

INFLUÊNCIA DAS PRÁTICAS DE INOVAÇÃO ABERTA NA PROSPECÇÃO DE CONHECIMENTOS PARA A CRIAÇÃO DE VALOR EM AMBIENTES DE ALTA COMPLEXIDADE SOB CONDIÇÕES DE INCERTEZA E IMPREVISIBILIDADE

Selma Martins Oliveira

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

Professora e pesquisadora do Mestrado em Modelagem Computacional & Sistemas da Universidade Federal do Tocantins – UFT

selmaregina@uft.edu.br (Brasil)

Jorge Lino Alves

Doutor em Ciências de Materiais pela Universidade Lehigh, EUA

Professor Associado do Departamento de Engenharia Mecânica da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto – UP, Portugal

falves@fe.up.pt (Portugal)

RESUMO

Este artigo tem por objetivo contribuir para uma política de gestão da inovação. Para isto apresenta a influência das práticas de inovação aberta (*open innovation*) na prospecção de conhecimentos para a criação de valor em ambientes de alta complexidade, sob condições de incerteza e imprevisibilidade. A pesquisa foi conduzida à luz dos recortes teóricos e aplicação de um *survey* a especialistas, com conhecimento sobre o objeto investigado, selecionados por critérios técnico e científico. A pesquisa foi endereçada às indústrias *high tech* no Brasil. Os dados foram extraídos por meio de uma matriz de julgamento, em que os especialistas emitiram seus julgamentos sobre as variáveis investigadas. Para reduzir a subjetividade nos resultados alcançados foram utilizados os métodos: análise multicriterial, redes neurais artificiais e tecnologia *neurofuzzy*. Os resultados produzidos mostraram-se satisfatórios, validando a proposta apresentada.

Palavras-chave: Práticas de inovação aberta; Prospecção de conhecimentos; Indústrias *high tech*.

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

1. INTRODUÇÃO

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; Teece, 1986) e da inovação (Damanpour, 1996), o que inspira uma reconsideração de como ganhar com o conhecimento e a inovação (TEECE et. al., 1997; TIDD et.al., 1997; TEECE, 1986; WHEELWRIGHT e CLARK, 1992). Tradicionalmente a indústria de produtos globais enfrenta desafios multifacetados e complexos, o que requer aplicações em conhecimentos que resultam idéias inovadoras e soluções óbvias. Respostas vêm sendo dadas a esses desafios. Questões críticas surgem no desenvolvimento de novos produtos, em particular, o gerenciamento de conhecimentos e da inovação. Os recortes teóricos referenciam o valor incremental do conhecimento e da inovação para os negócios (CHESBROUGH, 2003; CHESBROUGH, VANHAVERBEKE, e WEST, 2006).

De fato, eventos de inovação como a introdução de um novo produto ou processo representam o fim de uma série de conhecimentos e o início de um processo de criação de valor que pode resultar em uma melhoria no desempenho do negócio (Ropera, Jun Dub, Love, 2008) balizado pela capacidade de contrabalancear a vulnerabilidade da mundialização dos negócios. No entanto, a capacidade em projetar e fornecer produtos inovadores com grande valor incremental aos clientes em uma questão pontual requer um domínio técnico de diferentes conhecimentos, derivados de fontes internas e externas de conhecimentos (CHESBROUGH, 2003). Mas é certo também que as organizações precisam usar adequadamente os conhecimentos advindos de diferentes fontes e verificar o estado dos negócios em suas atividades (Martin et al., 1998), e por conseguinte as inovações devem ser usadas como incrementos ao processo de interação do conhecimento.

Diferentes inovações dependem de diferentes tipos de conhecimentos e diferentes fontes de conhecimentos. Desta forma, crê-se que avaliar a importância relativa das diferentes fontes de conhecimento para o desempenho da inovação é relevante porque informa as empresas em suas decisões estratégicas sobre o desenvolvimento de canais diferentes para aquisições de conhecimentos (FRENZ e IETTO-GILLIES, 2009). Conhecimento de diferentes tipos e de diferentes fontes é um fator de unificação que fornece o principal elo operacional entre os diferentes elementos da cadeia de valor da inovação (TÖDTLING, LEHNER, e TRIPPL, 2006). Evidente que isto deve considerar que as fontes de conhecimentos (P&D, Universidades e Centros de Pesquisas, entre outros) têm natureza multiforme (Kline e Rosenberg, 1986; von Hippel, 1988) e revelam diferentes impactos no negócio de uma empresa, uma vez que o desempenho da inovação é fortemente dependente e potencializado de conhecimentos e suas respectivas fontes (FRENZ e IETTO-GILLIES, 2009).

De fato, o conhecimento amplia o potencial de criação de valor do negócio (ROPER, JUN DU, LOVE, 2008). No entanto, a capacidade de prospectar o conhecimento é um desafio complexo. Os recortes teóricos informam diferentes práticas de prospecção de conhecimentos, em particular os conhecimentos advindos de fontes externas. Sistemas de inovação, redes de inovação e os modelos de inovação aberta atribuem importância ao papel das fontes de conhecimento que se encontram fora da empresa, por meio das quais o conhecimento é transferido para a empresa por meio de uma variedade de canais (CHESBROUGH, 2003). Por esta via, as empresas podem adquirir conhecimento através de acordos de cooperação, onde esforços de inovação são feitos em conjunto com outras empresas privadas e / ou comprados de fontes de inovação (Cassiman e Veugelers, 2006) com instituições públicas e universidades, entre outras. Vários estudos têm referenciado a relevância da colaboração na geração de conhecimento e inovação (LAURSEN e SALTER, 2003). Isto remete avaliar a influência das práticas de inovação, em particular a inovação aberta (*open innovation*) na prospecção de conhecimentos.

Neste espectro, este artigo tem por objetivo contribuir para uma política de gestão da inovação. Para isto apresenta a influência das práticas de inovação aberta na prospecção de conhecimentos para a criação de valor em ambientes de alta complexidade, sob condições de incerteza e imprevisibilidade. E tem o seguinte problema de pesquisa a ser resolvido: Qual a influência das práticas de inovação aberta na prospecção de conhecimentos na perspectiva de criar valor em ambientes de alta complexidade, sob condições de incerteza e imprevisibilidade? A pesquisa está endereçada às empresas *high tech* no Brasil. O artigo está sistematizado conforme as seguintes seções: Designer da pesquisa; verificação do modelo conceitual e análises subjacentes; e conclusões e implicações.

2. DESIGNER DA PESQUISA

2.1.1 Modelo conceitual e hipóteses

Esta seção examina o modelo conceitual (Figura 1) e apresenta as hipóteses a serem testadas ao longo deste trabalho.



Figura 1: Modelo conceitual – Variáveis dependentes, moderadoras e independentes

A inovação aberta tornou-se um tema central amplamente discutido nos negócios e na academia (Chesbrough, 2003; Chesbrough e Garman, 2009; Chiaroni et al., 2011; Dodgson et al., 2006; Huang, 2011; Keupp e Gassmann, 2009; Laursen e Salter, 2006; Lee et al., 2010; Lichtenhaller, 2008; Van de Vrande et al., 2009). Em contraste com a inovação tradicional, a inovação aberta referenciada por Chesbrough (2003) descreve um conceito de núcleo de empresas que quebram completamente as suas fronteiras previamente fechadas para ampliar o espectro de idéias inovadoras derivadas do ambiente externo. O conceito de inovação aberta significa que as fronteiras são cada vez mais permeáveis entre as empresas e seus ambientes circundantes, ou seja, referencia como idéias criativas fluem através de diferentes organizações. As empresas tentam usar a inovação aberta para a inovação de suas funções de negócios e de gestão, reduzindo assim a inércia organizacional e adaptabilidade ao meio ambiente (Huang et.al., 2012), possibilitando com isto, a criação de valor e vantagem competitiva para o negócio.

