

ESTRATÉGIA DE INTEGRAÇÃO ENTRE TECNOLOGIA E PRODUTO: IDENTIFICAÇÃO DE ATIVIDADES CRÍTICAS NO PROCESSO DE INOVAÇÃO

Mauro Caetano

Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade de São Paulo – USP

Professor da Faculdade de Administração, Ciências Contábeis e Economia – FACE, e do Mestrado em Agronegócios - PPAGRO / Universidade Federal de Goiás – UFG

maurocaetano1912@gmail.com

Juliana Sayuri Kurumoto

Doutoranda em Engenharia de Produção pela Universidade de São Paulo – EESC/USP

juliana_sayuri@msn.com

Daniel Capaldo Amaral

Doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade de São Paulo – USP

Professor do Departamento de Engenharia de Produção da Escola de Engenharia de São Carlos – EESC da Universidade de São Paulo – USP

amaral@sc.usp.br

RESUMO

Promover a inovação se constitui em um dos maiores desafios das organizações, que buscam desenvolver tecnologias e integrá-las em produtos de sucesso comercial. Considera-se nesse estudo que essa integração entre tecnologia e produto apresenta-se como o resultado de um processo de desenvolvimento de tecnologia (PDT) que deve ser utilizado em um processo de desenvolvimento de produto (PDP). Sendo assim, para o gerenciamento da inovação, torna-se indispensável identificar quais as atividades necessárias, em ambos os processos, para garantir que essa integração ocorra. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho constitui-se na identificação de quais as atividades que são consideradas críticas para a integração entre tecnologia e produto. Para tanto, foi realizada uma revisão bibliográfica para identificar as atividades tanto do PDT quanto do PDP, bem como um estudo de caso em uma empresa de nanotecnologia, a partir de um projeto inovador e de sucesso no mercado, para se identificar quais daquelas atividades identificadas na literatura foram críticas para essa integração. Essa abordagem metodológica caracteriza o estudo como exploratório, cujas implicações teóricas são embasadas por dados empíricos. A análise dos resultados demonstrou que a realização de pesquisas de mercado, participação em feiras do setor e realização de constantes contatos com o cliente, durante o desenvolvimento da tecnologia, foram fundamentais para a integração. Com isso, sugere-se a realização de pesquisas que possibilitem o desenvolvimento de um modelo teórico completo, com fases e decisões, que possa auxiliar as organizações no gerenciamento do seu processo de inovação.

Palavras-chave: Gestão da inovação; Processo de desenvolvimento de produto; processo de desenvolvimento de tecnologia.

This is an Open Access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>).

1 INTRODUÇÃO

Promover a inovação implica desenvolver tecnologias que possam ser integradas em produtos e estes, por sua vez, cheguem até o mercado. Essa integração, que pode ser realizada a partir das necessidades do mercado ou das competências internas das empresas, demanda a realização de atividades específicas tanto no desenvolvimento da tecnologia quanto no desenvolvimento do produto. Identificar e realizar essas atividades torna-se, dessa forma, um fator operacional na promoção da inovação.

A inovação, segundo Garcia e Calantone (2002), constitui-se na combinação entre o desenvolvimento de uma invenção e a sua introdução no mercado, de modo a atender às necessidades dos clientes. Nobelius (2004), porém, aponta que uma das principais dificuldades para a gestão da inovação é justamente a transformação de trabalhos de pesquisas em produtos comerciais, como a conversão da invenção em inovação, ou então, como no foco deste trabalho, incorporar uma nova tecnologia desenvolvida em um novo produto. Algumas dessas dificuldades advêm de problemas de comunicação interna e externa à empresa, das barreiras culturais existentes, da utilização de processos inapropriados e métodos que não necessariamente são estruturados por tecnologias superiores e maduras. Tais dificuldades demandam uma gestão eficaz do processo de inovação (Nobelius, 2004; Schulz, Clausing, Fricke, & Negele, 2000).

Por processo de inovação tem-se uma divisão de três partes distintas em subprocessos paralelos, sendo o desenvolvimento de tecnologia (ou pesquisa aplicada), o desenvolvimento de produto e a produção (Lakemond, Johansson, Magnusson, & Safsten, 2007). O desenvolvimento de tecnologia, segundo Nobelius (2004), constitui-se em um trabalho que objetiva a construção do conhecimento e/ou desenvolvimento de soluções tecnológicas, enquanto o desenvolvimento de produto objetiva o lançamento de certo produto no mercado. Ambos possuem características de atividades distintas, o que implica formas diferentes de gestão, monitoramento, bem como métodos e ferramentas (Nobelius, 2004). Portanto, as atividades de desenvolvimento tanto da tecnologia quanto do produto devem ser integradas para a redução de riscos e incertezas na gestão da inovação.

Tornar a gestão da inovação eficiente implica otimizar a integração entre o como fazer (tecnologia) e o que fazer (produto). Vários modelos existentes na literatura apenas apresentam atividades que devem ser realizadas no processo de desenvolvimento de tecnologia e no processo de desenvolvimento de produtos, entretanto, poucos deles abordam a integração entre a tecnologia e o produto, principalmente no que tange às características das pequenas empresas de base tecnológica, tampouco apresentam casos práticos.

Portanto, para que a gestão do processo de inovação seja eficiente é necessário que as diferenças entre o desenvolvimento de tecnologia e o desenvolvimento de produto sejam claras para as organizações. O conhecimento de tais diferenças resultará em uma melhor comunicação entre cientistas e gestores, melhoria na gestão de recursos de P&D e melhor eficiência na gestão dos riscos associados às novas tecnologias e produtos (Eldred & McGrath, 1997a; Lakemond et. al., 2007).

Nesse sentido, a partir de levantamentos realizados na literatura que subsidiaram a construção de um modelo teórico de integração entre tecnologia e produto, bem como de um estudo de caso prático de integração, o objetivo do presente trabalho constitui-se em adotar esse modelo teórico como base e analisar as implicações práticas da integração para, dessa forma, identificar quais as atividades críticas teórico/práticas para que a integração entre produto e tecnologia ocorra na gestão da inovação.

Os resultados deste trabalho podem contribuir tanto para a gestão da inovação nas empresas quanto para a orientação de novas pesquisas sobre o tema que possam subsidiar o desenvolvimento de um modelo de processo de inovação completo.

2 PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIA

O desenvolvimento tecnológico se constitui em um elemento desafiador para muitas organizações, principalmente no que se refere à gestão. Diversas dificuldades podem surgir quando não há um gerenciamento adequado. Isso acontece, segundo Eldred e McGrath (1997a), porque gestores e técnicos subestimam o tempo e os esforços necessários para desenvolver e utilizar novas tecnologias. Como resultado, as tecnologias são inseridas prematuramente no processo de desenvolvimento de produto.

Por tecnologia entende-se os elementos tangíveis, como máquinas e equipamentos, e elementos intangíveis, como o conhecimento, que estão relacionados ao estabelecimento de condições favoráveis para o desenvolvimento de produtos (Kurumoto, Caetano, & Amaral, 2007). Esses elementos tratam do **saber fazer** e do **como fazer**, que se constituem na tecnologia necessária para se desenvolver determinado produto – **o que fazer**.

Cooper (2006) e Sheasley (2000) definem o desenvolvimento de uma nova tecnologia como o processo de conversão de ideias em plataformas tecnológicas. Trata-se de um processo composto de um conjunto de atividades de aquisição de conhecimento que servirá de base para o desenvolvimento de um novo produto ou um novo processo. Para Kaplan e Tripsas (2008) a tecnologia não é apenas o conhecimento empregado na elaboração de um produto, mas também inclui a manifestação física desse

conhecimento incorporado em um artefato físico, como atividade de confecção de um protótipo, uma bancada de teste e outros artefatos.

