

Modelo para integrar inovação tecnológica e desenvolvimento de novos produtos em ambientes *high tech*

SELMA REGINA MARTINS OLIVEIRA

Departamento de Administração
Universidade de São Paulo - Brasil
E-mail: selmaregina@webmail.uft.edu.br

Resumo: Este artigo tem por objetivo contribuir para uma política de planejamento no desenvolvimento de novos produtos. Para isto apresenta uma proposta de modelagem para integrar inovação tecnológica e desenvolvimento de novos produtos em ambientes *high tech*, sistematizada conforme as seguintes fases e etapas: Fase 1: Modelagem das necessidades de informação no PDP; Fase 2: Determinação das dimensões de integração da tecnologia ao produto; e Fase 3: Avaliação do conhecimento transferido para integrar a inovação tecnológica e desenvolvimento de produtos. Para demonstrar a factibilidade e plausibilidade da modelagem foi desenvolvido um estudo de caso em uma empresa *high tech*. A investigação contou com a intervenção de especialistas com conhecimento técnico-científico sobre o objeto de pesquisa. Para reduzir a subjetividade nos resultados alcançados foram utilizados os métodos Lei dos Julgamentos Categóricos de Thurstone de 1927, Redes Neurais Artificiais; os métodos multicriteriais *Electre III*, *Compromise Programing* e *Promethee II*; e a tecnologia *Neurofuzzy*. Os resultados mostraram-se satisfatórios, validando a proposta apresentada.

Abstract: The present paper aims to contribute to the planning guidelines in new product development. Therefore, a modeling proposal was created to integrate technology and products in high-tech companies in Brazil, which considers a sequence of systematic procedures in the following phases: 1) modeling of the information needs in PDP, (ii) determine the dimensions of technology-product integration; 3) Evaluation of knowledge in technology-product integration. Thus, the research was based on the literature, in which they were identified as best practices (models) in technology-product integration. Once the data is collected, the next step is to develop the fieldwork; applying a study of multiple Brazilian high-tech companies. The study comprised the intervention of experts. Thus, a survey was developed with experts chosen for their technical-scientific criteria and knowledge on the subject. To reduce subjectivity in the results, the following methods were used: Law of Categorical Judgment - psychometric scaling (Thurstone, 1927) and Artificial Neural Networking (ANN), method Compromise Programming, Electre III and Promethee II - multi-criteria analysis.

1 Tempos de Desafios

Recentemente as mudanças relevantes tornaram as fronteiras organizacionais mais fluidas e dinâmicas em resposta ao ritmo acelerado da difusão do conhecimento (Abrahamson, 1991; Griliches, 1990; Liebeskind, 1996; Teece, 1986), da inovação e competição internacional (CHESBROUGH e ROSENBLOOM, 2002; FEENSTRA, 1998; SANTOS e EISENHARDT, 2005; CHRISTENSEN, 2003; DAMANPOUR, 1996; HIGGINS, 1995). Isto inspira reconsiderar como ganhar com a inovação (TEECE et. al., 1997; TIDD et.al., 1997; TEECE, 1986; MARTIN, HORNE, SCHULTZ, 1999; WHEELWRIGHT e CLARK, 1992). Assim, as empresas inovadoras se valem de suas capacidades de apropriar do valor econômico gerado a partir de seus conhecimentos e inovações (COCKBURN e GRILICHES, 1988; GRILICHES, 1990; TEECE, 1986;

HARABI, 1995; WINTER, 2006). Por esta via, a oferta de produtos inovadores se apresenta como um padrão de qualidade na disputa por inadiáveis demandas.

Neste espectro, gerenciar processos de inovação se torna um dos grandes desafios. Os recortes teóricos referenciam o processo de desenvolvimento de produtos (PDP) e o processo de desenvolvimento de tecnologia (PDT) como os mais relevantes para o desenvolvimento de produtos inovadores (JOHANSSAN *et al* 2006; LAKEMOND *et al.*, 2007). Assim, é factível que haja um planejamento conjunto e harmônico entre esses processos. Para isto, é elementar que a integração entre esses processos seja bem sucedida, uma vez que o sucesso da inovação depende da integração dos referidos processos (JOHANSSON *et al.*, 206; SCHULZ, *et.al.*, 2000). Pelo fato da tecnologia e produto possuírem ciclos diferentes, os projetos de desenvolvimento enfrentam problemas com relação à incorporação ou comercialização de novas tecnologias. Os resultados são tempo e esforços subestimados para desenvolver e utilizar novas tecnologias, além de desenvolver tecnologias sem um produto previamente definido, com graus de maturidade distintos, o que implica em custos elevados, perda de qualidade e prazos inadequados. Poucos são os trabalhos que abordam as práticas ou mecanismos para a integração entre os processos de PDT e PDP (LAKEMOND *et al*, 2007). Mesmo assim, há contraposições.

O estudo tem por objetivo contribuir para uma política de planejamento no desenvolvimento de novos produtos. Para isto apresenta uma proposta de modelagem para integrar inovação tecnológica e desenvolvimento de novos produtos em ambientes *high complexity*, sistematizada conforme as seguintes fases:

- 1 *Fase 1: Modelagem das necessidades de informação no PDP;*
- 2 *Fase 2: Determinação das dimensões de integração da tecnologia ao produto;*
- 3 *Fase 3: Avaliação do conhecimento transferido para integrar a inovação tecnológica ao produto*

Busca-se alcançar uma convergência no processo de integração da tecnologia e o desenvolvimento de produtos. Tem-se o seguinte problema de pesquisa a ser resolvido: como integrar tecnologia ao produto em ambientes complexos? O estudo está orientado às indústrias de bases tecnológicas no Brasil. Ao comparar as diferentes dimensões, pode-se sintetizá-las em três questões (HOHANSSON *et.al.*, 2006): o que será transferido, quando será transferido e como será transferido, ou seja, a primeira questão aborda a equalização da tecnologia, conhecimento, aspectos e transferência de escopo. Enquanto que a segunda questão está relacionada à sincronização, horizonte de tempo e sincronização estratégica e operacional. Por fim, a última questão refere-se à transferência da tecnologia, atividades e gestão de transferência. Este artigo está estruturado conforme as seguintes seções: 1 – A Modelagem; 2 – Análises subjacentes; e 3 - Conclusões e implicações.

2. Modelagem: Passos e Implementação

O objetivo do presente estudo é contribuir para uma política de planejamento no desenvolvimento de novos produtos. Para isto apresenta uma proposta de modelagem para integrar tecnologia e desenvolvimento de novos produtos em empresas *high tech*. A pesquisa foi desenvolvida à luz dos recortes teóricos e consulta a especialistas, na perspectiva de elaborar e confirmar a proposta de modelagem. Para demonstrar a factibilidade e plausibilidade da modelagem foi realizada uma aplicação a um caso de estudo em uma empresa de base tecnológica brasileira. A pesquisa contou com a intervenção de especialistas com conhecimento sobre o objeto de estudo, selecionados por critérios técnico-científico. Os dados foram coletados por meio de um questionário estruturado. O estudo de caso foi orientado a uma empresa de base tecnológica do

segmento de nanotecnologia. A seguir detalham-se as fases e etapas da modelagem. Inicia-se com a modelagem das necessidades de informações na fase de planejamento (fase 1). Em seguida (fase 2) são modeladas as dimensões da integração da tecnologia ao produto. Por fim (fase 3), avalia-se o processo de integração da inovação tecnológica e desenvolvimento de novos produtos. A seguir são detalhados estes procedimentos.

