

# METODOLOGIA PARA PROSPECÇÃO DE INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS E CRIAÇÃO DE VALOR BASEADA EM INOVAÇÃO ABERTA SOB INCERTEZAS AMBIENTAIS: UMA LEITURA PARA AS INDÚSTRIAS SUSTENTÁVEIS

## 1. Introduction

Recentemente a inovação tem ganhado papel de destaque no que diz respeito a fatores de competitividade e *performance* das organizações. A inovação mexe com as diversas cadeias de produção e torna-se um processo permanente, a medida que a mesma evolui (HUIZINGH, 2011). A inovação pode impactar na cadeia de produção gerando um produto ou processo completamente novo ou, ainda, a melhoria de algo já existente (HIGGINS, 1995; MANUAL DE OSLO, 2005). Entre as percepções atuais da importância para a inovação, está a necessidade da interação das organizações com o ambiente externo, evidenciando a relevância de fontes de informação externas à firma (KLEROVICK et al., 1995). A organização não é mais autossuficiente para produzir inovação por meio do conhecimento gerado internamente (Adner, 2006; Chesbrough, 2003; Chesbrough, Ritter e Lettl, 2018; Kapoor, 2018); assim, para desenvolver e implementar suas inovações, as organizações devem contar com a contribuição de diferentes *stakeholders* para a criação de valor. Dificilmente uma empresa consegue desenvolver suas inovações isoladamente (ADNER, 2006).

Portanto, a estratégia é abrir e usar o conhecimento, envolvendo os stakeholders relevantes em todas as etapas do processo de inovação (ADNER, 2006; ADNER e KAPOOR, 2010; ADNER, 2012; BALDWIN, 2008; CHESBROUGH, 2003; GOMES et al., 2018; WEST e WOOD, 2008). A literatura apresenta diversos modelos para o processo de inovação, entre eles o *Open Innovation* (inovação aberta). A inovação aberta propõe o rompimento das fronteiras da organização, desta forma, um processo de inovação pode ter contribuições internas e externas da organização, assim como pode usada tanto por uma organização, quanto por outra (CHESBROUGH, 2003). Ainda, a colaboração entre empresas e clientes, os ciclos de vida curtos, bem como a atual dinâmica de mercado criam um cenário que serve como base para este paradigma de gestão da inovação (SCHROLL e MILD, 2011). Desta forma, a organização pode absorver recursos externos e, ainda, possibilitar que os internos que não foram por ela utilizados, sejam licenciados para uso externo, possibilitando uma via dupla de ganhos. Neste modelo em questão, existem diversas práticas para a realização de transferência de tecnologia e recursos (MOREIRA et al, 2008; LOPES et al, 2009), tais como geração de idéias através da cadeia de valor, desenvolvimento de produtos por licenciamento de patentes, parcerias de codesenvolvimento, relação entre empresas e o sistema científico e tecnológico, pesquisa e desenvolvimento interno *spin-off*, fusões e aquisições, comercialização de tecnologias via *Technology broker*, novos negócios a partir de *Corporate Venture*, absorção de tecnologia e/ou conhecimento externo, utilização de especialistas para prospecção ou gestão da inovação aberta, estabelecimento de consórcios não competitivos, redes de oportunidade de valor (*VOW – Value Opportunity Web*), pesquisa e desenvolvimento interno “aberto” (FU e XIONG, 2011; LO NIGRO, MORREALE e ENEA, 2014; HUIZINGH, 2011; MORTARA e MINSHALL, 2011; SCHROLL E MILD, 2011). Ao utilizar estas práticas e explorar os recursos externos, através de parcerias com outras organizações, uma empresa pode reduzir os custos de desenvolvimento tecnológico, assim como os riscos de entrada no mercado e o tempo de desenvolvimento de um novo produto (TIDD, BESSANT e PAVITT, 2001). Assim, esta pesquisa tem por objetivo apresentar uma proposta metodológica para examinar os impactos das práticas de inovação aberta para a prospecção de inovação tecnológica e criação de valor sob ambientes de incertezas ambientais. O modelo foi testado através de um survey com gestores de empresas de manufaturas sustentáveis no Brasil. A sustentabilidade visa atender às necessidades de recursos

das gerações atuais e futuras sem prejudicar o meio ambiente e consiste em três dimensões, econômicas, sociais e ambientais (ELKINGTON, 1994). O conceito de manufatura sustentável foi adotado por organizações de manufatura para desenvolver produtos e processos mais ecologicamente corretos (HARIKANNAN, VINODH e GURUMURTHY, 2021). Relacionar estas áreas pode levar a uma melhor compreensão das estratégias para priorizar práticas que facilitam a prospecção de conhecimento para o desenvolvimento de inovações tecnológicas e criação de valor em contexto de incertezas ambientais.

Este artigo defende uma metodologia estruturada em duas partes: I – revisão bibliográfica de modelos de prospecção de inovação tecnológica em condições de incertezas ambientais e apresentação de uma proposta de modelagem conceitual; 2 - Determinação dos impactos das práticas de inovação aberta para prospectar inovações tecnológicas e criar valor sob incertezas ambientais. Incertezas ambientais podem tornar a tomada de decisões gerenciais sobre a distribuição de recursos particularmente difícil. Esta fase foi elaborada com a aplicação dos métodos: Teste t-student; escalagem psicométrica – Lei dos Julgamentos Categóricos; e Redes Neurais Artificiais. Este artigo está sistematizado conforme as seguintes seções: Na próxima seção será apresentada a revisão da literatura; em seguida será evidenciado o método e sua verificação; por fim, palavras finais.

## **2. Metodologia**

A metodologia proposta está estruturada conforme as seguintes fases: 1 – revisão bibliográfica de modelos de prospecção de inovação tecnológica em condições de incertezas ambientais e apresentação de uma proposta de modelagem conceitual; 2 - Determinação dos impactos das práticas de inovação aberta para prospectar inovações tecnológicas e criar valor sob incertezas em indústrias de manufaturas sustentáveis. Detalham-se a seguir esses procedimentos.

*Fase 1: Revisão bibliográfica de modelos de prospecção de inovação tecnológica em condições de incertezas ambientais e apresentação de uma proposta de modelagem conceitual*

Nesta fase é realizada a revisão bibliográfica dos modelos de prospecção de inovação tecnológica em condições de incerteza ambiental. O objetivo desta fase é analisar as variáveis determinantes para a prospecção de inovação tecnológica. Para tanto, foi levantada a literatura das principais bases e extraídos os elementos centrais dos artigos como: autores, ano de publicação, assim como foram analisados os modelos e seus componentes. Ao final foi apresentada uma proposta de modelo e suas variáveis principais: independentes, moderadoras e dependentes. Esses procedimentos são detalhados a seguir.