Projetos de tecnologia caracterizam-se pelo alto grau de risco e inúmeras incertezas, tornando-se vulneráveis a erros durante o seu desenvolvimento. Eles podem resultar em perdas significativas de recursos, havendo, portanto, a necessidade de uma estrutura de gestão diferenciada daquela utilizada no desenvolvimento de produtos. As atividades realizadas durante o PDT possuem características particulares que não necessariamente possuem resultados mensuráveis.

Para reduzir esses riscos e incertezas de projetos inovadores e auxiliar a gestão, Cooper (2006) propõe a realização de diversas atividades ao longo do desenvolvimento da tecnologia, pois há um ordenamento entre elas que possibilita uma melhor gestão do processo. Desse modo, pode-se considerar o desenvolvimento de tecnologia como um processo que, segundo Davenport (1993), se constitui na ordenação específica das atividades de trabalho no tempo, com um começo e um fim, *inputs e outputs* definidos.

A solução para melhorar a gestão das empresas, de acordo com a literatura, constitui-se no emprego de modelos de referência para o PDT. Dentre eles foram identificados os de Clark e Wheelwright (1993), Clausing (1993), Cooper (2006) e Creveling, Slutsky e Antis (2003). Um conjunto com cerca de 30 atividades são apresentadas neste trabalho a partir dos modelos propostos por esses autores, que foram selecionados por tratarem em seus modelos tanto do desenvolvimento da tecnologia como do desenvolvimento de produtos. A grande maioria das atividades é comum aos modelos apresentados pelos autores, porém, nessas atividades similares, há diferenças no que se refere às fases do PDT.

3 PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO

Por PDP, de acordo com Clark e Fujimoto (1991), entende-se um conjunto de atividades que transformam dados sobre oportunidades de mercado e possibilidades técnicas em bens e informações para a fabricação de um produto comercial, o que requer uma gestão eficiente que contemple tanto a voz do consumidor – necessidades do mercado –, quanto à voz da tecnologia – capacidade produtiva da organização.

Clark e Wheelwright (1993) descrevem, através do modelo denominado funil, que os projetos a serem desenvolvidos, que culminarão em produtos, passam por **filtros** que consideram tanto as necessidades de mercado como as condições tecnológicas na qual a empresa se encontra. Os autores

consideram que o desenvolvimento de produtos está atrelado à gestão de portfólio de projetos da empresa, sendo executados aqueles projetos que possuem maiores condições de chegarem até o mercado. Dessa forma, o desenvolvimento de produtos está intrinsecamente relacionado ao desenvolvimento de tecnologia e deve haver uma correta relação entre ambos para que haja a integração da tecnologia no produto.

Desde as primeiras definições, propostas por esses autores, vários modelos para apoiar o desenvolvimento de produtos podem ser encontrados na literatura. Os textos clássicos de gestão de desenvolvimento de produto apresentam diferentes modelos de fases e decisões, como também apresentam Baxter (1998), Clark e Wheelwright (1993), Clausing (1993), Cooper, Edgett e Kleinschmidt (1998), Pugh (1978), Rozenfeld et al. (2006) e Ulrich e Eppinger (1995).

Parte dessas propostas surgiu a partir da tradição de pesquisas em design e engenharia que focam o desenvolvimento do produto, como os trabalhos de Baxter (1998), Clark e Fujimoto (1991) e Pugh (1978). Já os modelos mais bem analisados neste trabalho foram os de Clark e Wheelwright (1993), Clausing (1993), Cooper (2006) e Creveling et al. (2003), selecionados por abordarem tanto os aspectos de desenvolvimento de produto como de desenvolvimento da tecnologia, sendo identificadas cerca de 40 atividades para o PDP propostas pelos autores.

4 INTEGRAÇÃO ENTRE TECNOLOGIA E PRODUTO

O termo integração é utilizado por diversas áreas do conhecimento, principalmente pela literatura de negócios, como, por exemplo, a integração entre universidade e empresa, cliente e fornecedor, entre outros. No contexto da inovação, uma preocupação importante, e mais recente, refere-se à integração entre tecnologia e produto que visem à promoção da inovação, tanto incremental quanto radical, como apontado em alguns trabalhos específicos relacionados ao tema.

Um dos estudos mais relevantes identificados neste trabalho foi o de Iansiti (1998), que define integração como a interação entre as atividades da função Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) das empresas com a função Desenvolvimento de Produto. Trata-se, portanto, da transferência da tecnologia desenvolvida durante a realização de pesquisas, que resultem em inovações, para as etapas do desenvolvimento de produto.

Na condução das suas pesquisas, porém, o autor avança para uma definição mais específica, cujo foco é o conhecimento. O autor argumenta que a principal dimensão para a integração entre tecnologia e produto se constitui no conhecimento. Segundo ele, haverá integração se o conhecimento

gerado pela área de P&D for aplicado no novo produto. Portanto, no seu trabalho prático, o autor avalia a integração como o resultado do ciclo geração do conhecimento, retenção do conhecimento e aplicação do conhecimento (Iansiti, 1998).

Já Drejer (2002) define integração entre tecnologia e produto partindo do conceito mais geral do termo, que se embasa na definição do dicionário apontando a integração como a junção de duas partes distintas. No caso da integração entre tecnologia e produto, o autor afirma que os objetos integrados são o desenvolvimento de produto e tecnologia, os quais, por sua vez, são entendidos como áreas de decisão diferentes e compatíveis entre si. Para defini-la melhor, o autor considera a existência de três diferentes dimensões da integração, sendo elas a dimensão atividades, dimensão horizonte de tempo e a dimensão aspectos. Essa última dimensão trata de questões organizacionais, como as decisões de integração que estão relacionadas tanto ao tempo de desenvolvimento de tecnologia e produto como as atividades e recursos existentes em cada um desses processos.

Os trabalhos de Iansiti (1998) e Drejer (2002) são os mais profundos em termos de pesquisa de campo identificados na literatura. A definição de Iansiti (1998) aborda um dos aspectos mais importantes da integração, o conhecimento. Já o trabalho de Drejer (2002) tem como aspecto positivo a consideração do desenvolvimento de tecnologia e de produto como a compatibilização de decisões, facilitando pensar-se em métodos gerenciais que aprimorem a integração. Outra vantagem deste último autor está relacionada às dimensões de integração apresentadas, pois o desenvolvimento de tecnologia e de produto pode ser integrado a partir de diferentes pontos de análise.

As duas definições, porém, não consideram bem a questão dos processos de negócio. Iansiti (1998) trata o P&D e o desenvolvimento de produto como áreas funcionais. Já Drejer (2002) não se aprofunda nesse aspecto, apesar de tratar de atividades e pessoas necessárias para a integração. Há outros autores, como Johansson, Magnusson, Säfsten e Lakemond (2006) e Schulz et al. (2000) que, apesar de não apresentarem estudos aprofundados acerca da integração, consideram-na em seus trabalhos. Em ambos a integração é vista como o conjunto de atividades que impactam o desenvolvimento de produtos, seja através da estratégia de integração, seja através das técnicas de produção.