A criação de valor no longo prazo tem sido amplamente discutida nos meios acadêmicos e empresariais. No entanto muitas vezes esse termo é confuso. Priem (2007) define valor como "a apropriação e retenção do pagamento feito pelos clientes à empresa na expectativa de valor futuro (PRIEM, 2007)". Criação de valor envolve inovação que cria ou aumenta a valorização dos benefícios do consumo. Nesta perspectiva, o conhecimento emerge como um dos recursos estratégicos mais importantes para as empresas. E o principal objetivo da gestão estratégica é criar valor para as empresas. Chesbrough (2003) referencia que em um modelo de inovação aberta as fontes externas de idéias podem ser mais valiosas do que as internas (SAKKAB,2002). Para elevar a capacidade de criação de valor e inovação, as organizações devem ser capazes de criar esse valor por meio de suas atividades ou práticas de inovação. Neste sentido, o conhecimento é um recurso determinante para a criação de valor nas organizações. Edvinsson et al. (2004) definem a inovação como a reutilização de idéias e conhecimentos já existentes, combinados com novos conhecimentos e comercializado posteriormente. Por esta via, a inovação é o uso do conhecimento inovador, de modo a criar valor efetivo para as partes interessadas na organização. Deste quadro de referência foram levantadas as seguintes variáveis e hipóteses deste estudo:

Variáveis independentes: Dos achados na literatura (Lopes e Teixeira, 2009; Moreira et al.2008) foram identificadas as seguintes práticas de inovação aberta (TRENTINI et.al., 2012):

Cadeia de Valor: esta prática possibilita a geração de idéias derivada da interação dos atores (clientes, fornecedores, concorrentes, entre outros) na cadeia de valor da inovação é uma das práticas que mais se popularizou, uma vez que possibilita potencializar o valor incremental dos negócios. Chesbrough (2006) evidencia que a inovação aberta pressupõe que o conhecimento útil seja amplamente distribuído e que, mesmo as organizações de P&D mais capazes devem identificar, conectar e potencializar as fontes externas de conhecimento como um processo elementar para a inovação.

Desenvolvimento de produtos por licenciamento de patentes. É uma prática bastante difundida. A incidência do licenciamento tecnológico tem sido concentrada na indústria química- farmacêutica, equipamentos elétricos e eletrônicos, computadores e máquinas industriais.

Parcerias de co-desenvolvimento. É uma prática que tem se tornado modelos de negócio que possibilita incrementar a inovação reduzindo custos de P&D e facilita a expansão e disseminação da inovação.

Relação entre empresas e o sistema científico e tecnológico. É uma prática que possibilita que as pesquisas desenvolvidas nas universidades e centros de pesquisas sustentem os requisitos industriais, permitindo a especialização de cada entidade com retorno para ambas as partes. Moreira et

al. (2008) relatam alguns dos desafios a serem superados, como por exemplo: as dificuldades de relacionamento, a falta de comunicação, as divergências de objetivos e visões, os descompassos de prazos, o modelo de distribuição do conhecimento nas universidades que dificulta a identificação dos pesquisadores e das pesquisas realizadas, e as etapas de avaliação e valoração das tecnologias.

Spin-offs : São empresas criadas para desenvolver oportunidades geradas pela empresa mãe. Elas têm como objetivo explorar novas condições de negócios de forma a minimizar impactos negativos na empresa mãe. Nessa prática, projetos que não têm interesse interno podem originar novos negócios.

Fusões e aquisições. As fusões e aquisições estão direcionadas para a absorção de conhecimento e tecnologia externa, permitindo o estabelecimento mais rápido em novos mercados e o impedimento da entrada de novos concorrentes, além de reduzir custos e aumentar a possibilidade de lançamentos.

Comercialização de tecnologias via Technology Broker. É uma prática de inovação aberta em que um profissional auxilia na busca, valoração, comercialização e gestão da transferência de determinada tecnologia/conhecimento por meio de uma rede de contatos.

Desenvolvimento de novos negócios a partir de Corporate Venturing. É uma forma de investimento em que as empresas aplicam capital em negócios nascentes com inovações que podem ou não estar relacionadas ao negócio e apresentam um grau de risco elevado, mas com grande potencial de crescimento.

Estabelecimento de consórcios não competitivos (redes de inovação). É uma prática de P&D colaborativo em que empresas se associam à universidades, centros de pesquisa ou empresas concorrentes com o objetivo de gerar conhecimentos e produtos que dificilmente seriam possíveis de forma individualizada.

Rede de oportunidades de valor ou value opportunity web – VOW, é uma prática de captar e analisar dados potencialmente valiosos sobre o ambiente externo e transformar essa informação em produtos vencedores para os consumidores. O objetivo de uma VOW é analisar os dados captados levando em conta novas necessidades, novas formas de fazer as coisas, novas funcionalidades de produtos e novos modelos da empresa entregar valor ao cliente.

Variáveis dependentes: As variáveis independentes foram extraídas da literatura especializada e submetidas ao julgamento de especialistas para confirmação. Foram identificadas as seguintes variáveis dependentes: Conhecimento dos atores: C1: P&D (Klein, 1995); C2: Clientes (Joshi e Silva, 2004); C3: Fornecedores (Horn, 2005; Smith e Tranfield, 2005); C4: Consultores externos (Horn, 2005); C5: Concorrentes (Hemphill, 2003); C6: Joint ventures (Hemphill, 2003); e C7:

universidades/outros centros de pesquisa públicos (ROPER et al., 2004). Para a dimensão cliente, a construção usada está lastreada em Joshi e Silva (2004); Sansão e Terziovski (1999). Para a variável fornecedores (Horn, 2005), o conteúdo foi derivado da construção usada por Dow et al. (1999) e Forza e Filippini (1998). Sobre a variável P&D, o constructo foi derivado principalmente de Klein (1995); Gupta et al. (2000) e Chiesa et al. (1996), que capturam dois aspectos importantes de P&D: capacidades e ligações. Em relação à variável Consultores Externos, a base do constructo está em Horn (2005). Sobre a variável Concorrentes, o lastro está em Hemphill (2003). E por fim, a variável *Joint Ventures* está baseada em Hemphill (2003).

Variáveis Moderadoras: As variáveis moderadoras foram extraídas da literatura e confirmadas por especialistas. Foram identificadas como variáveis moderadoras ou de controles: Os riscos e incertezas derivados do processo de inovação. De fato, os principais riscos são os de mercado, os quais são enfrentados pelos agentes do mercado de se engajar em atividades econômicas. Quando os novos produtos estão no mercado, os concorrentes intervêm rapidamente, o que levará a um risco competitivo (WU et. al. 2010). Os riscos da inovação tecnológica tratam das incertezas da tecnologia, mercado e benefícios ao ambiente institucional. A partir do modelo conceitual, as seguintes hipóteses foram formuladas: Hipótese 1: As práticas de inovação aberta influenciam em maior ou menor grau a prospecção de conhecimento dos atores. H2: A taxa ótima de criação de valor é derivada do resultado da influência das práticas de inovação aberta na prospecção de conhecimentos em empresas *high tech*, sob incertezas e imprevisibilidades.