Fase1: Modelagem das Necessidades de Informação

Nesta fase são priorizadas as informações segundo a sua dimensão estratégica para tomada de decisão pela empresa sobre o processo de integração da tecnologia e o desenvolvimento do novo produto. Este procedimento é desenvolvido à luz das oportunidades e ameaças e inicia-se a partir do levantamento dos fatores críticos de sucesso (FCS). Além disso, são definidas ainda nesta fase, as características do produto, as estratégias de sincronização tecnológica utilizadas pelas indústrias *high tech*, as estratégias de sincronização tecnológica utilizadas pela empresa (*hgh tech*) e as estratégias de desenvolvimento da inovação. Detalham-se estes procedimentos a seguir:

1. determinação das características do produto: Aqui são apresentadas as principais características do produto a ser desenvolvido..
2. definição das estratégias de sincronização tecnológica utilizadas pela empresa para a gestão do desenvolvimento de produtos. Duas são as estratégias apresentadas pelo estado da arte: transferência simultânea e transferência seqüencial.

A transferência simultânea de tecnologia está relacionada com um novo projeto de produto que tem início com a utilização de uma plataforma de um projeto base antes que este tenha terminado, considerando um período de 2 anos da introdução do projeto base como critério para classificar um projeto como simultâneo. Quanto à transferência seqüencial de tecnologia, um projeto utiliza uma plataforma de projeto base que já foi concluído, ou seja, já existente (CUSUMANO e NOBEOKA, 1998).

Para o caso de produtos complexos, Magnusson e Jhoansson (2008) referenciam que se a tecnologia for limitada a um componente, afetando as partes limitadas de um produto, o PDT e PDP podem ser facilmente separados. Além disso, se o tempo para o desenvolvimento de produto for escasso, os dois processos poderão ser conduzidos em paralelo, ou seja, simultaneamente, durante os estágios iniciais do desenvolvimento do produto. Porém, se a nova tecnologia demanda a alteração da maior parte do produto, alterando de forma significativa sua arquitetura, os autores mencionam que a separação entre os processos é restrita. Esta aplicação considera transferência simultânea de tecnologia quando um dos processos, tanto o PDT quanto o PDP têm início antes que o outro finalize, considerando o mesmo período de 2 anos proposto por Cusumano e Nobeoka (1998). A transferência seqüencial de tecnologia refere-se a um processo que inicia quando o outro foi concluído. Vale destacar que processos separados permitem que a tecnologia seja incorporada rapidamente pelo produto, reduzindo custos, incertezas e melhorando a qualidade (SCHULZ et.al., 2000).

1) *Definição das estratégias de desenvolvimento da inovação.*

Nesta fase são definidas as estratégias de desenvolvimento da inovação adotadas pela empresa. Foram identificadas duas estratégias à luz da literatura consultada: *botton-up* e *top-down*. Para Drejer (2002), a estratégia *bottom-up* deve relacionar a tecnologia aos produtos a serem alcançados com a referida técnica. Ou seja, a tecnologia deve ser desenvolvida e em seguida, deve-se buscar um produto para ser aplicado. Já na estratégia

top-down, parte de um plano de negócio pré-definido, desdobrado em projetos de tecnologias, via análises e discussões de possíveis soluções.

Diferentes estratégias de inovação estão relacionadas com as estratégias de sincronização. Estratégias de desenvolvimento da inovação do tipo *bottom-up* devem ser conduzidas de maneira desconectada do projeto do produto, utilizando, portanto, uma estratégia de sincronização seqüencial. Já as inovações geradas da necessidade de mercado, estratégia *top-down*, necessariamente, devem utilizar uma estratégia de sincronização simultânea para garantir a transferência de conhecimento entre as equipes (de tecnologia e de produto), diminuir o tempo e garantir o foco no mercado.

Dentre as atividades propostas para cada processo, algumas são mais críticas que outras e devem receber maior atenção por parte dos gestores. As estratégias *bottom-up* e *top-down* referem-se à estratégia adotada durante o desenvolvimento da tecnologia. À luz da literatura consultada, há possibilidade de diferenças nas atividades que precisam ser desenvolvidas e também na criticidade de cada uma delas, conforme a estratégia adotada. Produtos incrementais exigem um foco maior em *atividades de análise de mercado e comercialização*, enquanto que para produtos novos (inovação radical) é dada uma ênfase maior na atividade de *desenvolvimento de tecnologia e testes de produto*. Determinam-se a seguir os fatores críticos de sucesso.

Etapa 1: Determinação dos FCS

Nesta etapa são identificados os FCS à luz da literatura especializada e combinada com diversos métodos (ROCKART, 1979): (i) análise ambiental; (ii) análise estrutural da indústria; (iii) consulta a especialistas (negócio); e (iv) fatores temporais / intuitivos. A intervenção de especialistas é determinante no julgamento dos FCS. Logo após a organização dos grupos dos FCS, à luz de cada “cluster” (elementos e sub-elementos), o passo seguinte é aplicar o método de escalagem psicométrica Lei dos Julgamentos Categóricos de Thurstone (1927)(LJC) para avaliar os FCS agrupados, ou seja, priorizar os “clusters”, escalonando-os. Ao identificar os FCS é possível conhecer e focar as informações que realmente são críticas para a execução das atividades de desenvolvimento de produtos e desenvolvimento de tecnologias, possibilitando aos gestores orientar melhor os seus esforços em decisões de integração da tecnologia ao produto. Logo após este procedimento, determinam-se as Áreas de Informação (ou Áreas de Inteligência) da empresa. Áreas de Informação devem ser entendidas como àquelas Áreas em que são desenvolvidas as atividades da empresa. Para o caso em questão, a Área de Informação desta aplicação é a de pesquisa e desenvolvimento. Porém, não se deve ter em mente que as Áreas são integradas e interdependentes.

Etapa 2: Determinação das Áreas de Inteligência (área de informação) da Empresa

Após determinar os FCS, identificam-se as Áreas de Informações. Em seguida estas AIs são avaliadas para verificar o seu desempenho em relação aos FCS. Este procedimento é elaborado com o apoio do método Lei dos Julgamentos Categóricos de Thurstone (1927), conforme os seguintes passos:

1. *determinação das frequências das preferências por pares de estímulos (características dos projetos), em que O_i equivale às características e O_j aos especialistas - $O_i]O_j$.*
2. *determinação das frequências das categorias ordinais, a partir dos dados extraídos da etapa anterior.*
3. *determinação da matriz [ij] das frequências relativas acumuladas,*

4. *determinação do inverso da normal padrão das frequências acumuladas (INPFA).*

Etapa 3: Avaliação das Áreas de Inteligência (integração) em Relação aos FCS

Nesta etapa são avaliadas as Áreas de Informações em relação aos Fatores Críticos de Sucesso. Este procedimento tem por objetivo priorizar as informações essenciais para o processo de integração de tecnologia e desenvolvimento de produtos. Tem-se então, uma avaliação da *performance* global das Áreas de Informação em relação ao FCS. Isto permite aos gestores estabelecer prioridades na AI crítica para assegurar os FCSs e alcançar os objetivos pretendidos pelas firmas. AI é o local em que são desenvolvidas as atividades da firma. A elaboração desta etapa contou com o apoio dos métodos LJC e os métodos multicriteriais *Compromise Programming*, *Promethee II* e *Electre III* para avaliação da *performance* das AIs em relação aos FCS. Desta forma, esta etapa está estruturada conforme as seguintes sub-etapas: *Determinar as Atividades de Processo de Desenvolvimento de Produtos*; *Determinar as Atividades de Processo de Desenvolvimento de Tecnologia*; e *Determinação das atividades críticas para a integração*.

