistemáticas, visando a ampliação do acervo de conhecimento, inclusive o conhecimento do homem, da cultura e da sociedade, bem como o uso desse estoque de conhecimento na busca de novas aplicações. O Manual descreve P&D abrangendo três atividades: (a) pesquisa básica – trabalho experimental ou teórico realizado primordialmente para adquirir novos conhecimentos sobre os fundamentos de fatos ou fenômenos observáveis, sem o propósito de qualquer aplicação ou utilização; (b) pesquisa aplicada – investigação original, realizada com a finalidade de obter novos conhecimentos, mas dirigida, primordialmente, a um objetivo prático; e (c) desenvolvimento experimental – trabalho sistemático, apoiado no conhecimento existente, adquirido por pesquisas ou pela experiência prática, dirigido para a produção de novos materiais, produtos ou equipamentos, para a instalação de novos processos, sistemas ou serviços ou para melhorar aqueles já produzidos ou instalados. Por seu lado, Michael (2007) aponta que a P&D abrange um vasto leque de atividades, sendo muitas vezes considerado de forma equivalente ao termo “pesquisa”.

Para o MASTIC (2008) a P&D é a inter-relação das três atividades definidas pelo Manual Frascati (OCDE, 2002), ou seja, pesquisa básica, pesquisa aplicada e desenvolvimento, conforme pode ser observado na Figura 1:

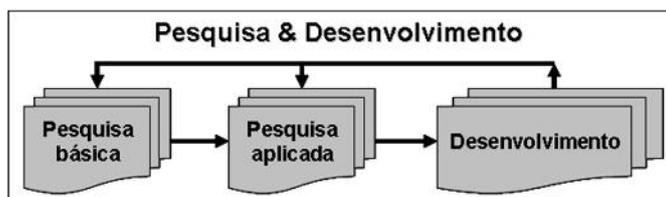


Figura 1: A P&D e as inter-relações entre Pesquisa Básica, Pesquisa aplicada e Desenvolvimento
Fonte: MASTIC (2008)

Abordando a pesquisa e desenvolvimento de interesse público, Blumstein et al. (1999) a definem como sendo a atividade de P&D que não é adequadamente concebida e apoiada pelo setor privado, visto que seus benefícios são amplamente difundidos e não podem ser investimento.

Ampliando a definição, Gomes (2003) conceitua P&D de interesse público como as atividades alinhadas com metas de desenvolvimento, com benefícios para o bem-estar social e econômico e não adequadamente concebidas e financiadas pelo mercado, visto que os resultados são distribuídos, sem apropriação individual pelas empresas. O autor ressalta que é de interesse do Poder Público garantir e estimular a realização deste tipo de atividade.

Gonsalves et al. (2005) argumentam que a atual agenda de mudanças exige novos modos de pensar e conduzir a pesquisa e o desenvolvimento. Fundamental para essa mudança de modelo é a reavaliação da noção tradicional de P&D como um processo essencialmente preocupado com a geração e transferência de tecnologia para os usuários finais. Em vez disso, P&D devem passar a ser consideradas como um processo de aprendizagem, que de acordo com Gonsalves et al. (2005) engloba um conjunto diversificado de atividades para a geração, compartilhamento e permuta, utilizando-se do conhecimento; cria sinergia entre as capacidades locais, recursos e inovações; fornece ferramentas de apoio e informação para possibilitar vários tipos de usuários realizarem opções estratégicas e ações; e demanda uma perspectiva holística.

Considerando os diferentes conceitos de P&D discutidos neste texto, que se distinguem basicamente pelo seu enfoque, o presente artigo tem como base o conceito apresentado pelo Manual Frascati (OCDE, 2005). Esta definição considera P&D como um conjunto de ações sistêmicas, tendo por objetivo ampliar a base de conhecimentos do homem, da cultura e da sociedade, com vistas a seu uso em novas aplicações. A escolha deste conceito se deve pela sua maior abrangência e por ser um dos mais utilizados pelos meios acadêmico e científico.

2.3. Seleção de projetos de Pesquisa e de Desenvolvimento

A seleção de projetos de pesquisa e de desenvolvimento (P&D), conforme Tian et al. (2002), é um mecanismo decisivo do processo de inovação. É considerada crítica para as organizações, sejam agências públicas de financiamento, universidades, institutos de pesquisa ou empresas privadas. Como apontam Ghasemzadeh e Archer (2000), a seleção de projetos é um processo decisório complexo, envolvendo vários grupos de decisores, múltiplos e, muitas vezes, conflitantes objetivos, e de alto risco e incerteza em prever o futuro sucesso e impactos.