2.2 Escopo do Estudo

As empresas *high tech* brasileiras são muito sensíveis ao avanço da tecnologia e apresentam elevado crescimento em inovação. São indústrias caracterizadas por elevado capital intensivo, alto nível técnico e processo de produção complexo; curto ciclo de vida e elevados investimentos em P & D. Essas empresas requerem instrumentos eficientes e robustos de apoio às suas decisões.

2.3 Amostra e Coleta de Dados

Este artigo tem por objetivo contribuir para uma política de gestão da inovação. Para isto apresenta a influência das práticas de inovação aberta na prospecção de conhecimentos para a criação de valor em ambientes de alta complexidade, sob condições de incerteza e imprevisibilidade. A pesquisa foi elaborada à luz dos recortes teóricos e consulta a especialistas. A pesquisa está orientada

às empresas *high tech* no Brasil. Os dados foram extraídos por meio de um questionário do tipo escalar/matriz de julgamento. A técnica utilizada foi a preferência declarada. Desta forma, foi aplicado um *survey* a 35 especialistas, com experiências em gestão da inovação, gestão do conhecimento; gestão de P&D, gestão organizacional e modelos de negócios; gestão da tecnologia, planejamento e inovação tecnológica e modelagem. Foram respondidos 24 questionários.

3. VERIFICAÇÃO DO MODELO CONCEITUAL E ANÁLISES SUBJACENTES

Para resolver o problema de pesquisa e alcançar o objetivo pretendido, esta seção está estruturada em duas fases: 1 – Modelagem da influência das práticas de inovação aberta na prospecção de conhecimentos em indústrias *high tech*; 2 – Modelagem da taxa ótima de criação de valor em indústrias *high tech*. Detalham-se a seguir estes procedimentos.

Fase 1: Modelagem da influência das práticas de inovação aberta na prospecção de conhecimentos dos atores (fontes)

Esta fase está sistematizada conforme as seguintes etapas:

Etapa 1) identificação das práticas de inovação aberta. Dos recortes teóricos e consulta a especialistas foram identificadas as seguintes práticas de inovação aberta: Cadeia de Valor; Desenvolvimento de produtos por licenciamento de patentes; Parcerias de co-desenvolvimento; Relação entre empresas e o sistema científico e tecnológico; *Spin-offs*; Fusões e aquisições; Comercialização de tecnologias via *Technology broker*; Desenvolvimento de novos negócios a partir de *Corporate Venturing*; Estabelecimento de consórcios não competitivos (redes de inovação); e Rede de oportunidades de valor ou *value opportunity web – VOW*.

Etapa 2)Identificação das fontes de conhecimentos e seus respectivos conhecimentos. Foram identificadas as seguintes fontes de conhecimentos à luz da literatura especializada e consulta a especialistas: P&D; Clientes; Fornecedores; Consultores Externos; Competidores; *Joint Ventures*; e Universidades/outros centros de pesquisas.

*Etapa 3) Avaliação da influência das práticas de inovação aberta na prospecção de conhecimentos em empresas *high tech*.* Este procedimento foi elaborado com o apoio dos métodos: análise multicriterial e redes neurais artificiais.

Sub-etapa 3.1: Este procedimento teve o apoio dos métodos de análise multicriterial, *Electre III*, *Promethee II* e *Compromise Programming* e as redes neurais artificiais. Essas etapas foram levantadas a partir da literatura e consulta a especialistas por meio de um questionário / matriz de

julgamento (um *survey*). A Figura 2 apresenta a avaliação (*performance*) das práticas de inovação aberta em relação aos conhecimentos a serem prospectados, conforme as respectivas fontes.

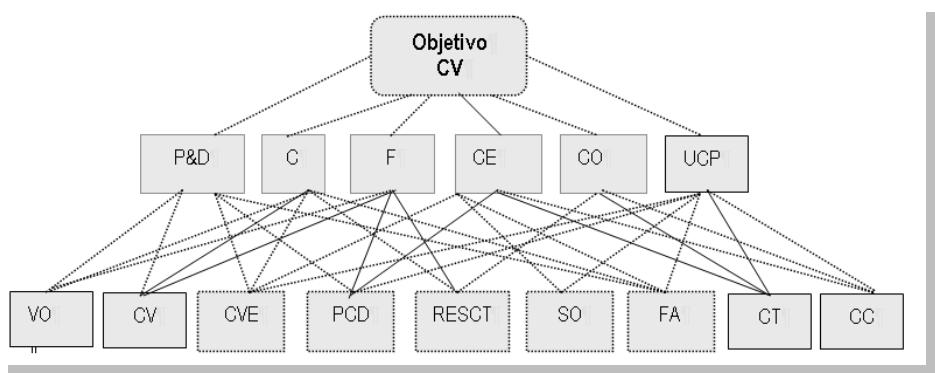


Figura 2: Avaliação da influência das práticas de inovação aberta em relação aos conhecimentos dos atores (fontes)

Os resultados alcançados confirmam a *Hipótese 1*: As práticas de inovação aberta influenciam em maior ou menor grau a prospecção do conhecimento em indústrias *high tech*, sob incerteza e imprevisibilidade. Atribuindo-se valores para cada critério, chega-se a uma matriz de Critérios x Alternativas que fornece, juntamente com o vetor Pesos, subsídios necessários à aplicação dos métodos multicriteriais. Ou seja, aplica-se a metodologia de seleção e hierarquização de alternativas, utilizando-se os métodos *Compromise Programming*, *Promethee II* e *Electre III*. O *Compromise Programming* pela sua grande difusão e simplicidade de aplicação e entendimento o torna uma alternativa na avaliação de problemas como o referenciado nesta aplicação. A solução de compromisso do problema é aquela que mais se aproxima da alternativa. Este método foi desenvolvido para identificar a solução mais próxima de uma ideal, portanto não viável, utilizando-se um determinado padrão de distâncias. No *Promethee II* é estabelecida uma função de preferências para cada critério entre alternativas, a qual deve ser maximizada, indicando a intensidade de uma alternativa à outra, com valor variando entre 0 e 1. Da família *Electre* (I,II,III,IV e V), o *Electre III* é considerado o mais indicado para os casos de incerteza e imprecisão na avaliação das alternativas envolvidas no problema de decisão. Todos esses métodos permitem a análise de alternativas de solução discretas, com a possibilidade de se levar em consideração avaliações subjetivas representadas por meio de pesos e pontuações numéricas. Em se tratando de problemas envolvendo aspectos subjetivos, os métodos que melhor se ajustam a situação desta pesquisa são os métodos da família *Electre* e *Promethee*. Embora o método *Compromise Programming* não faça parte desta classificação, possui características semelhantes, apresentando grande simplicidade de compreensão de sua operacionalização, o que o torna factível a esta aplicação.