*Etapa 1: Formulação da Questão*

Nesta etapa foi levantada a questão problema a ser resolvida que norteará todas as demais etapas. Assim, a questão que orientou esta fase foi: quais são as variáveis independentes, dependentes e moderadoras componentes de um modelo para prospectar inovações tecnológicas em condições de incertezas ambientais em indústrias de manufatura sustentáveis.

*Etapa 2: Localização e Seleção de Estudos*

Nesta etapa foram feitas pesquisas nas bases de dados selecionadas a fim de encontrar artigos que pudessem responder à pergunta feita na primeira etapa. As seguintes bases foram escolhidas:

- Biblioteca Digital ACM - <http://portal.acm.org>
- ScienceDirect - Elsevier - <http://www.elsevier.com>
- IEEE Xplore - <http://www.ieee.org/web/publications/xplore/>
- Emerald - <http://www.emeraldinsight.com>

- Google Scholar - <http://scholar.google.com.br/>
- Microsoft Academic - <http://academic.research.microsoft.com/>
- ISI Web of Science - <http://www.isiknowledge.com>
- Wiley InterScience - <http://www.interscience.wiley.com>

Para as buscas nas redes de dados, foram combinadas as palavras-chave "modelo", "prospecção", "incerteza", "imprevisibilidade", "tecnologia" e "Inovação", utilizando o operador lógico "E" e "OU", conforme apresentado abaixo de:

### *Etapa 3: Análise Crítica de Estudos*

Os estudos encontrados durante a busca nas bases de dados foram classificados em algumas categorias: Estudos identificados; estudos não selecionados; estudos selecionados; estudos excluídos; e estudos incluídos. Os critérios de inclusão do artigo nesta pesquisa foram: ter relação com o tema; publicações em jornais, conferências, simpósios, workshops, periódicos e outros; Língua Inglesa; artigos que expõem com clareza os modelos e variáveis utilizadas no trabalho. De um total de 1130 artigos identificados, 66 estudos foram selecionados.

### *Fase 2 - Designer do método*

Para cada modelo identificado foram extraídas evidências que influenciam o processo de inovação. Destes modelos foram extraídas as principais variáveis que os compõem. Essas variáveis foram tabuladas e, a seguir, reunidas por similaridade, de forma a sintetizar informações e correlacionar aspectos comuns aos modelos. As variáveis foram classificadas em três macrogrupos: variáveis, independentes, dependentes e moderadores (Bisquerra, Sarriera, e Martínez, 2004; Brown e Eisenhardt, 1995; Leung, Chen, e Yu, 2008).

*Variáveis moderadoras:* as variáveis moderadoras representam o ambiente em que o processo de inovação está inserido, apresentando condições que o tornam instável, podendo afetar a inovação positiva ou negativamente (Leung, Chen, e Yu, 2008). Foram identificadas as seguintes variáveis moderadoras: Incertezas Ambientais, tais como: turbulências ambientais e até mesmo interferências políticas; incertezas tecnológicas, tais como as mudanças tecnológicas de forma acelerada; Incertezas do Mercado, as quais se relacionam com a aceitação do produto e / ou serviços pelos consumidores e questões avaliadas como design e qualidade, entre outras; e Mudanças na equipe, tais como a saída de membros da equipe.

*Variáveis independentes:* As variáveis independentes podem ser manipuladas para causar efeitos, que serão medidos nas variáveis dependentes (Bisquerra, Sarriera, e Martínez, 2004). Foram identificadas as seguintes variáveis independentes:

Criação de habilidades: são as boas práticas implementadas pelas equipes para agregar valor aos produtos, processos, serviços, etc.

- Proficiência de Mercado: A proficiência de Mercado são os conhecimentos e habilidades técnicas sobre determinado mercado (clientes, fornecedores, etc.).
- Proficiência Técnica: A proficiência técnica é o conhecimento técnico profundo sobre a área de inovação que propõe um novo produto ou serviço.
- Otimização do Projeto: A otimização de projetos refere-se às melhorias de processo que compõem o projeto como um todo, visando melhorar a eficiência do tempo.
- Rede de Cooperação: Rede de Cooperação baseia-se na adesão, complementaridade, compartilhamento, troca e ajuda mútua (Olave e Amato Neto, 2001). Observa-se atualmente no ambiente das organizações a necessidade das empresas atuarem de forma conjunta. As fontes de conhecimento que estão fora da empresa são de grande importância, de modo que acordos

de cooperação entre empresas privadas, instituições públicas, universidades, são exemplos de cooperação.

- Estratégias/Práticas de Inovação Aberta: Estrutura/práticas de inovação aberta são as estruturas, posturas e ações a serem adotadas pela organização em busca da inovação. Essas orientações estratégicas/práticas devem ser avaliadas principalmente na prospecção de tecnologias, bem como na percepção de vulnerabilidade, pois definem o posicionamento da empresa em relação a tendências e efeitos externos, verificando técnicas e arquiteturas a serem utilizadas, padrões de interface, alianças com outras organizações. Foram levantadas duzentas e noventa e quatro práticas (294) de open innovation (inovação aberta). Usando um algoritmo, estas práticas foram organizadas em 15 grupos a saber: (P1) Fusões e Aquisições; (P2) Comercialização de tecnologias via Technology broker; (P3) *Crowdsourcing*; (P4) Estabelecimento de consórcios não competitivos; (P5) Fluxo bidirecional de conhecimento crítico para o sucesso; (P6) Fonte de informação baseada no mercado; (P7) Aquisição, exploração e integração de tecnologia/conhecimento externo; (P8) Geração de idéias através da cadeia de valor; (P9) Transferência de conhecimento através de P&D (interno aberto, compartilhado e externo); (P10) Parcerias de co-desenvolvimento; (P11) Pesquisa e desenvolvimento interno spin-off e spin-out; (P12) Redes de oportunidade de valor (VOW – Value Opportunity Web); (P13) Relação entre empresas e o sistema científico e tecnológico; (P14) Novos negócios a partir de Corporate Venturing; (P15) Transferência de conhecimento através de propriedade intelectual (patentes, direitos autorais ou marcas comerciais). Neste estudo, as redes de cooperação foram incorporadas às estratégias e práticas de inovação aberta.