Sub-etapa 3.1.: Determinar as Atividades de Processo de Desenvolvimento de Produtos

Nesta sub-etapa são determinadas as atividades realizadas durante o PDP. Este procedimento tem início na literatura especializada (Clark e Fujimoto, 1991; Clark e Wheelwright, 1993; Clausing, 1993, Creveling, Slutsky e Antis, 2003; Cooper, 2006) de desenvolvimento de produtos, que apresenta um conjunto de melhores práticas que resultaram na construção de modelos que orientam o desenvolvimento de produtos. As principais atividades identificadas nos recortes teóricos (Clark e Wheelwright, 1993, Clausing, 1993; Cooper, 2006; e Creveling et al., 2003) para o desenvolvimento de produtos são as seguintes: 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); entre outros.

Sub-etapa 3.2: Determinar as Atividades de Processo de Desenvolvimento de Tecnologia

Nesta sub-etapa são identificadas as principais atividades do PDT. Recentemente, a literatura (Clausing, 1993; Creveling, Slutsky e Antis, 2003; Cooper, 2006) tem referenciado alguns modelos de processo de negócio para o desenvolvimento de tecnologias, denominados de PDT. As principais atividades a serem desenvolvidas durante o PDT identificadas na literatura (Clark e Wheelwright, 1993; Clausing, 1993; Cooper, 2006; Reis et al, 2006; Creveling, Slutsky e Antis, 2003) são as seguintes:: (i) planejamento Estratégico da Empresa; (ii) determinação da Estratégia Tecnológica; (iii) tecnologia; (iv) consumidor; (v) Geração de idéias; (vi) elaboração do escopo do projeto; (vii) mapeamento de planos futuros; (viii) pesquisas de patentes; (vix) Identificação de oportunidades; (x) identificação da possibilidade da idéia em determinadas condições através de experimentos preliminares; (xi) identificação dos recursos necessários e soluções para as falhas identificadas; outros.. Logo após identificar os estágios do processo de desenvolvimento de tecnologia, o próximo passo é identificar as atividades críticas para a integração da tecnologia ao produto. Vale destacar que, dos modelos apresentados, poucos abordam os dois processos como os autores Clausing (1993) e Creveling, Slutsky e Antis (2003).

Sub-etapa 3.3: Determinação das atividades críticas para a integração

Nesta fase são definidas as atividades críticas para a integração da tecnologia ao produto. Para isto é factível estabelecer a interseção entre PDP e PDT. Integração deve ser entendida como sendo o conjunto de atividades ou práticas 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. Esta definição permite incorporar o aspecto do processo de negócio ao mesmo tempo em que se baseia na proposta mais geral de compatibilizar PDT e PDP. A idéia é que ela possa auxiliar a desenvolver métodos, técnicas e práticas gerenciais no PDP e PDT, que visem aprimorar a aplicação de conhecimentos nos produtos. Logo após este procedimento, o próximo passo é determinar as dimensões da integração da tecnologia ao produto.

Fase 2: Determinação das dimensões para integrar tecnologia ao produto

Nesta fase são definidas as dimensões de integração da tecnologia ao produto. Algumas literaturas apresentam as dimensões que permitem integrar a tecnologia ao produto. Drejer (2002) considera as seguintes dimensões de integração da tecnologia ao produto: aspectos, atividades e horizonte de tempo. Já Nobelius (2004) apresenta outras três dimensões da integração: 1) Sincronização estratégica e operacional, 2) Transferência de escopo, e 3) Gestão de transferência. A primeira dimensão, sincronização estratégica, aborda sobre a combinação entre estratégias de tecnologia e estratégias de produto, assim como fatores que impedem ou atrasam o desenvolvimento da tecnologia e do produto..A integração entre os processos de desenvolvimento de tecnologia e de desenvolvimento de produto conforme. Por fim, Eldred e McGrath (1997b) ressaltam três elementos básicos a considerar na integração: 1) Sincronização; 2) Equalização da Tecnologia. 3) Gestão de Transferência Tecnológica. Neste trabalho a abordagem tem lastro no conhecimento, proposta por Iansiti (1998). O autor adota o conhecimento como a principal dimensão para a integração da tecnologia ao produto. .Para o autor haverá integração se o conhecimento gerado pela área de P&D for aplicado a um novo produto. A Área de Informação considerada nesta aplicação será a de P&D. Portanto, parte-se de um ciclo: geração do conhecimento, retenção do conhecimento e, aplicação do conhecimento. As áreas PDP e PDT serão consideradas como áreas distintas, abordagem de Drejer (2002). Desta forma, o processo de integração será à luz do conhecimento. Detalham-se a seguir os procedimentos propostos para o processo de integração da tecnologia ao produto à luz da dimensão conhecimento, nas seguintes etapas: 1) determinação do conceito de conhecimento; e 2) Identificação e Captura do Conhecimento durante o Processo de Integração da Tecnologia ao Produto.

O conceito de Conhecimento: A definição que permeia esta aplicação segue a proposta de Moresi (2001): dados (processamento) informação (elaboração) conhecimento (síntese) inteligência, respectivamente. Dado - conjunto discreto e objetivo de fatos sobre um determinado evento ou objetos. É portando, a parcela quantificável e objetiva do estoque de informação e conhecimento de uma empresa, e está armazenado em bancos de dados ou documentos da empresa. Informação: mensagem contendo um emissor e um receptor e cujo significado envolve uma nova interpretação de algo, baseado em um conjunto de dados. Conhecimento: é uma mistura fluida de experiências, valores, teorias, informação de contexto e intuição, formando um *framework* (um painel) na mente de uma pessoa que a habilita a interpretar, avaliar e tomar decisões acerca de casos, experiências e/ou informações.

Identificação e Captura do Conhecimento durante o Processo de Integração da Tecnologia ao Produto: Logo após definir o conceito de conhecimento, o passo seguinte é

identificar e capturar o conhecimento a ser integrado ao produto. O conhecimento é obtido pela interpretação e integração de vários dados e informações para iniciar a construção de um quadro de situação (MORESI, 2001; BUKOWITZ e WILLIAMS, 2002; PROBST et. al., 2002). A aquisição do conhecimento envolve a extração, interpretação e representação do conhecimento de um dado domínio e é considerado como sendo o estágio mais difícil e precário. O processo de captura representa a aquisição de conhecimentos e experiências necessárias para criar e manter as competências essenciais e áreas de conhecimento selecionadas e mapeadas. Capturar o conhecimento dos especialistas implica, segundo Buchanan (1999), em obter informação dos especialistas e/ou fontes de documentação, classificar essa informação de forma declarativa ou procedural, codificar essa informação num formato utilizado pelo sistema e validar a consistência do conhecimento codificado com o conhecimento existente no sistema. Assim sendo, o procedimento adotado é abordar a forma como será realizada a conversão da informação ao estágio de conhecimento, que é a informação a ser compreendida e útil na tomada de decisão em projetos. Num primeiro momento, coletam-se as informações. Em seguida estabelecem-se a combinação e a interiorização através do conhecimento, de explícito para explícito, pois as informações já estão mapeadas, formalizadas, para que ela seja melhor compreendida e sintetizada de forma a ser apresentada conforme todos tenham um entendimento mais fácil e rápido quando for possível (a informação deve ser útil na tomada de decisão. Para isso, deve ser compreendida). Segundo Fuld *apud* Wanderley (1999), a simples atividade de comparar e contrastar informações é uma forma de análise. Eis alguns procedimentos para capturar o conhecimento: (THIEL, 2002): Entrevista, Mapeamento da Informação, Mapeamento do conhecimento e Conversação. Para converter a informação ao estágio de conhecimento (transformação), adota-se o seguinte procedimento: em primeiro lugar, (i) estabelece-se a comparação de como as informações relativas a uma determinada situação pode ser comparada a outras situações conhecidas; em segundo lugar, (ii) analisam-se e avaliam-se as implicações que as informações trazem para as tomadas de decisões; em terceiro lugar, (iii) estabelece-se a relação entre um novo conhecimento com o conhecimento acumulado; em quarto lugar, (iv) certifica-se o que os tomadores de decisão esperam da informação. A conversão da informação em conhecimento conta com o apoio dos mapas de informação, elaborados na fase anterior por área, por meio de análise e avaliação da informação. É bom ressaltar que as informações consideradas são tanto as de origem externas como as internas. As informações de origens externas têm por finalidade principal detectar, com antecedência, oportunidades ao projeto em um futuro mais remoto. Uma vez identificados e capturados os objetos de conhecimentos, o passo seguinte é estabelecer as prioridades por importância. Este procedimento foi realizado com o apoio dos métodos de escalagem psicométrica LJC de Thurstone e Redes Neurais Artificiais (RNA). Após este procedimento, o passo seguinte é avaliar o conhecimento transferido (cálculo da taxa ótima de integração da inovação tecnológica ao produto) na perspectiva da *performance* da empresa. Para isto utilizou-se da modelagem *neurofuzzy*.