Os métodos multicriteriais se apresentam como um instrumento viável para medir o desempenho das práticas de inovação aberta na prospecção de conhecimentos, e por conseguinte, permitem evidenciar um incremento no valor do negócio, no caso em questão, valor para as indústrias *high tech*. Os resultados produzidos permitem aos gestores concentrar melhor os seus esforços e recursos na gestão das práticas de inovação aberta que apresentam o melhor desempenho, o que resulta no alcance dos objetivos pretendidos pelas empresas *high tech*, ou seja, incrementar o valor. A estrutura dessa priorização (classificação, pela análise hierárquica) é proposta em três níveis de ordenamento, numa matriz de julgamento, em que, no primeiro nível da estrutura hierárquica define-se o objetivo, que é alcançar a criação de valor para as empresas *high tech* e alimentar o sistema; no segundo nível estão os critérios, que são os conhecimentos: C1: P&D (Shelanski e Klein, 1995); C2: Clientes (Joshi e Sharma, 2004); C3: Fornecedores (Horn, 2005); C4: Consultores Externos (Horn, 2005); C5: Competidores (Hemphill, 2003); C6: Joint ventures (Hemphill, 2003); e C7: Universidades/outros centros de pesquisas (ROPER et al., 2004). No terceiro nível estão as alternativas, que são as práticas de inovação aberta: P1: Cadeia de Valor: (CV); P2: Desenvolvimento de produtos por licenciamento de patentes.; P3: Parcerias de co-desenvolvimento.; P4: Relação entre empresas e o sistema científico e tecnológico ; P5: *Spin-offs*; P6: Fusões e aquisições.; P7: Comercialização de tecnologias via *Technology broker* ; P8 *Corporate Venturing* ; P9: Estabelecimento de consórcios não competitivos; e P10: Rede de oportunidades de valor ou *value opportunity web – VOW*. O processo de priorização obedece ao julgamento dos avaliadores (especialistas). De posse dos resultados obtidos pela aplicação da matriz de julgamento foram aplicados os métodos: *Promethee II*, *Electre III* e *Compromise Programming* para avaliar a influência das práticas de inovação aberta na prospecção dos conhecimentos (Tabela 1).

Tabela 1: Influência das práticas de inovação aberta na prospecção dos conhecimentos em empresas *high tech* – avaliação global

Práticas de Inovação Aberta	Classificação		
	<i>Promethee II</i>	<i>Compromise Programming</i>	<i>Electre III</i>
P1: Cadeia de Valor: (CV)	1 ^a	1 ^a	1 ^a
P4: Relação entre empresas e o sistema científico e tecnológico	2 ^a	2 ^a	3 ^a
P3: Parcerias de co-desenvolvimento.	3 ^a	3 ^a	2 ^a
P5: <i>Spin-offs</i>	4 ^a	4 ^a	2 ^a
P7: Comercialização de tecnologias via <i>Technology broker</i> / P10: Rede de oportunidades de valor ou <i>value opportunity web – VOW</i>	4 ^a	4 ^a	3 ^a
P6: Fusões e aquisições.	3 ^º	3 ^º	4 ^º

P2: Desenvolvimento de produtos por licenciamento de patentes./ P8 <i>Corporate Venturing</i>	5º	5º	4º
P9: Estabelecimento de consórcios não competitivos	4º	4º	5º

Reconhecida como uma das mais notáveis formas de mundialização, a inovação aberta evidencia-se como uma potencialidade para garantir a sobrevivência e crescimento das firmas. Dos resultados produzidos pelos métodos, a cadeia de valor é a prática mais significativa para assegurar a prospecção de conhecimento e criação de valor para as indústrias *high tech*. A cadeia de valor oferece às empresas a oportunidade de identificação de suas competências essenciais e posicionamento no mercado de acordo com as suas habilidades competitivas (Al-Mudimigh et al., 2004). Essencialmente o sistema de criação de valor é uma ferramenta analítica; facilita a identificação e avaliação das alternativas estratégicas (Walters e Rainbird , 2007). Análise da cadeia de valor identifica o fluxo de valor incremental através dos processos de criação de valor da empresa.

Desta forma, ao comparar os resultados em termos de desempenho, os métodos *Compromise Programming* e *Promethee II* não apresentaram diferenças em suas classificações. Já em relação ao *Electre III*, os resultados foram divergentes. E isto deve-se aos limiares de voto p, q e v, respectivamente, de indiferença, preferência forte e voto ou incomparabilidade, há uma discrepância na estrutura de seus resultados (classificação). O *Electre III* apresenta um grupo de solução com estrutura hierárquica mais flexível. Isto se deve a própria concepção do método, como também à consideração bastante explícita do aspecto da indiferença e incomparabilidade entre alternativas. A seguir é apresentada a modelagem para prospecção de conhecimentos utilizando as redes neurais artificiais, como instrumento de confirmação aos resultados obtidos pela análise multicriterial.

Prospecção de conhecimentos utilizando as Redes Neurais Artificiais (RNA)

As redes neurais artificiais (RNA) tentam simular o comportamento do cérebro humano, através de um número de neurônios interconectados. Um neurônio executa somas ponderadas pelas ativações dos neurônios representando relações não-lineares. As RNA têm a capacidade de reconhecer e classificar padrões por meio de processos de aprendizagem e treinamento. Os recortes teóricos indicam que as redes neurais proporcionam *performances* superiores aos modelos estatísticos convencionais, pois podem tratar mais adequadamente as variações no comportamento dos dados (DOUGHERTY, 1995; RODRIGUES, 1997; SHMUELI, SALOMON e SHEFER, 1998; FAGHRI e HUA, 1992). Assim, uma RNA pode ser treinada para gerar conhecimento baseado nos atributos dos dados de entrada ou também conhecidas como variáveis explicativas. Uma RNA está constituída de unidades interconectadas de processamento simples denominados neurônios, onde para cada conexão

ou *link* é atribuído um peso numérico (sináptico). Cada neurônio recebe um sinal de entrada com a “informação” total procedente de outros neurônios ou estímulos externos, sendo processados localmente junto a uma função de ativação ou de transferência produzindo um sinal transformado de saída para outros nós ou saídas externas (Russel e Norvig, 1996; Haykin, 1999). Cada neurônio individual implementa sua função e efetua um cálculo local, não sendo necessário um controle global. Cada neurônio j possui vários sinais de entradas x_i desde $i = 1$ até n , que podem ser saídas provenientes de outros neurônios conectados a ele. Cada conexão tem associado um peso sináptico w_{ij} . O neurônio recebe os sinais das conexões de entrada e calcula o novo nível de ativação correspondente que envia através das conexões de saída. No sentido amplo, a RNA é funcionalmente equivalente a um modelo estatístico de regressão não linear, embora o processamento e a relação funcional entre as variáveis sejam totalmente diferentes da modelagem estatística. Em um problema explanatório ou causal as entradas para a RNA são um conjunto de variáveis independentes (x_n) ou variáveis de previsão, e as variáveis de saída são as dependentes (y_m). Definidos um vetor de entrada de variáveis independentes $X = [x_0, x_1, x_2, \dots, x_n]$ e um vetor de saída de variáveis dependentes $Y = [y_0, y_1, y_2, \dots, y_m]$, a relação funcional ou mapeamento estimado pela RNA é $Y = y(X W)$ da entrada da primeira camada para a saída da última camada, parametrizado pelo vetor de pesos sinápticos W . Como observado, a rede neural resulta da interconexão de vários neurônios básicos em várias configurações. A configuração mais conhecida é a rede *feedforward* multicamada, referida também como *Multi-Layer Perceptron* (MLP), cuja estrutura consiste em camadas de neurônios na qual a saída de um neurônio de uma camada alimenta todos os neurônios da camada seguinte. Considerando que a base conceitual das RNA está na simulação do comportamento dos neurônios humanos, representando os estímulos das variáveis modeladas, acredita-se que seja possível avaliar as respostas dos decisores para a influência das práticas de inovação aberta na prospecção de conhecimentos dos atores, na perspectiva de incrementar o valor para as empresas *high tech*. É de se esperar que as preferências dos especialistas em relação à influência das práticas de inovação aberta na prospecção de conhecimentos serão representadas pela RNA por meio da probabilidade expressa na resposta das saídas geradas (Gonzales-Taco, 2003). O treinamento da rede é fase mais importante para o sucesso das aplicações em redes neurais. A topologia da rede pode ser melhor determinada de forma subjetiva a partir de um princípio que consiste em adotar o menor número de camadas intermediárias e neurônios possível, sem comprometer a precisão. Na presente aplicação, a camada dos dados de entrada possui 10 neurônios correspondentes às 10 variáveis referentes às práticas de inovação aberta. A camada intermediária possui 4 neurônios, e a camada de saída possui um neurônio correspondente ao valor produzido pelo método da análise multicriterial determinada pela RNA. Os pesos entre as camadas de entrada e