Para Hess (1993), selecionar projetos de P&D é sempre difícil, pois os dados para a avaliação dos projetos raramente estão disponíveis. Um dos problemas na gestão de P&D está relacionado à tomada de decisão sobre o início do projeto, devido à escassez de informações. De acordo com o autor, como cada nova ideia pode ser rejeitada, aceita ou demandar mais informações, o número de decisões é grande. A maioria das ideias é rejeitada intuitivamente, como resultado de uma análise informal realizada pelos participantes do processo de avaliação e seleção.

A seleção de projetos de P&D envolve um complexo conjunto de fatores, sendo a definição de critérios claros e objetivos essencial para a tomada de decisões. De acordo com Braunschweig et al. (2001), diversas abordagens têm sido propostas para apoiar o

processo de decisão, tanto no setor público como no privado, Os autores argumentam que, no entanto, a literatura tem dado pouca atenção ao desenvolvimento de critérios de apoio à tomada de decisão. Como os projetos de pesquisa envolvem o atendimento a múltiplos objetivos, a definição de prioridades requer que sejam considerados os diferentes critérios envolvidos. Schmidt et al. (2009) assinalam que as organizações precisam compreender e gerir eficazmente os riscos associados com o desenvolvimento de novos produtos.

Como ferramentas do processo de seleção foram propostos vários modelos e métodos, entre os quais se destacam o funil de desenvolvimento (CLARK e WHEELWRIGHT, 1993) e a gestão de portfólio de produtos (COOPER et al., 1999), além de outros. Rozenfeld et al. (1997) propõem acriação de comitês de avaliação, que prevê a participação de diferentes atores no processo de seleção.

A partir destas constatações, pode-se apontar que o processo de seleção de projetos de P&D apresenta uma série de variáveis ainda não adequadamente encaminhadas e que não explicam no seu todo o processo, ensejando o uso de diferentes ferramentas que possam auxiliar na sua melhor compreensão.

2.4. O método *Technology roadmap*

Procurar compreender um processo, como é o caso da seleção de projetos de pesquisa e de desenvolvimento, através da construção de mapas, significa, de acordo Biazzo (2000), realçar graficamente, num modelo, a relação entre as atividades, pessoas, informações e objetos envolvidos.

Segundo a definição proposta por Phaal et al. (2004), o *technology roadmap* é um método que tem por objetivo auxiliar a integração entre o planejamento estratégico e desenvolvimento de novos produtos e tecnologias, através de uma representação gráfica, conforme apresentado na Figura 2. Há várias maneiras de elaborar um *roadmap*, mas Phaal et al. (2004) propõem o *T-Plan* como guia para elaboração do *technology roadmap*.

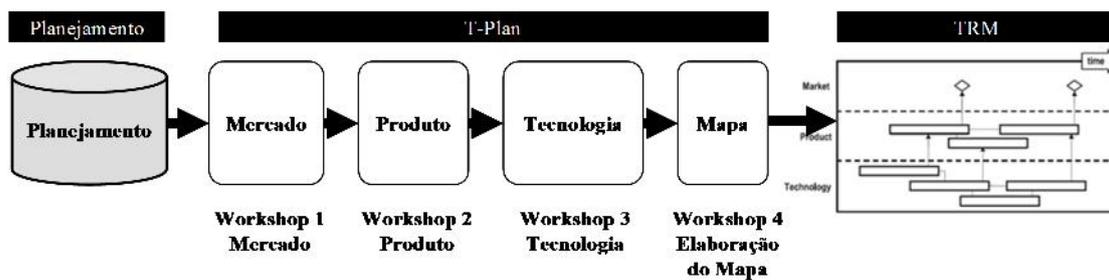


Figura 2: Processo de Elaboração do *Technology Roadmap*

Fonte: Gomes & Salerno (2008)

De forma genérica, o *roadmap* representa os trajetos ou rotas que existem ou venham a existir em algum espaço geográfico específico, sendo usado como meio de decisão entre as rotas e alternativas de um destino. No entanto, para Kostoff e Schaller (2001), a estrada serve como ferramenta que municia a compreensão, a proximidade, o sentido e apropriado grau de certeza no planejamento do rumo que se pretende realizar.

