UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

PAULO HENRIQUE BERTUCCI RAMOS

**Priorização de ideias inovadoras em projetos no agronegócio por meio de
modelo de apoio à decisão multicritério: Estudo de caso “*Startup in School*”**

Pirassununga/SP

2017

PAULO HENRIQUE BERTUCCI RAMOS

**Priorização de ideias inovadoras em projetos no agronegócio por meio de
modelo de apoio à decisão multicritério: Estudo de caso “*Startup in School*”**

(VERSÃO CORRIGIDA)

Dissertação apresentada à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências.

Área de Concentração: Gestão e Inovação na Indústria Animal

Orientador: Prof. Dr. Celso da Costa Carrer

Ficha catalográfica elaborado pelo
Serviço de Biblioteca e Informação, FZEA/USP,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Ramos, Paulo Henrique Bertucci
RR175p Priorização de ideias inovadoras em projetos no
agronegócio por meio de modelo de apoio à decisão
multicritério: Estudo de caso "Startup in School" /
Paulo Henrique Bertucci Ramos ; orientador Celso da
Costa Carrer. -- Pirassununga, 2017.
96 f.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação
em Mestrado Profissional Gestão e Inovação na
Indústria Animal) -- Faculdade de Zootecnia e
Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo.

1. Empreendedorismo. 2. Seleção. 3. Inovação. 4.
PROMETHEE. I. Carrer, Celso da Costa, orient. II.
Título.

PAULO HENRIQUE BERTUCCI RAMOS

Priorização de ideias inovadoras em projetos no agronegócio através de modelo de apoio à decisão multicritério: Estudo de caso “*Startup in School*”

Dissertação apresentada à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências.

Área de Concentração: Gestão e Inovação na Indústria Animal

Orientador: Prof. Dr. Celso da Costa Carrer

Data de aprovação: 28/ 07/ 2017

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Celso, da Costa Carrer – FZEA/USP

Presidente da Banca Examinadora

Profa. Dra. Luciene Rose Lemes – AFA/SP

Prof. Dr. Paulo Marcelo Tavares Ribeiro – FMU/SP

Prof. Dr. Carlos Alberto Ferreira Bispo – AFA/SP

Aos meus amados pais, Maria Valentini Bertucci Ramos e Paulo Francisco Ramos

Ao meu querido irmão, Carlos Eduardo Bertucci Ramos

A minha menina, Miriam Mabel Selani

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer aos meus pais, Maria e Paulo, pelo amor incondicional, paciência e esforço na minha educação e do meu irmão.

Ao meu irmão, Carlos, pelo companheirismo e por me mostrar que limitações existem apenas para serem ultrapassadas.

À minha querida Miriam, por cuidar de mim, pela paciência, motivação e principalmente por entender minhas constantes ausências nos finais de semanas.

À Catarina, por fazer minha vida mais feliz.

À Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos e ao Programa de Mestrado Profissional em Gestão e Inovação na Indústria Animal pela excelência em minha formação e por possibilitar a quem trabalha a dádiva do estudo.

Ao Prof. Dr. Celso da Costa Carrer, responsável pela minha formação científica, meu eterno agradecimento, pelo apoio, dedicação, confiança e amizade.

Ao Prof. Dr. Augusto Hauber Gameiro, pelos ensinamentos e estímulo, sua dedicação ao ensino me inspira.

À todos os meus queridos amigos do Programa de Mestrado Profissional em Gestão e Inovação na Indústria Animal, em especial a Lari Canducci, Katia, Gabi, Thiago, Suelem, Pri, Iza, Edy e Lari Brito. Foi muito bom compartilhar momentos de alegria e risadas às sextas e aos sábados com vocês.

Aos meus grandes amigos da “T3” do Programa de Mestrado Profissional em Empreendedorismo da FEA/USP, obrigado por me receberem tão bem.

Às queridas amigas Ale, Lili, Re e a pequena Maria. Vocês foram tão importantes nesse momento que nem consigo descrever com palavras.

Ao Alexandre Borges por partilhar seus conhecimentos sobre inovação. Sua inteligência e partilha me faz crer que ensinar é a melhor forma de ganhar conhecimento.

Aos meus irmãos da ESALQ/USP, Corrida, Bananinha, Pak, Cerezer e Maku, muito obrigado por estarem sempre ao meu lado, mesmo com a distância.

Às minhas queridas amigas/irmãs de infância, Fê, Ariad e Cintia, saibam que mesmo com a distância física, vocês permanecem constantemente em meu coração.

Aos meus queridos amigos do trabalho, Naty, Tamys, Sergio, Gabi, Dani e Carol. Sem vocês com certeza meus dias seriam mais tristes.

E, por fim, a todos aqueles que de alguma maneira contribuíram para a realização deste trabalho.

They didn't know it was impossible, so they did it!

Mark Twain

RESUMO

RAMOS, P. H. B. **Priorização de ideias inovadoras em projetos no agronegócio através de modelo de apoio à decisão multicritério: Estudo de caso “Startup in School”**. 2017. 96 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2017.

O agronegócio tem um papel importante na balança comercial brasileira. O PIB-Agro representa aproximadamente 25% do PIB total brasileiro. Para manter esse posicionamento na economia, o agronegócio necessita constantemente de inovação de produto, serviço, processo ou organizacional. Geralmente a decisão sobre o que e quando inovar é fator determinante para o sucesso e implementação de uma novidade no mercado. Durante o processo de priorização, o agente decisor sofre inúmeras influências, o que dificulta a decisão final. Diversos métodos foram desenvolvidos para auxiliar no processo decisório. O PROMETHEE (Preference Ranking Organization Method Enrichment Evaluation) é um dos principais métodos para apoio à decisão, pois ele privilegia o desempenho médio geral dos variados critérios e não exclui o sinergismo entre eles. O objetivo geral deste trabalho foi testar a aderência da metodologia PROMETHEE na priorização de ideias inovadoras no agronegócio. O espaço amostral do trabalho foi o programa de iniciação ao empreendedorismo tecnológico "Startup in School" – Edição Google, que ocorreu nas escolas técnicas estaduais do Centro Paula Souza. A escola escolhida na etapa local foi a ETEC Benedito Storani, uma importante escola técnica agrícola do estado de São Paulo. Na seleção foram apresentadas oito ideias inovadoras para solucionar problemas do agronegócio. Como resultado, o método PROMETHEE criou um ordenamento total com a posição das oito ideias inovadoras. O método apresentou o mesmo ordenamento total em todos os cenários testados, o que demonstra sua forte estabilidade.

Palavras Chave: PROMETHEE; seleção; empreendedorismo; inovação.

ABSTRACT

RAMOS, P. H. B. Prioritization of innovative ideas in agribusiness projects through a multi-criteria decision support model: Case Study “Startup in School”. 2017. 96 f. M.Sc Dissertation – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2017.

Agribusiness plays an important role in the Brazilian trade balance. GDP-Agribusiness represents approximately 25% of the total Brazilian GDP. To maintain this position in the economy, agribusiness constantly requires product, service, process or organizational innovation. Generally the decision on what and when to innovate is a determining factor for the success and implementation of a novelty in the market. During the prioritization process, the decision-maker suffers numerous influences, which hinders the final decision. Several methods have been developed to assist in decision making. PROMETHEE (Preference Ranking Organization Method Enrichment Evaluation) is one of the main methods for decision support because it privileges the overall average performance of the various criteria and does not exclude the synergism between them. The general objective of this work was to test the adherence of the PROMETHEE methodology to the prioritization of innovative ideas in agribusiness. The sample space of the work was the program of initiation to the technological entrepreneurship "Startup in School" - Google Edition, that occurred in the state technical schools of the Paula Souza Center. The school chosen at the local stage was the ETEC Benedito Storani, an important agricultural technical school in the state of São Paulo. In the selection, eight innovative ideas were presented to solve agribusiness problems. As a result, the PROMETHEE method has created a total ordering with the position of the eight innovative ideas. The method presented the same total ordering in all scenarios tested, which demonstrates its strong stability.

Key Words: PROMETHEE; selection; entrepreneurship; innovation

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Inovações Disruptivas x Inovações Incrementais	22
Figura 2 - O sistema de inovação aberta	23
Figura 3 - O sistema de inovação fechada	24
Figura 4 - Formas de obter vantagens competitivas nas empresas	25
Figura 5 - Modelo Total Design – Pugh (1991).....	29
Figura 6 - Modelo Funil de Desenvolvimento – Clark & Wheelwright (1992)	30
Figura 7 - Modelo Stage Gate – Cooper (2001)	31
Figura 8 - Modelo de Koen et al. (2001).....	32
Figura 9 - Modelo Unificado de PDP – Rozenfeld, H. et al. (2006)	33
Figura 10 - Modelo da Cadeia de Valor – Hansen & Birkinshaw (2007)	35
Figura 11 - Fluxos: positivo [$\Phi + \alpha$] e negativo [$\Phi - \alpha$] das alternativas	47
Figura 12 - Pré-Ordem parcial estabelecida pelo PROMETHEE I	48
Figura 13 - Pré-Ordem completa estabelecida pelo PROMETHEE II	48
Figura 14 - Representação dos vetores do PROMETHEE & GAIA.....	49
Figura 15 - Resultado Gráfico da ordenação PROMETHEE & GAIA	50
Figura 16 - As 6 funções de preferência utilizadas nos critérios	53
Figura 17 - Interface inicial do Visual PROMETHEE® 1.4 Academic Edition.....	57
Figura 18 - Inserção das notas atribuídas a cada critério.....	57
Figura 19 - Resultados do ordenamento parcial e total das alternativas.....	58
Figura 20 - Resultados do ordenamento parcial das alternativas (ideias) presentes na seleção local – Escola Técnica Estadual Benedito Storani	76
Figura 21 - Resultados do ordenamento total das alternativas (ideias) presentes na seleção local – Escola Técnica Estadual Benedito Storani	79
Figura 22 - Resultado Gráfico da ordenação PROMETHEE & GAIA das alternativas (ideias) presentes na seleção local – Escola Técnica Estadual Benedito Storani.....	80
Figura 23 - Comparação dos resultados do ordenamento total das alternativas (ideias) presentes na seleção local – Escola Técnica Estadual Benedito Storani, considerando múltiplos cenários.	82

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Síntese das características das inovações disruptivas e inovações incrementais (ou sustentadoras)	21
Quadro 2 - Os principais métodos de apoio multicritérios e seus desenvolvedores..	45
Quadro 3 - Matriz de avaliação	51
Quadro 4 - Funções de preferência, diferença de desempenho entre alternativas e desvio da comparação de pares propostos por Brans e Mareschal (2005)	52
Quadro 5 - Intensidade de preferência.....	54
Quadro 6 - Critérios de avaliação de desempenho.	63
Quadro 7 - Resultados da entrevista semiestruturada do agente decisor	64
Quadro 8 - Matriz de avaliação das alternativas (ideias) presentes na seleção local do Programa “Startup in School” realizado na Escola Técnica Estadual Benedito Storani.....	68
Quadro 9 – Determinação da Função de Preferência e peso para cada critério.....	69
Quadro 10 - Matriz de preferência baseada na comparação dos pares das alternativas (desvio – D_j) presentes na seleção local – Escola Técnica Estadual Benedito Storani.....	70
Quadro 11 – Matriz do grau de sobreclassificação ($\pi(a,b)$) das ideias presentes na seleção local – Escola Técnica Estadual Benedito Storani	74
Quadro 12 – Fluxo de Entrada (Φ positivo) e o fluxo de saída (Φ negativo) das ideias presentes na seleção local – Escola Técnica Estadual Benedito Storani	75
Quadro 13 - Fluxo Líquido (Φ líquido) das ideias presentes na seleção local – Escola Técnica Estadual Benedito Storani.....	77
Quadro 14 – Ranking das ideias presentes na seleção local - Escola Técnica Estadual Benedito Storani	78
Quadro 15 – Comparação do ranking das ideias presentes na seleção local – Escola Técnica Estadual Benedito Storani, considerando diversos cenários	81