A integração entre tecnologia e produto pode ser orientada por duas diferentes estratégias. De acordo com Cooper et al. (1998), tais estratégias são fundamentalmente diferentes em termos de filosofia e forma de aplicação, sendo elas a *top-down*, em que há uma definição clara de onde serão alocados os recursos de acordo com projetos específicos e resultados previamente determinados, e a *bottom-up*, em que os projetos são iniciados com uma atratividade relativa e incorporados gradativamente aos critérios estratégicos da organização, não havendo uma definição clara do novo

produto. Os autores também apresentam a estratégia híbrida, em que, a partir da priorização de diferentes projetos (*bottom-up*), a empresa adota aquele que está mais relacionado à missão e prioridades do negócio (*top-down*), adotando, assim, ambas as estratégias.

Essas estratégias, conforme Uchihira (2007) estão inter-relacionadas ao fluxo da análise do *roadmap* realizado pela empresa, sendo que na estratégia *bottom-up*, também caracterizada como *technology-push*, há uma investigação nos projetos buscando identificar diferentes capacidades que poderão guiar o desenvolvimento de produtos, como também propõem Caetano e Amaral (2011) em uma sistemática para o planejamento de tecnologias nessa estratégia. Já na *top-down*, também caracterizada como *market-pull* ou *requirement-pull*, parte-se do princípio de que um produto desejado pelo mercado demanda o desenvolvimento de determinadas tecnologias necessárias a essa aplicação. Além disso, Kostoff e Schaller (2001) apresentam também uma terceira estratégia, a *middle-up-down*, que se relaciona ao desenvolvimento da ciência direcionado a atender necessidades do mercado e acabam por contribuir para a diversidade de produtos que recebem uma aplicação secundária dessa tecnologia.

5 DIMENSÕES DA INTEGRAÇÃO

A integração entre o PDT e o PDP, conforme apontado por Eldred e McGrath (1997b), possui três elementos básicos, sendo: 1) Sincronização, em que a tecnologia só pode ser integrada ao produto quando estiver suficientemente disponível e os times de desenvolvimento iniciarem a concepção do produto; 2) Equalização da Tecnologia, envolve o levantamento de todos os aspectos técnicos de um novo produto, considerando tecnologias principais e de apoio necessárias para o desenvolvimento do produto. Essa dimensão tem por objetivo avaliar todo o esforço antecipado do desenvolvimento do produto em relação ao seu conteúdo tecnológico e verificar se existem potenciais áreas com problema técnico; 3) Gestão de Transferência Tecnológica, que envolve o time de transição composto por diversas pessoas de áreas distintas e com responsabilidades e regras bem definidas. Esse time cria um plano de transição concentrado na transferência da tecnologia principal para o desenvolvimento de produto, o levantamento e análise dos aspectos técnicos do produto.

O trabalho de Iansiti (1998) analisa a integração a partir de uma única dimensão, o conhecimento. Ele busca analisar o ciclo geração, retenção e aplicação de conhecimento. A primeira etapa do ciclo, a geração do conhecimento, influencia a qualidade da escolha das tecnologias, pois, segundo o autor, quanto mais se conhece sobre as possibilidades tecnológicas, maior a influência no

contexto de aplicação (produto, manufatura e serviços), melhor será o desempenho da tecnologia que está sendo desenvolvida. Uma das maneiras para realizar isso se constitui na utilização de conhecimentos que foram explicitados. A segunda etapa do ciclo, retenção do conhecimento, trata do complemento do conhecimento gerado pela experimentação por meio do conhecimento tácito, como aquele adquirido pelos indivíduos através das suas experiências individuais, que são utilizados durante a integração. A última etapa do ciclo, aplicação do conhecimento, trata da aplicação do conhecimento retido e gerado com as experiências individuais na integração entre tecnologia e produto.

Por se tratar de um elemento pessoal, o conhecimento é um aspecto complexo. O conhecimento pode se perder quando da renovação de quadros de funcionários, por exemplo. Portanto, para haver uma integração eficiente, torna-se necessária uma estrutura organizacional capaz de incentivar os colaboradores a trocar experiências e criar uma cultura organizacional que insira e dissemine a gestão do conhecimento.

Drejer (2002) identifica três dimensões da integração: aspectos, tempo e atividades. A dimensão aspectos está relacionada à estrutura organizacional, mais precisamente às áreas organizacionais que compõem a empresa, como, por exemplo, vendas, produção, logística, entre outras. Segundo o autor, cada uma delas possui uma visão sobre a tecnologia e deve-se buscar uma visão comum de forma a alcançar o objetivo final no atendimento às necessidades dos clientes. A dimensão atividades é considerada como um conjunto de tarefas realizadas pelos departamentos. A atividade de desenvolver produto é realizada pela função de marketing e P&D, enquanto desenvolver tecnologia pode ser dispersa por toda a organização em todas as unidades funcionais. Por fim, a dimensão horizonte de tempo está relacionada com o ciclo de vida do desenvolvimento de tecnologia e de produto. Essa dimensão visa à coerência entre a disponibilidade de recursos e a necessidade de comprometimento com o mercado, pois é necessário que a tecnologia ou o produto estejam prontos no seu devido tempo para serem usados.

Nobelius (2004) apresenta outras três dimensões da integração: 1) Sincronização Estratégica e Operacional. A primeira refere-se à combinação entre estratégias de tecnologia e estratégias de produto, relacionadas ao planejamento de tecnologia e de produto, bem como os fatores que impedem o sucesso do desenvolvimento da tecnologia e do produto no tempo apropriado para comercialização. Já a Sincronização Operacional tem como objetivo a avaliação e a decisão sobre os critérios que validarão a prontidão (maturidade) da tecnologia; 2) Transferência de Escopo, que se refere ao conhecimento gerado pelo PDT que será transferido para o PDP como informação geral e específica, *hardware*, procedimentos ou práticas e; 3) Gestão de Transferência, relacionados aos recursos providos conjuntamente pela pesquisa aplicada e desenvolvimento de produto, abrangendo fatores

humanos, por exemplo, transferência de equipes, fatores organizacionais que estão relacionados à rotatividade de pessoas nos departamentos, além de procedimentos como uma seleção interna na contratação de pessoal com determinada experiência para uma função específica.

Para que fosse possível construir um modelo teórico de integração a ser utilizado nesse trabalho, a partir dos modelos de PDT e PDP identificadas na literatura, foi selecionada para análise a dimensão atividades, proposta por Drejer (2002), considerando que um processo se constitui em um conjunto de atividades organizadas entre si de forma contínua e com objetivos atualizados periodicamente (Rozenfeld et al., 2006).

6 ABORDAGEM METODOLÓGICA

Para compreender de forma aprofundada a integração entre tecnologia e produto no contexto das organizações, optou-se pela utilização da abordagem de pesquisa qualitativa e exploratória (Gil, 2007). Essa abordagem se fez necessária para entender os processos de desenvolvimento de tecnologia e de produto utilizados na prática por uma empresa, o que permitiu realizar uma transposição entre os limites existentes nas teorias e construir um modelo teórico para a análise de um caso real de inovação. Para tanto, foi realizada uma pesquisa bibliográfica acerca dos modelos de desenvolvimento de tecnologia, de produto e das dimensões da integração, bem como um estudo de caso que pudesse servir de base para a análise teórico-empírica do estudo.

O estudo de caso foi adotado por permitir, de acordo com Yin (2001), uma análise profunda de um objeto de estudo à luz da teoria. Além disso, pelo fato do tema ainda ser pouco explorado pela literatura, o estudo de caso foi adequado na busca de um aprofundamento no conhecimento acerca de um problema não suficientemente definido, como é o caso da identificação de quais as atividades fundamentais para a integração entre tecnologia e produto (Miguel, 2007).