intermediária, e entre a intermediária e de saída são determinados automaticamente pelo processo de aprendizagem supervisionada baseado no algoritmo *Backpropagation* aplicando o software *EasyNN*. 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 apresentaria 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 0,40 e momento igual a 0,90 foi a RNA 1. Os dados foram divididos em dois grupos, onde a cada estágio, um terço dos dados foram utilizados para treinamento da rede e o restante foi aplicado para verificação dos resultados. Após várias topologias de rede, e de parâmetros, foi possível obter as redes que apresentaram os melhores resultados. A Tabela 2 apresenta os resultados das classificações da influência das práticas de *open innovation* na prospecção de conhecimentos, utilizando os métodos da análise multicriterial e as redes neurais artificiais. 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. Com isso, a última etapa da modelagem em RNA consistiu em testar os dados de entrada de forma seqüencial ou aleatória, processo este que apresentou resultados satisfatórios.

Tabela 2: Classificação das Práticas de Inovação Aberta
Redes Neurais Artificiais (RNA) e Métodos Multicriteriais

		Análise Multicriterial		RNA
	<i>Promethee</i>	<i>Compromise Programminng</i>	<i>Electre III</i>	RNA
P1: Cadeia de Valor: (CV)	1 ^a	1 ^a	1 ^a	1 ^a
P4: Relação empresas e sis. científico e tecnológico	2 ^a	2 ^a	3 ^a	2 ^a
P3: Parcerias de co-desenvolvimento.	3 ^a	3 ^a	2 ^a	2 ^a
P5: <i>Spin-offs</i>	4 ^a	4 ^a	2 ^a	3 ^a
P7: Comerc. de tecnol. via T. <i>broker</i> / P10: Rede de oportunidades	4 ^a	4 ^a	3 ^a	4 ^a
P6: Fusões e aquisições.	3 ^o	3 ^o	4 ^o	3 ^a
P2: Desenv. de prod. licen. de patentes./ P8 <i>Corp. Venturing</i>	5 ^o	5 ^o	4 ^o	4 ^a
P9: Estabelecimento de consórcios não competitivos	4 ^o	4 ^o	5 ^o	4 ^a

Os resultados produzidos à luz das redes neurais artificiais confirmam a cadeia de valor como a prática de inovação aberta que apresenta o melhor desempenho na prospecção de conhecimentos em empresas *high tech*, sob incertezas e imprevisibilidades (riscos de inovação). A cadeia de valor é suportada por um valor particular que cria uma lógica e sua aplicação resulta em posturas estratégicas particulares. Tradicionalmente a cadeia de valor tem sido utilizada como um conceito e ferramenta

para entender a análise das indústrias e provou ser um mecanismo bastante útil por retratar o acoplamento encadeado de atividades tradicionais nas indústrias (PORTER, 1980). Além disso, também moldou o pensamento sobre valor e criação de valor. A cadeia de valor de uma empresa relaciona-se com outras cadeias e conhecimentos produzidos por distintas fontes (fornecedores, concorrentes, canais e clientes, entre outros), que passam então a ser uma cadeia de valor da indústria. Ao mesmo tempo, uma empresa pode realizar análises das ligações da cadeia de valor entre os seus fornecedores, fabricantes e clientes, a fim de encontrar formas de aumentar a competitividade. Para o conceito de rede de valor, o valor é co-criado por uma combinação de atores na rede. Seja como for, empresas em redes são independentes. Afinal, como o valor é criado? A resposta tradicional para esta pergunta é simplesmente pela cadeia de valor (RAYPORT e SVIOKLA, 1995; RAYPORT e SVIOKLA, 1994). Muitas vezes a análise tradicional falha na identificação das fontes de valor. De fato, o elemento central para a criação de valor numa economia em rede é compreender como o valor é criado a partir das relações. É necessário um caminho para a criação de valor não somente para a criação de valor apenas para uma empresa isoladamente, mas para todo o contexto da rede. Entendendo as relações de uma empresa com outros atores de rede, estratégistas podem entender melhor o seguinte: Onde está o valor e como o valor é criado? Como as atividades da empresa afetarão a rede? É certo também que a criação de valor é a essência do processo de inovação produzida à luz do acúmulo de conhecimento no tempo. Neste quadro de referência, as práticas de inovação aberta devem ser endereçadas essencialmente ao conhecimento derivado de P&D (fonte). Dos recortes teóricos e consulta a especialistas, P&D garante maior *performance* para as empresas *high tech*. Por esta via, a política de inovação nesta categoria de empresas haverá de estar ancorada em um planejamento eficiente e suportar esses esforços.

Por fim, as indústrias de alta tecnologia carregam consigo rápidas mudanças, competição intensa e um ambiente altamente incerto e arriscado. Shanklin e Ryans (1984) sugerem que empresas *high tech* desenvolvam suas potencialidades técnicas e científicas que dêem respostas rápidas às técnicas existentes, permitindo atender às demandas de mercado. Com isto, é razoável centrar esforços em P&D criando um estoque interno de conhecimento científico (Feinberg e Majumdar, 2001; Griliches, 1979; Hall e Mairesse, 1995), o que possibilita o desenvolvimento e introdução de novos produtos, redução de custos de produção, preços mais competitivos e maior retorno financeiro (Kafouros, 2008a, 2008b) para as empresas. Essa lógica haverá de ser mantida, só que por meio da abertura de espaços para os diversos estratos: parceiros, fornecedores e clientes.