LISTA DE SIGLAS

AHP	<i>Analytic Hierarchy Process</i>
ANP	<i>Analytic Network Processes</i>
CEETPS	Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
CEPEA	Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada
CNA	Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ELECTRE	<i>Elimination et Choix Traduisant la Réalité</i>
GAIA	<i>Geometric Analysis for Interactive Aid</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MACBETH	<i>Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique</i>
MAUT	<i>Multiattribute Utility Theory</i>
MIT	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
PDP	Processo de Desenvolvimento de Produtos
PIB	Produto Interno Bruto
PPPMS	<i>Project Prioritization and Portfolio Management Software</i>
PROMETHEE	<i>Preference Ranking Organization Method Enrichment Evaluation</i>
SAD	Sistema de Apoio a Decisão
SMART	<i>Simple Multi Attribute Rating Technique</i>
ULB	<i>Université Libre de Bruxelles</i>

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1 Inovação	17
2.1.1 Conceitos básicos de inovação e ideias	17
2.1.2 Tipos de inovação	19
2.1.3 Inovação: diferenciação de produtos e liderança no custo total	24
2.1.4 Modelos de inovação	27
2.1.5 Modelos para gestão das ideias e inovação	28
2.2 Agronegócio x Inovação	35
2.2.1 Inovação no setor agrícola	35
2.2.2 Inovação no setor agrícola: Startup Agro (Agritechs)	37
2.3 Apoio à Decisão Multicritério	38
2.3.1 Decisão	38
2.3.2 Terminologias básicas	39
2.3.3 Tomada de decisão e o apoio multicritério	42
2.3.4 Modelos de apoio multicritérios	43
2.3.5 PROMETHEE: Modelo de Sobreclassificação/Ordenação	46
2.3.6 Etapas do método de sobreclassificação PROMETHEE	50
2.3.7 Sistema de apoio à decisão	55
3. MATERIAL E MÉTODOS	59
3.1 Contextualização do problema e referencial amostral	59
3.2 Modelagem para priorização de ideias inovadoras no agronegócio	61
3.3 Análise de sensibilidade do modelo	66
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	67
4.1 Modelagem para priorização de ideias inovadoras no agronegócio	67
4.2 Análise de sensibilidade do modelo	81
5. CONCLUSÃO	84
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	86
ANEXO A – Cópia da aprovação da pesquisa pelo CEPH e CONEP	95
APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO APRESENTADO AO AGENTE DECISOR	96

1. INTRODUÇÃO

O agronegócio tem sido o ponto de sustentação da economia brasileira, sobretudo nas últimas décadas. Enquanto diversos setores da economia do país possuem dinâmica deficitária na balança comercial brasileira, o agronegócio apresenta crescimento gradativo, satisfatório e estratégico na conquista de novos mercados. De acordo com dados recentes do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA), em parceria com Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA), em 2016 houve um crescimento de 4,48% no produto interno bruto (PIB) do agronegócio quando comparado ao de 2015. Em números, o PIB-Agro de 2016 foi de 1,48 trilhões de reais, sendo a pecuária responsável por 458,20 bilhões de reais (30%) e a agricultura por 1.019,08 bilhões de reais (70%) (CEPEA, 2016). O PIB-Agro corresponde a aproximadamente 25% do PIB total brasileiro. Segundo dados das Contas Nacionais Trimestrais, o PIB total do Brasil em 2016 foi de 6,2 trilhões de reais (IBGE, 2016).

Os componentes industriais ligados ao setor do agronegócio provocam a dependência da agropecuária aos mesmos quando cria o vínculo com o setor industrial de bens de capital que produz máquinas, implementos e insumos, setor este que comercializa produtos para a agropecuária e o consequente vínculo com o setor industrial que processa e beneficia a produção das matérias-primas vindas do setor agropecuário. Com esta dependência criada entre o setor agropecuário e o setor da indústria que fornece equipamentos e serviços, fixam-se os estágios da tecnologia levada diretamente à sua produção, uma vez que a responsabilidade de atualização tecnológica está na larga escala produtiva (GONSALEZ NETO, 2016, p.2).

Parte-se do pressuposto que um ecossistema de inovação envolve diversos atores produtivos, institucionais e regulatórios nas sociedades modernas. Atualmente é largamente difundido o conceito de que a inovação, em seu mais amplo espectro (MANUAL DE OSLO, 2005), se constitui como a principal ferramenta de competição no mercado.

A inovação, de um modo mais geral e amplo, é entendida como a transformação do conhecimento em produtos, processos e serviços que possam ser colocados no mercado (RANTIN, 2016). Mesmo apresentando importância considerável na economia brasileira, o agronegócio requer, para o seu crescimento, a implementação rotineira de produtos, sistemas ou serviços, sejam eles novos ou minimamente melhorados. Ou seja, para crescer sustentavelmente o agronegócio necessita de inovação.

Conceitualmente, a inovação pode ser caracterizada de diversas formas, sendo dependente da visão de cada autor. O principal conceito de inovação usado atualmente é definido pelo Manual de Oslo, um importante documento gerado pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), que fornece as principais diretrizes para a coleta e interpretação de dados sobre inovação. Segundo o Manual de Oslo (2005), a inovação é caracterizada como a introdução de novos produtos ou processos ou a melhoria significativa de produtos e/ou processos já existentes no mercado, envolvendo todas as etapas, desde as científicas até as comerciais.

Segundo Dosi (1988), um dos principais autores dessa temática, a inovação é caracterizada como o desenvolvimento e a adoção de novos produtos, novos processos de produção ou novos sistemas organizacionais através de processos ora imitativos, ora inventivos.

De um lado, esse papel é potencializado quando a inovação permeia todas as organizações produtivas e de CT&I de um dado ecossistema negocial. Para além da prática da inovação, estes atores se beneficiam de um planejamento voltado para a inovação (PLONSKI e CARRER, 2009).

Por outro lado, é papel deste ecossistema de inovação promover capital intelectual de forma ampliada e capacitada. É na universidade que se inicia a formação da maioria dos atores do processo que darão origem à inovação nas empresas, tais como: empreendedore(a)s e gestore(a)s, pesquisadore(a)s, profissionais técnicos, formuladores e implementadores de políticas públicas voltadas para essa demanda emergente, investidores e dirigentes de organizações não-governamentais, profissionais da imprensa e culturais. Mas é nas empresas que

este capital humano deve ser fixado para a geração de um ciclo virtuoso da economia, em que a inovação se apresenta como o principal insumo (PLONSKI e CARRER, 2009).

A adoção de inovação traz vários benefícios para empresas, sendo um dos principais o desenvolvimento de vantagens competitivas, as quais criam um novo posicionamento que impacta positivamente na estrutura de custos e contribui para melhoria da proposta de valor da empresa (KIM; MAUBORGNE, 1999).

Para que ocorra inovação em qualquer empresa, negócio ou setor são necessários dois aspectos básicos: 1) fluxo de atividades direcionadoras e catalizadoras do ato de inovar e 2) envolvimento de atores responsáveis por conduzir esse ato.

No que diz respeito ao fluxo de atividades, há na literatura vários modelos e sistemas (Modelo *Total Design*, Modelo Funil de Desenvolvimento, Modelo *Stage Gate*, etc.) especialmente desenvolvidos para gerenciar os processos inovadores de maneira clara e objetiva. Além de gerir as ideias, esses modelos mitigam possíveis desvios nos processos.

Sobre o envolvimento dos atores, um dos principais envolvidos na inovação é o agente decisor. Esse agente tem a responsabilidade de promover ou não uma ideia ou conceito a estágios futuros de inovação. Esse poder de decisão, torna esse ator um importante filtro/funil do ato de inovar. Contudo, geralmente, o agente decisor encontra dificuldade em mensurar ou decidir qual é a melhor inovação ou ideia a ser implementada naquele momento, seja por falta de conhecimento técnico ou por excesso de informações (GOMES; GOMES; ALMEIDA, 2009). Para tentar sanar essa questão, algumas alternativas para apoiar à tomada de decisão são desenvolvidas rotineiramente.

Historicamente o apoio à tomada de decisão é subdividido em: a) métodos com uma única função síntese (Teoria da Utilidade Multiatributo) e b) métodos com várias funções de preferências (Método de Sobreclassificação). Dentre os métodos da Teoria da Utilidade Multiatributo podemos elencar o *Multiattribute Utility Theory* (MAUT); *Simple Multi Attribute Rating Technique* (SMART) e *Analytic Network Processes* (ANP). Já dentre os métodos de Sobreclassificação, pode-se destacar o

Elimination et Choix Traduisant la Réalité (ELECTRE), *Regime e Preference Ranking Organization Method Enrichment Evaluation* (PROMETHEE). O método PROMETHEE se destaca dentre todos os métodos apresentados, pois possibilita ao agente decisor resolver problemas considerando uma diversidade grande de opiniões e entendimentos contraditórios (VINCKE, 1992), além de ser amplamente utilizado em empresas e órgãos de pesquisa (ARAUJO; ALMEIDA, 2009, MORAES; ALMEIDA, 2011, SILVA; SCHRAMMB; CARVALHO, 2014).

O método PROMETHEE compreende a criação de um *ranking* ordenado de alternativas previamente conhecidas pelo agente decisor, tendo como passos primordiais a elaboração de uma matriz de alternativa, o cálculo dos fluxos positivos, negativos e líquidos de cada alternativa e a comparação pareada dos fluxos líquidos de cada alternativa (BRANS; VINCKE, 1985).

Embora o PROMETHEE seja utilizado rotineiramente em diversos setores da economia brasileira, pouquíssimos estudos são encontrados relacionando o PROMETHEE ao agronegócio. Mais raro ainda é a incidência desse método na combinação do agronegócio e inovação. Behzadian *et al.* (2010), estudando sobre o histórico do PROMETHEE, listaram 195 artigos internacionais que se valeram desse método e, desse total, apenas 2 registros continham a temática agricultura. Quanto aos periódicos nacionais, praticamente não há aplicação desse método. Um dos poucos trabalhos encontrados nacionalmente foi desenvolvido por Almeida (2010) e trata da aplicação do PROMETHEE na seleção de frutas para mercados futuros.

Neste contexto de carência de informação e aplicação do método de sobreclassificação no agronegócio, especialmente na temática de inovação, o presente trabalho teve como objetivo principal testar a aderência de um modelo de classificação multicritério (PROMETHEE) na priorização de ideias inovadoras apresentadas no projeto “*Startup in School – Edição Google*”, realizado pela consultoria “*Ideias de Futuro*”, em parceria com o Google Brasil e as Escolas Técnicas do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza.

Estruturalmente essa dissertação é composta por: a) uma breve introdução sobre a importância do agronegócio, da inovação e do método de sobreclassificação; b) uma revisão teórica que embasa o desenvolvimento do

trabalho e aprofunda conceitos vistos na introdução; c) um item materiais e métodos, com suas peculiaridades e limitações; d) uma seção de resultados e discussão com apresentação dos dados da pesquisa e correlações com outros trabalhos; e) uma conclusão final com a síntese do trabalho e recomendações para estudos futuros e f) as referências utilizadas para o trabalho.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Inovação

2.1.1 Conceitos básicos de inovação e ideias

A inovação, como termo, remonta ao início do século XX, e foi cunhado para explicar a divergência entre o conceito neoclássico vigente - que buscava o equilíbrio geral - e um novo conceito de desenvolvimento econômico dinâmico.

Proposta inicialmente por Joseph Schumpeter, a inovação criava dinamismo na economia por meio da introdução de um novo produto no mercado ou obtenção de melhoria em um produto já apresentado; implementação de uma nova concepção de capacidade produtiva no mercado; abertura de novos mercados consumidores; utilização de uma nova fonte de matéria ou produto intermediário; e criação e/ou fixação de uma nova estrutura organizacional nos setores (NAPOLEONI, 1963 *apud* BALESTRIN; VERSCHOORE, 2010).

Segundo Santos, Fazion e Meroe (2011), no instante em que a adoção de novas formas de criação ou melhorias passaram a ser identificadas como viabilizadoras de crescimento econômico, uma nova ordem econômica foi estabelecida.