A empresa objeto de estudo é classificada como pequena empresa de base tecnológica (Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas de São Paulo [SEBRAE], 2001), que atua no setor de nanotecnologia e está há pouco mais de cinco anos no mercado nacional, desenvolvendo produtos para aplicação de revestimentos cerâmicos em diferentes superfícies de produtos, com finalidades diversas, como a antimicrobiana, barreiras contra corrosão, entre outras que são possíveis através dessa tecnologia.

Empregou-se a entrevista semiestruturada, predominantemente com questões abertas, como instrumento de coleta de dados para operacionalizar o trabalho. Para se ter uma visão ampla do PDT e

do PDP, realizou-se o estudo em duas etapas. Na etapa 1 foi realizado um diagnóstico da empresa, entrevistando-se os diretores e membros das diversas áreas funcionais. O objetivo foi conhecer as origens da empresa, o funcionamento dos processos de negócio, os principais projetos de desenvolvimento de produtos e tecnologia e os desafios enfrentados. Com essas informações em mãos foi possível escolher o projeto mais adequado para o estudo na etapa 2. Na segunda etapa foram realizadas entrevistas em profundidade com o diretor responsável pela área de pesquisa e desenvolvimento da empresa. O período para a realização dessas duas etapas se estendeu do início do segundo semestre de 2007 até o fim do primeiro semestre de 2008.

Na etapa 2 optou-se por estudar as atividades realizadas no processo de inovação de um produto que foi comercializado, possuindo uma tecnologia caracterizada como inovadora para o mercado nacional (Organisation for Economic Co-Operation and Development [OECD], 2005). O roteiro de entrevista empregado nesta etapa foi composto de quatro partes, a saber: 1) Caracterização do produto estudado; 2) Descrição das atividades realizadas a partir do contrato com o cliente até a entrega do produto; 3) Descrição das atividades realizadas para desenvolvimento da solução; 4) Descrição das atividades fundamentais para integração entre tecnologia e produto e; 5) Validação dos dados levantados. Sua aplicação durou cerca de duas horas, porém, visitas prévias também foram realizadas com o objetivo de conhecer melhor a empresa e realizar um diagnóstico dos seus processos de desenvolvimento, totalizando cerca de 120 horas de trabalho junto à empresa.

7 MODELO TEÓRICO DE INTEGRAÇÃO

Analisando os modelos de PDT e de PDP apresentados na literatura a partir das dimensões da integração, foram identificadas as principais atividades desses dois processos, que juntos compõem um processo de inovação mais amplo, conforme apresentado esquematicamente na Figura 1, que também contempla as estratégias de integração adotadas.

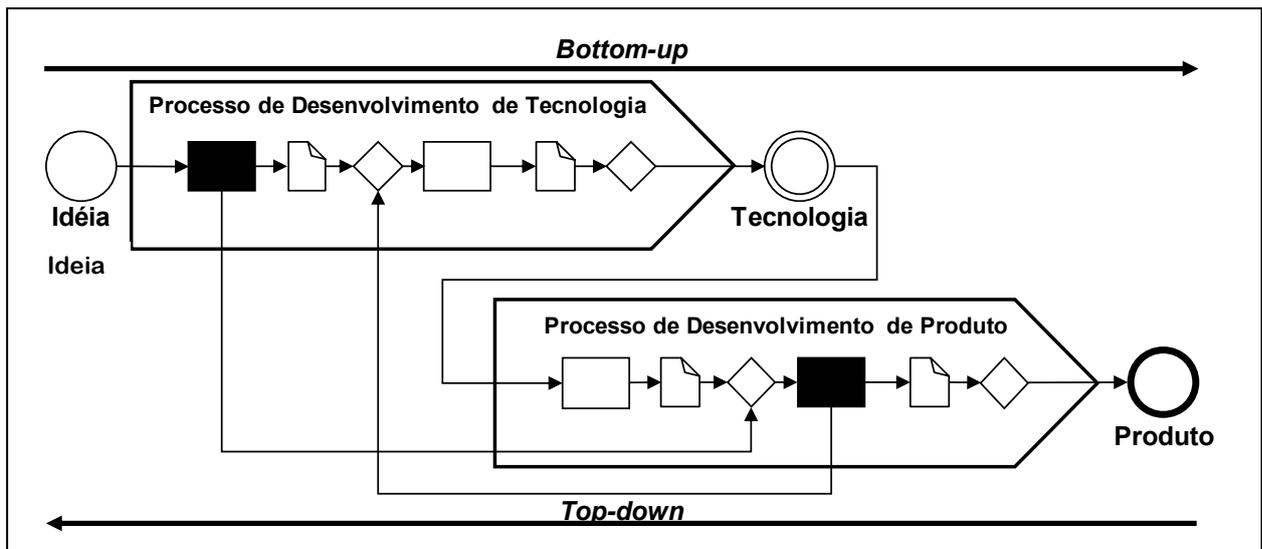


Figura 1 - Esquema de Integração Entre PDT e PDP no Processo de Inovação e Diferentes Estratégias, *bottom-up* e *top-down*.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Conforme apontado na Figura 1, dentre as atividades propostas para cada processo há aquelas que são críticas (representadas na figura de forma preenchida) para que haja a integração e, por isso, devem receber maior atenção por parte dos gestores. Os fluxos descritos como *bottom-up* e *top-down* se referem à estratégia adotada durante o processo de inovação, seja ele impulsionado tanto pelo desenvolvimento de uma tecnologia, que possa atender a um ou mais produtos, quanto pela necessidade específica de um ou mais produtos, respectivamente.

Dessa forma, tem-se a integração entre PDT e PDP como o conjunto de atividades realizadas em ambos os processos que possibilitem a compatibilidade entre a tecnologia e produto, de forma que a tecnologia desenvolvida no PDT seja aplicada no desenvolvimento de um ou mais produtos durante o PDP. Na sequência são apresentadas as atividades de cada um dos processos expostos na Figura 1.

7.1 Atividades do Processo de Desenvolvimento de Tecnologia

As principais atividades identificadas na literatura que devem ser realizadas no PDT são apresentadas no Quadro 1. Os autores utilizados como referência para o levantamento dessas atividades são Clark e Wheelwright (1993), Clausing (1993), Cooper (2006) e Creveling et al. (2003). Esses autores foram selecionados por apresentarem de forma pontual as atividades tanto do PDT quanto do PDP. Embora os autores apresentem as atividades necessárias no PDT, eles não apontam

quais delas são críticas para integração tampouco demonstram casos práticos de aplicação em pequenas empresas.

Algumas das atividades também foram agrupadas, pois, apresentadas por diferentes autores, referiam-se a atividades semelhantes, como a realização de pesquisas de patentes e a busca em bancos de patentes. Os autores também distribuem essas atividades em seus modelos por meio de fases, visto que as principais atividades estão associadas à geração da ideia, desenvolvimento do conceito, desenvolvimento da tecnologia, otimização e verificação. Essa distribuição não foi realizada neste trabalho, pois uma mesma atividade pode ser apresentada em fases diferentes nos modelos.