De acordo com Phaal et al. (2004), o *roadmap* é um mapa baseado em uma escala temporal, constituído por diversas camadas, conforme ilustrado na Figura 3. Segundo os autores, o

technology roadmap é uma forma de *roadmap*, que possibilita uma compreensão evolutiva do mercado, dos produtos e das tecnologias envolvidas, juntamente com as ligações e as discontinuidades entre as diferentes perspectivas. Em função de sua abordagem flexível, o método pode ser aplicado para distintas finalidades, tendo diversas formas de representação.

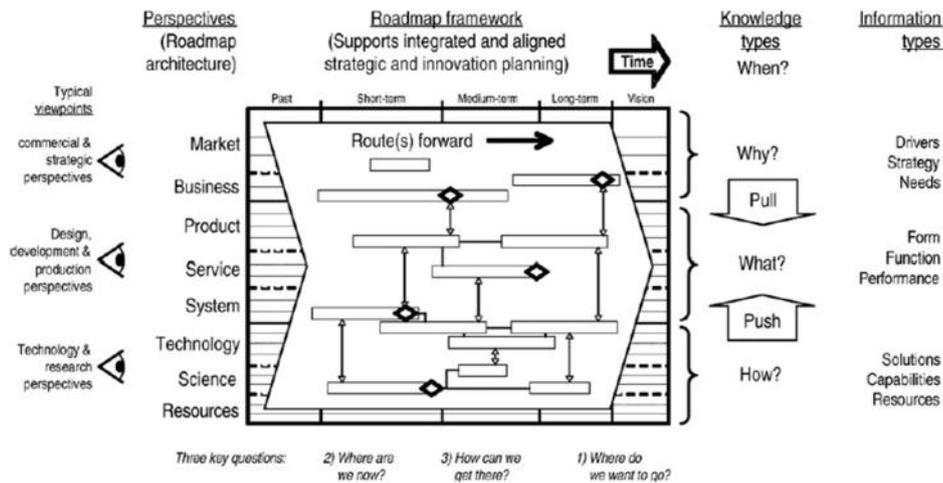


Figura 3: *Roadmap* esquemático em multicamadas
Fonte: Phaal & Muller (2005)

Com a aplicação do método *technology roadmapping* procura-se obter respostas a três perguntas, expressas na linha inferior externa da Figura 3, que, de acordo com Phaal et al. (2005), mesmo podendo ser consideradas simples, não são de fácil resposta: (i) Onde pretendemos ir?; (ii) Onde estamos agora?; e (iii) Como podemos chegar lá?

Segundo Phaal et al. (2004), a camada superior do *roadmap* indica os fatores que influenciam a finalidade do negócio (*know-why*), compreendendo perspectivas internas e externas do processo. A camada intermediária indica o âmbito da empresa, incluindo produtos, serviços e operações (*know-what*), referindo-se ao conhecimento tangível. Já a camada inferior indica os recursos, incluindo as tecnologias (*know-how*), que precisam ser desenvolvidas e integradas.

Os *technology roadmappings* podem ser elaborados com distintos propósitos e abrangências. Phaal et al. (2004) apresentam oito tipos quanto ao propósito:

- i. planejamento de produto;
- ii. planejamento de serviço;
- iii. planejamento estratégico;
- iv. planejamento de longo prazo;
- v. planejamento de conhecimento;
- vi. planejamento de programa;
- vii. planejamento de processo, e
- viii. planejamento de integração.

Especificamente para o presente artigo, o *roadmap* mais apropriado, de acordo com os tipos identificados por Phaal et al. (2004), é o que apresenta o propósito de Planejamento de Programa. Segundo os autores, este *roadmap* foca a integração entre a estratégia e os

projetos, como projetos de Pesquisa e Desenvolvimento. Sua representação pode ser visualizada na Figura 4.

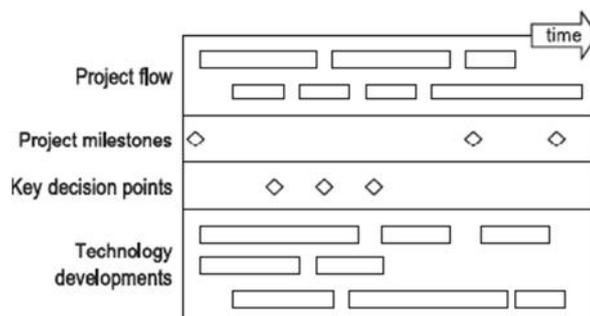


Figura 4: Roadmap de planejamento de programa
Fonte: Phaal et al. (2004)

Para sua aplicação, é necessário que o *roadmap* seja adaptado às especificidades de cada organização, sendo esta questão um entrave para sua adoção pelas empresas. Para Phaal e Muller (2009), um requisito fundamental do processo *roadmap* é a compreensão do contexto estratégico quanto ao ambiente, foco e objetivos. Também, é fundamental a identificação das perspectivas críticas para o entendimento da dinâmica do sistema, definindo metas, aplicando opções estratégicas e implementando mudanças.