Schumpeter creditava à inovação a capacidade de ser um elemento motriz da evolução do capitalismo, seja na forma de introdução de bens ou técnicas de produção, seja devido ao surgimento de mercados, fontes de oferta de matérias-primas ou composições industriais (SHIKIDA; BACHA, 1998). Dosi (1988) complementou a ideia acima, inserindo à inovação o aspecto de força resultante dos esforços em pesquisa e desenvolvimento realizados pelas empresas e como impulsionadora da experimentação e da descoberta tecnológica.

Atualmente, após mais de 100 anos de suas concepções iniciais, além de levar em consideração uma abordagem neoschumpeteriana, a inovação é caracterizada como: “implementação de produto (serviço) novo ou significativamente melhorado, ou um processo, ou um novo método de marketing, ou um novo método organizacional nas práticas de negócios, na organização do local de trabalho ou nas relações” (MANUAL DE OSLO, 2005 p. 55).

Segundo Davila, Epstein e Shelton (2007, p. 49), essa inovação neoschumpeteriana deve ser entendida como “a nossa capacidade de criar novo valor na intersecção entre negócios e tecnologias”.

Do ponto de vista do legislativo nacional, a inovação foi definida inicialmente na Lei Federal nº 10.973, denominada Lei da Inovação Tecnológica de 2004 (BRASIL, 2004), e redefinida pelo artigo 2, inciso IV, da Lei nº 13.243, de 11 de janeiro de 2016, denominada Nova Lei de Inovação. Nessa redefinição a inovação consta como:

Introdução de novidade ou aperfeiçoamento no ambiente produtivo e social que resulte em novos produtos, serviços ou processos ou que compreenda a agregação de novas funcionalidades ou características a produto, serviço ou processo já existente que possa resultar em melhorias e em efetivo ganho de qualidade ou desempenho (BRASIL, 2016, p.1).

Considerando a “Lei do Bem”- Lei Federal 11.196 de 21 de novembro de 2005, no artigo 17, inciso VI e parágrafo 1º, a inovação pode ser entendida como:

A concepção de novo produto ou processo de fabricação, bem como a agregação de novas funcionalidades ou características ao produto ou processo que implique melhorias incrementais e efetivo ganho de qualidade ou produtividade, resultando maior competitividade no mercado (BRASIL, 2005, p.1).

Estruturalmente as atividades inovadoras possuem aspectos científicos, tecnológicos, organizacionais, financeiros e comerciais, que direcionam ou tentam direcionar a confecção de algo novo e não usual (MANUAL DE OSLO, 2005). Além desses aspectos, um produto ou processo inovador deve apresentar estoques suficientes para chegar ao consumo final em larga escala (TALAMO, 2002).

Por sua vez, uma ideia é a “representação mental de algo concreto ou abstrato” (LAPLANTINE; TRINDADE, 1996, p. 4). Segundo Baldwin (1920), a ideia é representada como uma reprodução da imagem, que, na realidade, não está presente no plano real. Tidd, Bessant e Pavitt (2004) conceituam ideia como um conjunto de pensamentos que pode ser convertido para algo inovador. Boeddrich

(2004) referencia a ideia como uma solução primária para um dado problema e Koen *et al.* (2002) concluem que a ideia pode ser vista simploriamente como a forma mais primordial de um novo produto ou serviço. Rogers (1995) evidencia que a representação da ideia em si, pode ocorrer através da elaboração de planos, fórmulas, modelos, protótipos ou descrições.

Segundo Barbieri, Alvares e Cajazeira (2008), as ideias emergem do agrupamento de duas características estruturantes, onde a primeira cria uma dependência entre o trinômio (problemas, necessidades e oportunidades) e o binômio (produção e comercialização de bens e serviços).

A ideia inovadora é capaz de gerar riquezas mediante modificação do conhecimento em produtos, bens e serviços novos, criando novos métodos e modelos de negócios. A diferença primordial entre uma ideia inovadora e uma ideia apenas, é o fato de que a inovadora é resultado do aprimoramento do sucesso do negócio (ANDRADE; AMORIM; GOMES, 2014).

2.1.2 Tipos de inovação

A inovação pode ser dividida em: a) inovação de produtos; b) inovação de processos; c) inovação de marketing e d) inovação organizacional. As inovações de produtos e processos estão relacionadas aos conceitos tecnológicos, enquanto que as inovações de marketing e organizacional estão relacionadas ao ambiente organizacional (MANUAL DE OSLO, 2005).

A inovação de produtos é a introdução de um bem ou serviço novo ou significativamente melhorado no que concerne as suas características ou usos previstos. Incluem-se melhoramentos significativos em especificações e técnicas, componentes e matérias, softwares incorporados, facilidade de uso ou outras características funcionais (MANUAL DE OSLO, 2005, p. 57).

A inovação de processo é a implementação de um método de produção ou distribuição novo ou significativamente melhorado. Incluem-se mudanças significativas em técnicas, equipamentos e/ou softwares (MANUAL DE OSLO, 2005, p. 58).

A inovação de marketing, por sua vez, é a implementação de um novo método de marketing, com mudanças significativas na concepção do produto ou em sua embalagem, no posicionamento do produto, em sua promoção ou na fixação de preços (MANUAL DE OSLO, 2005, p. 59).

A inovação organizacional é a implementação de um novo método organizacional nas práticas de negócios da empresa, na organização do seu local de trabalho ou em suas relações externas (MANUAL DE OSLO, 2005, p. 61).

Além da classificação de inovação de acordo com o Manual de Oslo, ou seja, focada no objeto do processo, também pode-se subdividir a inovação segundo seus graus de novidade envolvidos. Essas novidades vão desde mínimas melhorias incrementais até mudanças radicais (CARAYANNIS; GONZALEZ; WETTER, 2003).

Didaticamente, segundo o grau de novidade, as inovações são separadas em: a) inovação incremental; b) inovação radical e c) inovação de ruptura ou disruptiva (DAVILA; EPSTEIN; SHELTON, 2007).

A inovação incremental evidencia uma abordagem evolucionária do processo inovador. Emerge pró-ativamente de acordo com o curso das atividades e é adaptada às circunstâncias. Os movimentos se desenvolvem a partir da experimentação ao invés de algo pré-planejado (BARTHÉLEMY, 2006). Demonstra melhorias moderadas nos produtos e processos vigorantes. Nas empresas é a opção mais utilizada, recebendo mais de 80% do investimento total (DAVILA; EPSTEIN; SHELTON, 2007).

A inovação radical, diferentemente, emerge de uma abordagem revolucionária, onde as características básicas de um produto ou serviço são levadas a mercados que nunca estiveram. Este tipo de inovação desestabiliza produtos existentes e dá origem à categorias de produtos completamente novas (LEIFER; O'CONNOR; RICE, 2002). Essa inovação, via de regra, é identificada por uma alteração significativa do modelo empresarial utilizado, causando mudanças estruturais no ambiente competitivo de um setor de atividade, podendo, ao final,

alterar efetivamente as posições de liderança de determinado segmento (DAVILA; EPSTEIN; SHELTON, 2007).

A inovação de ruptura contempla uma abordagem disruptiva e, ao contrário da abordagem revolucionária ou evolucionária, ela derruba, desloca ou marginaliza uma tecnologia, produto ou serviço existente e dominante no mercado até então (CHRISTENSEN; RAYNOR; VERLINDEN, 2001).

Cândido (2011), em seu trabalho sobre inovação disruptiva, elenca as características que diferenciam a inovação disruptiva em relação às demais inovações (Quadro 1), e auxilia a um melhor entendimento das inovações segundo o grau de novidade.

Quadro 1 - Síntese das características das inovações disruptivas e inovações incrementais (ou sustentadoras)

Inovações Disruptivas	Inovações Incrementais (Sustentadoras)
Normalmente apresentam menor performance em produto estabelecidos	Pretendem melhorar o desempenho de produtos já estabelecidos no mercado
Possui novos atributos que os novos e potenciais consumidores valorizam	Atender à demanda dos principais mercados “tradicionais”
Custo mais baixo, simplicidade e mais conveniente para o uso	Alguns atributos são menos atrativos: custo, tempo, etc.
Empresas entrantes no mercado	Empresas estabelecidas no mercado

Fonte: CÂNDIDO, A. C. Inovação Disruptiva: Reflexões sobre as suas características e implicações no mercado, **IET Working Papers Series**, WPS05/2011, 27 pp, 2011.

Christensen e Raynor (2003), em seu trabalho sobre as soluções inovadoras e sustentabilidade, relacionam graficamente os diferentes tipos de inovações através de dois fatores: desempenho e tempo. Tais fatores exemplificam o ritmo dos processos inovadores, o ritmo de adoção dessas inovações pelos consumidores e o grau de novidade. A Figura 1 apresenta graficamente a proposição desses autores.

Figura 1 - Inovações Disruptivas x Inovações Incrementais

Fonte: Adaptado de CHRISTENSEN, C. M.; RAYNOR, M. **The innovator's solution: Creating and sustaining successful growth.** Harvard Business Review, Boston, 2003. Cap. 2, p. 31-72.

Outra forma de classificar a inovação baseia-se na obtenção da mesma, ou seja, em como a empresa capta essa inovação. Nessa classificação, a inovação pode ocorrer de forma aberta (quando a fonte das ideias é externa) ou de forma fechada (quando a fonte das ideias é interna).

Segundo Chesbrough (2006, p.1), conceitualmente a inovação aberta “é a antítese do tradicional modelo de integração vertical”. Tem como principal característica a utilização de rotas, ligações e interações externas para acelerar o processo de inovação. Apresenta como benefícios o incremento do alcance e da habilidade para criar novas ideias e tecnologias, além de baixo nível de risco e pouca necessidade de recursos financeiros. Na Figura 2 é apresentado esquematicamente o sistema de inovação aberto das empresas, bem como os principais componentes envolvidos nesse tipo de inovação.

Figura 2 - O sistema de inovação aberto

Fonte: Adaptado de CHESBROUGH, H. Open Innovation: A New Paradigm for Understanding Industrial Innovation. In: CHESBROUGH, H.; VANHAVERBEKE, W.; WEST, J. (Eds.). **Open Innovation: Researching a New Paradigm**, New York: Oxford University Press, 2006. Cap. 1, p.1-12.

Já no modelo fechado de inovação, as empresas utilizam-se única e exclusivamente de ideias provenientes da própria empresa. Nesse modelo há apenas uma entrada de ideias – a empresa. As empresas que trabalham com esse tipo de modelo acreditam que o sucesso da inovação depende de controle. Geralmente nesse modelo há um grande nível de risco e muita necessidade de recursos financeiros, pois há grande aporte financeiro com a criação de laboratório de pesquisa e contratação de capital altamente intelectual (CHESBROUGH, 2006).

Na Figura 3 é apresentado o sistema de inovação fechado descrito anteriormente.

Figura 3 - O sistema de inovação fechado

Fonte: Adaptado de CHESBROUGH, H. Open Innovation: A New Paradigm for Understanding Industrial Innovation. In: CHESBROUGH, H.; VANHAVERBEKE, W.; WEST, J. (Eds.). **Open Innovation: Researching a New Paradigm**, New York: Oxford University Press, 2006. Cap. 1, p.1-12.

2.1.3 Inovação: diferenciação de produtos e liderança no custo total

Porter (1998), em um dos seus muitos trabalhos sobre estratégias empresariais, indicou as principais formas de obtenção de vantagens competitivas em relação aos seus concorrentes. Objetivamente essas formas podem abordar o âmbito competitivo ou o diferencial competitivo das empresas. A Figura 4, adaptada de um dos seus trabalhos, contém as principais formas de obtenção de vantagens competitivas das empresas e indica que, quanto maior a diferenciação ou maior a liderança no custo total, maior é o âmbito competitivo das empresas.

O processo de diferenciação data do final da Segunda Guerra Mundial, onde empresas, que sofreram com prejuízos, buscavam mudanças na sua economia interna, diferenciando-se. Nesse período, a diferenciação era concentrada em setores de bens de consumo não duráveis (bebidas, enlatados e cigarros) (MARIOTTO, 1991).

A diferenciação remete a distinção de um produto, processo ou serviços, de forma que ao produzir um resultado final, esse apresente características notadas como únicas pelo consumidor. É geralmente resultante de um conjunto de ações que emprega incremento em características do produto (tecnologia, construção

visual, etc.), ou em características de comercialização (atendimento a clientes e rede de distribuição) (PORTER, 1998).