Definir planejamento estratégico da empresa;
Determinar estratégia tecnológica;
Identificar a voz da tecnologia (TRM) e a voz do consumidor (pesquisa de mercado)
Gerar ideia;
Elaborar escopo do projeto;
Mapear planos futuros;
Realizar pesquisas na literatura e em bancos de patentes;
Identificar a possibilidade da ideia em determinadas condições através de experimentos preliminares;
Identificar recursos necessários e soluções para as falhas identificadas;
Projetar plataformas de produtos;
Conduzir benchmarking de tecnologias disponíveis;
Desenvolver rede de parceiros;
Definir funcionalidades da nova tecnologia
Identificar o impacto da tecnologia na companhia;
Analisar documentos e gerar conceito de tecnologia;
Selecionar e desenvolver conceito superior de tecnologia;
Definir produtos comerciais e possibilidades de processos;
Definir arquitetura do sistema;
Utilizar modelos matemáticos que expressem a função ideal da tecnologia;
Desenvolver e testar protótipo;
Identificar impacto no mercado e na manufatura das possibilidades;
Preparar a implementação do <i>business case</i> ;
Identificar e avaliar parâmetros críticos;
Otimizar a tecnologia a partir dos seus parâmetros críticos;
Analisar fatores que podem resultar em plataformas;
Realizar e otimizar experimentos;
Desenhar uma plataforma;
Integrar os subsistemas e realizar testes de performance;
Definir critérios de seleção da tecnologia.

Quadro 1 - Atividades do Processo de Desenvolvimento de Tecnologia.

Fonte: Adaptado de Clark e Wheelwright (1993), Clausing (1993), Cooper (2006) e Creveling et al. (2003).

A análise desses modelos demonstra que Creveling et al. (2003) dão uma ênfase maior à tecnologia como se esta fosse um composto de diferentes componentes que os autores chamam de

sistema. Também Clark e Wheelwright (1993) consideram a tecnologia um sistema com uma arquitetura que deve ser detalhadamente determinada.

Clausing (1993) procura enfatizar as estratégias da empresa, propondo uma definição tanto da estratégia do negócio quanto da estratégia das tecnologias a serem desenvolvidas. O autor também propõe a realização da atividade de definição dos critérios de seleção da tecnologia, que está condicionada aos requisitos do produto a ser desenvolvido.

Um elemento incongruente que deve ser apontado nesse conjunto de atividades é que Cooper (2006) deixa bem claro em seu modelo a atividade de preparação do *business case*. O autor começa nesse momento a caracterizar a tecnologia como um negócio, tendo como base a atividade anterior de identificação dos impactos da tecnologia na organização e no mercado. Embora o autor não detalhe as tarefas presentes nessa atividade, acredita-se que essa seja uma atividade similar à elaboração de um **plano de negócios**, entretanto, o mesmo autor apresenta que projetos de tecnologia possuem um alto grau de risco e não devem ser gerenciado de modo tradicional, como, por exemplo, o projeto de um novo negócio.

7.2 Atividades do Processo de Desenvolvimento de Produto

O conjunto de atividades a serem realizadas durante o PDP, propostas também por Clark e Wheelwright (1993), Clausing (1993), Cooper (2006) e Creveling et al. (2003) em seus modelos, é apresentado no Quadro 2. Como no caso do PDT, os autores aqui também não apresentam quais delas são críticas para a integração. Algumas dessas atividades descritas são apresentadas por um ou mais autores e por isso foram agrupadas e também são distribuídas pelos autores em diferentes fases, descritas principalmente como desenvolvimento do conceito de produto, elaboração do escopo do projeto, preparação da produção, lançamento e pós-lançamento do produto.

Determinar estratégias e portfólio de produto;
Elaboração e detalhamento do escopo do projeto;
Determinar méritos técnicos e mercadológicos do projeto;
Realização de pesquisas preliminares para identificar e analisar as características do mercado, da tecnologia e do negócio; Identificar e avaliar a voz do consumidor por seguimento de mercado (pesquisa de mercado);
Definir arquitetura e requisitos do produto;
Conduzir competitivo benchmarking de produto;
Definir funcionalidades do produto;
Gerar critérios de avaliação do conceito do produto e realizar testes de conceito;
Avaliar e selecionar o conceito superior do produto;
Detalhar a análise de mercado;
Detalhar as necessidades do usuário;
Desdobrar sistema em subsistema;
Criar uma QFD para o subsistema (arquitetura do produto, conjunto de grupos de componentes);
Detalhar características técnicas, bem como financeiras do negócio;
Confeccionar um <i>business case</i> ;
Identificar funcionalidades que atendam aos requisitos do subsistema;
Identificar parâmetros de avaliação do subsistema e desenvolver cada um deles;
Avaliar e selecionar conceito do subsistema;
Desenvolver DFMEA para cada subsistema;
Criar QFD para processo de manufatura;
Selecionar conceitos superiores de processo de manufatura;
Conduzir benchmarking processo de manufatura;
Desenvolver um mapa com características dos subsistemas;
Definir parâmetros para a robustez dos experimentos com protótipos;
Confeccionar protótipo e realizar experimentos;
Realizar testes de robustez de acordo com parâmetros do subsistema;
Integrar e testar os subsistemas no sistema maior;
Realizar testes e identificar o desempenho do sistema completo;
Identificar a contribuição do sistema para o produto final;
Desenvolver o sistema final com os componentes e subsistemas integrados;
Criar plano de tolerância;
Localizar todos os componentes utilizando Controle Estatístico de Processo (SPC) na cadeia de suprimentos;
Realizar controle estatístico da qualidade através da análise de performance do sistema;
Verificar se o design do produto atende a todos os requisitos;
Realização de teste e validação da proposta de novo produto, seu mercado e produção;
Iniciar a produção piloto inspecionando partes da produção;
Identificar parâmetros da capacidade da produção e realizar beta testes ou testes de falhas (<i>field trials</i>);
Identificar a confiabilidade das unidades de produção;
Verificar se os requisitos do processo de produção, bem como serviços e suporte, estão sendo atendidos;
Verificar se o produto, a produção, montagem e serviços de suporte estão prontos para o lançamento;
Justificar financeiramente o lançamento do produto;
Realizar a produção efetiva;
Revisar lançamento (após 12 a 18 semanas);

Quadro 2 - Atividades do Processo de Desenvolvimento de Produto.

Fonte: Adaptado de Clark e Wheelwright (1993), Clausing (1993), Cooper (2006) e Creveling et al. (2003).

Um dos fatores-chave para que uma empresa tenha sucesso no lançamento de novos produtos no mercado refere-se à realização do seu planejamento de projetos alinhado à estratégia e ao planejamento do negócio. Porém, a capacidade de gerenciar o desenvolvimento de produto não é apenas uma função de um planejamento estratégico eficaz e de uma forte gestão de projetos. O sucesso também está relacionado às rotinas e abordagens de seleção, avaliação e adaptação da tecnologia, pois elas asseguram que a base do conhecimento da organização evolua de maneira adequada para proporcionar um alicerce para as atividades de desenvolvimento de produto (Clark & Wheelwright, 1993). Sem esse alicerce os projetos de desenvolvimento de produtos obterão resultados insatisfatórios, baixa produtividade e longo período de desenvolvimento (Iansiti & West, 1995).

8 RESULTADOS

Com a finalidade de identificar quais as atividades críticas para a integração entre tecnologia e produto a partir de um modelo teórico de processo de inovação, os resultados do estudo são apresentados primeiramente com a descrição das principais atividades realizadas nos processos de desenvolvimento de tecnologia e de produto pela empresa estudada. Também foi realizada uma análise das atividades críticas para que a tecnologia desenvolvida fosse integrada ao produto e chegasse até o mercado. Por fim, foram realizadas considerações a respeito da estratégia de integração entre tecnologia e produto adotada pela empresa para o produto aqui analisado e as principais razões para a sua adoção.