Fase 2: Modelagem da taxa de efetividade ótima de criação de valor à luz da influência das práticas de inovação aberta na prospecção de conhecimentos dos atores

Esta fase centra-se na determinação da taxa de efetividade ótima de criação de valor para as empresas *high tech* utilizando a modelagem *neurofuzzy*. É um processo cujos atributos em sua maioria possuem características de elevada subjetividade, em que a experiência do tomador de decisão é bastante significativa. Neste espectro há uma necessidade de uma ferramenta que permite a agregação das variáveis quantitativas e qualitativas que convergem rumo a um único parâmetro de avaliação (CURY e OLIVEIRA; 1999; VON ALTROCK, 1997). Este modelo agrega a tecnologia de Redes Neurais e Lógica *Fuzzy* (tecnologia *neurofuzzy*). Aqui este modelo suporta a determinação da taxa do valor incremental para as empresas *high tech*, à medida que permite avaliar a taxa desejável de valor derivada da influência das práticas de inovação aberta na prospecção de conhecimentos dos atores. O modelo aqui apresentado tem como referência o modelo de Cury e Oliveira (1999). À luz da tecnologia *neurofuzzy* os dados de entrada de natureza qualitativa são agrupados para determinar os parâmetros de comparação entre as alternativas. A técnica está estruturada a partir de uma combinação de todos os atributos (variáveis qualitativas e quantitativas) em blocos de inferência que usam regras de base *fuzzy* e expressões lingüísticas, de modo que a preferência para cada alternativa de decisão prioridade dos determinantes da taxa de efetividade ótima de criação de valor à luz da influência das práticas de inovação aberta na prospecção de conhecimentos dos atores, em termos de benefícios para a empresa, pode ser expressa por meio de um intervalo, variando de 0 a 10. A modelagem é composta de variáveis qualitativas e quantitativas, com base em informações dos especialistas. Descreve-se a seguir o modelo *neurofuzzy*.

Determinação das Variáveis de Entradas: Esta seção centra-se na determinação das variáveis de entrada (VE) do tipo qualitativas e quantitativas. Essas variáveis foram extraídas (10 variáveis) dos resultados (R) da influência das práticas de inovação aberta na prospecção de conhecimentos. Os termos lingüísticos atribuídos a cada VE apresentadas são: Alto, Médio e Baixo. Assim, a VE's evidenciadas no modelo estão apresentadas na Tabela 3, as quais 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 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).

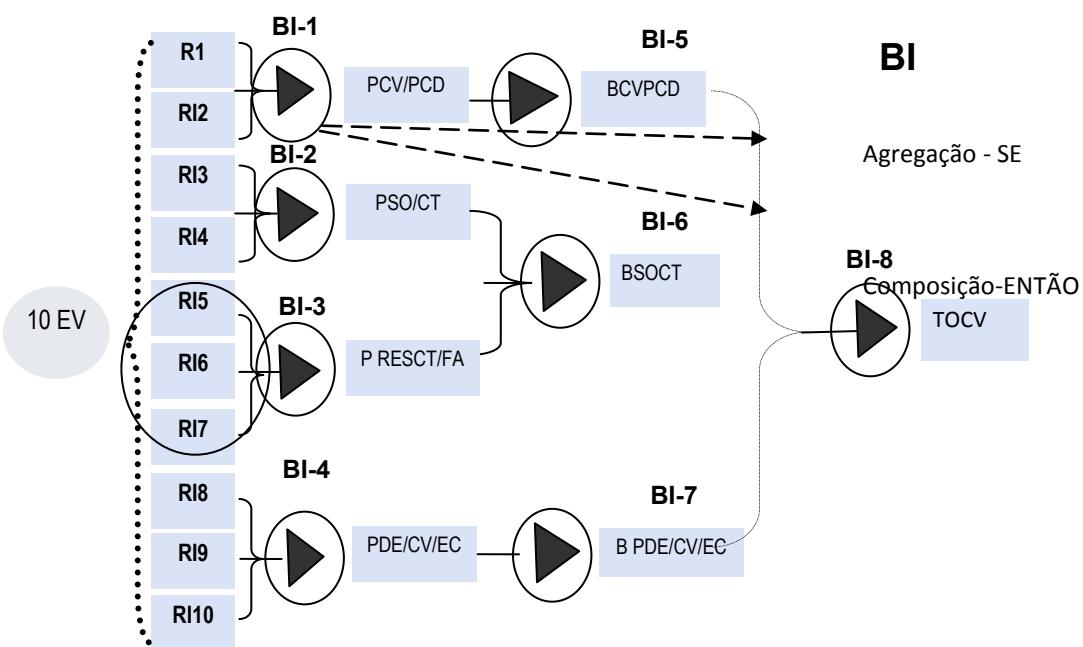


Figura 3: Modelo *Neurofuzzy*

Determinação das Variáveis Intermediárias e Termos Lingüísticos: As variáveis de entrada 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 obtidas são: *Performance* - P1: Cadeia de Valor: (CV); P2: Desenvolvimento de produtos por licenciamento de patentes.; P3: Parcerias de co-desenvolvimento.; P4: Relação entre empresas e o sistema científico e tecnológico; P5: *Spin-offs*; P6: Fusões e aquisições; P7: Comercialização de tecnologias via *Technology broker*; P8 *Corporate Venturing*; P9: Estabelecimento de consórcios não competitivos; P10: Rede de oportunidades de valor ou *value opportunity web* – *VOW*. A arquitetura proposta é composta de oito configurações de sistemas especialistas *fuzzy*, quatro 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, consequentemente configurando uma seqüência 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: Taxa de efetividade ótima de criação de valor em empresas *high tech*. 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. A título de exemplo, ao solicitar a opinião de um dos especialistas sobre qual a taxa de efetividade ótima

de criação de valor para as empresas *high tech*, a resposta foi 7,0. 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 7, considerado BAIXA por 0% dos especialistas, MÉDIA por 65% e ALTA por 35% dos especialistas. 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*. Os resultados confirmam a H2. A taxa de efetividade ótima depende da combinação e interação dos resultados da influência das práticas de *open innovation* na prospecção de conhecimentos. Foram definidos os conjuntos *fuzzy* genéricos para todas as VEs qualitativas, que apresentam sempre 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, 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 de efetividade ótima de criação de valor à luz da influência das práticas de inovação aberta na prospecção de conhecimentos dos atores (TOCV) A variável de saída (VS) do modelo *neurofuzzy* proposto foi denominada de taxa ótima de criação de valor em empresas *high tech*. 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. Um conjunto *fuzzy* A em um universo determinado X, é um conjunto de pares ordenados representados pela Equação 1. $A = \{(\mu_A(x), x) | x \in X\}$ (1) Onde (x) A é função de pertinência (ou grau de pertinência) de x em A e é definida como o mapeamento de X no intervalo fechado [0,1], conforme a Equação 2 (PEDRYCZ e GOMIDE, 1998). $\mu_A(x): X \rightarrow [0,1]$ (2) Inferência Fuzzy: A base de regras da inferência *fuzzy* é composta por regras do tipo SE-ENTÃO, que são responsáveis pela agregação das variáveis de entrada e geração das variáveis de saída em termos lingüísticos, com suas respectivas funções de pertinência. Segundo Von Altrock (1997), a cada regra, atribui-se um fator de ponderação que reflete a importância desta na base de regras. Esse coeficiente é denominado Fator de Certeza (FC), e pode variar no intervalo [0,1], sendo

multiplicado pelo resultado da agregação (parte SE da inferência). A inferência *fuzzy* é estruturada por dois componentes: (i) agregação, ou seja, a computação da parte SE das regras; e (ii) composição, referente à parte ENTÃO das regras. Os Graus de Certeza (GdC) que determinam os vetores lingüísticos resultantes dos processos de agregação e composição são definidos a partir Equação 3.