Segundo Phaal et al. (2004), o processo de adaptação do TRM deve ocorrer durante a etapa de planejamento. Os mesmos apontam que os elementos básicos para adaptação do *roadmapping* são:

- i. o horizonte de planejamento;
- ii. a estrutura do *roadmap*; e
- iii. o processo de construção do *roadmap*.

3. Metodologia

O desenvolvimento de pesquisas em organizações envolve compreender a percepção que os atores têm dessas organizações. De acordo com Bryman e Bell (2007), essa compreensão é complexa, sendo igualmente complexa sua obtenção através de métodos quantitativos de pesquisa. Neste artigo, foi empregada a estratégia qualitativa, que, conforme Bryman (1989), se distingue de métodos quantitativos por possibilitar interpretar a realidade dos entrevistados. Para o autor, é relevante o contexto em que se realiza a pesquisa, por:

- i. facilitar o entendimento das relações entre as variáveis identificadas;
- ii. possibilitar a compreensão dos processos organizacionais;
- iii. alterar o andamento da pesquisa se a ocorrência de eventos interferir nas hipóteses de pesquisa, e
- iv. possibilitar o uso de diferentes fontes de informação, como entrevistas, observações, consulta a documentos, entre outros.

O estudo de caso foi o método de pesquisa utilizado no presente artigo. Para Voss et al. (2002), o uso do estudo de caso como método de pesquisa mostra-se adequado quando não se tem, ainda, certeza das variáveis que possam explicar um fenômeno. Voss et al. (2002) e Yin (2002) destacam como pontos fortes deste método aspectos como:

- a. o fenômeno pode ser estudado em seu contexto natural;
- b. permite que possam ser respondidas indagações quanto ao por que, como e o que; e
- c. o método conduz a verificações exploratórias nas fases iniciais de um processo.

Para Eisenhardt (1989), as etapas do estudo de caso compreendem:

- a. definição da questão de pesquisa, ainda que em termos amplos;
- b. demarcação da estratégia de pesquisa, que abrange a seleção do caso, dos métodos para obtenção dos dados e a preparação de questionários e protocolos de pesquisa;
- c. a execução da pesquisa de campo, que envolve a coleta e análise de dados.

Para o desenvolvimento do estudo de caso, constituíram a unidade de análise os projetos de pesquisa e de desenvolvimento executados por um Instituto Público estadual de pesquisa agropecuária e extensão rural do Brasil. A obtenção dos dados se deu através de entrevistas com os atores participantes do processo, análises documentais e observações diretas.

A partir da análise dos dados obtidos, foi elaborada uma versão inicial de um processo de *roadmapping*, que tem por objetivo a integração e o alinhamento dos projetos de pesquisa e de desenvolvimento executados pelo Instituto Público de P&D estudado. Com o intuito de testar e verificar a aderência do processo proposto, decidiu-se aplicá-lo em um Instituto Público estadual de pesquisa agropecuária e extensão rural do Brasil. Essa aplicação inicial durou oito horas e contou com a participação de cerca de 20 pesquisadores de diferentes programas de pesquisa e áreas de atuação do Instituto. É importante frisar que um facilitador, com experiência em TRM, atuou para auxiliar os pesquisadores durante as atividades.

Baseado nos resultados do estudo de caso e da aplicação, foi elaborada uma versão mais madura do *roadmap*, descrita a seguir.

4. Resultados

Através do planejamento estratégico, o Instituto definiu sua missão e objetivos, a partir dos quais foram estabelecidas as diretrizes estratégicas para a pesquisa e o desenvolvimento, que norteiam seu processo de gestão de projetos. Nos processos de pesquisa e de desenvolvimento, além das diretrizes estratégicas, fontes externas são consultadas para a identificação e seleção de projetos.

Como a gestão dos projetos de pesquisa e de desenvolvimento ocorre de forma linear, verificou-se desalinhamento e falta de integração entre os projetos. Esse desalinhamento e falta de integração causa uma série de implicações na execução dos projetos, especialmente ligadas à duplicidade de objetivos e dispêndio inadequado de esforços e de recursos.