8.1 Processo de Desenvolvimento de Tecnologia

O desenvolvimento da tecnologia analisada consumiu um tempo aproximado de dois anos. Diversas atividades foram realizadas de forma simultânea, contando com o envolvimento direto de três dos sócios-proprietários da empresa, que mais tarde seria fundada para atender a uma necessidade do mercado para a aplicação dessa tecnologia.

De acordo com o levantamento, as atividades principais do PDT, apresentadas no Quadro 3, que foram determinantes para o seu desenvolvimento, foram iniciadas com a realização de atividades que estavam atreladas aos projetos de pesquisa realizados pelos sócios-proprietários durante o curso de pós-graduação, desenvolvidos em laboratório de pesquisa acadêmico. Isso possibilitou que uma estrutura humana de professores e física de laboratório oferecesse o suporte necessário para a geração e

desenvolvimento da ideia da tecnologia. Nesse sentido, a origem dessa solução, que mais tarde resultaria em um negócio, teve como elemento fundamental a pesquisa básica (Lakatos, 1992).

Atividades PDT
Realização de pesquisas acadêmicas (pós-graduação);
Realização de pesquisas na literatura sobre tendências e materiais;
Elaboração do material;
Caracterização e descrição do comportamento dos materiais;
Realização de testes de certificação;
Solicitação de patente;
Criação de Pessoa Jurídica para comercialização da tecnologia.

Quadro 3 - Conjunto de Atividades para o Desenvolvimento da Tecnologia.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Diversas pesquisas foram realizadas de forma estruturada, a partir dos projetos de pesquisa, com o propósito de identificar na literatura as tendências de mercado e de materiais. A partir dos resultados preliminares, o grupo de pesquisa iniciou a elaboração do material procurando identificar suas características comportamentais. De posse de uma caracterização do material o grupo o submeteu para a realização de testes em laboratórios terceirizados para que fosse possível a realização de uma certificação da tecnologia desenvolvida.

Diante de uma oportunidade de mercado, iniciou-se então o processo de solicitação de patente a partir da certificação da tecnologia com o propósito de assegurar sua propriedade intelectual. A exploração comercial dessa tecnologia somente foi possível através da criação de uma empresa, em ascendente crescimento, que tem essa tecnologia como o carro-chefe da empresa.

8.2 Processo de Desenvolvimento do Produto

De acordo com o Quadro 4, o PDP no caso estudado foi iniciado a partir da participação da empresa, então criada, em uma feira de nanotecnologia, em que diferentes oportunidades tecnológicas e de produtos eram apresentadas pelos participantes do evento. Foi então que houve o contato comercial com uma determinada empresa que se mostrou interessada no revestimento de peças para o seu produto com a tecnologia desenvolvida.

Atividades PDP
Realização de contato comercial;
Identificação das peças a serem revestidas;
Realização de experimentos com peças selecionadas;
Realização de testes de aparência e bactericida;
Realização da otimização da aplicação;
Confecção de um lote piloto;
Lançamento do produto;
Produção em escala.

Quadro 4: Conjunto de Atividades para o Desenvolvimento do Produto.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Foi realizada a identificação pela cliente-empresa das peças que seriam revestidas com a tecnologia de forma que agregasse valor ao seu produto. Essas peças foram então submetidas a aplicações e experimentos da nova tecnologia, o que deveria atender às necessidades da cliente-empresa no que diz respeito à aparência e propriedade bactericida. Essa constatação foi feita a partir dos testes que foram realizados por laboratórios terceirizados.

A partir dos laudos dos testes iniciou-se a otimização da aplicação, em que foi definida a estrutura de produção para aplicação da tecnologia e melhoramentos na composição dos materiais. Um lote piloto foi produzido para que a cliente-empresa pudesse lançar o produto em um evento do seu setor. Foi então que, a partir dos resultados satisfatórios de aceitação do produto pelo mercado, iniciou-se a produção em escala do produto.

O tempo aproximado entre o primeiro contato comercial e a entrega do produto com a tecnologia aplicada foi de um ano, e grande parte desse período, cerca de metade, foi despendida em experimentos e testes de aplicação da tecnologia nas peças selecionadas.

8.3 Atividades Críticas para a Integração

Dentre as atividades apresentadas para PDT e PDP, algumas foram críticas para a integração da tecnologia desenvolvida no produto, como a identificação da voz da tecnologia através da realização de pesquisas na literatura sobre tendências e materiais. Essa atividade foi coordenada através do projeto de pesquisa do grupo de pesquisadores que investiu seus esforços para desenvolver algo que fosse pouco explorado pelo mercado. Essa atividade também subsidiou a identificação da voz do consumidor que, apesar de ter sido identificada informalmente, norteou a realização dos trabalhos no sentido de desenvolver uma tecnologia necessária pelo mercado e com uma abrangente gama de oportunidades para ser comercializada.

A participação em uma feira, que permitiu a realização de um contato direto com o cliente, identificando suas necessidades e estabelecendo critérios para análise da tecnologia desenvolvida, também foi crítica para a integração da tecnologia, pois foi nesse momento que se iniciaram os contatos entre as empresas que mais tarde resultariam em um contrato comercial. Vale ressaltar que a cliente-empresa já possuía certo conhecimento sobre os benefícios que essa tecnologia poderia lhe proporcionar, visto que a realização de constantes contatos dessa empresa com a desenvolvedora da tecnologia foi fundamental para se alcançar objetivos comuns.

Outra importante consideração acerca do sucesso nas atividades de desenvolvimento dessa tecnologia está associada ao perfil empreendedor dos pesquisadores, que aspiravam montar seu próprio negócio, sendo esse um elemento não abordado nos modelos de PDT apresentados.

Alguns elementos foram fundamentais para que a tecnologia desenvolvida chegasse até o mercado, como o fato da cliente-empresa estar em um mercado constantemente inovador, que abrange tanto a identificação de soluções de higiene e limpeza como estética corporal. Além disso, também foi fundamental para o sucesso do produto no mercado o fato da cliente-empresa ter treinado seus vendedores em relação aos benefícios da nova tecnologia, o que, por sua vez, foi repassado aos clientes finais, proporcionando o conhecimento e aceitação do produto.

Entretanto, apesar da empresa possuir o *know-how* dos materiais que compõem o revestimento desenvolvido, foi necessário que ela desenvolvesse o *know-how* de engenharia para elaborar o processo de produção para revestir as peças solicitadas, tendo sido essa uma das principais dificuldades encontradas pela empresa na produção do lote piloto. Portanto, aqui se identifica a necessidade de se tratar as tecnologias paralelas. Possuir a tecnologia específica para o projeto do produto não é o suficiente. Deve-se também, nessa integração entre produto e tecnologia, obter tecnologias para o processo de fabricação.

Além dessa, outra dificuldade encontrada foi o longo tempo pelo qual perduraram as negociações para se determinar o preço da tecnologia, pois a empresa ainda não possuía parâmetros estruturados para a formação de preços, já que naquela ocasião tratava-se de uma tecnologia pioneira no País.

8.4 Estratégia de Integração Adotada

De acordo com Uchihira (2007), a empresa adotou a estratégia *bottom-up*, também conhecida como *technology-push*, para promover essa inovação. A princípio, a equipe de desenvolvimento, formada por três dos sócios-proprietários, não possuía um planejamento ou ideia clara para integrar

essa tecnologia ao produto estudado. Tratava-se de um trabalho de pesquisa acadêmica que possuía apenas uma identificação informal ou perceptiva, como eles mesmos chamam, das oportunidades de mercado.