$$GdC_i := \max[FC1 \cdot \min\{GdCA11, GdCA12, \dots, GdCA1n\}, \dots, FCn \cdot \min\{GdCA1n, GdCA2n, \dots, GdCAmn\}] \quad (3)$$

Defuzzificação: No caso de aplicações que envolvem variáveis qualitativas, como é o caso em questão, é necessário um valor numérico com o 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 4 apresentada a seguir (VON ALTROCK, 1997; CURY e OLIVEIRA, 1999).

$$VS = \frac{\sum_{i=1}^n DoC_i \cdot X_i}{\sum_{i=1}^n X_i} \quad (4)$$

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

Onde i GdC representam os graus de certeza dos termos lingüísticos da variável de saída final e i X indica os valores típicos para os termos lingüísticos, que correspondem aos máximos dos conjuntos fuzzy que definem a variável de saída final. A título de demonstração, utilizando-se graus atribuídos (média) hipotéticos (empresa A), entra-se na expressão do cálculo do TPCITj com os GdCi do seguinte vetor lingüístico da variável de saída (TODSP), também hipotético: BAIXO=0,30; MÉDIO=0,51; ALTO=0,19. O valor do TPCITF numérico numa escala de 0 a 1 corresponde a 0,8291, resultante da média aritmética dos valores resultantes da defuzzificação de cada um dos vinte e quatro juízes simulados. Este valor corresponde a um valor médio para o TEPC. Concretamente, com esse resultado (taxa de efetividade ótima: 0,8291 produzido à luz da tentativa de uma melhor combinação e interação de estratégias de combinação das melhores práticas de inovação aberta na prospecção de

conhecimentos na perspectiva de um melhor valor incremental em empresas *high tech*, que convergiu rumo a um único parâmetro, é factível afirmar, com toda certeza, que esta combinação de práticas de inovação aberta, neste momento, consegue garantir pelo menos a *performance* desejada pelas empresas *high tech*, na perspectiva de criação de valor. É plausível que a empresa pelo menos mantenha este valor (0,8291) para garantir a *performance* desejada na criação de valor.

4. CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES

Este artigo tem por objetivo contribuir para uma política de gestão da inovação. Para isto apresenta a influência das práticas de inovação aberta na prospecção de conhecimentos para a criação de valor em ambientes de alta complexidade, sob condições de incerteza e imprevisibilidade (riscos de inovação). O estudo procurou cobrir um *gap* existente na literatura sobre gestão da inovação na perspectiva das práticas de inovação aberta na prospecção de conhecimentos e criação de valor para ambientes de alta complexidade, como é o caso das empresas *high tech*. A pesquisa se valeu de uma vasta revisão da literatura, em que foram levantados os componentes do modelo conceitual (variáveis dependentes e independentes). Num segundo momento o estudo foi elaborado à luz de um *survey* com especialistas para avaliar a influência das práticas de inovação aberta na prospecção de conhecimentos e, por conseguinte, criar valor para as indústrias *high tech* no Brasil. Para reduzir a subjetividade nos resultados alcançados, muitos foram os métodos e técnicas utilizados: análise multicriterial, redes neurais artificiais e tecnologia *neurofuzzy*. 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 das variáveis envolvidas. Por se tratar de um procedimento em que os atributos possuem características de subjetividade, com a intervenção de especialistas, a tecnologia *neurofuzzy* foi determinante e significativa na classificação das variáveis qualitativas e quantitativas convergidas a um único parâmetro de avaliação, a taxa de efetividade ótima na criação de valor para empresas *high tech*. Isto favorece as tomadas de decisões num contexto de incerteza e imprevisibilidade. Esta proposta é mais um instrumento nas mãos dos gestores, com grande efeito na redução da incerteza gerada em decisões que consideram o conhecimento e inovação. 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. É certo que a inovação coloca desafios significativos tanto para pesquisa como para a prática. Isto impõe a necessidade de uma aprendizagem ativa nas empresas *high tech*. Esse aprendizado envolve não só o

desenvolvimento de novas capacidades dentro da empresa, mas transpõe fronteiras. Interações com outras empresas, outros conhecimentos e especialistas têm um foco importante e emergente para a inovação e criação de valor para as empresas. Claro está também, que a listagem de prioridades de práticas de inovação aberta é dinâmica, que vão surgindo ao longo da prática, sempre colocando em pauta novos conceitos, novos conteúdos e demandando novos comportamentos e implementos técnicos, o que requer fundamentalmente e igualmente a reconfiguração permanente e recorrente que entra na pauta de novas práticas de inovação aberta e novos conhecimentos.

Da pesquisa, dados transversais utilizados no presente estudo podem não ser apropriados para estabelecer relações fundamentais entre as variáveis, mas, em relações que envolvem cortes transversais são satisfatórios e popularmente aceitos em testes de relações. Além disso, foi desenvolvido um *survey* orientado às empresas brasileiras, num contexto estático, o que pode representar um fator de limitação. Por isso, recomenda-se a reprodução e replicação estes procedimentos metodológicos em empresas de outros países para fins de confirmação de resultados. Recomenda-se ainda que as práticas de inovação aberta e conhecimentos sejam extraídos do estado da arte, mas que sejam fortemente confirmadas pelo estado da prática, mediante o julgamento de outros especialistas (de outros países), considerando que valores, crenças, culturas e experiências, são determinantes no julgamento, e isso, pode transpor efeitos nos resultados. Dos achados derivados da pesquisa, as indústrias de alta tecnologia carregam consigo rápidas mudanças, competição intensa e um ambiente altamente incerto e arriscado. O efeito produzido pela tecnologia no desenvolvimento de novos produtos é igualmente intensivo. Conforme já informado, P&D é expressiva para a criação de valor nas empresas. É razoável centrar esforços em conhecimentos derivados de P&D, criando com isto um estoque interno de conhecimento científico (GRILICHES, 1979). É razoável dizer que a indústria de alta tecnologia no Brasil ainda tem um longo caminho pela frente e enorme potencial de crescimento. Espera-se que o Brasil possa se tornar uma nação tecnológica e competitiva.

REFERÊNCIAS

- ABRAHAMSON, E. (1991). Managerial fad and fashion: the diffusion and rejection of innovations. *Academy of Management Review*. 16, 586-612.
- CASSIMAN, B.; VEUGELERS, R. (2006). In search of complementarity in innovation strategy: Internal R&D, cooperation in R&D and external technology acquisition. *Management Science*, vol. 52, no. 1 (Jan.), pp. 68 – 82.
- CHESBROUGH, H. (2003), Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology, Harvard Business School Press, Boston, MA.

CHESBROUGH, H. VANHAVERBEKE, W.; WEST, J. (2006), Open Innovation: Researching a New Paradigm. Oxford: Oxford University Press.

CHESBROUGH, H. e GARMAN, A. (2009), "How open innovation can help you cope in lean times", Harvard Business Review, Vol. 87 No. 12, pp. 68-76.

CHIARONI, D., CHIESA, V. e FRATTINI, F. (2011), "The open innovation journey: how firms dynamically implement the emerging innovation management paradigm", Technovation, Vol. 31 No. 1, pp. 34-43.