Para a elaboração do *technology roadmap*, Phaal et al. (2004) sugerem a realização de workshops. As informações e orientações estratégicas utilizadas nestes workshops devem

atender orientações oriundas do planejamento estratégico e das diretrizes estratégicas. Dessa forma, conforme os autores, o TRM resulta de um processo de efetivação das informações e decisões previamente existentes na organização.

Nos *workshops*, cujo número pode variar de acordo as circunstâncias e necessidades, é realizado o planejamento dos processos de pesquisa, de desenvolvimento e de difusão, envolvendo as seguintes etapas e ações, conforme propõem Phaal et al. (2004):

- i. análise e discussão das diretrizes estratégicas;
- ii. avaliação do contexto: (a) projetos em andamento; (b) projetos concluídos; (c) lições aprendidas.
- iii. identificação de novos projetos;
- iv. construção do portfólio de projetos;
- v. gestão do portfólio de projetos; seleção e balanceamento de projetos de pesquisa e de desenvolvimento;
- vi. definição dos *milestones* (marcos) dos projetos; e
- vii. elaboração do *roadmap*.

Os *workshops* devem ocorrer de forma conjunta, contando com participação de atores dos dois processos, ou seja, da pesquisa e do desenvolvimento, além dos gestores das áreas. Importante, também, o envolvimento de participantes externos em alguns momentos, especialmente nas etapas i, ii e iii, acima. Os *workshops* podem ser realizados, também, para cada um dos processos, ou mesmo podem ser conjuntos até uma determinada fase do processo e, a partir daí, ocorrerem separadamente.

A seguir, serão detalhados os conteúdos analisados em cada um dos workshops - de pesquisa, de desenvolvimento e de difusão:

1. **Workshop de pesquisa:** análise das oportunidades científicas e tecnológicas relacionadas às diferentes linhas de pesquisa e atuação do Instituto. Para tanto, utilizam-se estudos de prospecção tecnológica para analisar a evolução das tecnologias exploradas pelos pesquisadores. Complementarmente, podem ser realizadas análises da evolução das demandas sociais, mudanças institucionais e políticas que podem demandar novas tecnologias ou desenvolvimento científicos. Essas análises devem culminar em uma lista de oportunidades.
2. **Workshop de desenvolvimento:** análise das pesquisas científicas e tecnológicas conduzidas com o intuito de identificar oportunidades de novas tecnologias ou produtos. Análise e priorização das oportunidades segundo a estratégica definida no planejamento estratégico do Instituto. Levantamento de outras oportunidades e demandas de desenvolvimento de produtos e tecnologias dos diferentes clientes do Instituto, tais como agricultores, governo e outros atores sociais.
3. **Workshop de difusão:** definição dos instrumentos e canais adequados para difundir os resultados dos projetos de pesquisa e desenvolvimento. Entre tais canais constam: licenciamento de patentes e tecnologias; transferência de conhecimentos e tecnologias; *spin-offs* – organizações criadas para explorar as tecnologias desenvolvidas pelo Instituto.

No caso em estudo, a realização dos *workshops* envolveu a área de planejamento do Instituto, com envolvimento direto das diretorias e gerências técnicas, contando com a participação de analistas de projetos, coordenadores de programas, líderes de projetos, pesquisadores e difusores, entre outros.

Dentre os diferentes tipos de formatos de *roadmaps*, o de múltiplas camadas é o tipo mais comum, constituído por camadas e subcamadas, que para este estudo caso são representadas pelos projetos de pesquisa, projetos de desenvolvimento, difusão e recursos. Este modelo de *roadmap* possibilita estruturar e visualizar a evolução de cada camada a ser explorada, assim como a relação entre as camadas, facilitando a integração e o alinhamento entre os diferentes tipos de projetos, sua difusão e com os recursos da organização, proporcionando uma melhor governança entre os diferentes tipos de projeto e as diretrizes estratégicas da organização.

Com base nos dados e informações do estudo de caso, que contou com a participação dos envolvidos no processo de planejamento e execução dos projetos, foi elaborada a Figura 5, que apresenta o *roadmapping* de integração e alinhamento dos projetos de pesquisa e de desenvolvimento executados pelo Instituto em estudo, mostrando sua importância para uma melhor adequação das diretrizes institucionais e dos projetos executados.