Atribui-se a adoção dessa estratégia ao fato de se tratar de um mercado ainda pouco explorado, pois após o desenvolvimento da tecnologia inúmeras possibilidades para a sua aplicação foram surgindo. Outros produtos além desse receberam essa tecnologia e foram para o mercado sem ao menos terem sido cogitados durante o desenvolvimento dessa tecnologia.

Inicialmente a empresa não tinha o produto estudado como alvo principal para integrar essa tecnologia, visto que outros produtos também receberam essa aplicação de forma secundária sem inicialmente fazerem parte da estratégia principal da empresa. O que se pretendia primeiramente era desenvolver uma tecnologia para uma superfície com liga metálica diferente, caracterizando inicialmente essa estratégia como *top-down* e posteriormente, com um redirecionamento da sua aplicação, para *bottom-up*, identificando tendências de mercado e necessidades de aplicações da tecnologia em outros produtos (Cooper et al., 1998).

9 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A partir de uma análise das principais atividades realizadas pela empresa tanto no desenvolvimento da tecnologia como no desenvolvimento do produto, algumas considerações podem ser feitas de acordo com o modelo teórico proposto.

Comparando o modelo desenvolvimento de tecnologia adotado pela empresa com os modelos apresentados por Clark e Wheelwright (1993), Clausing (1993), Cooper (2006) e Creveling et al. (2003), identificados na literatura, tem-se que muitas das cerca de 30 atividades propostas pelos autores não foram identificadas neste estudo como realizadas pela empresa. Tal fato deve-se a duas principais considerações; a primeira está relacionada à estrutura de gestão da empresa que ainda estava sendo montada pelo fato de esse ter sido um dos primeiros produtos produzidos pela empresa, o que inviabilizava a realização dessas atividades. Já a segunda consideração está relacionada ao seu tamanho, pois os modelos teóricos analisados não tratam das pequenas empresas em casos de aplicação prática.

Apesar de estarem sendo reconhecidas tanto pelos governos como pela academia, as análises e estudos em relação às pequenas empresas continuam relativamente limitadas, pois muitos pesquisadores negligenciam as particularidades das pequenas empresas, tratando-as de tal forma como

se fossem o que Julien (1997) chama de **pequenas grandes empresas**, que possuem características comuns às grandes. Além disso, nota-se uma crença de que as pequenas empresas não valem a pena serem estudadas por estarem em uma fase de se tornarem grandes, e os estudos que as contemplem poderiam ser realizados em outro momento.

De acordo com as características dos projetos de tecnologia apresentadas por Cooper (2006), o projeto inicial da tecnologia possuía um alto grau de incertezas. O grupo de pesquisadores ainda não possuía dados concretos com relação à comercialização da tecnologia que estava sendo desenvolvida. Isso também ocasionou a dificuldade de negociação com a cliente-empresa na formação do preço da tecnologia.

Por se tratar inicialmente de uma tecnologia desenvolvida para uma aplicação específica (*top-down*), tem-se que uma atividade crítica para a integração se constitui na identificação da voz do consumidor. Como originalmente a tecnologia desenvolvida não foi embasada por dados concretos sobre o mercado pretendido, houve a necessidade de redirecionamento da empresa para outro tipo de aplicação dessa tecnologia. Isso demandou a realização de diversas atividades de experimentação e estruturação do processo de aplicação para esse segundo produto selecionado, ocasionando em dispêndio de recursos. Também da mesma forma, a identificação estruturada da voz do consumidor poderia possibilitar à empresa otimizar seus processos de aplicação através do planejamento de plataformas tecnológicas.

A estratégia de integração de tecnologia em produto adotada pela empresa também pode ser caracterizada, de acordo com Kostoff e Schaller (2001), como *middle-up-down*, pois a tecnologia foi desenvolvida no sentido de se aproveitar uma oportunidade de mercado e acabou sendo aplicada a outros produtos além do analisado neste trabalho. Acredita-se que esse modelo se apresenta como o mais ideal para a integração diante do mercado cada vez mais competitivo, pois, se para o desenvolvimento de determinado produto for necessário o desenvolvimento de uma tecnologia, serão desperdiçados recursos escassos das empresas em todo um retrabalho que poderia ser otimizado aproveitando tecnologias já existentes (Rozenfeld et al., 2006).

Para que a tecnologia então desenvolvida fosse integrada ao produto, foi necessária a realização intensa de contatos com a cliente-empresa para que fossem ajustadas as características da tecnologia às do produto, o que demandou a criação, retenção e aplicação de conhecimento sobre essa integração (Iansiti, 1998). Esse conhecimento desenvolvido tem sido muito bem aproveitado pela empresa no desenvolvimento de outros produtos que foram inseridos no portfólio da empresa.

Foi identificado que a relação entre PDT e PDP se constitui em uma complementaridade. Determinadas atividades do PDT, como a otimização e desenvolvimento da estrutura de aplicação,

bem como o desenvolvimento de conhecimento necessário para aplicação do revestimento nas peças selecionadas, e atividades do PDP, como a realização de experimentos e produção do lote piloto, podem ser realizadas simultaneamente. Tais atividades podem estar na fronteira da integração entre tecnologia e produto, o que demanda cuidado e atenção maior por parte dos gestores.

Além da abordagem da dimensão atividades da integração, também as dimensões aspectos e horizonte de tempo, propostas por Drejer (2002), necessitam de uma estruturada equipe de gestão da integração, pois no caso estudado a maioria das atividades de integração nesse produto foi realizada por profissionais que, ao mesmo tempo em que tratavam dos aspectos técnicos da integração, também dividiam sua atenção com os aspectos organizacionais e financeiros da comercialização da tecnologia. Havia a falta de uma divisão clara de funções, determinando as atividades que seriam realizadas por esses profissionais, que assumiam tanto a posição de pesquisadores quanto de relações-públicas. Se, por um lado, isso possibilitou a integração da tecnologia no produto, por outro, houve desperdícios de tempo e materiais de ambas as empresas nessa negociação. A partir dessa constatação a empresa passou a investir na estruturação da sua gestão, tornando seus processos mais eficientes.

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A originalidade do presente trabalho consiste na revisão bibliográfica sobre a integração entre tecnologia e produto e a construção de um modelo teórico contendo as atividades da integração, considerando as diferentes estratégias adotadas. A comparação da teoria com um caso prático na análise de um produto inovador com sucesso no mercado possibilitou a identificação de atividades que são críticas para que a integração seja possível.

De acordo com o estudo, dentre as atividades críticas para integração, o contato constante realizado com o cliente durante as aplicações do revestimento foi uma das atividades fundamentais no caso estudado. O estudo revelou também que há fatores importantes que precisam ser considerados em conjunto com essas atividades, como as características empreendedoras dos pesquisadores, que almejavam abrir seu próprio negócio e foi determinante para que houvesse o desenvolvimento dessa tecnologia com fins comerciais. Tal condição não é apresentada na literatura no que diz respeito ao processo de desenvolvimento de tecnologia.

Apesar da análise deste trabalho estar baseada no modelo *stage-gate* proposto por Cooper et al. (1998), não foi possível identificar exatamente qual a ordem no fluxo de atividades de PDT e PDP com base na estratégia de integração, pois a tecnologia analisada, caracterizada pela estratégia *bottom-up*,

foi inicialmente desenvolvida com fortes elementos da estratégia *top-down*. O que ocorreu foi uma adaptação pela empresa da tecnologia desenvolvida para ser integrada ao produto analisado neste trabalho.