*Variáveis dependentes:* A inovação é a variável dependente, que é a capacidade de uma empresa de introduzir novos produtos e processos de forma a garantir melhores oportunidades de Mercado (Quintella, 2011). Foi realizado a busca na literatura por variáveis que definissem os tipos de inovações tecnológicas. Neste estudo foram adotadas as seguintes variáveis dependentes: (T1) Produto; (T2) Processo; e (T3) Modelo de Negócios; e Serviços.

Esta pesquisa considera a definição de tecnologia como um conhecimento técnico que pode ser aplicado em um artefato físico, de maneira tal a melhorar a habilidade de oferecer novos produtos, serviços (CUSTER, 1995; BOHN, 1998, PHAAL, FARRUKH e PROBERT, 2004; KAPLAN e TRIPSAS, 2008 citado por KURUMOTO, 2013), processos, modelos de negócios e social/responsável (Edwards-Schachter, 2018).

A Figura 1 apresenta um modelo baseado na pesquisa realizada por esta revisão e nas variáveis encontradas. Assim, com esta revisão bibliográfica foi possível determinar um modelo, com suas variáveis para prospectar tecnologias (Figura 9). É importante destacar que outras variáveis podem surgir ao longo do tempo, à medida que novos estudos podem ser realizados e encontrar novos fatores que podem influenciar a busca por inovação. Para confirmar esta modelagem, a etapa seguinte mostra a aplicação de um *survey* com gestores de indústrias de manufaturas sustentáveis no Brasil, como uma possibilidade de ampliar as discussões e debates relacionados com o tema proposto.

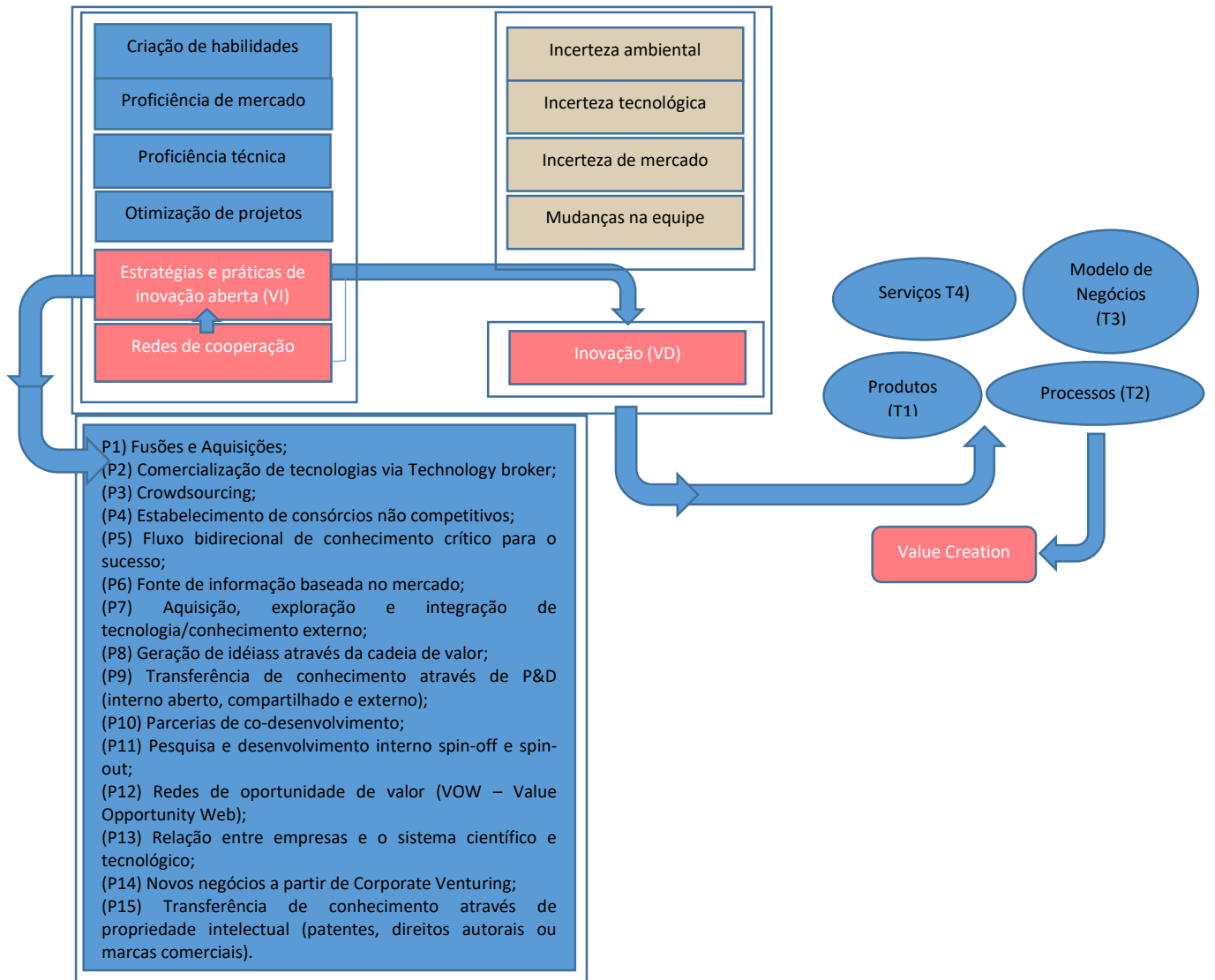


Figura 9: Designer do modelo conceitual

A título ilustrativo, serão consideradas as incertezas ambientais.

*Hipóteses do estudo:* As práticas de inovação aberta (H1, H2, H3, H4, ..., H15) têm efeitos positivos para a prospecção de inovações tecnológicas (T1, T2, T3 e T4) e criação de valor, sob incertezas ambientais.