O *roadmap* proposto é formado por quatro camadas, num horizonte temporal, que representam:

1. **Difusão:** camada que representa a forma como os resultados são difundidos;
2. **Projetos de desenvolvimento:** compreende o processo de execução dos projetos de desenvolvimento, em que são consideradas implicações como: (i) onde se pretende ir?; (ii) onde se está agora?; e (iii) como se pode chegar lá?
3. **Projetos de pesquisa:** camada que abrange os processos de execução dos projetos de pesquisa e os fatores relacionados, que igualmente procura atender as implicações listadas no item 2, acima;
4. **Recursos:** a camada inferior envolve os recursos, como infraestrutura, recursos humanos, financeiros, entre outros, que devem ser disponibilizados e integrados (*know-how*) para que os projetos possam ser desenvolvidos da melhor forma.

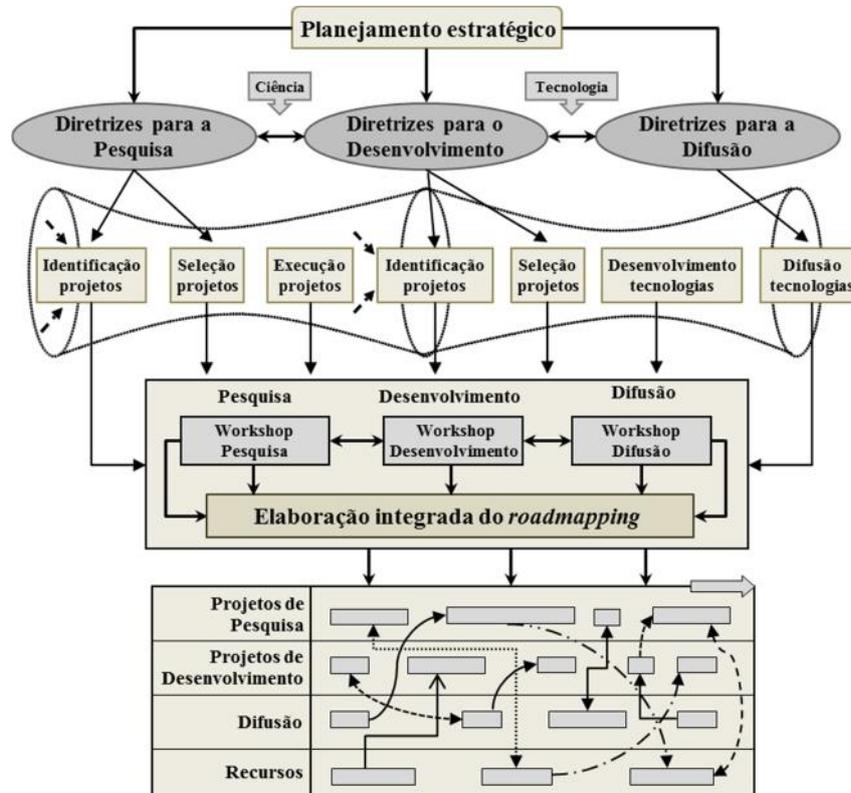


Figura 5: *Roadmapping* de alinhamento e integração de projetos de pesquisa e de desenvolvimento

5. Conclusões

A partir dos resultados deste artigo, pode-se assinalar que o *roadmapping* constitui método apropriado e flexível para o alinhamento e integração de projetos de pesquisa e de desenvolvimento, notadamente para explorar os vínculos entre o planejamento estratégico, as diretrizes de P&D e a seleção dos projetos de pesquisa e de desenvolvimento de Institutos de Pesquisa e Desenvolvimento.

É razoável, também, apontar que o processo de *roadmapping* atende distintas necessidades no sentido de aperfeiçoar os processos de planejamento e gestão da P&D, especialmente quanto ao alinhamento e integração dos projetos, fator relevante para Institutos Públicos de Pesquisa e Desenvolvimento.

Das necessidades identificadas, pode-se assinalar as seguintes como oportunidades para implementação do *roadmapping* em IPD's:

- i. elaboração de planos de gestão de projetos de P&D;
- ii. aprimoramento continuado do processo de planejamento e gestão de projetos;
- iii. estabelecimento de metas mais adequadas e viáveis;
- iv. utilização mais ordenada e criteriosa dos recursos humanos, financeiros, gerenciais e patrimoniais; e
- v. verificação de pontos de estrangulamento entre os dois tipos de projetos e suas possibilidades de correção, entre outros.

Em função ao esforço e tempo necessários à construção de *roadmappings*, é primordial a participação de todos os atores envolvidos nos projetos, além de contar com a liderança e o apoio dos gestores. Liderança e apoio que, igualmente, devem ser compartilhadas com o grupo que vai implementar e gerenciar o *roadmap*.