Fase 3: Avaliação do conhecimento transferido na integração da tecnologia ao produto à luz da performance da firma

De posse das variáveis (conhecimentos) identificadas na seção anterior, nesta fase procede-se a avaliação destas variáveis á luz do processo de integração da tecnologia ao produto, na perspectiva de criar valor para o negócio. Este procedimento de avaliação é desenvolvido com o apoio da tecnologia *neurofuzzy*.

Arquitetura da Rede Neurofuzzy: Em cada nó da rede, dois ou mais elementos são agregados num único elemento, dando origem a um novo nó. Esse novo nó, por sua vez, também se agrega a outros nós, produzidos paralelamente, e dão origem a um novo nó. E

assim por diante, até a obtenção do nó final. A arquitetura da rede *neurofuzzy* (RNF) é definida pelas variáveis de entradas em sua primeira camada e sempre convergindo para seus nós de rede. Cada nó corresponde a uma base de regras *fuzzy*, denominado de Bloco de Inferência (BI), no qual são computadas as variáveis lingüísticas, por agregação e composição, de modo a produzir um resultado inferido, também na forma de variável lingüística. Assim, nos BI da RNF definem-se as regras. Em síntese, as variáveis de entrada (VE) passam pelo processo de fuzificação e pelo bloco de inferência (BI), produzindo, em seguida, uma variável de saída (VS), denominada de variável intermediária (VI), caso não corresponda ao último BI da rede. Essa VI, por sua vez, junta-se com outra VI, formando um conjunto de novas VE, configurando, por conseguinte, uma seqüência a última camada da rede. Na última camada, também composta por VI, produz a variável de saída (VS) definitiva da RNF. Essa VS sofre, então, o processo de defuzificação para que o resultado final seja obtido: a *performance* global da integração da tecnologia ao produto. A arquitetura da RNF deve ser aplicada conforme a quantidade de especialistas. Detalham-se a seguir estas etapas.

Determinação das Variáveis de Entradas: As variáveis de entrada (VEs) são de natureza qualitativas e quantitativas e foram identificadas na literatura especializada e confirmadas e mensuradas por especialistas selecionados por critérios técnico e científico, com conhecimento sobre o objeto investigado. O estudo é orientado a ambientes de alta complexidade (empresas *high tech*). Os dados foram extraídos por meio de um questionário do tipo escalar. A pesquisa contou com 20 especialistas. Os termos lingüísticos atribuídos a cada VE apresentada são: Alto, Médio e Baixo. Dessa forma, as VEs são transformadas em variáveis lingüísticas, com seus respectivos Graus de Convicção ou de Certeza (GdC), com a intervenção de vinte juízes opinando no processo. Os graus atribuídos pelos juízes (especialistas) são convertidos em expressões lingüísticas, com seus respectivos GdC, com base nos conjuntos *fuzzy* e nas regras SE (agregação das regras)-ENTÃO (composição das regras).