*Fase 2: Determinação dos impactos das práticas de inovação aberta para prospectar inovações tecnológicas e criar valor sob incertezas ambientais*

Com a finalidade de verificar como as práticas de inovação aberta afetam a prospecção de inovações tecnológicas, um *survey* foi aplicado a uma amostra de 105 profissionais com experiência e conhecimento em gestão sustentável, envolvendo gestores, engenheiros, diretores, orientados à manufatura sustentável no Brasil. Desse total, 16 foram respondidos de forma completa sem qualquer viés ou inconsistência. Os dados foram coletados usando uma matriz de julgamento do tipo escalar, submetidos através da plataforma google forms. Inicialmente foi enviada uma carta convite aos respondentes. Posteriormente, foi realizada a submissão definitiva. O questionário foi estruturado em duas partes: 1 – Informações gerais dos respondentes; 2 – Informações sobre os efeitos das práticas de inovação aberta para a prospecção de tecnologias. Os respondentes (gestores das empresas) atribuíram pesos 1 – menor impacto e 5 – maior impacto, para avaliação dos impactos das práticas de inovação aberta na prospecção de inovações tecnológicas, sob incertezas ambientais. O instrumento foi preparado com base na literatura. Assim, os passos para verificar o *framework* conceitual estão estruturados da seguinte forma: *etapa 1:* Determinar em que extensão as práticas de inovação aberta prospectam inovações tecnológicas sob incertezas ambientais usando o *Teste t-student*; e *etapa 2:* priorização das práticas de inovação aberta para a *performance* dos resultados sob incertezas ambientais. As Redes Neurais Artificiais foram usadas para auxiliar a consecução desta etapa. Detalham-se a seguir estes procedimentos.

*Etapa 1: Determinar em que extensão as práticas de inovação aberta prospectam inovações tecnológicas sob incertezas ambientais usando o teste t-student*

A partir dos dados do questionário, foi aplicado o IBM SPSS Statistics para calcular o teste t-Student para verificar os impactos das práticas de inovação aberta para a prospecção de inovações tecnológicas sob incertezas ambientais nas empresas de alta tecnologia. Cada média encontrada mostra a intensidade de relação entre as variáveis independentes e dependentes. Por se tratar de uma amostra pequena, o teste t se mostra viável (PATERNOSTER, 1998; DE WINTER, 2013). Antes de sua aplicação, foi verificado se a amostra era de uma distribuição normal, requisito para a aplicação do teste t. Este procedimento foi realizado com a aplicação de dois Testes: KS - Kolmogorov Smirnov e SW - Shapiro Wilk (LILLIEFORS, 1967; RAZALI, 2011), porém, foram considerados apenas os resultados dos testes Shapiro-Wilk, visto que o KS não apresenta grande confiabilidade em amostras pequenas (SHAPIRO e WILK, 1965; RAZALI, 2011). O teste de Shapiro-Wilk evidenciou uma distribuição normal para as respostas dos gestores, e desta forma, aplicou-se o teste t para verificar se as médias estavam dentro da margem de confiança. Ou seja, o teste revela se há ou não diferença significativa entre as médias de duas amostras. A Figura 1 apresenta os resultados da importância das práticas para a prospecção da inovação tecnológica. Assim, as nossas descobertas atestam a hipótese do estudo, que as práticas de inovação abertas prospectam inovações tecnológicas em maior ou menor grau sob incertezas ambientais em empresas de alta tecnologia. Para uma melhor visualização, as médias são apresentadas na Tabela 1 em forma de matriz, mostrando o valor e intensidade do efeito de cada prática.



Redes Neurais Artificiais (RNAs).

*Sub-etapa 1: Método Lei dos Julgamentos Categóricos de Thurstone (LJC)*

O método Lei dos Julgamentos Categóricos (LJC) de Thurstone (1927) modela o comportamento mental explicando a estrutura das preferências dos gestores em relação às práticas de inovação aberta. ao conjunto de estímulos (práticas de inovação aberta). O método prioriza, por importância, as práticas de inovação aberta em relação à (desempenho) criação de valor para os negócios. A sua estrutura inicia com a determinação das frequências das preferências por pares: práticas e gestores  $O_i$   $O_j$ , respectivamente; em seguida são determinadas as frequências das categorias ordinais a partir dos dados extraídos da etapa anterior; calculam-se as frequências relativas cumulativas  $[\pi_{ij}]$ ; e por fim, calcula-se o inverso da normal padrão com base nos dados produzidos na etapa anterior. Os resultados mostram a intensidade da probabilidade de preferências dos gestores pelas práticas de inovação aberta (ranking por importância). Todos os cálculos foram realizados a partir dos dados dos questionários respondidos. A Figura 2 apresenta os resultados por ordem crescente de importância.

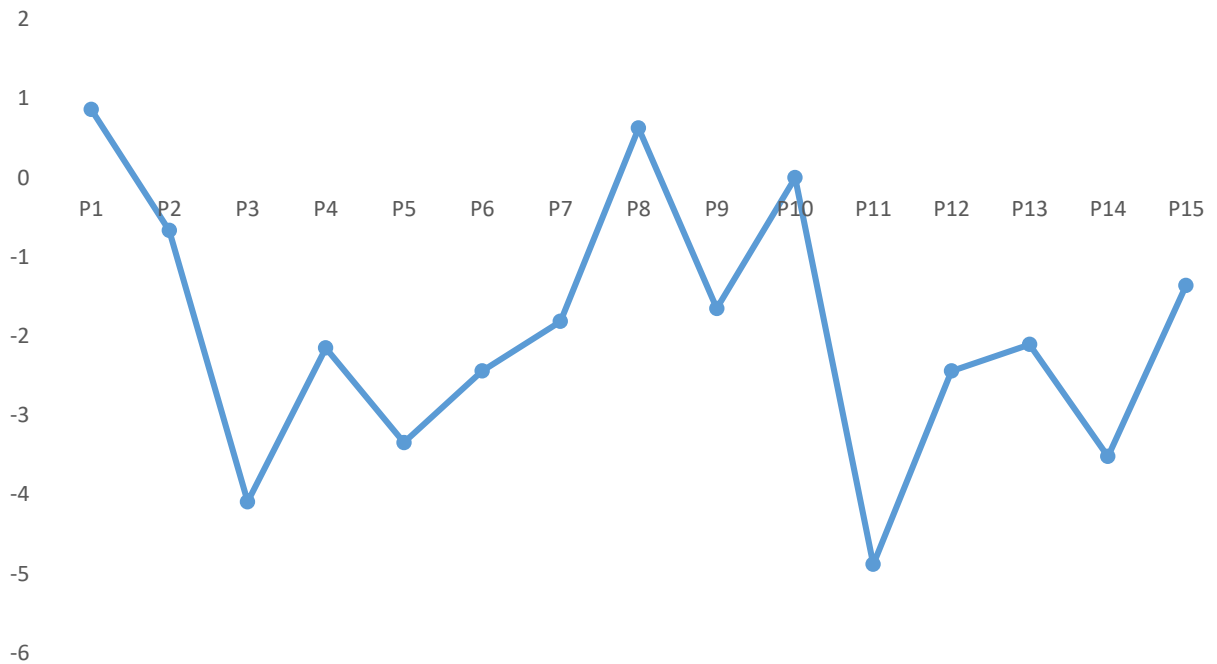


Figura 2: Impactos das práticas de inovação aberta para a criação de valor

Os resultados apresentados na Figura 2 mostram que as práticas de inovação aberta criam valor para as empresas de alta tecnologia em condições de incertezas ambientais, com destaque para as práticas *Crowdsourcing* (P3), P&D (P11) e Novos Negócios a partir de Corporate Venturing (P14), respectivamente. Fusões e aquisições (P1) e geração de idéias através da cadeia de valor (P8) apresentaram resultados pouco significativos. E parcerias de co-desenvolvimento (P10) foi quase indiferente.