Figura 4 - Formas de obter vantagens competitivas nas empresas

Fonte: Adaptado de PORTER, M. E. **Competitive advantage: creating and sustaining competitive performance**. New York: The Free Press, 1998. Cap. 1, p. 1-32.

Ao oferecer um produto considerado único ou inovador para clientes, as empresas estão se diferenciando. A diferenciação, através da inovação, traz para a empresa uma proteção contra as forças do ambiente de mercado e possibilita que a mesma cobre um preço-prêmio por isso, o qual geralmente é utilizado para cobrar custos adicionais que a empresa incorre para diferenciar o seu produto. Diferenciando-se, a empresa apresenta uma margem de lucro maior que a de seus concorrentes (CARNEIRO; CAVALCANTI; SILVA, 1997).

Psicologicamente, empresas que inovam por meio da diferenciação, criam uma sensação diferente no consumidor e expectador. Segundo Salerno e Kubota (2008, p. 14), “raramente a empresa do nosso imaginário é aquela de produtos comuns ou de serviço padronizado”.

Na economia brasileira, de acordo com Negri, Salerno e Castro (2005), o processo de diferenciação de produtos e serviços pela inovação trouxe ganhos significativos, seja para empresas ou para os trabalhadores dessas empresas. Nesse estudo, considerando como espaço amostral o ano de 2000, cujo número de empresas era de 72 mil, com mais de dez empregados, as empresas que inovam através da diferenciação de produto perfizeram 1,7% do total das empresas, 25,9% do faturamento, e 13,3% do emprego na indústria brasileira. Além disso, nessas empresas há melhor escala de produção, maior eficiência técnica e maior liderança de mercado (competitividade). Quando se observa para os trabalhadores empregados nas empresas que inovam através da diferenciação, a remuneração média mensal do pessoal ocupado é 3 vezes maior do que em empresas tradicionais. Ainda, há maior tempo de permanência no emprego e maior escolaridade.

O processo de liderança no custo total, por sua vez, consiste em desenvolver, produzir e comercializar um serviço ou produto tomando por base condições de baixo custo, impraticáveis pelos concorrentes. Nesse processo há necessidade da utilização de medidas, geralmente agressivas, focadas no ganho de eficiência operacional, na redução dos custos das atividades rotineiras por meio da curva de experiência e no descarte estratégicos de clientes inadimplentes ou com baixa contribuição (PORTER, 1998).

Para implementar essas medidas, as empresas necessitam de adequações estruturais e desenvolvimento de rotinas inovadoras. A inovação é empregada na redução dos custos totais através do desenvolvimento de melhoria significativas em cada ponto da cadeia de produção ou na melhoria do custo-meta de cada elo da cadeia (SILVA, 1999).

No cenário nacional, dentre os inúmeros exemplos de obtenção de liderança no custo total por meio da inovação, podem-se destacar empresas relacionadas ao beneficiamento de óleos vegetais. De acordo com Pinazza (2007), em seu trabalho sobre a cadeia produtiva da soja, empresas como a ADM, Bunge e Cargill, são líderes nos seus setores pois adotam, durante seu processo de produção, medidas inovadoras, que reduzem seus custos totais de fabricação e comercialização.

Desta forma essas empresas apresentam maior capacidade competitiva, ou seja, com custos reduzidos existe a possibilidade de oferecer aos seus clientes finais, produtos e serviços com menores preços (PEREIRA, 1999).

2.1.4 Modelos de inovação

Segundo Lima *et al.* (2004, p.83), “modelos são representações da realidade que têm se revelado úteis para o avanço do conhecimento em inúmeras áreas”, permitindo também o desenvolvimento e teste de hipóteses e padronização de situações.

Na temática da inovação, os modelos podem ser divididos em: a) modelo linear, b) modelo interativo, c) modelo sistêmico, d) modelo evolucionário e e) modelo do *milieu* inovador (MARINOVA; PHILLIMORE, 2003).

Os modelos lineares são caracterizados como aqueles que buscam na pesquisa científica a de fonte todas as novas tecnologias, aplicando uma abordagem paulatinamente sequencial do processo atrelado à visão de inovação. Nesse tipo de modelo não há preocupação extrema com atividades que permeiam a pesquisa e o desenvolvimento, pois a inovação é advinda somente da gestão do intelecto (SIRILLI, 1998).

Os modelos interativos apresentam como estrutura básica uma abordagem balanceada entre o suprimento/desenvolvimento tecnológico e as necessidades do mercado. Nesse tipo de modelo há a preocupação com atividades que permeiam a pesquisa e o desenvolvimento, além da compreensão de que a inovação é resultante da interação do ambiente externo e interno (BALESTRIN; VARGAS; FAYARD, 2005).

Os modelos sistêmicos, por sua vez, são caracterizados pela busca da inovação em quatro ambientes distintos, sendo eles: nacional, setorial, regional e tecnológico. Nessa busca, geram uma sistematização dos resultados inovadores através da interconectividade e sinergia das forças (MARINOVA; PHILLIMORE, 2003). A diferença desse modelo em relação ao modelo interativo, é que neste último não há a criação de uma sistematização e agrupamento de forças, havendo

apenas o conhecimento de que o processo de inovação sofre influência de ambientes internos e externos.

Os modelos evolucionários trazem à inovação uma certa personificação. Nesse modelo, o processo inovador é totalmente atrelado a conceitos biológicos, ou seja, todo processo de inovar é personificado e o resultado final evidencia que a inovação é criada através de processos mutacionais e seleções naturais. A inovação causa a sobrevivência do mais apto no mercado e o ambiente externo afeta a evolução de novas tecnologias (MARINOVA; PHILLIMORE, 2003).

O modelo do *milieu* inovador é caracterizado pela busca da inovação respeitando o papel do meio ambiente (ou *milieu*) no processo de desenvolvimento tecnológico. Nesse modelo há a junção do desenvolvimento tecnológico com a formação de um espaço econômico (CASSIOLATO et al, 1999).

2.1.5 Modelos para gestão das ideias e inovação

O ato de inovar, embora inerente ao ser humano, é um processo complexo e desafiador. Sua graduação e “regras” exigem que se criem formas para o gerenciamento de atividades. Esse gerenciamento, conhecido como gestão da inovação, apresenta fortes traços interdisciplinares e caminha por diversas atividades e setores de uma empresa (BAREGHEH; ROWLEY; SAMBROOK, 2009).

Os principais e mais influentes modelos para a gestão de ideias/inovação presentes na literatura internacional e nacional são apresentados a seguir:

- **Modelo *Total Design***

Proposto por Stuart Pugh em 1991, em seu livro “*Total Design: Integrated Methods for Successful Product Engineering*”, esse modelo de gestão da inovação lineariza/interliga o processo inovador desde o reconhecimento das necessidades do mercado até a venda propriamente do produto solucionador das necessidades. Esse modelo tem como objetivo final a criação de produtos de estrutura complexa através de especificações técnicas (PUGH, 1991).

O modelo apresenta 3 etapas básicas denominadas: a) *Concepção do Design*: envolvendo as atividades de análise de mercado e síntese das formulações específicas; b) *Detalhamento do Design*: envolvendo a atividade de tomada de decisão (seguir ou não com o desenvolvimento); e c) *Design Completo*: envolvendo as atividades de otimização do desenvolvimento, tratamento de dados, buscando a viabilidade do produto. Finalizada essas etapas, o produto está apto para ser comercializado. A Figura 5 ilustra o passo a passo do gerenciamento das atividades por esse modelo (PUGH, 1991).

Figura 5 - Modelo Total Design – Pugh (1991)

Fonte: Adaptado de PUGH, S. The total design activity. In: PUGH, S. **Total design: integrated methods for successful product engineering**. Harlow: Addison Wesley, 1991. Cap. 1, p. 1-28.

• Modelo Funil de Desenvolvimento

Proposto por Kim Clark e Steven Wheelwright em 1992, no trabalho “*Structuring the Development Funnel*”, esse modelo busca refinar os melhores projetos inovadores a uma gama relativamente grande de opções. Esse refinamento é personificado por um funil, onde no início do desenvolvimento há uma enormidade de proposições de ideias inovadoras, as quais, com o decorrer das atividades, vão sendo descartadas, restando no final poucas proposições aptas a serem plenamente desenvolvidas. Nesse tipo de modelo há a necessidade tanto de *inputs* internos quanto externos (CLARK; WHEELWRIGHT, 1992).

A ideia de um funil é eficiente pois representa claramente a lógica empresarial da inovação. Essa lógica preconiza que, embora haja um volume muito grande de ideias com potencial de inovação, somente algumas poderão ser implementadas, seja devido à falta de aportes financeiros ou devido às questões técnicas (SILVA; BAGNO; SALERNO, 2014). A Figura 6 apresenta o funil de desenvolvimento, ilustrando a ampla gama de ideias iniciais e, posteriormente, a saída de poucos projetos inovadores desenvolvidos.

Figura 6 - Modelo Funil de Desenvolvimento – Clark & Wheelwright (1992)

Fonte: Adaptado de CLARK, K. B.; WHEELWRIGHT, S. C. Structuring the Development Funnel. In: WHEELWRIGHT, S. C. (Ed.). **Revolutionizing Product Development: Quantum Leaps in Speed, Efficiency, and Quality**. New York: Free Press, 1992. Cap. 5, p. 111-132.

• Modelo *Stage-Gate*

Proposto inicialmente por Robert Cooper em 1993, em seu livro “*Winning at New Products: accelerating the process from idea to launch*”, com reedição e reagrupamento de conceitos em 2001, esse modelo de gestão determina a padronização das atividades do processo inovador de acordo com uma lista de estágios pré-determinados (*Stage*), sendo que cada estágio apresenta uma lista de atividades determinadas interfuncionais e paralelas que só podem ser encerradas após alinhamento (*Gates*) (COOPER, 2001).

O modelo apresenta 5 estágios: 1) Avaliação preliminar: onde são determinados os critérios mínimos exigidos pelas empresas para investir ou não no projeto inovador. Nesse estágio são mensurados o mercado, a técnica e os arranjos financeiros; 2) Definição: onde são realizados os detalhes técnicos, protocolos de desenvolvimento, protocolos legais, protocolos operacionais; 3) Desenvolvimento: onde são criados os testes iniciais de bancadas, laboratoriais, de conceitos, teste de mercado com produto, etc.; 4) Validação: onde é testada a escalabilidade da produção, testes finais com consumidores e atualização do plano de negócios finais; 5) Comercialização: onde o produto final é lançado no mercado. Na Figura 7 são encontrados os estágios de desenvolvimento do produto inovador (*Stage*) e as etapas de avanço do desenvolvimento (*Gate*) (COOPER, 2001).

Figura 7 - Modelo *Stage Gate* – Cooper (2001)

Fonte: Adaptado de COOPER, R. G. The New Product Process: The Stage-Gate Game Plan. In: COOPER, R. G. **Winning at New Products: accelerating the process from idea to launch**. Reading: Addison-Wesley Publishing, 2001. Cap. 5, p. 113-153.

- **Modelo de Koen et al.**

Proposto por Peter Koen e colaboradores no trabalho *"Providing clarity and a common language to the 'fuzzy front end'"* em 2001, esse modelo de gestão de inovação apresenta 3 segmentos básicos: 1) Motor: personificação dos fatores internos de liderança, cultura e estratégia da empresa; 2) Área Interna: agrupamento de cinco elementos internos altamente controláveis (identificação de oportunidades, análise da oportunidade, geração de ideias, seleção de ideias e definição do conceito) e 3) Área Externa (Fatores de influência): caracterizada pelas competências organizacionais que vez por outra não são controláveis (políticas governamentais, concorrentes, leis, etc) (KOEN et al., 2001).

Esse modelo tem como principal apelo criar uma linguagem única para atividades de planejamento e gerenciamento do processo inovador nas empresas. Seu formato circular também apresenta formato inovador e propõe que ideias devem ocorrer em ações circulares entre todos os elementos controláveis pela empresa (KOEN et al., 2001). Na Figura 8 observa-se uma representação personificada do modelo.