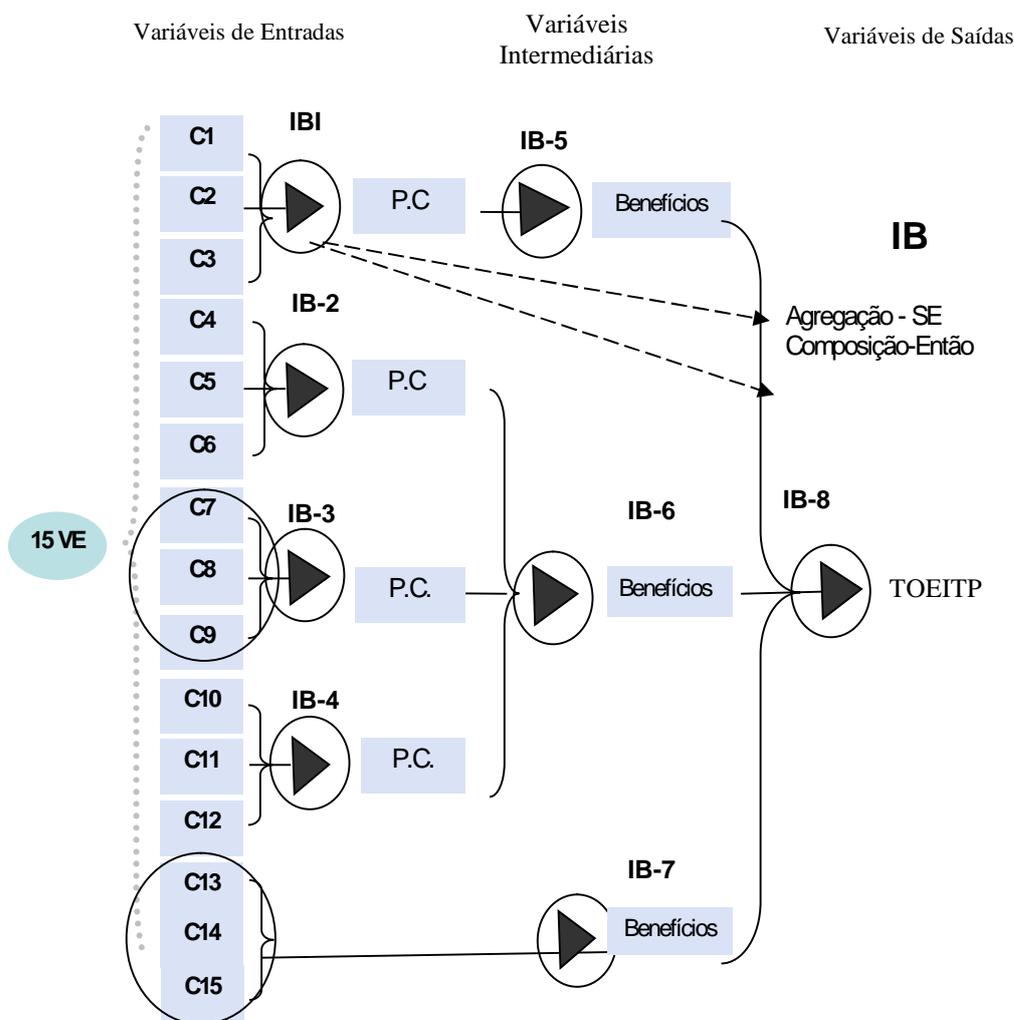


Figura 1: Modelo Neurofuzzy – TOITP

Determinação das Variáveis Intermediárias e Termos Lingüísticos: As VEs de natureza qualitativa passam pelo processo de inferência *fuzzy*, resultando em termos lingüísticos de variáveis intermediárias (VI). Assim, os termos lingüísticos atribuídos às VI são: Baixo, Médio e Alto. As variáveis intermediárias são traduzidas em performance derivada das simulações das VEs. A arquitetura proposta é composta de oito configurações de sistemas especialistas *fuzzy*, 15 variáveis de entrada (VE) de natureza qualitativa que passam pelo processo *fuzzy* e através do bloco de inferência, portanto, produzindo uma variável de saída (VS), denominada variável intermediária (VI). Por sua vez, VIs, que se juntam a outras variáveis VIs, formando portanto, um conjunto de novas VEs, conseqüentemente configurando uma sequência até a última camada da rede. Na última camada da rede é definida a variável de saída (VS) da Rede *Neurofuzzy*. Esta VS então é submetida a um processo defuzzificação para alcançar o resultado final, que é a taxa ótima de integração da tecnologia ao desenvolvimento de novos produtos em ambientes de alta complexidade. Em síntese, a inferência *fuzzy* ocorre a partir da base de regras, gerando o vetor lingüístico da VS, obtido por meio das etapas de agregação e composição (blocos de inferência). A título de exemplo, ao solicitar a opinião de um dos especialistas sobre qual o grau de priorização/importância do conhecimento Político, a resposta foi 7,5. Em seguida, realizou-se o processo de *fuzzificação* (simulação), atribuindo termos lingüísticos BAIXA, MÉDIA e ALTA a graus de avaliação em uma escala de 1 a 10. Para o grau 8, considerado BAIXA por 0% dos especialistas, MÉDIA por 35% e ALTA por 65% dos especialistas.

Ou seja, com as respostas dos especialistas foi possível determinar os graus de certeza dos termos lingüísticos de cada uma das variáveis de entrada, por meio da utilização dos conjuntos *fuzzy*. Foram definidos os conjuntos *fuzzy* genéricos para todas as VEs qualitativas, que apresentam sempre dois e três níveis de termos lingüísticos: um inferior, um médio e outro superior. Após a conversão de todas as VEs em suas correspondentes variáveis lingüísticas, com seus respectivos GdC, os blocos de inferência *fuzzy* (BI), compostos por base de regras SE-ENTÃO, são operados com base nos operadores MIN-MAX, obtendo-se um valor lingüístico para cada variável intermediária e para variável de saída do modelo, com os termos lingüísticos definidos pelos juízes, anteriormente. A partir das variáveis de entradas (conhecimentos), geram-se a base de regras. Cada regra possui um fator de ponderação individual, denominado de Fator de Certeza (FdC), compreendido entre 0 e 1, que indica o grau de importância de cada regra na base de regras *fuzzy*. E a inferência *fuzzy* ocorre a partir da base de regras, gerando o vetor lingüístico da VS, obtido por meio das etapas de agregação e composição.

Determinação da Variável de Saída – Taxa ótima de eficiência no processo de integração de tecnologia ao produto (TOETP) à luz da performance da firma

A variável de saída (VS) do modelo *neurofuzzy* proposto é denominada de taxa ótima de eficiência no processo de integração de tecnologia ao produto (TOETP). O resultado produzido à luz da taxa ótima representa um incremental na criação de valor para as firmas. O processo de *fuzzificação* envolve a determinação das funções de pertinência para cada uma das variáveis de entrada. Se os dados de entrada forem valores precisos, resultados de medições ou observações, é necessário efetuar-se a estruturação de conjuntos *fuzzy* para as variáveis de entrada, consistindo no processo de *fuzzificação*. Caso as variáveis de entrada sejam obtidas em valores lingüísticos, não é necessário o processo de *fuzzificação*.

Defuzzificação: No caso de aplicações que envolvem variáveis qualitativas, como é o caso em questão, é necessário um valor numérico como resultado do sistema, denominado de *defuzzificação*. Sendo assim, após a inferência *fuzzy* é necessário a *fuzzyficação*, ou seja, transformar os valores lingüísticos em valores numéricos, a partir de suas funções de pertinência (VON ALTROCK, 1997). O método do Centro de Máximos se popularizou para a determinação de um valor exato para o vetor lingüístico da VS. A partir desse método, definem-se os graus de certeza dos termos lingüísticos como “pesos” associados a cada um destes valores. O valor de compromisso exato (VC) é determinado através da ponderação dos pesos com relação aos valores típicos (valores máximos das funções de pertinência), conforme Equação apresentada a seguir (VON ALTROCK, 1997; CURY e OLIVEIRA, 1999).

$$VS = \frac{\sum_{i=1}^n DoC_i \cdot X_i}{\sum_{i=1}^n DoC_i}$$

Onde i GdC representa os graus de certeza dos termos lingüísticos da variável de saída final e X_i indica os valores típicos para os termos lingüísticos, que correspondem aos máximos dos conjuntos *fuzzy* que definem a variável de saída final.

3. Aplicação e Análises Subjacentes

Para demonstrar a factibilidade e plausibilidade do modelo foi realizada uma aplicação em uma empresa de base tecnológica brasileira. A pesquisa contou com a intervenção de especialistas com conhecimento sobre o objeto de investigação,

selecionados por critérios técnico e científico. Os dados foram coletados por meio de um questionário estruturado. Esta aplicação tem como lastro (parcial) o estudo desenvolvido por Kurumoto em 2009. Neste espectro, o estudo foi desenvolvido em uma empresa brasileira de base tecnológica orientada a nanotecnologia. O estudo de caso foi realizado em uma pequena empresa de base tecnológica que atua na área de nanotecnologia, com objetivo de demonstrar a factibilidade e plausibilidade da modelagem proposta. Desta forma, foi possível conhecer detalhes do PDP e PDT da empresa de forma que permitisse identificar as práticas realizadas, buscando verificar como é a integração entre produto e tecnologia, além de identificar as práticas realizadas no desenvolvimento de uma tecnologia e a sua introdução em um produto da empresa que foi bem sucedido no mercado. O projeto foi selecionado de acordo com o grau de inovação do produto tomando-se por base a referência da OCDE (2005). Optou-se por estudar o projeto de um produto que já está no mercado, possuindo uma tecnologia caracterizada como sendo inovadora para o mercado nacional, o que leva a crer que o produto passou pelos dois estágios fundamentais identificados na revisão teórica: o PDP e PDT.

A empresa tem uma estrutura organizacional composta pelas seguintes áreas: P&D, comercial, administrativo/financeiro, e por um conselho de administração que contribui para a formulação de estratégias e orienta a gestão da empresa. A empresa atua no setor de nanotecnologia e está no mercado nacional há 6 anos. O objeto principal da empresa é o desenvolvimento de 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. Foram identificados os seguintes fatores críticos de sucesso da empresa: Político/Jurídico; Econômico e Financeiro; Mercadológico e Técnico. As principais Áreas de Informação identificadas foram: P&D; Comercial e Financeiro.