*Sub-etapa 2: Método Redes Neurais Artificiais (RNAs)*

A escolha pelas Redes Neurais Artificiais (RNAs) justifica-se porque elas apresentam *performances* superiores aos modelos estatísticos tradicionais, tratando as variações comportamentais dos dados de forma mais apropriada (GONZALES-TACO, 2003; DOUGHERTY, 1995; RODRIGUE, 1997; SHMUELI, SALOMON e SHEFER, 1998; FAGHRI e HUA, 1992). As RNAs são semelhantes às Redes Neurais Biológicas



(MARTINELLI, 1999), ou seja, elas são modelagens matemáticas inspiradas no cérebro humano (HAY, 1999) e tentam simular o cérebro humano, usando neurônios interconectados, que executam somas ponderadas pelas ativações dos neurônios. Para cada conexão é atribuído um peso numérico (sináptico) (MARTINELLI, 1999). As RNAs são baseadas em seus neurônios, sua arquitetura e no algoritmo de aprendizado (MARTINELLI, 1999). Assim, são treinadas para gerar conhecimentos a partir de suas variáveis de entradas (VE)/camadas de entradas (CE).

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 (GONZALES-TACO, 2003). Sua estrutura consiste em uma CE, zero, uma ou mais camadas intermediárias (CI) escondidas e uma camada de saída (CS) (MARTINELLI, 1999). Em um problema explanatório ou causal, as CE para a RNA são um conjunto de variáveis independentes (CE) ou variáveis de previsão, e as VS são as dependentes, parametrizadas pelo vetor de pesos sinápticos ( $W$ ). A CE captura e repassa os estímulos externos para a CI. A CS é uma resposta à CE. Entre as CE e CS podem ter uma ou mais CI. O neurônio recebe os sinais das conexões de entrada e calcula o novo nível de ativação correspondente que envia através das conexões de saída (GONZALES-TACO, 2003; Russel e Norvig, 1996; Haykin, 1999).

Assim, considerando que as RNAs simulam o comportamento dos neurônios humanos, representando os estímulos das variáveis modeladas, acreditamos ser possível avaliar as respostas dos decisores sobre prioridades de práticas de inovação aberta para prospectar inovações tecnológicas e criar valor nas empresas de alta tecnologia. Espera-se que as preferências dos gestores em relação a um conjunto de práticas de inovação aberta sejam representadas pela RNAs, por meio da probabilidade expressa na resposta das saídas geradas (GONZALES-TACO, 2003). Nesta aplicação será adotada a rede *MultiLayered Perceptron*, constituída por mais de uma camada; e com apenas uma única direção (*feedforwards*); e adota o aprendizado supervisionado, ou seja, a própria rede ajusta os pesos ( $w$ ) baseado no erro entre a resposta obtida e a desejada. O erro é calculado como a diferença entre a resposta obtida e a desejada (MARTINELLI, 1999). O treinamento da rede é a fase mais importante para que as aplicações das RNAs sejam bem sucedidas. A estrutura topológica da RNA pode ser melhor determinada de forma subjetiva, adotando o menor número de camadas intermediárias e neurônios possível, sem comprometer a precisão.

A Figura 3 apresenta a arquitetura projetada para esta aplicação.