Figura 8 - Modelo de Koen et al. (2001)

Fonte: Adaptado de KOEN, P. A. et al. *Providing clarity and a common language to the "fuzzy front end"*. **Research Technology Management**, v. 44, n.2, p. 46-55, 2001.

• Modelo Unificado de PDP

Proposto por Henrique Rozenfeld, em seu livro *Gestão de Desenvolvimento de Produtos: uma referência para a melhoria do processo* (2006), esse modelo de gestão da inovação é um dos poucos trabalhos desenvolvidos e apresentados em língua portuguesa. Nesse modelo, o processo inovador é dividido em 3 etapas que se estendem do planejamento inicial até a descontinuação e morte do produto (ROZENFELD *et al.*, 2006).

Nesse modelo, cada etapa apresenta variadas dimensões, que vão desde ideias até desenvolvimento do plano de marketing do produto. Além dessas várias dimensões, o modelo também apresenta diferentes estágios de maturidade para cada dimensão apresentada (ROZENFELD *et al.*, 2006).

Na Figura 9 são apresentadas graficamente todas as etapas envolvidas no modelo unificado, juntamente com o detalhamento do conjunto de atividades desenvolvidas.

Figura 9 - Modelo Unificado de PDP – Rozenfeld, H. *et al.* (2006)

Fonte: ROZENFELD, H. *et al.* O modelo unificado do PDP. In: ROZENFELD, H. *et al.* **Gestão de Desenvolvimento de Produtos: uma referência para a melhoria do processo.** São Paulo: Saraiva, 2006. Cap. 2, p. 37-102.

- **Modelo da Cadeia de Valor da Inovação**

Proposto por Morten Hansen e Julian Birkinshaw em 2007 no artigo “*The innovation value chain*” da *Harvard Business Review*, esse modelo de gestão da inovação, diferentemente dos apresentados anteriormente, leva em consideração etapas posteriores ou que não estão atreladas somente ao desenvolvimento do produto.

Segmentado em três passos, esse modelo de gestão do processo inovador desenha toda a cadeia de valor do produto e serviço para, então, gerir corretamente os atores e etapas. O primeiro passo desse modelo é a geração da ideia em si. Esse passo subdivide-se em 3 atividades (a criação interna dentro da unidade, a polinização cruzada entre diversas unidades e a criação externa-processo de parcerias). O segundo passo, denominado conversão, apresenta 2 atividades padrões (seleção-financiamento inicial e desenvolvimento da ideia até os primeiros resultados). O terceiro e último passo, é denominado difusão e tem como componentes apenas uma atividade (propagação da ideia inovadora/produto dentro da empresa) para, posteriormente, levar para o consumidor final (HANSEN; BIRKINSHAW, 2007).

Silva, Bagno e Salerno (2014), explicando o modelo de Hansen & Birkinshaw (2007), dizem que as empresas devem considerar a inovação como uma visão expandida da cadeia total, possibilitando o mapeamento das fraquezas e das forças em relação as competências necessárias em cada passo do desenvolvimento do produto/serviço inovador. No final, esse modelo tem como objetivo a maximização dos fluxos inovadores ao longo de toda cadeia do negócio.

A Figura 10 representa a ideia desse modelo integrador, cujos elos da cadeia de valor dos produtos e serviços se ligam.

Figura 10 - Modelo da Cadeia de Valor – Hansen & Birkinshaw (2007)

Fonte: Adaptado de HANSEN, M. T.; BIRKINSHAW, J. The innovation value chain. **Harvard Business Review**, Boston, v. 85, n. 6, p. 121-130, 2007.

2.2 Agronegócio x Inovação

2.2.1 Inovação no setor agrícola

A atividade agrícola é definida por Batalha (2012) como uma porção integradora dos agentes econômicos brasileiros, que se estende da produção de insumos até a distribuição final do produto, passando por transformações e armazenamentos.

No contexto da atividade agrícola, a inovação é entendida como o elemento que impulsiona o aumento de produção e da produtividade, por meio do desenvolvimento de novas alternativas ou melhoramento das já utilizadas (HAYAMI; RUTTAN, 1988).

Segundo Delgado (2001), o processo de inovação agrícola foi fundamentado inicialmente pela confecção de instrumentos apropriados para incrementar a produtividade do ambiente de produção e também para atrelar o processo produtivo ao capital dito industrial.

Para Batalha (2012), em seu livro *Gestão Agroindustrial*, a inovação do setor agrícola ocorre majoritariamente motivada pela difusão tecnológica, diferentemente de outros setores, onde a inovação ocorre por processos internos empresariais.

Durante muitos anos, as empresas do setor agrícola não apresentavam autonomia para o desenvolvimento de pesquisas de inovação. As pesquisas existentes eram fruto de trabalho de institutos de pesquisas públicos e universidades. Estruturalmente o sistema tradicional de pesquisa, desenvolvimento e inovação, como é conhecido hoje, foi formatado com a criação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA (FERREIRA *et al.*, 1985).

Atualmente, a inovação no setor agrícola é marcada pelo desenvolvimento de um sistema complexo, cujo atores principais são instituições de pesquisa, governo e empresas. Os conhecimentos são compartilhados entre os atores, possibilitando o ganho de todos os envolvidos (VIEIRA FILHO, 2009).

A inovação no setor agrícola também envolve todas as atividades, desde indústrias fornecedoras de insumos primários (fertilizantes, sementes, etc.), até distribuidoras de produtos, ou seja, atua ao longo de toda cadeia produtiva. Diferentemente do que ocorre em outros setores, uma inovação agrícola é considerada inovação real somente após ser validada por estudos agronômicos específicos (VIEIRA FILHO, 2009).

ZUIN *et al.* (2006, p. 258) evidenciam que a inovação do setor agrícola exige uma complexa coordenação entre as atividades e os agentes promotores da inovação, sejam eles verticais ou horizontais: “No futuro, os processos de inovação ocorrerão cada vez mais em redes... ocorrendo a co-inovação...”.

Considerando o cliente final da inovação agrícola (o produtor rural), Matos e Pessoa (2011) creditam à inovação o fato do produtor rural ter acesso a tecnologias que até então só eram empregadas por empresários da cidade.

Quando leva-se em consideração a cadeia produtiva do setor agrícola, a inovação é direcionada por três elementos-agentes básicos: a) comercialização, b) industrialização e c) produção de matéria prima. Esses elementos-agentes ditam o

caminho da inovação através de provocações constantes advindas do mercado consumidor (ZUIN et al, 2006).

2.2.2 Inovação no setor agrícola: Startup Agro (Agritechs)

Dentre as várias formas de inovação agrícola empregadas na atualidade, a junção do agronegócio com empresas de alta tecnologia se destaca. Essa junção tem possibilitado ao agronegócio operar em situações que, até então ele não operava (DUTIA, 2014).

Estruturalmente, esta junção é representada fisicamente por uma empresa (*startup*) que nasce da materialidade de uma ideia inovadora. Conceitualmente, *startup* é um termo utilizado para nomear empresas recém concebidas que se encontram em fase de desenvolvimento e teste de mercado. Geralmente são caracterizadas como inovadoras e disruptivas, apresentam riscos elevados no conceito de produtos e custo operacional relativamente baixos (RIES, 2012).

Segundo Salles-Filho e Albergoni (2006), nas startups, os recursos empregados inicialmente são focados no lançamento da empresa e no estabelecimento do plano de negócio, ou seja, contempla inicialmente a análise de mercado e do ambiente para depois focar no produto final.

Nesse tipo de empresa, a tomada de decisão é resultado da visão do empreendedor e o processo decisório é influenciado fortemente pelos investidores, uma vez que o capital utilizado geralmente é proveniente de fundos de investimentos (NAKAMURA, FORTE e AGUIAR, 2006).

Startups, por sua concepção inicial, usualmente são de base tecnológica. Segundo Clarysse, Heiman e Degroof (2003), essas empresas podem ser divididas em 3 perfis distintos: a) empresas focadas em mercado local, sem busca por capital externo para desenvolvimento e com fundadores que controlam a empresa; b) empresas que visam crescimento externo, onde o investimento inicial é proveniente dos fundadores e no decorrer das atividades há aportes externos para investir em diversificação de produtos/ofertas e, c) empresas originárias de capital de risco com objetivo inicial claro de crescimento agressivo e acelerado.

As *startups* do agronegócio, geralmente denominadas *AgriTechs* (do inglês *Agriculture Tech*), são empresas que abordam uma variedade de problemas-chave enfrentados pela indústria agrícola fornecendo soluções na forma de serviços, novas tecnologias, *insights*, novas formas de agricultura (AGFUNDER, 2016).

Segundo AGFUNDER (2016), em 2015, 499 empresas atraíram 4.6 bilhões de dólares em investimentos durante 526 rodadas de financiamento nos Estados Unidos. Tais números refletem a importância desse tipo de empresa para a economia americana. No Brasil não foram encontrados estudos tão profundos quanto este citado, todavia a partir das informações contidas em AGTECHGARAGE (2016) é possível perceber que as *Agritechs* brasileiras ainda se encontram em estágio mais inicial, pois afirma-se que 80% delas foram fundadas somente a partir de 2014. Ainda segundo a AGTECHGARAGE (2016), apenas 20% das *startups* brasileiras focadas em agronegócio receberam investimentos de aceleradoras, capital anjo ou de capital de risco. Estes números, em contraponto aos dados americanos, demonstram que ainda há um longo caminho para as *Agritechs* brasileiras alcançarem o patamar de suas congêneres dos Estados Unidos.

2.3 Apoio à Decisão Multicritério

2.3.1 Decisão

Segundo Almeida (2011) e Gomes, Gomes e Almeida (2009), a decisão é um processo direto e/ou indireto, que tem como resultante a escolha de ao menos uma, dentre diversas alternativas, sendo que todas elas visam resolver, da melhor forma possível, determinado problema. Roy (1996) menciona que as decisões são tomadas, na maioria das vezes, quando um agente decisor escolhe entre fazer ou não fazer algo.

Rotineiramente, um agente decisor é forçado a escolher uma alternativa (fazer ou não fazer). A escolha, por ser parte constituinte da vida humana, é potencialmente complexa e controversa. O agente não escolhe apenas entre possíveis alternativas de ação, mas também entre pontos de vista e formas de avaliar essas ações (BANA COSTA, 1988). Diante disso, é importante ponderar toda diversidade de fatores diretos e indiretos relacionados às decisões a serem tomadas (ALENCAR, 2003).

Decisões ainda tendem a se tornar mais complexas devido ao enorme volume de informações disponíveis (ALMEIDA, 2011). Em função da velocidade das mudanças ocorridas, dos elevados volumes de investimentos e do incremento do nível de incertezas nos ambientes competitivos, não é mais possível determinar escolhas estratégicas de uma organização/situação usando apenas ferramentas tradicionais (ARAUJO; ALMEIDA, 2009). Diante disso, o agente decisor tem a obrigação de escolher as melhores alternativas presentes no conjunto de opções já existentes (WRIGHT; KROLL; PARNELL, 2000).

2.3.2 Terminologias básicas

No processo de tomada de decisão multicritérios são empregados inúmeros termos que necessitam ser devidamente apresentados e conceituados para o entendimento do processo. Esses termos podem ser agrupados em 2 ambientes: a) Ambiente Humano e b) Ambiente Estrutural.

O termo ator, um dos principais componentes do processo decisório, está agrupado no ambiente humano. Segundo Campos (2011), atores ou *stakeholders* são representações que participam, tanto de forma ativa quanto de forma passiva, do processo decisório. Essas representações podem ser formadas tanto por indivíduos ou grupos de indivíduos quanto por entidades ou empresas influenciadoras do setor estudado.

Do componente atores é derivado outro componente do processo decisório. Diferentemente do que ocorre com os atores, esse novo componente, denominado agente decisor, participa somente de forma ativa na tomada de decisão. De acordo com Gomes, Gomes e Almeida (2009), o agente decisor influencia ativamente no processo de decisão pois emite juízo de valor sobre as relações de escolha. Esses agentes determinam os limites dos problemas, os objetivos finais da tomada de decisão e são responsáveis morais pela escolha. Estruturalmente são representados por pessoas, grupos de pessoas ou instituições.