O processo de desenvolvimento da Tecnologia:

A tecnologia do produto estudado foi desenvolvida em um tempo aproximado de 2 anos. Durante todo o seu desenvolvimento participaram diretamente três dos sócios proprietários da empresa que são responsáveis pelas áreas de informação de P&D, Comercial e Financeiro. As principais atividades do PDT foram as seguintes: Realizar pesquisas na literatura, selecionar e desenvolver conceito superior de tecnologia, definir funcionalidades da nova tecnologia e otimizar a tecnologia a partir dos seus parâmetros críticos. A tecnologia inovadora do produto em questão foi desenvolvida em um projeto anterior, desenvolvidos pelos sócios-proprietários, durante um curso de pós-graduação. Portanto, as atividades foram desenvolvidas em laboratórios de pesquisa acadêmica, o que possibilitou obter uma estrutura de recursos humanos envolvendo professores e recursos físicos compreendendo laboratórios que ofereceram o suporte necessário para a geração do desenvolvimento da tecnologia. Nesse sentido, a origem dessa solução, que mais tarde resultaria em um negócio, teve como elemento fundamental a pesquisa básica. Os proprietários estabeleceram a empresa, portanto, com a tecnologia em fase inicial de desenvolvimento, resultado da pesquisa de pós-graduação. O primeiro passo foi a realização de pesquisas na literatura e em eventos para identificar as tendências de mercado e de materiais. Posteriormente, o grupo de pesquisa iniciou a elaboração do material, identificando as características comportamentais. Finalmente, foram realizados testes em laboratórios terceirizados para a aquisição de certificação da tecnologia desenvolvida. Com esta oportunidade de mercado, foi solicitou-se uma patente para assegurar a propriedade.

O processo de desenvolvimento de produto. Logo após a participação da empresa em uma feira de nanotecnologia, iniciou-se o PDP, oportunizando o primeiro contato comercial com uma determinada empresa que se mostrou interessada no revestimento de peças para o seu produto, com a tecnologia desenvolvida. As principais atividades do PDP identificadas foram as seguintes: realização de teste do conceito; realização de teste e validação da proposta de novo produto; realizar testes de robustez de acordo com parâmetros; iniciar a produção piloto; lançamento do produto e realizar a produção efetiva. Logo após este contato, a empresa cliente identificou as peças importantes a serem revestidas de tal forma que agregasse valor ao produto. Então, as peças foram submetidas a aplicações e experimentos com nova tecnologia, e o produto específico para cobrir tais tipos de peças foi então desenvolvido. Para identificar se a tecnologia atendia às necessidades da cliente-empresa, como por exemplo, a aparência e propriedade bacteriana, foram realizados testes em laboratórios terceirizados.

Após os resultados dos laudos dos testes, iniciou-se a otimização da aplicação. Nesta etapa foi definida a estrutura de produção para aplicação da tecnologia e aperfeiçoamentos na composição dos materiais. Foi produzido um lote piloto para que a cliente-empresa pudesse lançar o produto em um evento do seu setor. A partir dos resultados satisfatórios de aceitação do produto pelo mercado, iniciou-se a produção em escala, que permanece até o momento desse estudo. O tempo entre o primeiro contato comercial e a entrega do produto com a tecnologia aplicada foi de aproximadamente um ano, sendo que cerca da metade desse período foi orientado a experimentos e testes de aplicação da tecnologia nas peças selecionadas.

A estratégia de desenvolvimento da inovação adotada pela empresa para desenvolvimento da tecnologia foi a *bottom-up*, ou *technology push*, pois a princípio a equipe de desenvolvimento, formada por três dos sócios proprietários, não possuía um planejamento ou idéia clara para integrar essa tecnologia ao produto estudado. Eles não possuíam nem mesmo uma visão mais detalhada sobre os mercados consumidores possíveis ou o foco acerca desses mercados. Tratava-se de um trabalho de pesquisa acadêmico que possuía apenas uma identificação informal perceptiva, como eles mesmo chamam, das oportunidades de mercado. Inicialmente a empresa não tinha como alvo principal o produto estudado. A princípio a idéia era desenvolver uma tecnologia para recobrimento do metal caracterizando inicialmente essa estratégia como *top-down* e posteriormente, com um redirecionamento da sua aplicação, identificando tendências de mercado e necessidades de aplicações da tecnologia em outros produtos.

A estratégia de sincronização tecnológica adotada foi a transferência seqüencial de tecnologia. Num primeiro momento desenvolveu-se tecnologia e, em seguida o produto. Isto deve-se ao fato da tecnologia ter sido desenvolvido inicialmente para o mercado durante as pesquisas na pós-graduação dos sócios-proprietários. E ainda, a empresa participou do evento que resultou no produto estudado neste trabalho com a tecnologia pronta para ser aplicada ao produto. Ainda não validada, mas já em estágio avançado de desenvolvimento. Após a realização de experimentos com as peças selecionadas, verificou-se a necessidade de algumas adaptações na tecnologia. Nesse momento, a sincronização existente entre os processos passa a ser a transferência simultânea de tecnologia, pois durante a adaptação de algumas composições químicas da tecnologia eram também realizadas as atividades de testes de aparência e desempenho. Além disso, este caso permitiu identificar um prazo de dois anos, acima do qual é menor a chance da equipe de projeto do produto e tecnologia compartilhar os resultados do projeto. Assim assume-se que se os projetos forem realizados com diferença de até dois anos, podem ser caracterizados como sincronização simultânea. É importante ressaltar que através da

identificação da estratégia de sincronização notou-se que esse período de dois anos foi o tempo necessário para a empresa validar e incorporar a tecnologia em um produto para que pudesse ser comercializada

Uma vez definidas as atividades de PDP e PDT e as atividades críticas, o passo seguinte foi definir o conceito de tecnologia a ser adotado nesta aplicação. O conceito adotado tem lastro no conhecimento. A literatura (Phaal, Farrukh e Probert, 2004; Bond e Hoston, 2003; Kaplan e Tripsas, 2008; Roussel, Saad e Bohlin, 1992; Abetti, 1989;; Ribault, Martinet e Lebidois, 1995) conceitua tecnologia como o conhecimento aplicado para a obtenção de um produto (um resultado prático). Em seguida, iniciou-se o procedimento de transferência da tecnologia (conhecimento) ao produto. De um lado, os conhecimentos demandados pelo produto (PDP). Do outro, os conhecimentos ofertados pela tecnologia (PDT). Conforme já referenciado, a integração da tecnologia ao produto tem lastro na definição de Iansiti (1998) que como principal dimensão da integração o conhecimento de P&D aplicado a um produto comercial. Desta forma, a Área de Informação adotada nesta aplicação é P&D. O processo de integração utilizando o conhecimento está sistematizado a seguir.

O processo de integração da tecnologia ao produto

O conceito adotado para conhecimento são as bases teóricas e conceitos e informações de contexto. Esta foi a definição de conhecimento utilizada nesta aplicação. Desta forma, foram identificados quais conhecimentos eram necessários para a realização de teste de conceito; realização de teste e validação da proposta de novo produto; realizar testes de robustez de acordo com parâmetros; iniciar a produção piloto; lançamento do produto e realizar a produção efetiva, entre outros. Logo após este procedimento, as bases teóricas e conceitos foram priorizadas utilizando-se as redes neurais artificiais e o método de escalagem psicométrica LJC (Figura 2). Os resultados são os seguintes:

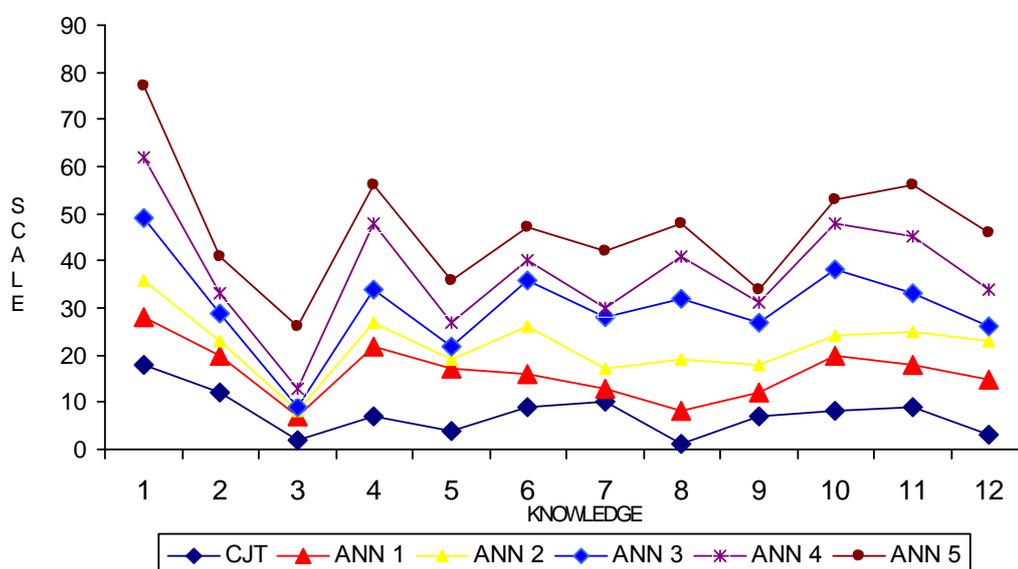


Figura 2: *Ranking* de Conhecimentos utilizando RNA e LJC

Encerra-se esta seção, com a avaliação das bases teóricas e conceitos e informações de contexto, utilizando-se das redes neurais artificiais (RNA) e o método LJC, de forma complementares, para o referido procedimento, o que permitiu a confirmação dos resultados alcançados, consistência e confiabilidade. De um lado, um método de

escalagem psicométrica, e do outro, um método da inteligência artificial, ambos com o mesmo propósito, avaliar os objetos de conhecimentos, escalonando-os.

Avaliação com o método escalagem psicométrica - LJC

Desta forma, os procedimentos de aplicação do método LJC seguiram as fases: determinação das frequências das preferências por pares de estímulos (características dos projetos), em que O_i equivale às características e O_j aos especialistas - $O_i|O_j$.

- 1 - determinação das frequências das categorias ordinais, a partir dos dados extraídos da etapa anterior.
- 2 - determinação da matriz [ij] das frequências relativas acumuladas,
- 3 - determinação do inverso da normal padrão das frequências acumuladas (INPFA).

Avaliação com o método Redes Neurais Artificiais

Na presente aplicação, a camada dos dados de entrada possui 15 neurônios correspondente as 15 variáveis referente aos objetos de conhecimentos, das quatro categorias de conhecimentos referenciadas. São consideradas variáveis de entradas as quatro primeiras classificações de objetos de conhecimentos, sendo duas “BTC” e duas “IC”. A camada intermediária possui sete neurônios, e a camada de saída possui um neurônio correspondente ao valor da escalagem determinada pela RNA. Os pesos entre as camadas de entrada e intermediária, e entre a intermediária e de saída são determinadas automaticamente pelo processo de aprendizagem supervisionada baseado no algoritmo *Backpropagation* aplicando o *software Easy NN*. O processo de treinamento foi finalizado quando os pesos entre as conexões permitiram minimizar o erro de aprendizado. Para isto foi necessário identificar qual a configuração que apresentou o melhor resultado variando as taxas de aprendizagem e momento. Após diversas configurações terem sido testadas, a rede que apresentou melhor resultado com taxa de aprendizagem igual a 0,30 e momento igual a 0,80, foi a indicada pela RNA 1 (Figura 2). Os dados foram divididos em dois grupos, onde a cada estágio um terço dos dados são utilizados para treinamento da rede e o restante é aplicado para verificação dos resultados. Após várias topologias de rede, e de parâmetros, foi possível obter as redes que apresentaram melhores resultados. A rede foi treinada para obtenção de dois grupos de resultados para comparação da melhor escalagem determinada pelas redes. No primeiro teste adotou-se o somatório do julgamento dos agentes, entretanto somente no segundo teste obteve-se a melhor escala, próxima da representada pelo método dos julgamentos categóricos. Quanto às topologias de redes utilizadas, os resultados obtidos de várias configurações da RNA e comparados à LJC, observou-se que a RNA 1, é a que melhor se aproximou da classificação obtida pela LJC. Além disso, embora outras topologias não tenham sido as melhores, tiveram certa aproximação em alguns objetos de conhecimentos da LJC. Uma vez identificados e priorizados os objetos de conhecimentos (RNA e LJC), o passo seguinte é a seleção das 15 primeiras classificações para composição das variáveis de entrada no modelo *neurofuzzy*. A interação dessas variáveis no modelo *neurofuzzy* vão resultar em um único valor que é a *performance* da integração da tecnologia ao produto. Isto possibilita verificar se o procedimento de integração foi ou não bem sucedido. As VEs consideradas nesta aplicação são os *clusters*: Política, Jurídica, Econômica e Financeira, Técnica, Ambiental e Mercadológica. São utilizadas as 15 primeiras variáveis classificadas. As variáveis intermediárias são derivadas da interação e simulação das VEs. Assim, são apresentadas as seguintes variáveis intermediárias: Desempenho e Benefícios Técnico (TE), Mercadológico (ME); Político-Jurídico (PO-JU); (A). Logo após este procedimento, produz-se a VS – TOETP. Os resultados mostraram uma taxa de eficiência ótima de

integração da tecnologia ao produto equivalente a 0,8541. O valor da taxa ótima numérico numa escala de 0 a 1 é média aritmética dos valores resultantes da *defuzzificação* de cada um dos vinte juízes simulados. Este valor corresponde a um valor médio para o TOETP. Com esse resultado apresentado para a taxa ótima, é possível afirmar que o processo de integração tecnologia ao produto é eficiente e possibilita a criação de valor da firma. Num segundo momento, ao considerar a taxa de eficiência referente a cada um dos *clusters* (Político, Jurídico, Econômico e Financeiro, Ambiental e Mercadológico), o resultado foi o seguinte:

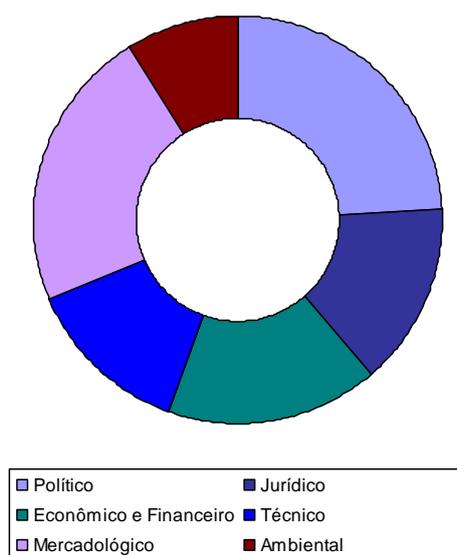


Figura 3: *Performance* da taxa de eficiência ótima para a criação de valor para as empresas *high tech*

Os *clusters* político e mercadológico influenciam de forma significativa a eficiência do processo de integração da tecnologia ao desenvolvimento de novos produtos. O modelo *Neurofuzzy* se apresenta viável para avaliar a taxa de eficiência no processo de integração de tecnologia ao produto. A partir da associação de variáveis objetivas e subjetivas intervenientes no processo de integração de tecnologia, utilizando uma rede neural hierárquica, que utiliza um processo de inferência *fuzzy*, para conversão de informações, é possível gerar um valor numérico, denominado taxa de eficiência na integração da tecnologia ao produto. Esse valor representa um valor incremental ao negócio. Quanto maior a taxa de eficiência, mais eficiente é o processo de integração de tecnologia ao produto.