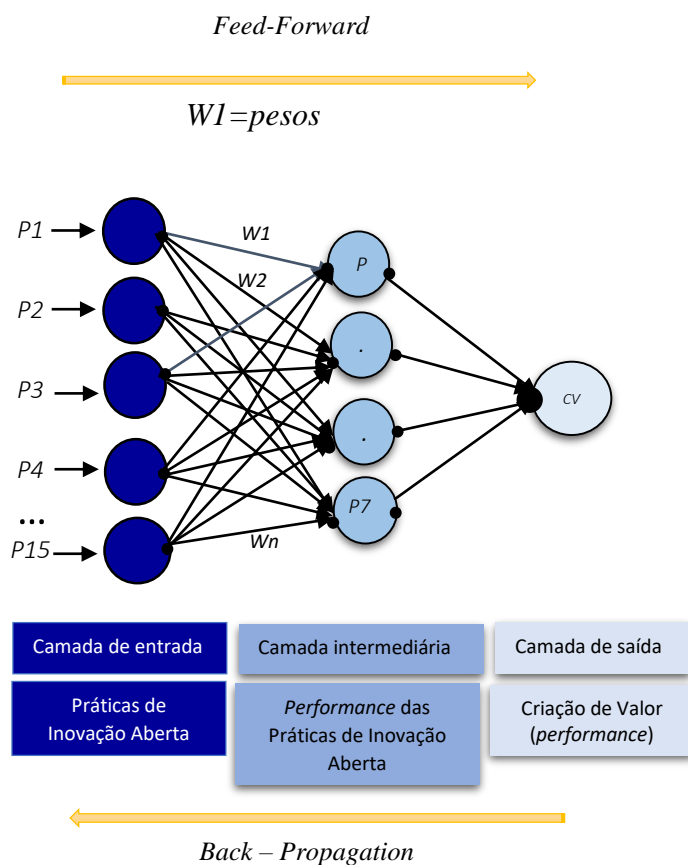


Figura 3: Arquitetura da RNA – Práticas de inovação aberta

### Aplicação

A CE possui 15 neurônios correspondente às 15 variáveis referente às práticas de inovação aberta (Figura 3). A CI possui 7 neurônios, e a CS possui um neurônio correspondente ao valor da escalagem determinada pela RNA. Os pesos ( $w$ ) entre as CE e CI, e entre a CI e a CS são determinadas automaticamente pelo processo de aprendizagem supervisionada baseado no algoritmo *Backpropagation* aplicando o *software Easy NN*. Assim, os dados da CE são: (P1) Fusões e Aquisições; (P2) Comercialização de tecnologias via Technology broker; (P3) *Crowdsourcing*; (P4) Estabelecimento de consórcios não competitivos; (P5) Fluxo bidirecional de conhecimento crítico para o sucesso; (P6) Fonte de informação baseada no mercado; (P7) Aquisição, exploração e integração de tecnologia/conhecimento externo; (P8) Geração de idéias através da cadeia de valor; (P9) Transferência de conhecimento através de P&D (interno aberto, compartilhado e externo); (P10) Parcerias de co-desenvolvimento; (P11) Pesquisa e desenvolvimento interno spin-off e spin-out; (P12) Redes de oportunidade de valor (VOW – Value Opportunity Web); (P13) Relação entre empresas e o sistema científico e tecnológico; (P14) Novos negócios a partir de Corporate Venturing; e (P15) Transferência de conhecimento através de propriedade intelectual (patentes, direitos autorais ou marcas comerciais), extraídas das médias das respostas dos gestores a partir da matriz de julgamento (questionário). Finalizamos o treinamento da RNA quando os pesos entre as conexões permitiram minimizar o erro do aprendizado (taxa de aprendizagem igual a 0,40 e momento igual a 0,799). O treinamento da RNA foi realizado com vistas a encontrar o melhor resultado representado pela escala de Julgamentos Categóricos (LJC). Os resultados deste processo foram bastante satisfatórios, destacando a importância de questões subjetivas no processo de tomada de decisão. A RNA6 foi a que apresentou a melhor aproximação com o método LJC (Figura 4).

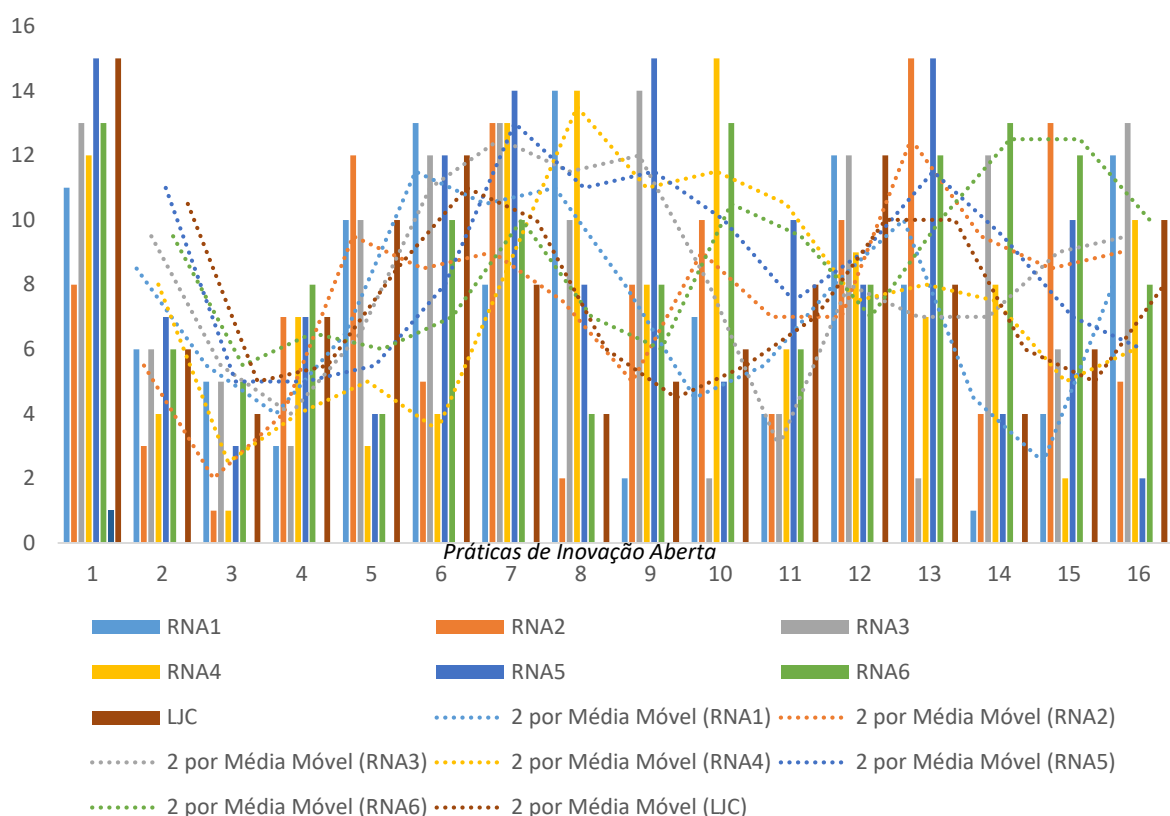


Figura 4: Performance das RNA

A proposta desses métodos teve como objetivo priorizar as práticas de inovação aberta para a criação de valor endereçadas às indústrias de manufaturas sustentáveis no Brasil. Tanto as Redes Neurais Artificiais (RNA) quanto escala psicométrica (LJC) foram restritas tão somente às decisões dos gestores em projetos de elevada incerteza ambiental, envolvendo alto grau de subjetividade, necessitando de outros elementos que contemplem a aprendizagem de novas práticas. Destacamos que o método LJC considera a dinâmica do ambiente de tomada de decisão. Assim, para a tipologia de aplicação tal como aqui apresentada, pode-se dizer que está suficientemente indicada.

### 3. Palavras finais

Este trabalho é dedicado a uma área importante para as empresas de alta tecnologia, onde há um forte compromisso com a inovação tecnológica, como forma de alcançar vantagem competitiva. Através dos métodos escalagem psicométrica e RNA, os nossos achados indicaram que as práticas de inovação aberta impactam substancialmente a criação de valor nas empresas de alta tecnologia. Ambos os métodos são robustos para este propósito. O método foi confirmado através de um *survey* em empresas de alta tecnologia no Brasil. As nossas descobertas estão alinhadas com a literatura dominante (Hippel, 1988; Simão e Franco, 2020; Chesbrough, 2003) e revelaram que as práticas de inovação aberta estão orientadas à captura de conhecimento externo (fornecedores, clientes, universidades, empresas, etc). Assim, a busca de conhecimento externo está na ordem do dia das empresas como uma estratégia competitiva. Para ter sucesso, as práticas de inovação aberta devem ser introduzidas como uma estratégia e dentro de um ambiente apropriado. O desafio é desenvolver um sistema de gerenciamento do conhecimento para prospectar informações e conhecimentos para facilitar o desenvolvimento de novos produtos, serviços, processos e modelos de negócios. A abordagem deste trabalho torna o escopo de decisão mais inteligente, uma vez que prioriza as práticas de inovação aberta para o aprimoramento da gestão do conhecimento em manufaturas sustentáveis. Com foco nas

prioridades de práticas de inovação aberta para a prospecção de inovação tecnológica e criação de valor, este estudo contribui para a definição de estratégias para a gestão do conhecimento (externo) em empresas de manufaturas sustentáveis. A opinião de especialistas com experiência em manufatura sustentável foi obtida. O tamanho do respondente pode ser aumentado em estudos futuros. Assim, este estudo oferece um suporte às prioridades críticas para as indústrias de manufaturas sustentáveis direcionar os seus projetos. Este suporte metodológico oferece elementos estratégicos para o desenvolvimento das inovações tecnológicas. Esperamos ter contribuído de forma prática e eficiente, apoiando os objetivos de longo prazo e garantir a competitividade nesta categoria de empresas.