Uma das considerações importantes identificadas no estudo de caso foi o fato de que a empresa estudada desenvolveu a tecnologia e o produto aqui analisados em um momento em que ela estava estruturando sua forma de gestão, pois algumas atividades eram realizadas informalmente sem a existência de documentos ou procedimentos estruturados, o que limitou algumas informações sobre outras atividades que também podem ter sido críticas para a integração. Além disso, a tecnologia aqui descrita começou a ser desenvolvida antes mesmo de a empresa ser fundada, durante as atividades de pós-graduação dos sócios fundadores e ainda não havia garantia que essa tecnologia pudesse chegar ao mercado.

Como continuidade deste trabalho, seria de grande valia o aprimoramento de um modelo teórico com a realização de outros estudos identificando atividades em projetos de produtos inovadores tanto de sucesso como de insucesso, além de análises da integração entre tecnologia e produto que tenha sido realizada a partir da estratégia *top-down*. A identificação dessas atividades, bem como a estruturação de um modelo teórico de processo de inovação, envolvendo o PDT e o PDP na integração entre tecnologia, que considere também as diferentes fases e momentos de decisão, são propostas de pesquisa futura sobre o tema.

REFERÊNCIAS

- Baxter, M. (1998). *Projeto de produto: guia prático para o desenvolvimento de novos produtos*. São Paulo: Edgar Blücher.
- Caetano, M., & Amaral, D. C. (2011). Roadmapping for technology push and partnership: a contribution for open innovation environments. *Technovation*, 31(7), 320-335.
- Clark, K. B., & Fujimoto, T. (1991). *Product development performance: strategy, organization and management in the world auto industry*. Boston: Harvard Business School Press.
- Clark, K., & Wheelwright, S. C. (1993). *Managing new product and process development: text and cases*. New York: Free Press.
- Clausing, D. (1993). *Total quality development: a step-by-step guide to world-class concurrent engineering*. New York: American Society of Mechanical Engineers.

- Cooper, R. G. (2006). Managing technology development projects. *Research Technology Management*, 49(6), 23-31.
- Cooper, R. G., Edgett, S. J., & Kleinschmidt, E. J. (1998). *Portfolio management for new products*. Cambridge: Perseus Book.
- Creveling, C. M., Slutsky, J. L., & Antis, D. (2003). *Design for six sigma in technology & product development*. New Jersey: Prentice Hall.
- Davenport, T. H. (1993). *Process innovation: reengineering work through information technology*. Boston: Harvard Business School Press.
- Drejer, A. (2002). Integrating product and technology development. *International Journal of Technology Management*, 24(2/3), 124-142.
- Eldred, W., & McGrath, M. E. (1997a). Commercializing new technology I. *Research Technology Management*, 40(1), 41-47.
- Eldred, W., & McGrath, M. E. (1997b). Commercializing new technology II. *Research Technology Management*, 40(2), 29-33.
- Garcia, R., & Calantone, R. (2002). A critical look at technological innovation typology and innovativeness terminology: a literature review. *Journal of Product Innovation Management*, 19(2), 110-132.
- Gil, A. C. (2007). *Como elaborar projetos de pesquisa*. São Paulo: Atlas.
- Iansiti, M. (1998). *Technology integration: making critical choices in a dynamic world*. Boston: Harvard Business School Press.
- Iansiti, M., & West, J. (1995). Technology integration: managing technological evolution in a complex environment. *Research Policy*, 24(4), 521-542.
- Johansson, G., Magnusson, T., Säfsten, K., & Lakemond, N. (2006). Case studies on the application of interface dimensions in industrial innovation process. *Proceeding of the European Conference on Management of Technology (Euro MOT)*, Birmingham, UK, 2.
- Julien, P. A. (1997). *Lês PME: bilan et perspectives* (2e ed.). Québec: Presses Interuniversitaires.
- Kaplan, S., & Tripsas, M. (2008). Thinking about technology: applying a cognitive lens to technical change. *Research Policy*, 37(5), 790-805.
- Kostoff, R. N., & Schaller, R. R. (2001). Science and technology roadmap. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 48(2), 132-143.
- Kurumoto, J., Caetano, M., & Amaral, D. (2007). Desenvolvimento de produto ou desenvolvimento de tecnologia: qual a diferença? *Anais do Simpósio de Engenharia de Produção*, Bauru, SP, Brasil, 14.
- Lakatos, E. M. (1992). *Metodologia de trabalho científico*. São Paulo: Atlas.

- Lakemond, N., Johansson, G., Magnusson, T., & Safsten, K. (2007). Interfaces between technology development, product development and production: critical factors and a conceptual model. *International Journal of Technology Intelligence and Planning*, 3(4), 317-330.
- Miguel, P. A. C. (2007). Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução. *Produção*, 17(1), 216-229.
- Nobelius, D. (2004). Linking product development to applied research: transfer experiences from automotive company. *Technovation*, 24(4), 321-334.
- Organisation for Economic Co-Operation and Development. (2005). *Manual de Oslo: diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação* (F. Gouveia, Trad.) (3a ed.). São Paulo: FINEP.
- Pugh, S. (1978). *Total design*. Massachusetts: Addison-Wesley.
- Rozenfeld, H., Forcellini, F., Amaral, D. C., Silva, S., Alliprandini, D., Toledo, J. C., & Scalice, R. (2006). *Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo*. São Paulo: Saraiva.
- Schulz, A. P., Clausing, D. P., Fricke, E., & Negele, H. (2000). Development and integration of winning technologies as key to competitive advantage. *Systems Engineering*, 3(4), 180-211.
- Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas de São Paulo. (2001). *MPE's de base tecnológica: conceituação, formas de financiamento e análise de casos brasileiros*. São Paulo: Sebrae/IPT.
- Sheasley, W. D. (2000). Taking an options approach to new technology development. *Research Technology Management*, 43(6), 37-43.
- Uchihira, N. (2007). Future direction and roadmap of concurrent system technology. *IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences*, E90(11), 2443- 2448,
- Ulrich, K. T., & Eppinger, S. D. (1995). *Product design and development*. New York: McGraw Hill.
- Yin, R. K. (2001). *Estudo de caso: planejamento e métodos* (D. Grassi, Trad.) (2a ed.). Porto Alegre: Bookman.

STRATEGY OF TECHNOLOGY AND PRODUCT INTEGRATION: THE IDENTIFICATION OF CRITICAL ACTIVITIES ON INNOVATION PROCESS

ABSTRACT

The practices to promote the innovation are one of the biggest organization challenges, which seek to develop technologies and integrate them into commercially successful products. In this study, this integration of technology and product is a result of a technology development process (TDP) to be used in a product development process (PDP). Thus, for the innovation management, it becomes necessary to identify the activities, in both cases, to ensure that this integration occurs. The aim of this study is to identify the critical activities to technology and product integration. It was made a literature review, to identify the activities of the TDP and the PDP, as well as a case study in a company in the nanotechnology area to identify those activities were critical to this integration. This methodological approach considers this study as an exploratory research based by empirical data. The results showed that the performance of market research, participation in trade fairs and holding constant contacts with the customer, during the development of technology, were critical for the integration. With this, we suggest the implementation research to enable the development of a theoretical model, complete with stages and gates, which can help organizations in its innovation management.

Keywords: Innovation management; Product development process; Technology development process.

Data do recebimento do artigo: 23/08/2011

Data do aceite de publicação: 05/12/2011