4. Conclusões e Implicações

Este artigo teve por objetivo contribuir para uma política de planejamento para o desenvolvimento de produtos inovadores. Para isto, apresenta uma proposta de modelagem para integrar inovação tecnológica e desenvolvimento de novos produtos em ambientes *high tech*. A modelagem tem como elemento central a integração da tecnologia ao produto. Das dimensões de integração apresentadas na literatura, adotou-se nesta investigação o conhecimento, proposta de Iansiti (1998). Num primeiro momento foi definido o conceito de conhecimento a ser utilizado nesta proposta, bases teóricas e conceitos e informações de contexto. Em seguida, o conhecimento foi identificado e capturado a partir das informações demandadas nas Áreas de Informação, conforme as atividades de PDP e PDT. Conforme definido por Iansiti (1998), o conhecimento é transferido de P&D para o produto comercialmente bem sucedido. Logo após este procedimento, o conhecimento foi integrado ao produto, de acordo com as estratégias de sincronização e inovação. Para

avaliar a *performance* da integração da tecnologia ao produto, utilizou-se a tecnologia neurofuzzy. A técnica permite a interação entre as variáveis qualitativas e quantitativas sem perder qualquer informação.

A *performance* da integração foi desenvolvida a partir da interação entre as variáveis de entradas componentes do modelo, que converge a um único valor (variável de saída), no caso em questão, aqui denominada taxa de eficiência ótima de performance de integração da tecnologia ao produto. O resultado vem oportunizar a empresa objeto de investigação traçar novas estratégias de integração da inovação tecnológica ao produto, mesmo que seja um conceito ainda fuzzy, Crê-se que os avanços apresentados nesta modelagem podem contribuir para um aperfeiçoamento no campo metodológico rumo à construção de novos modelos de integração de inovações tecnológicas aos produtos.

Evidentemente permanecem diversas questões a serem aprofundadas em outros estudos do gênero e espera-se ter contribuído para uma discussão metodológica plausível mas, que ainda possa ser bastante explorada. Crê-se na importância de entender a integração do PDP e PDT em ambientes *high tech*, no sentido de que a eficiência da integração é melhor oportunizada e atendida quando tratada de forma coletiva e colaborativa por equipes multidisciplinares de desenvolvimento de produtos e tecnologias. Das diversas dimensões, os resultados referenciam que não há grandes predominâncias de um ou outro conhecimento, mas é certo que esse conhecimento está na ordem do dia e deve ser balizado como uma prioridade e confluência do momento, no contexto dos esforços sistêmicos orientados pela definição e redefinição de novas estratégias de planejamento ao longo do tempo. É plausível que a construção do conhecimento se dá ao longo de um processo contínuo e converge ao perfil desejado, que está em constante transformação pela aquisição de novos conhecimentos. Por esta via, a política de desenvolvimento de produtos e tecnologias haverá de estar ancorada em um planejamento instrumentalizado, na perspectiva dos atores das equipes multidisciplinares..

O resto da discussão são procedimentos metodológicos, e neste campo, a técnica impôs um padrão suficientemente robusto e lógico-científico planejado. O estoque de sofisticação dos procedimentos metodológicos privilegiou diversas dimensões necessárias para compreender e interpretar a lógica subjacente ao desenvolvimento de produtos e tecnologias em ambiente *high tech*. O modelo permanece como um valioso instrumento conceitual. O exercício adequado das complexas decisões presentes no PDP e PDT requer a aplicação de metodologias especialmente desenhadas em conformidade com as particularidades de cada projeto de desenvolvimento de produtos. Presume-se como pressuposto mais forte o fato de reconhecer a importância da subjetividade no julgamento dos decisores; seus valores, seus objetivos, seus preconceitos, sua cultura, sua intuição, assim como a influência dos fatores subjetivos sobre a percepção e entendimento dos conhecimentos disponíveis. Esse suporte metodológico não tem a pretensão de ser completo, mas sim, de ser gerador de elementos do conhecimento que são estratégicos para aperfeiçoar o desenvolvimento de novos produtos aliado aos avanços tecnológicos. Evidentemente não pretende ser uma “camisa de força” metodológica, mas que venha prestar uma contribuição, mesmo que por caminhos mais livres, o que torna o espectro de decisão mais inteligente, disponibilizando elementos essenciais para o desenvolvimento de novos produtos. Este estudo foi aplicado à empresas de bases tecnológicas no Brasil, e isto pode representar um fator de limitação a esta pesquisa.

Referências

1. Abrahamson, E. 1991. Managerial fad and fashion: the diffusion and rejection of innovations. *Academy of Management Review*. **16**, 586-612.

2. Buchanan, M. (2002) 'Nexus', Norton, New York
3. Clark, K. B., & Fujimoto, T. (1991). *Product development performance: strategy, organization and management in the world auto industry*. Boston: Harvard Business School Press.
4. Clausing, D. (1993). Total quality development: a step-by-step guide to world-class concurrent engineering. New York: American Society of Mechanical Engineers.
5. Cooper, R. G. (2006). Managing technology development projects. *Research Technology Management*, 49(6), 23-31.
6. Creveling, C. M., Slutsky, J. L., & Antis, D. (2003). Design for six sigma in technology & product development. New Jersey: Prentice Hall.
7. Damanpour, F., 1996. Organizational complexity and innovation: Developing and testing multiple contingency models. *Management Science* 42 (5), 693-713.
8. Douligeris, C. and Tilipakis, N. (2006) 'A knowledge management paradigm in the supply chain'. Int. Journal: *EuroMed Journal of Business*, Vol.1, Issue: 1, pp. 66 – 83.
9. Drejer, A. (2002). Integrating product and technology development. *International Journal of Technology Management*, 24(2/3), 124-142.
10. Eldred, W., & McGrath, M. E. (1997a). Commercializing new technology I. *Research Technology Management*, 40(1), 41-47.
11. Eliufoo, H. (2008) 'Knowledge creation in construction organisations: a case approach'. *The Learning Organization*. Vol. 15, Issue: 4, pp. 309 – 325
12. Griliches, Z., 1990. Patent Statistics as Economic Indicators: A Survey, *Journal of Economic Literature* 28: 1661 1707.
13. Herschel, R. T., Nemati, H. and Steiger, D. (2001) 'Tacit to explicit knowledge conversion: knowledge exchange protocols'. *Journal of Knowledge Management*, v. 5 . Number 1 . pp. 107-116.
14. Iansiti, M. (1998). *Technology integration: making critical choices in a dynamic world*. Boston: Harvard Business School Press.
15. 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.
16. Kurumoto, J.S. (2009) Integração Tecnologia e Produto. Dissertação apresentada ao curso de mestrado em Engenharia de Produção da Universidade de São Paulo.
17. Nobelius, D. (2004). Linking product development to applied research: transfer experiences from automotive company. *Technovation*, 24(4), 321-334.
18. Oliveira, R. L. M., Cury, M.V.Q., 2004. Modelo neuro-fuzzy para escolha modal no transporte de cargas. Dissertação de Mestrado apresentada ao Curso de Mestrado em Engenharia de Transportes do Instituto Militar de Engenharia.
19. Teece, D. J., Pisano, G., Shuen, A., 1997. Dynamic capabilities and strategic management. *Strategic Management Journal*, 18 (7), 509-533.
20. Teece, D.J., 1986. Profiting from technological innovation. *Research Policy* 15 (6), 285–305.
21. Thurstone, L. L ., 1927. A law of comparative judgment. *Psychological Review*. England.
22. Von Altrock, C. (1997). *Fuzzy Logic and Neurofuzzy Applications in Business and Finance*. Prentice Hall, USA.
23. Wheelwright, S., Clark, K. 1992. Revolutionising *Product Development*. Free Press, New York.
24. Wu, C. (2008) 'Knowledge creation in a supply chain'. *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol. 13, Issue: 3, pp. 241 – 250