## **Referências**

ACEVEDO, Germán Rodríguez. Ciencia, Tecnología y Sociedad: una mirada desde la Educación en Tecnología. **Revista Iberoamericana de Educación**, n. 18, p. 107-144, 1998.

ADES, Cely et al. The role of innovation in internationalization of Brazilian medium firms that operate in information technology and communication/O papel da inovacao no processo de internacionalizacao de empresas Brasileiras do setor de tecnologia da informacao e comunicacao. **InternexT: Revista Eletronica de Negocios Internacionais da ESPM**, v. 5, n. 2, p. 140-167, 2010.

ALBINO, Vito; GARAVELLI, A. Claudio; SCHIUMA, Giovanni. Knowledge transfer and inter-firm relationships in industrial districts: the role of the leader firm. **Technovation**, v. 19, n. 1, p. 53-63, 1998.

ALMIRALL, Esteve; LEE, Melissa; MAJCHRZAK, Ann. Open innovation requires integrated competition-community ecosystems: Lessons learned from civic open innovation. **Business Horizons**, v. 57, n. 3, p. 391-400, 2014.

ANDREEVA, Tatiana; Kianto, Aino. Knowledge processes, knowledge-intensity and innovation: a moderated mediation analysis. **Journal of Knowledge Management**, v. 15, n. 6, p. 1016-1034, 2011.

BARBIERI, José Carlos. **Parques e incubadoras de base tecnológica: a experiência brasileira**. Escola de Administração de Empresas de São Paulo, Fundação Getúlio Vargas, NPP, 1995.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Ed. 70, 1979

BAREGHEH, Anahita; ROWLEY, Jennifer; SAMBROOK, Sally. Towards a multidisciplinary definition of innovation. **Management decision**, v. 47, n. 8, p. 1323-1339, 2009.

BASALLA, George. **The evolution of technology**. Cambridge University Press, 1988.

BENKO, Georges G. Benko et al. **Economia, espaço e globalização na aurora do século XXI**. 1996.

BISQUERRA, Rafael; SARRIERA, Jorge C.; MATÍNEZ, Francesc. **Introdução à estatística: enfoque informático com o pacote estatístico SPSS**. Bookman Editora, 2009.

BOHN, Roger E. Measuring and managing technological knowledge. **The Economic Impact of knowledge**, Butterworth-Heinemann, Boston, p. 295-314, 1998.

BOUTER, Lex M. Knowledge as a common good. **Higher Education Management and Policy**, v. 22, n. 1, p. 1-15, 2010

BROWN, Linden. **Competitive marketing strategy: dynamic manoeuvring for competitive position**. Nelson, 1997.

- BROWN, Shona L.; EISENHARDT, Kathleen M. Product development: Past research, present findings, and future directions. **Academy of management review**, v. 20, n. 2, p. 343-378, 1995.
- BUGHIN, Jacques. **Uma revolução em marcha**. HSM Management, n.75, p.75-79, jul-ago, 2009.
- BURGESMANI, Robert A.; WHEELWRIGHT, Steven C. Strategic management of technology and innovation. **READING**, v. 1, n. 1, 2004.
- CALANTONE, Roger; RUBERA, Gaia. When should RD&E and marketing collaborate? The moderating role of exploration–exploitation and environmental uncertainty. **Journal of Product Innovation Management**, v. 29, n. 1, p. 144-157, 2012.
- CARDOSO, Jaqueline de Fátima; FILHO, Nelson Casarotto. Gestão da Cadeia de Suprimentos: contribuições para a construção de um conceito. **Revista Eletrônica Produção em Foco**, v. 4, n. 1, 2014.
- CASSIOLATO, José Eduardo; LASTRES, Helena Maria Martins. Sistemas de inovação e desenvolvimento: as implicações de política. **São Paulo em perspectiva**, v. 19, n. 1, p. 34-45, 2005.
- CERVO, Amado Luiz; BERVIAN, Pedro Alcino. A pesquisa: noções gerais. **Metodologia científica**, v. 3, p. 50-63, 1996.
- CEREZO, Jose A. Lopez; LOPEZ, Jose Luis Lujan; GARCÍA, Marta I. González. **Ciencia, tecnologia y sociedad**. Tecnos, 1996.
- SCOTT, Gregory; CHASTON, Ian. Open innovation in an emerging economy. **Management Research Review**, v. 36, n. 10, p. 1024-1036, 2013.
- CHESBROUGH, Henry; VANHAVERBEKE, Wim; WEST, Joel. **Open innovation: Researching a new paradigm**. Oxford University Press on Demand, 2006.
- CHESBROUGH, Henry William. **Open innovation: The new imperative for creating and profiting from technology**. Harvard Business Press, 2003.
- CHILD, John; FAULKNER, David; TALLMAN, Stephen B. Cooperative strategy. **Oxford University Press**, USA, 2005.
- COELHO, G. M. Prospecção Tecnológica: Metodologias e Experiências Nacionais e Internacionais. Rio de Janeiro: INT/Finep/ANP Projeto CT–Pedro Tendências Tecnológicas. 2003.
- COOPER, Donald R.; SCHINDLER, Pamela S. **Métodos de Pesquisa em Administração-12ª Edição**. McGraw Hill Brasil, 2016.
- DAMANPOUR, Fariborz. Organizational innovation: A meta-analysis of effects of determinants and moderators. **Academy of management journal**, v. 34, n. 3, p. 555-590, 1991.
- DU PLESSIS, Marina. The role of knowledge management in innovation. **Journal of knowledge management**, v. 11, n. 4, p. 20-29, 2007.
- ELDRED, Emmett W.; MCGRATH, Michael E. Commercializing new technology—I. **Research-Technology Management**, v. 40, n. 1, p. 41-47, 1997.
- ENKEL, Ellen; GASSMANN, Oliver; CHESBROUGH, Henry. Open R&D and open innovation: exploring the phenomenon. **R&D Management**, v. 39, n. 4, p. 311-316, 2009.