Para auxiliar os diversos agentes decisores no processo de tomada de decisão, outro componente pode entrar em cena. Esse componente é denominado facilitador. O facilitador tem como característica principal a plena *expertise* na

resolução de determinado problema. Seu trabalho é focado na coordenação e aglutinação dos divergentes pontos de vistas apresentados pelos agentes decisores através de ferramentas de negociação. O facilitador deve agir de forma neutra em relação ao processo decisório e à tomada de decisão (GOMES; GOMES; ALMEIDA, 2009).

Finalizando o ambiente humano dos componentes dos processos decisórios, tem-se os analistas. Segundo Gomes, Gomes e Almeida (2009) os analistas operacionalizam todo o processo de tomada de decisão através de análises gerais, levando em consideração a estruturação da evolução, solução e configuração das respostas dos agentes decisores.

O ambiente estrutural é composto pelos componentes do processo de tomada de decisão e diz respeito ao modelo em si. Nesse ambiente estão inseridos: a) critério; b) preferência e estrutura de preferência; c) relação de dominância; d) limiares de preferência e indiferença; e) taxa de substituição e g) problemática e tipos de problemáticas (CAMPOS, 2011).

Segundo Vincke (1992), critério pode ser entendido como uma dada função, denominada g , presente em A , que capta valores ordenados em um determinado conjunto existente. Essa função caracteriza as preferências do decisor sobre dada solução-problema.

Dentre os principais critérios listados, Vincke (1992) destaca os seguintes:

- Critérios verdadeiros ou usuais: quando o critério apresenta uma estrutura de preferência respeitando uma pré-ordem completa;
- Semi-critério: quando o critério apresenta em sua estrutura de preferência uma semi-ordem;
- Critério de intervalo: quando o critério apresenta uma estrutura de preferência intervalar, ou seja, com intervalos;
- Pseudo-critério: quando o critério apresenta em sua estrutura de preferência em uma pseudo-ordenação.

A preferência, por sua vez, pode ser entendida como a comparação binária entre duas possíveis alternativas (CAMPOS, 2011). Essa preferência é apresentada

como um sistema composto por quatro relações distintas: Indiferença (I); Preferência Estrita (P), Preferência Fraca (Q) e Incompatibilidade (R) (ROY, 1996). A indiferença é resultante da equivalência entre as duas ações; a preferência estrita é resultante da escolha de uma ação (bem identificada) em relação a outra; a preferência fraca é resultante da escolha de uma ação (não tão bem identificada) em relação a outra e a incompatibilidade é resultante da inexistência de razões para escolha de uma das ações (GOMES; GOMES; ALMEIDA, 2009).

As estruturas de preferências são caracterizadas como situações padrões de relação binárias (GOMES; GOMES; ALMEIDA, 2009). Dentre as principais estruturas de preferência listadas, Vincke (1992) destaca as seguintes:

- Pré-ordem completa: a estrutura de preferência é caracterizada como uma pré-ordem completa, onde a diferença resulta em uma preferência estrita;
- Semi-ordem: a estrutura de preferência é caracterizada como uma quase-ordem existindo uma região de indecisão situada entre a preferência estrita e a indiferença;
- Ordem em intervalo parcial: a estrutura de preferência apresenta intervalos de indecisão entre a indiferença e a preferência estrita;
- Pseudo-ordem: a estrutura de preferência é caracterizada como uma pseudo-ordem, onde há uma região de hesitação denominada preferência fraca entre a indiferença e a preferência estrita.
- Ordem completa: a estrutura de preferência é caracterizada somente por relações de preferência estrita;

A relação de dominância é caracterizada por Vincke (1992) como a resultante de uma ordem parcial e estrita, onde uma ação a pode dominar ou ser dominada por uma dada ação b , desde que ambas façam parte de um determinado conjunto. Quando a domina b , é evidenciado que a é superior à b sob todos os pontos de vista analisados. Já quando b domina a é evidenciado que b é superior a a sob todos os pontos de vista analisados.

Os limiares de preferência e indiferença dizem respeito aos limites inferiores e superiores de cada ponto de vista analisados. Segundo Roy (1996), a função $g(b)$ –

$g(a)$ é responsável pela determinação tanto do limiar de preferência quanto do limiar de indiferença. O limiar de preferência $\{p[g(a)]\}$ é obtido pelo limite inferior (p) dessa função e expressa o valor mínimo superior ao qual o agente decisor não é capaz de determinar uma preferência estrita da alternativa b em detrimento da alternativa a . Já o limiar de indiferença $\{q[g(a)]\}$ é obtido através do limite superior (q) dessa função e expressa, independentemente do valor resultante, desde que inferior, a insuficiência da garantia da preferência estrita da alternativa b sobre a alternativa a (preferência fraca).

A taxa de substituição é caracterizada como sendo um valor que, ao ser adicionado ao critério estudado, causa uma compensação nas possíveis perdas inerentes aos critérios (VINCKE, 1992).

A problemática é descrita por Roy (1996) como sendo um conjunto de problemas ligados a um determinado grupo de objetos. Segundo Vincke (1992), Roy (1996) e Belton e Stewart (2002), em modelos multicritérios a problemática pode ocorrer de 6 maneiras distintas: a) Problemática de seleção ou escolha ($P\alpha$): busca a resolução dos problemas através da escolha da melhor alternativa possível (subconjunto) encontrada em um dado conjunto; b) Problemática de hierarquia ou ordenação ($P\gamma$): busca a resolução dos problemas através do reagrupamento e ordenação de todas as alternativas/ações possíveis no conjunto; c) Problemática de classificação ($P\beta$): busca a resolução dos problemas através de um levantamento de ações, onde as alternativas são inseridas de acordo com normas desenvolvidas previamente; d) Problemática descritiva ou de descrição ($P\delta$): busca a resolução de problemas através da utilização de ações organizadas com linguagem clara e objetiva; e) Problemática da seleção de portfólio: busca a resolução de problemas através da adoção da melhor alternativa possível, com base nas características individuais das ações em sinergismo com características individuais das demais ações do conjunto e f) Problemática de *design*: estabelece uma decisão/escolha focada em metas e aspirações do tomador de decisão até então não desenvolvidas.

2.3.3 Tomada de decisão e o apoio multicritério

O empenho para resolver os dilemas existentes entre objetivos conflitantes, os quais impossibilitam a obtenção de uma solução perfeita e que levam à busca por

uma resposta ideal para o momento, é descrito por Zeleny (1982) como o processo de tomada de decisão.

O conjunto de ferramentas que torna apto o agente decisor na resolução dos dilemas conflitantes recebe o nome de apoio multicritério à decisão. Essas ferramentas levam em consideração os mais variados pontos de vista, geralmente divergentes (VINCKE, 1992).

A premissa básica do apoio multicritério busca a criação de uma relação de preferência, as vezes subjetiva, entre as diversas alternativas que estão passando pelo processo de avaliação. Essas avaliações são conduzidas de acordo com inúmeros critérios no processo de tomada de decisão (ALMEIDA; COSTA, 2003).

Os problemas considerados multicritérios geralmente apresentam em seus enredos: decisores, conjuntos de critérios de decisão, conjunto de alternativas, conjunto de estado da natureza e consequências das decisões propriamente realizadas (MALCZEWSKI, 2006).

Segundo Vincke (1992), um dilema multicritério, via de regra, enuncia a problemática da escolha, a problemática da classificação e a problemática de ordenação. Roy (1996), insere ao rol de dilema multicritério a problemática de descrição. Já Belton e Stewart (2002) completam a caracterização das problemáticas incluindo a problemática de seleção de portfólio e a problemática de design.

2.3.4 Modelos de apoio multicritérios

Basicamente, os modelos empregados em apoio de decisão multicritério são subdivididos de acordo com suas características e abordagens aos princípios de modelagem de preferência e aderem a uma escola de pensamento (ROY, 1985).

A vertente americana, denominada Escola Americana, consiste na agregação dos diferentes critérios em uma única função, denominada função síntese (VINCKE, 1992). Essa função síntese agrupa diferentes pontos de vista para, subsequentemente, torná-los otimizados. O emprego de uma função síntese,

permitir ordenar as soluções da mais apta para menos apta, solucionando a problemática da escolha e da ordenação (ROY, 1996).

Entre os métodos mais utilizados dessa vertente se encontram o MAUT (*Multiattribute Utility Theory*) desenvolvido por Fishburn em 1970, SMARTH (*Simple Multi Attribute Rating Technique*) desenvolvido por Edwards em 1977, AHP (*Analytic Hierarchy Process*) desenvolvido por Saaty em 1977, ANP (*Analytic Network Processes*) desenvolvido por Saaty em 1996 e MACBETH (*Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique*) desenvolvido por Bana Costa e Vansnick em 1994 (RODRIGUEZ; COSTA; CARMO, 2013)

A premissa básica desses modelos indica que: “Qualquer decisor tende a, inconsciente ou implicitamente, maximizar algumas funções que agregam todos os pontos de vista a considerar” (ALENCAR, 2003, p. 18).

A vertente europeia, ou Escola Francesa, por sua vez, consiste na construção de uma relação de sobreclassificação, que representa as preferências estabelecidas pelo agente decisor, auxiliando-o na resolução dos dilemas (VINCKE, 1992). Diferentemente da abordagem americana, a Escola Francesa admite a possibilidade de incompatibilidade entre as alternativas. O funcionamento básico desse modelo está pautado no enriquecimento das relações de dominância, evitando hipóteses matemáticas muito rígidas, exigidas pela vertente americana (VINCKE, 1992).

Dentre os principais métodos inseridos nessa vertente se destacam o ELECTRE (*Elimination et Choix Traduisant la Réalité*) desenvolvido por Roy em 1968, Método Regime, desenvolvido por Hinlopen, Nijkamp e Rietveld em 1983 e o PROMETHEE (*Preference Ranking Organization Method Enrichment Evaluation*) desenvolvido por Brans e Vincke em 1982 (RODRIGUEZ; COSTA; CARMO, 2013).

O Quadro 2, sintetiza todos os modelos de apoio multicritérios listados acima, utilizados rotineiramente para apoio a decisão, com respectivo desenvolvedor e classificação (onde o método de sobreclassificação é originário da Escola Francesa e a Teoria da Utilidade Multiatributo é originário da Escola Americana).

Quadro 2 - Os principais métodos de apoio multicritérios e seus desenvolvedores

Método	Classificação	Desenvolvedor Principal
<i>Elimination et Choix Traduisant la Réalité</i> (ELECTRE)	Método de sobreclassificação (Outranking)	ROY (1968)
<i>Preference Ranking Organization Method Enrichment Evaluation</i> (PROMETHEE)	Método de sobreclassificação (Outranking)	BRANS e VINCKE (1982)
<i>Regime</i>	Método de sobreclassificação (Outranking)	HINLOOPEN, NIJKAMP E RIETVELD (1983)
<i>Multiattribute Utility Theory</i> (MAUT)	Teoria da Utilidade Multiatributo	FISHBURN (1970)
<i>Simple Multi Attribute Rating Technique</i> (SMART)	Teoria da Utilidade Multiatributo	EDWARDS (1977)
<i>Analytic Hierarchy Process</i> (AHP)	Teoria da Utilidade Multiatributo	SAATY (1977)
<i>Analytic Network Processes</i> (ANP)	Teoria da Utilidade Multiatributo	SAATY (1996)
<i>Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique</i> (MACBETH)	Teoria da Utilidade Multiatributo	BANA COSTA e VANSNICK (1994)

Fonte: RODRIGUEZ, D; COSTA, H; CARMO, L. Métodos de auxílio multicritério à decisão aplicados a problemas de PCP: Mapeamento da produção em periódicos publicados no Brasil. **Gestão e Produção**, São Carlos, v. 20, n. 1, p. 134-146, 2013.

Segundo Lopes (2005) “a escolha do método é, antes de mais nada, uma questão de conforto e confiança por parte do agente decisor, que deseja utilizar a ferramenta de apoio”.

Contudo Macharis *et al.* (2004) atribuem ao método PROMETHEE vantagens em relação aos demais métodos. A principal vantagem atribuída a esse método é a não compensação, característica esta que permite o estabelecimento de desvios admissíveis antes da classificação das alternativas, além da necessidade de menos inputs (apenas a determinação de pesos e funções de preferências), trabalhando diretamente com a lógica *fuzzy*.