De acordo com Merquior (2007), enquanto algumas empresas aplicam o método *roadmapping* somente para casos específicos, outras o têm utilizado como parte de suas estratégias e processos de planejamento. Entretanto, o *roadmapping* pode se constituir em fator integrador entre processos distintos de uma organização, como é o caso dos projetos de pesquisa e de desenvolvimento em Institutos Públicos. Isto através da integração das necessidades e demandas externas e das competências institucionais para o desenvolvimento de projetos que venham a atender estas demandas, em consonância com as diretrizes estratégicas dos IPD's. Para que isso aconteça, de acordo com Merquior (2007), devem ser considerados alguns pontos chave, entre os quais se incluem questões relativas à decisão sobre onde as fronteiras do processo de *roadmapping* devem terminar, para qual extensão o método deve ser adotado e como integrá-lo com outros sistemas e processos.

A aplicação do processo proposto mostrou que o *roadmap* pode ajudar a integrar conhecimento e experiências dispersas entre os diferentes grupos de pesquisa. Além de promover a sinergia, os *workshops* criam um ambiente para análise e investigação de como pesquisadores podem efetivamente integrar seus esforços em pesquisa e desenvolvimento, visando gerar mais valor para a sociedade. Um importante desafio é a necessidade de elaboração de estudos prospectivos relacionados às áreas de tecnologia explorada pelos pesquisadores. Durante a aplicação, ficou evidenciado que a ausência de tais estudos dificulta a definição de projetos de maior fôlego e de inovação mais radical, associados às áreas emergentes de conhecimento e mudanças sociais e institucionais mais estruturais. As

linhas de pesquisa que não detinham tais estudos acabaram focando na evolução incremental de seus portfólios de tecnologia e pesquisa.

De forma complementar, é importante destacar que o *workshop* de difusão cria uma oportunidade para pesquisadores definirem estratégias de transferência do conhecimento. No caso em estudo, foi possível perceber que as estratégias mais utilizadas eram a transferência de conhecimento e licenciamento de tecnologias. No entanto, o *workshop* permitiu os pesquisadores considerarem outras possibilidades, como a criação de *spin-offs*. Além disso, a participação de outros atores como escritórios de transferência de conhecimento e clientes (agricultores, empresas de tecnologia, fornecedores, entre outros), pode contribuir para facilitar na definição das estratégias mais adequadas para a difusão dos resultados dos projetos de pesquisa e desenvolvimento.

Pode-se concluir, assim, que o *technology roadmap* se constitui em método adequado para a elaboração de *roadmappings* em Institutos Públicos de Pesquisa e Desenvolvimento. Isto, por possibilitar uma apropriada seleção de projetos de P&D, de forma integrada e alinhada, permitindo a obtenção de melhores resultados na sua execução, com vistas ao atendimento da missão e objetivos institucionais.

6. Referências bibliográficas

BIAZZO, S. Approaches to business process analysis: a review. **Business Process Management Journal**, v. 6, n. 2, p. 99-112, 2000.

BLUMSTEIN, C.; SCHEER, R.; WIEL, S. Public interest research and development in the electric and gas utility industries. **Utilities Policy**, v. 7, n. 4, p. 191-199, 1999.

BRAUNSCHWEIG, T.; JANSSEN, W.; RIEDER, P. Identifying criteria for public agricultural research decisions. **Research Policy**, v. 30, n. 5, p. 725-734, 2001.

BRYMAN, A. **Research Methods and Organization Studies**. London: Routledge, 1989.

BRYMAN, A; BELL, E. **Business Research Methods**. 2nd ed. New York, Oxford University Press, 2007.

CLARK, K. B.; WHEELWRIGHT, S. C. **Managing new product and process development: text and cases**. New York: The Free Press, 1993.

COOPER, R. G.; EDGETT, S. J.; KLEINSCHMIDT, E. J. New Product Portfolio Management: Practices and Performance. **Journal of Product Innovation Management**, v. 16, n. 4, p. 333-351, 1999.

COOPER, R. G. Third-Generation New Product Processes. **Journal of Product Innovation Management**, v. 11, n. 1, pp. 3-14, 1994.

EISENHARDT, K. M. Building theories from case study research. **Academy of Management Review**, v. 14, n. 4, p. 532-550, 1989.

ETZKOWITZ, H. The second academic revolution and the rise of entrepreneurial science. **IEEE Technology and Society Magazine**, 22 (2), p 18-29, 2001.

ETZKOWITZ, H; SPIVACK, R. N. Networks of Innovation: Science, Technology and Development in Triple Helix Era. **Technology Analysis & Strategic**, v. 13, n. 4, 2001.