DAMANPOUR, F., (1996). Organizational complexity and innovation: Developing and testing multiple contingency models. *Management Science* 42 (5), 693-713.

DODGSON, M., GANN, D. e SALTER, A. (2006), "The role of technology in the shift towards open innovation: the case of Procter & Gamble", R&D Management, Vol. 36 No. 3, pp. 333-346.

DOUGHERTY, M. (1995). A review of neural networks applied to transport. *Transpn. Res. C*, vol. 3, nº 4, p. 247-260.

FAGHRI, A.; HUA, J. (1992). Evaluation of artificial neural networks applications in transportation engineering. *Transport Research Record*, 1358, pp. 71-80.

FRENZ, M. e IETTO-GILLIES, G., (2009), The impact on innovation performance of different sources of knowledge: Evidence from the UK Community Innovation Survey: Research Policy, v. 38, p. 1125-1135.

GONZALES-TACO, P. W. (2003). Redes neurais artificiais aplicadas na modelagem individual de padrões de viagens encadeadas a pé. São Carlos. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

GRILICHES, Z., (1990). Patent Statistics as Economic Indicators: A Survey, *Journal of Economic Literature* 28: 1661 1707.

HAYKIN, S. (1999). *Neural networks: a comprehensive foundation*. Prentice-Hall, Inc. United States of America.

HEMPHILL, T.A., (2003). Cooperative strategy, technology innovation and product development in industrial companies. *International Journal of Production Economics* Vol. 69, 169–176. HORN, P.M.

HORN, P.M., (2005). The changing nature of innovation. *Research Technology Management* Vol. 48, 28–33.

HUANG, H.C. (2011), Technological innovation capability creation potential of open innovation: a cross-level analysis in the biotechnology industry, *Technology Analysis & Strategic Management*, Vol. 23 No. 1, pp. 49-63.

HUANG, H.C.; LAI, M.C.; LIN, L.H.; e CHEN, C.T. (2012). Overcoming organizational inertia to strengthen business model innovation: An open innovation perspective, *Journal of Organizational Change Management* Vol. 26 No. 6, 2013, pp. 977-1002.

KEUPP, M.M. e GASSMANN, O. (2009), Determinants and archetype users of open innovation, *R&D Management*, Vol. 39 No. 4, pp. 331-341.

KLINE, J. E N. ROSENBERG (1986), An overview of innovation, in R. Landau. e N. Rosenberg (eds.) (1986), pp. 275-305.

LAURSEN K, SALTER AJ. (2003). Searching low and high: why do firms cite universities as a source of innovation? Paper presented at the EMAEE 2003 Conference on the ‘Knowledge-Based Economies: New Challenges in Methodology, Theory and Policy’, Augsburg, Germany.

LAURSEN K, SALTER A. (2006), Open for innovation: the role of openness in explaining innovation performance among UK manufacturing firms, *Strategic Management Journal*, Vol. 27 No. 2, pp. 131-150.

LEE, S., PARK, G., YOON, B. e PARK, J. (2010), “Open innovation in SMEs: an intermediated network model”, *Research Policy*, Vol. 39 No. 2, pp. 290-300.

LICHTENTHALER, U. (2008), “Open innovation in practice: an analysis of strategic approaches to technology transactions”, *IEEE Transactions on Engineering Management*, Vol. 55 No. 1, pp. 148-157.

LOPES M., TEIXEIRA A.A.C. Open Innovation in Firms Located in an Intermediate Technology Developed Country. Institute for systems and computer engineering of Porto , n.4 march 2009. Disponível em: <<http://metasetix.insecporto.pt/RePec/pdf>>. Acesso em: 08 jul. 2009.

MARTIN, C. R., HORNE, D. A., e SCHULTZ, A. M. (1999). The business-to-business customer in the service innovation process. *European Journal of Innovation Management*, Vol 2. Nº 2, 55-62.

PORTR, M. E. (1980): *Competitive strategy: techniques for analyzing industries and competitors*, Free Press, New York.

RAYPORT, J.F. AND SVIOKLA, J.J. (1995): Exploiting the Virtual Value Chain, *Harvard Business Review*, November-December, pp. 75-85.

ROPER, S., HEWITT-DUNDAS, N., LOVE, J.H., (2004). An ex ante evaluation framework for the regional benefits of publicly supported R&D projects. *Research Policy* Vol. 33, pp. 487–509.

RUSSEL, S. e NORVIG, P. (1996). Inteligencia artificial: un enfoque moderno. Prentice Hall Hispanoamericana S. A. México.

SHELANSKI, H.A., KLEIN, P.G., (1995). Empirical research in transaction cost economics: a review and assessment. *Journal of Law, Economics and Organization* Vol.11. pp. 335–361.

SHMUELI, D.; SALOMON, I; SHEFER, D. (1998). Neural network analysis of travel behaviour. In: *Neural Networks in*

SOUZA, J. (1988). Métodos de Escalagem Psicossocial. Vol. V, Brasília: Thesaurus.

TEECE, D. J., PISANO, G., SHUEN, A., (1997). Dynamic capabilities and strategic management. *Strategic Management Journal*, 18 (7), pp. 509-533.

- TEECE, D.J., (1986). Profiting from technological innovation. *Research Policy* 15 (6), 285–305.
- THURSTONE, L. L (1927). A law of comparative judgment. *Psychological Review*. England.
- TÖDTLING, F., LEHNER, P. e TRIPPL, M., (2006). Innovation in knowledge intensive industries: The nature and geography of knowledge links. *European Planning Studies* 14 (8), 1035-1058.
- TRENTINI, A. M. M. et.al. (2012). Inovação aberta e inovação distribuída, modelos diferentes de inovação? *Revista Estratégia & Negócios*. v.5, n.1, p. 88-109
- VAN de VRANDE, V., de JONG JEROEN, P., VANHAVERBEKE, W, e ROCHEMONT, M. (2009), Open innovation in SMEs: trends, motives and management challenges, *Technovation*, Vol. 29, 6-7, pp. 423-437.
- VON HIPPEL, E. (1988), *The Sources of Innovation*, Oxford, Oxford University Press.
- WHEELWRIGHT, S., CLARK, K. (1992). Revolutionising *Product Development*. Free Press, New York.

**INFLUENCE THE PRACTICES OF OPEN INNOVATION IN THE EXPLORATION OF
KNOWLEDGE FOR VALUE CREATION IN HIGHLY COMPLEX ENVIRONMENTS
UNDER CONDITIONS OF UNCERTAINTY AND UNPREDICTABILITY**

ABSTRACT

This article aims to contribute to a policy of innovation management. For it shows the influence of the practices of open innovation in the exploration of knowledge for value creation in highly complex environments under conditions of uncertainty and unpredictability. The research was conducted in the light of theoretical clippings and implementation of a survey to specialists, with knowledge about the investigated object, selected for technical and scientific criteria. The survey was addressed to high tech industries in Brazil. Data were extracted by means of an array of trial in which experts issued their judgments about the variables investigated. Multicriteria analysis, artificial neural networks and neuro technology: To reduce subjectivity in the results achieved, the methods were used. The produced results were satisfactory, validating the proposal.

Keywords: Practices of open innovation; knowledge; High Tech Industries.

Data do recebimento do artigo: 06/12/2013

Data do aceite de publicação: 15/03/2014