De acordo com Gomes, Araya e Carignano (2004), o método PROMETHEE cria soluções que favorecem o balanceamento entre as alternativas, ou seja,

privilegia o desempenho geral médio dos variados critérios e não exclui o sinergismo entre eles.

Santos, Curi e Curi (2007) afirmam que o método PROMETHEE apresenta uma grande vantagem em relação aos outros métodos, pois cria a possibilidade de associar incertezas aos critérios.

Comercialmente, a metodologia PROMETHEE é utilizada em vários segmentos e indústrias. Salviano (2009), após demonstrações dessa metodologia para diretoria da CHESF - Companhia Hidrelétrica do São Francisco, implementou o PROMETHEE na seleção de contratos. Esses contratos eram demandados pela CHESF visando a construção de subestações de energia elétrica.

O PROMETHEE também se faz importante no projeto em questão, pois é uma das ferramentas utilizadas pelo autor no dia a dia de suas funções profissionais. A escolha deste método para a referida dissertação foi condicionada, fortemente, por uma preferência já existente do setor de inovação da empresa que o autor está ligado e o treinamento nesta metodologia de apoio à decisão faz parte das responsabilidades a serem assumidas na dedicação ao setor competente em breve futuro. Para tanto, iniciar-se-á estágio específico a ser realizado na matriz da empresa na Alemanha para os próximos meses.

2.3.5 PROMETHEE: Modelo de Sobreclassificação/Ordenação

O método PROMETHEE (*Preference Ranking Organization Method Enrichment Evaluation*) foi apresentado pela primeira vez em 1982, por Jean-Pierre Brans e Philippe Vincke, na conferência organizada pela Universidade Laval, na província de Quebec, Canadá (BRANS; VINCKE, 1985).

O método PROMETHEE é uma evolução do primeiro método multicritério descrito, o ELECTRE. Olson (1996), em seu livro sobre seleção de problemas, evidencia que a evolução desse modelo diz respeito a facilidade e a usabilidade do PROMETHEE em relação a seu precursor, pois descarta a necessidade do agente decisor criar e entender inúmeros parâmetros.

Tem como característica determinante a resolução das problemáticas de ordenação em situações onde as características de preferências advindas do agente decisor não estão totalmente definidas (GOMES; GOMES; ALMEIDA, 2009).

A utilização do método PROMETHEE traz grandes vantagens ao agente decisor pois durante o desenvolvimento do processo decisório, os conceitos são padronizados para apresentar similaridade com a rotina operacional-financeira do agente decisor, tornando a decisão mais fácil. Além disso, esse método não possibilita a utilização de compensação de forma exagerada, tornando as pequenas diferenças entre as avaliações fatos quase insignificantes (VINCKE, 1992).

Segundo Brans, Vincke e Mareschal (1984), Brans e Vincke (1985); Brans, Vincke e Mareschal (1986) e Taleb e Mareschal (1995) há 7 variações dos modelos na família PROMETHEE, cada qual com características distintas:

- PROMETHEE I: há a determinação de uma pré-ordem parcial entre as alternativas (problemática de escolha); essa pré-ordem é obtida através dos fluxos de sobreclassificação positivo $[\Phi^+(a)]$ e negativo $[\Phi^-(a)]$. Na Figura 11, são ilustrados os fluxos de sobreclassificação positivo e negativo e as interações entre as alternativas. Na Figura 12 é representado o resultado final da pré-ordem.

Figura 11 - Fluxos: positivo $[\Phi^+(a)]$ e negativo $[\Phi^-(a)]$ das alternativas

Fonte: BRANS, J.; MARESCHAL, B. The PROMETHEE methods; In: Figueira, J.; GRECO, S.; EHRGOTT, M. **Multiple criteria decision analysis: states of the art surveys**. New York: Springer, 2005. Cap. 5, p. 163-195.

Figura 12 - Pré-Ordem parcial estabelecida pelo PROMETHEE I

Fonte: Adaptado de BRANS, J. P.; VINCKE, P. A preference ranking organisation Method (The PROMETHEE Method for Multiple Criteria Decision - Making). **Management Science**, v.31, n.6, p. 647-656, 1985

- PROMETHEE II: há a determinação de uma pré-ordem completa entre as alternativas (problemática de ordenação/sobreclassificação); essa pré-ordem é determinada através fluxo líquido de cada alternativa [$\Phi(a)$]. Na Figura 13 é demonstrado o resultado final dos fluxos das alternativas possíveis para um determinado problema, gerando uma ordenação.

Figura 13 - Pré-Ordem completa estabelecida pelo PROMETHEE II

Fonte: Adaptado de BRANS, J. P.; VINCKE, P. A preference ranking organisation Method (The PROMETHEE Method for Multiple Criteria Decision - Making). **Management Science**, v.31, n.6, p. 647-656, 1985.

- PROMETHEE III: amplia a noção da indiferença, e trabalha com situações de probabilidade dos fluxos; esse método possibilita a solução de problemas através da substituição dos fluxos líquidos (PROMETHEE II) por grupos intervalares.

- PROMETHEE IV: determina uma pré-ordem completa ou parcial, considerada uma melhoria do PROMETHEE II, onde o conjunto de soluções é contínuo; ou seja, as soluções podem ser infinitas.
- PROMETHEE V: introduz restrições identificadas nos problemas, onde 1 determina o selecionado e 0 o valor não selecionado.
- PROMETHEE VI: determina uma pré-ordem completa ou incompleta entre as alternativas, onde o agente decisor não tem capacidade de determinar um valor ideal de peso para cada critério.
- PROMETHEE & GAIA (*Geometric Analysis for Interactive Aid*): trata-se de um complemento visual do método PROMETHEE, tem como principal característica a análise gráfica do impacto dos pesos atribuídos pelos agentes decisores aos critérios. Em um determinado plano são inseridos vetores de acordo com os valores das alternativas e, da união desses vetores, cria-se uma área que determina o quanto uma alternativa sobreclassifica as demais criando uma relação de ordenação completa. A Figura 14, apresenta a projeção da ordenação de inúmeras alternativas de acordo com PROMETHEE & GAIA. A Figura 15, representa o resultado gráfico da ordenação desse método obtido pelo programa Visual PROMETHEE.

Figura 14 - Representação dos vetores do PROMETHEE & GAIA

Fonte: BRANS, J.; MARESCHAL, B. The PROMETHEE methods; In: Figueira, J.; GRECO, S.; EHRGOTT, M. **Multiple criteria decision analysis: states of the art surveys**. New York: Springer, 2005. Cap. 5, p. 163-195.

Figura 15 - Resultado Gráfico da ordenação PROMETHEE & GAIA

Fonte: Própria Autoria com auxílio do programa Visual PROMETHEE® (VPSolutions).

2.3.6 Etapas do método de sobreclassificação PROMETHEE

Estruturalmente, o método PROMETHEE é utilizado para solucionar problemas do tipo:

$$\text{Max } \{P_{j1}(x), P_{j2}(x), \dots, P_{jn}(x) \mid x \in A\} \quad (1)$$

Onde A é um conjunto de números finitos de n ações possíveis em $P_j(x)$, $n=1,2,\dots$. As ações têm unidade própria de maximização ou minimização.

Tem como ponto inicial a elaboração de uma matriz de avaliação de alternativas, demonstrada no Quadro 3, tomando por base um conjunto de alternativas (A) e sua relação com um dado critério (g), todas essas relações são balizadas por uma função de Preferência (P_j) - variando de 0 a 1 (BRANS; VINCKE, 1985).

Quadro 3 - Matriz de avaliação

	g_1	g_2	g_3	g_4	g_n
a_1	$P_{j1}(a_1)$	$P_{j2}(a_1)$	$P_{j3}(a_1)$	$P_{j4}(a_1)$	$P_{jn}(a_1)$
a_2	$P_{j1}(a_2)$	$P_{j2}(a_2)$	$P_{j3}(a_2)$	$P_{j4}(a_2)$	$P_{jn}(a_2)$
a_n	$P_{j1}(a_3)$	$P_{j2}(a_3)$	$P_{j3}(a_3)$	$P_{j4}(a_3)$	$P_{jn}(a_3)$

Fonte: Adaptado de BRANS, J. P.; VINCKE, P. A preference ranking organisation Method (The PROMETHEE Method for Multiple Criteria Decision - Making). **Management Science**, v.31, n.6, p. 647-656, 1985.

Nessa primeira etapa, ainda há a determinação dos desvios $[d_j(a, b)]$ baseados na comparação dos pares, demonstrando a diferença entre as avaliações de a e b em cada critério. Tal determinação é dada pela equação 2:

$$d_j(a, b) = g_j(a) - g_j(b) \quad (2)$$

Onde: $d_j(a, b)$ indica a diferença entre as avaliações da alternativa a e b em cada critério.

Para cada alternativa, é aplicada uma função de preferência, baseada nas escolhas de preferência e indiferença do agente decisor. Essa função demonstra a preferência da alternativa a em relação à alternativa b. Brans e Vincke (1985) determinam um conjunto de 6 funções de preferências e 4 graus de intensidades de preferência $[\pi(a, b)]$, que podem ser utilizados no modelo.

Segundo Brans e Mareschal (2005), na escolha da função de preferência deve-se considerar a natureza do critério (qualitativo ou quantitativo) e a quantidade de níveis presente em cada critério. Caso o critério apresente natureza qualitativa, é recomendada a utilização de funções de preferência do Tipo I (Usual) – quando há a necessidade de diferenciar pequenas variações ou Tipo IV (Níveis) – quando não há a necessidade de diferenciar pequenas variações. Caso o critério apresente natureza quantitativa é recomendado a utilização de funções de preferência do Tipo III – quando não há a necessidade de introduzir um limite de indiferença ($q = 0$) ou Tipo V – quando há a necessidade de introduzir um limite de indiferença ($q \neq 0$). A

função Tipo VI (Gaussiana) é pouco utilizada pois seus parâmetros são de difícil entendimento pelo agente decisor.

No Quadro 4 são apresentadas as funções de preferência propostas por Brans e Mareschal (2005). Nesse quadro, para cada função, são detalhadas as equações e os limiares de indiferença, preferência.

Quadro 4 - Funções de preferência, diferença de desempenho entre alternativas e desvio da comparação de pares propostos por Brans e Mareschal (2005)

Definição	Diferença de desempenho entre Alternativas (D_j)	$F_j(a,b)$
Tipo I: Usual (Não há parâmetros a serem definidos, seja de indiferença, ou de preferência)	$g_j(a) - g_j(b) > 0$ $g_j(a) - g_j(b) \leq 0$	$F_j(a,b) = 1$ $F_j(a,b) = 0$
Tipo II: Formato U (Há parâmetro de limite de indiferença [q])	$g_j(a) - g_j(b) > q$ $g_j(a) - g_j(b) \leq q$	$F_j(a,b) = 1$ $F_j(a,b) = 0$
Tipo III: Formato V (Há parâmetro de limite de preferência [p])	$g_j(a) - g_j(b) > p$ $g_j(a) - g_j(b) \leq p$ $g_j(a) - g_j(b) \leq 0$	$F_j(a,b) = 1$ $F_j(a,b) = [g_j(a) - g_j(b)]/p$ $D_j(a,b) = 0$
Tipo IV: Níveis (Há parâmetros de limite de preferência [p] e limite de indiferença [q])	$ g_j(a) - g_j(b) > p$ $q < g_j(a) - g_j(b) \leq p$ $ g_j(a) - g_j(b) \leq q$	$F_j(a,b) = 1$ $F_j(a,b) = 1/2$ $F_j(a,b) = 0$
Tipo V: Linear (Há parâmetros de limite de preferência [p] e limite de indiferença [q])	$ g_j(a) - g_j(b) > p$ $q < g_j(a) - g_j(b) \leq p$ $ g_j(a) - g_j(b) \leq q$	$F_j(a,b) = 1$ $F_j(a,b) = [g_j(a) - g_j(b) - q]/(p-q)$ $F_j(a,b) = 0$
Tipo VI: Gaussiana (Há necessidade de criar desvio padrão)	$g_j(a) - g_j(b) > 0$ $g_j(a) - g_j(b) \leq 0$	A preferência aumenta de acordo com uma distribuição normal.