GHASEMZADEH, F.; ARCHER, N. P. Project Portfolio Selection through Decision Support. **Decision Support Systems**, v. 29, p. 73-88, 2000

GOMES, L. A. V.; SALERNO, M. S. **Modelo Integrado de Processo de Desenvolvimento de Produto e de Planejamento Inicial de Spin-Offs Acadêmicos**. In: XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2008, Rio de Janeiro. A Integração de Cadeias Produtivas com a Abordagem da Manufatura Sustentável, 2008. v. CD-ROM.

GOMES, R. **Pesquisa & Desenvolvimento de Interesse Público e as Reformas no Setor Elétrico Brasileiro**. 2003. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Engenharia Mecânica, Planejamento de Sistemas Energéticos, Unicamp, Campinas, 2003.

GONSALVES, J., T. et al. (Eds.). **Participatory Research and Development for Sustainable Agriculture and Natural Resource Management**. Agriculture and Natural Resource Management: A Sourcebook: Understanding Participatory Research and Development. International Potato Center-Users' Perspectives with Agricultural Research and Development. Laguna, Philippines and International Development Research Centre, Ottawa, Canada. V. 1. 2005.

HESS, S. W. Swinging on the branch of a tree: project selection applications. **Interfaces**, v. 23, n 6, p. 5-12, Nov./Dec., 1993.

KOSTOFF, R. N.; SCHALLER, R. R. Science and technology roadmaps. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v. 48, n. 2, p. 132-143, 2001.

LEE, S. et. al. Technology roadmapping for R&D planning: The case of the Korean parts and materials industry. **Technovation**, v. 27, p. 433-445, 2007.

LIMA, S. M. V. et al. **Projeto QUO VADIS: o futuro da pesquisa agropecuária brasileira**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 451p.

MASTIC- MALAYSIAN SCIENCE AND TECHNOLOGY INFORMATION CENTRE. Disponível em

http://www.mastic.gov.my/portals/mastic/publications/R_DSsurvey/98/chapp1.pdf.
Consulta em 21/09/2009.

MARCOVITCH, J.; VASCONCELLOS, E. Técnicas de planejamento para Instituições de Pesquisa e Desenvolvimento. **Revista de Administração**, v. 12, n. 1, p. 61-78, abr./jul., 1977.

MERQUIOR, D. M. Gestão de Inovações e Tecnologia: *Roadmap* de tecnologia. **PADECEME**, Rio de Janeiro, n. 16 p. 34-44, 3º quadr., 2007.

MICHAEL R. **Practical Guide to Research and Development Tax Incentives: Federal, State, and Foreign**. 2nd ed.; CCH Wolters Kluwer Publications, 2007.

OCDE. **Manual de Oslo**. 3ª Rev. Brasília – DF: FINEP, 2005.

OCDE. **Frascati Manual**: Proposed Standard Practice for Surveys on Research and Experimental Development. Paris, 2002.

PHAAL, R.; FARRUKH, C.; PROBERT, D. **Developing a technology roadmapping system**. In: *Technology Management: a unifying discipline for melting the boundaries*, T. R. Anderson, D. F. Kocaoglu, and T. U. Daim, Eds. Portland: PICMET, 2005.

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

PHAAL, R.; MULLER, G. An architectural framework for roadmapping: Towards visual strategy. **Technological Forecasting & Social Change**, v. 76, n. 1, p. 39-49, jan., 2009.

RIPA - Rede de Inovação e Prospecção Tecnológica para o Agronegócio. **Cenários do Ambiente de Atuação das Instituições Públicas e Privadas de PD&I para o Agronegócio e o Desenvolvimento Rural Sustentável: Horizonte 2023**. São Carlos (SP): RIPA, 2008.

ROSENBERG, N. **Inside the Black Box**: Technology and Economics. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1982.

ROZENFELD, H. et al. **Modelo de referência para o desenvolvimento integrado de produtos**. In: XVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Anais. São Paulo: Abepro, 1997.

SCHMIDT, J. B. et al. Exploring New Product Development Project Review Practices. **Journal of Product Innovation Management**, v. 26, n. 5, p. 520–535, set. 2009.

TIAN, Q. et al. **An Organizational Decision Support Approach to R&D Project Selection**. 35th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS'02), V. 8, 2002.

VOSS, C. et al. Case Research in Operations Management. **International Journal of Operations and Production Management**, v. 22, n. 2, p. 195-219, 2002.