- FAHEY, Liam; NARAYANAN, Vadake K. **Caçadores de oportunidades**. HSM Management, São Paulo, v. 75, p. 96-102, julho/Ago. 2009. Disponível em <<http://www.hsm.com.br/revista/revista-75-avulsa>>. Acesso em 21 julho 2014.
- FRENZ, Marion; IETTO-GILLIES, Grazia. The impact on innovation performance of different sources of knowledge: Evidence from the UK Community Innovation Survey. **Research Policy**, v. 38, n. 7, p. 1125-1135, 2009.
- FU, Xiaolan; XIONG, Hongru. Open innovation in China: Policies and practices. **Journal of Science and Technology Policy in China**, v. 2, n. 3, p. 196-218, 2011.
- GANOTAKIS, Panagiotis; LOVE, James H. R&D, product innovation, and exporting: evidence from UK new technology based firms. **Oxford Economic Papers**, v. 63, n. 2, p. 279-306, 2011.
- GASSMANN, Oliver; ENKEL, Ellen. Towards a theory of open innovation: three core process archetypes. 2004.
- HANSEN, Morten T.; BIRKINSHAW, Julian. The innovation value chain. **Harvard business review**, v. 85, n. 6, p. 121, 2007. Disponível em <[http://faculty.london.edu/jbirkinshaw/assets/documents/41The\\_Innovation\\_value\\_Chain.harvard\\_business\\_review.2007.pdf](http://faculty.london.edu/jbirkinshaw/assets/documents/41The_Innovation_value_Chain.harvard_business_review.2007.pdf)>. Acesso em 2 julho 2014
- HARIKANNAN, N., VINODH, S. e GURUMURTHY, A. (2021), "Sustainable industry 4.0 – an exploratory study for uncovering the drivers for integration", **Journal of Modelling in Management**, Vol. 16 No. 1, pp. 357-376.
- HIGGINS, James M. **Innovate or evaporate: Test & improve your organization's IQ, its innovation quotient**. New Management Publishing Company, 1995.
- HUBER, George P. Organizational learning: The contributing processes and the literatures. **Organization science**, v. 2, n. 1, p. 88-115, 1991
- HUIZINGH, Eelko KRE. Open innovation: State of the art and future perspectives. **Technovation**, v. 31, n. 1, p. 2-9, 2011.
- KUNZE, Alex Alberto Cordon. Interoperabilização de sistemas de informação: uma estratégia de coleta contínua de dados secundários para estudos de transportes. 2010.
- KUPP, Martin; ANDERSON, Jamie. Zopa: Web 2.0 meets retail banking. **Business Strategy Review**, v. 18, n. 3, p. 11-17, 2007.
- KUPFER, David et al. Política industrial. **Econômica**, v. 5, n. 2, p. 91-108, 2003.
- MANUAL, DE OSLO. Manual de Oslo: diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação. 3ª. Ed. **Brasília, OCDE, Finep**, 2005. Disponível em <<http://www.uesc.br/nucleos/nit/manualoslo.pdf>>. Acesso em 15 de junho 2014.
- MORTARA, Letizia; MINSHALL, Tim. How do large multinational companies implement open innovation? **Technovation**, v. 31, n. 10, p. 586-597, 2011.
- MURMANN, Johann Peter; FRENKEN, Koen. Toward a systematic framework for research on dominant designs, technological innovations, and industrial change. **Research Policy**, v. 35, n. 7, p. 925-952, 2006.
- NARAYANAN, Veekay K. Managing technology and innovation for competitive advantage. 2000.

- NONAKA, Ikujiro; TOYAMA, Ryoko; KONNO, Noboru. SECI, ba and leadership: a unified model of dynamic knowledge creation. **Knowledge Management: Critical Perspectives on Business and Management**, v. 2, n. 317, p. 16-29, 2005.
- O'CONNOR, Gina Colarelli; RICE, Mark P. New market creation for breakthrough innovations: Enabling and constraining mechanisms. **Journal of Product Innovation Management**, v. 30, n. 2, p. 209-227, 2013.
- OLIVEIRA, SELMA REGINA MARTINS; SBRAGIA, ROBERTO; BRAGA, OLIVIA. Multi-modelo de referência para avaliar a efetividade do processo de transferência de tecnologias em espectro de alta complexidade: um background de 1750-2010.
- PFÄFFENBERGER, Bryan. Social anthropology of technology. **Annual review of Anthropology**, v. 21, p. 491-516, 1992.
- PHAAL, Robert; FARRUKH, Clare JP; PROBERT, David R. Technology roadmapping—a planning framework for evolution and revolution. **Technological forecasting and social change**, v. 71, n. 1, p. 5-26, 2004.
- PORTER, Michael E.; ADVANTAGE, Competitive. Creating and sustaining superior performance. **Competitive advantage**, p. 167, 1985.
- SACCHETTI, G. et al. Stability and quality of traditional and innovative chestnut based products. In: **III International Chestnut Congress** 693. 2004. p. 63-70.
- SCOTT, Mark C. Value drivers: The manager's guide to driving corporate value creation. New York, NY: Wiley, 1998.
- TIDD, Joe. Innovation management in context: environment, organization and performance. **International Journal of Management Reviews**, v. 3, n. 3, p. 169-183, 2001.
- VAN DER VELDE, Mandy; JANSEN, Paul; ANDERSON, Neil. **Guide to management research methods**. Wiley-Blackwell, 2004.
- WANG, Ming-Chao; FANG, Shih-Chieh. The moderating effect of environmental uncertainty on the relationship between network structures and the innovative performance of a new venture. **Journal of Business & Industrial Marketing**, v. 27, n. 4, p. 311-323, 2012.
- WEST, Michael A. Sparkling fountains or stagnant ponds: An integrative model of creativity and innovation implementation in work groups. **Applied psychology**, v. 51, n. 3, p. 355-387, 2002.
- WEST, Michael A.; ANDERSON, Neil R. Innovation in top management teams. **Journal of Applied psychology**, v. 81, n. 6, p. 680, 1996
- XU, Jing et al. Macro process of knowledge management for continuous innovation. **Journal of Knowledge Management**, v. 14, n. 4, p. 573-591, 2010.