Fonte: Adaptado de BRANS, J.; MARESCHAL, B. The PROMETHEE methods; In: Figueira, J.; GRECO, S.; EHRGOTT, M. Multiple criteria decision analysis: states of the art surveys. New York: Springer, 2005.

No Quadro 4, q representa um limiar de indiferença, ou seja, o maior valor da diferença $P_j(a) - P_j(b)$, abaixo do qual existe uma indiferença. E p representa o limiar de preferência, isto é, o menor valor de $P_j(a) - P_j(b)$, acima do qual existe uma preferência estrita.

Na Figura 16, temos a visão gráfica das 6 funções de preferência utilizadas

nesse modelo, onde $H(x) = P_j(x)$, e no Quadro 5 são apresentados os graus de intensidades de preferência de acordo com as funções.

Figura 16 - As 6 funções de preferência utilizadas nos critérios

Fonte: Adaptado de BRANS, J. P.; VINCKE, P. A preference ranking organisation Method (The PROMETHEE Method for Multiple Criteria Decision - Making). **Management Science**, v.31, n.6, p. 647-656, 1985.

Quadro 5 - Intensidade de preferência

Grau de Intensidade	Preferência
$P_i(a,b) = 0$	Nenhuma preferência de a em relação a b ou condição de indiferença (I)
$P_i(a,b) \approx 0$	Preferência fraca de a em relação a b (Q)
$P_i(a,b) \approx 1$	Preferência forte de a em relação a b
$P_i(a,b) = 1$	Preferência estrita de a em relação a b (P)

Fonte: Adaptado de BRANS, J. P.; VINCKE, P. A preference ranking organisation Method (The PROMETHEE Method for Multiple Criteria Decision - Making). **Management Science**, v.31, n.6, p. 647-656, 1985

Findando essa etapa, é realizado o cálculo de um índice global, denominado grau de sobreclassificação, o qual é definido pelo peso ponderado p , de cada critério. Esse cálculo é realizado utilizando a equação 3:

$$\pi(a,b) = \frac{1}{w} \sum_{j=1}^k w_j \cdot F_j(a,b) \quad (3)$$

Onde: $\pi(a,b)$ de a sobre b (de 0 a 1) é definido como o peso ponderado p de cada critério e w_j é o peso associado de cada critério j .

Após esse cálculo, são determinados os fluxos de entradas (equação 4) e saídas (equação 5), onde são demonstrados o fluxo positivo (entradas) e o fluxo negativo (saídas) para cada alternativa.

A grandeza $\Phi^+(a)$ expressa o quanto uma alternativa a sobreclassifica todas as outras; quanto maior o fluxo positivo de uma alternativa, melhor ela é. A grandeza $\Phi^-(a)$ expressa o quanto uma alternativa a é sobreclassificada pelas demais; quanto menor o fluxo negativo de uma alternativa, melhor ela é.

$$\Phi^+ (a) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in EA} \pi (a, b) \quad (4)$$

$$\Phi^- (a) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in EA} \pi (b, a) \quad (5)$$

Onde: $\Phi^+ (a)$ e $\Phi^- (a)$ indica o fluxo positivo e o fluxo negativo para cada alternativa.

Posteriormente é realizado o cálculo do fluxo líquido (equação 6) e a ordenação ranking. Quanto maior o resultado do fluxo líquido, mais atraente é a alternativa em questão (BRANS; VINCKE, 1985).

$$\Phi (a) = \Phi^+ (a) - \Phi^- (a) \quad (6)$$

Para finalizar o processo e validar as informações é realizada uma análise de sensibilidade que tem como principal função verificar a robustez do modelo obtido. Nessa etapa, pesos diferentes são atribuídos a cada critério e as alternativas são novamente comparadas. Caso os novos resultados sejam semelhantes aos resultados anteriores, diz que o modelo apresenta boa consistência. Se os resultados apresentam variações consideradas na ordenação, verifica-se novamente com os agentes decisores os pesos dos critérios (BELTON; STEWART, 2002).

2.3.7 Sistema de apoio à decisão

Com o advento da tecnologia, diversos sistemas de apoio a decisão (SAD), que tem como pano de fundo os métodos multicritérios, foram criados.

O SAD é um sistema de informação que visa facilitar o trabalho dos analistas e programadores na estruturação da solução de problemas semiestruturados e não estruturados (DAVIS; OLSON, 1985). Resulta da interação visual entre o usuário e o sistema de dados (BIDGOLI, 1989).

O primeiro SAD focado no método multicritério de sobreclassificação PROMETHEE foi o PROMCALC, sistema desenvolvido pela ULB (Université Libre de Bruxelles) na plataforma do Microsoft DOS, no final da década de 80. No final da década de 90, com a popularização dos computadores portáteis surge o Decision Lab, desenvolvido por uma joint venture da ULB com a empresa canadense Visual Decision (ULB, 2017).

Atualmente os principais SAD desenvolvidos com base no método multicritério de sobreclassificação PROMETHEE são: MS Project, desenvolvido pela Microsoft Corporation; PPPMS (Project Prioritization and Portfolio Management Software), desenvolvido pela D-Sight; Smart Picker Pro desenvolvido por Philippe Némery e Visual PROMETHEE, desenvolvido por VPSolutions.

O Visual PROMETHEE® é um dos mais empregados na literatura pois apresenta dois módulos distintos, um comercial denominado Visual PROMETHEE® 1.4 Business Edition e outro gratuito denominado Visual PROMETHEE® 1.4 Academic Edition. Além da gratuidade, o Visual PROMETHEE® apresenta como diferencial a participação do Professor Bertrand Mareschal, um dos criadores da metodologia.

O Visual PROMETHEE® na versão acadêmica está disponível em 9 línguas (inglês, francês, espanhol, alemão, holandês, italiano, polonês, húngaro e sérvio). Essa grande disponibilidade de idiomas possibilita o ganho de escala do programa (ULB, 2017).

A interface predominantemente visual facilita a utilização desse sistema por pessoas que não estão familiarizadas com o método de sobreclassificação. Na sequência de Figuras (17 a 19) são apresentadas a interface visual inicial do programa, a saída dos resultados simplificados e o ordenamento parcial e total das alternativas.

Figura 17 - Interface inicial do Visual PROMETHEE® 1.4 Academic Edition.

Visual PROMETHEE Academic - sin nombre (guardado)

Archivo Edición Modelo Control PROMETHEE-GAIA GDSS GIS Usuario Asistentes Snapshots Opciones Ayuda

Todos		Price	Power	Consumption	Habitability	Comfort
Unidad	k€	kW	L/100km	5-point	5-point	
Cluster/Grupo						
Preferencias						
Min/Max	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Peso	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
F. de Preferencia	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Umbrales	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
- Q: Indiferencia	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
- P: Preferencia	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
- S: Gausiano	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Estadísticas						
Mínimo	€ 15,000	50	7,0	1,0	1,0	
Máximo	€ 38,000	110	9,0	5,0	5,0	
Media	€ 28,083	83	8,2	3,2	3,0	
Desv. est.	€ 7,407	18	0,7	1,3	1,3	
Evaluaciones						
☒ Tourism B	(todos)	(todos)	(todos)	(todos)	(todos)	
☒ Luxury 1	(todos)	(todos)	(todos)	(todos)	(todos)	
☒ Tourism A	(todos)	(todos)	(todos)	(todos)	(todos)	
☒ Luxury 2	(todos)	(todos)	(todos)	(todos)	(todos)	
☒ Economic	(todos)	(todos)	(todos)	(todos)	(todos)	
☒ Sport	(todos)	(todos)	(todos)	(todos)	(todos)	

Fonte: Própria Autoria com auxílio do programa Visual PROMETHEE® (VPSolutions).

Figura 18 - Inserção das notas atribuídas a cada critério.

Visual PROMETHEE Academic - sin nombre (guardado)

Archivo Edición Modelo Control PROMETHEE-GAIA GDSS GIS Usuario Asistentes Snapshots Opciones Ayuda

Bertrand		Price	Power	Consumption	Habitability	Comfort
Unidad	k€	kW	L/100km	5-point	5-point	
Cluster/Grupo						
Preferencias						
Min/Max	min	max	min	max	max	
Peso	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
F. de Preferencia	V-shape	Lineal	V-shape	Nivel	Nivel	
Umbrales	absoluto	absoluto	absoluto	absoluto	absoluto	
- Q: Indiferencia	n/a	5	n/a	1,0	0,5	
- P: Preferencia	€ 15,000	30	2,0	2,5	2,5	
- S: Gausiano	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	
Estadísticas						
Mínimo	€ 15,000	50	7,0	1,0	1,0	
Máximo	€ 38,000	110	9,0	5,0	5,0	
Media	€ 28,083	83	8,2	3,2	3,0	
Desv. est.	€ 7,407	18	0,7	1,3	1,3	
Evaluaciones						
☒ Tourism B	€ 25,500	85	7,0	bueno	mediano	
☒ Luxury 1	€ 38,000	90	8,5	bueno	muy bueno	
☒ Tourism A	€ 26,000	75	8,0	mediano	mediano	
☒ Luxury 2	€ 35,000	85	9,0	muy bueno	bueno	
☒ Economic	€ 15,000	50	7,5	malo	muy malo	
☒ Sport	€ 29,000	110	9,0	muy malo	malo	

Fonte: Própria Autoria com auxílio do programa Visual PROMETHEE® (VPSolutions).

Figura 19 - Resultados do ordenamento parcial e total das alternativas

Fonte: Própria Autoria com auxílio do programa Visual PROMETHEE® (VPSolutions).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Contextualização do problema e referencial amostral

O presente trabalho, por suas características, utilizou uma abordagem qualitativa, de natureza descritiva, e uma abordagem quantitativa. Nas pesquisas qualitativas, o pesquisador busca conhecer opiniões e atitudes para descrever situações. As questões a investigar não se estabelecem mediante a operacionalização de variáveis, mas são previamente formuladas com o objetivo de estudar fenômenos complexos em contexto natural (MEIRINHOS; OSÓRIO, 2010). Já em pesquisas quantitativas, há a reunião, registro e análise de dados numéricos que se referem às atitudes e aos comportamentos de um público-alvo através de uma amostra e/ou espaço amostral (HAIR *et al.*, 1998).

O trabalho versou sobre um estudo de caso, onde o propósito final foi testar uma teoria hipotética inicial (YIN, 2005), que consistia na existência de dificuldades de ordem técnica para o agente decisor definir quais ideias inovadoras deveriam ser escolhidas em um processo de seleção. Essa dificuldade se dava, pois, as decisões dessa natureza envolvem uma análise, muitas vezes simultânea, de múltiplos critérios que, na maioria das vezes, são conflitantes entre si.

Como fonte primária de dados foi utilizada uma entrevista semiestruturada e um questionário (GRAY, 2012) com o agente decisor responsável pela seleção, exemplificado no apêndice A. Por se tratar de um trabalho que envolve interação com o ser humano, o presente estudo foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos, da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP) e registrado na Plataforma Brasil com o seguinte número: CAAE: 67391617.0.0000.5395. Os dados foram analisados no âmbito qualitativo, utilizando a técnica da análise de conteúdo (BARDIN, 2008) e no âmbito quantitativo através do desenvolvimento do modelo PROMETHEE.

O estudo de caso tomou como referencial amostral o programa de iniciação ao empreendedorismo tecnológico, denominado *Startup in School* – Edição Google. Esse programa é realizado pela consultoria “Ideias de Futuro”, em conjunto com a Google Brasil e as Escolas Técnicas do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza.

Nessa competição há 3 fases, onde a etapa local dura em média 2 dias. Os alunos são estimulados a desenvolver uma ideia, gerando uma possível *startup*, baseada em aplicativo *mobile*, desenvolvendo um protótipo do aplicativo (app) e seu modelo de negócio (*STARTUP IN SCHOOL*, 2017).

No primeiro dia do evento, os participantes da etapa receberam informações sobre o processo de inovação e testaram suas ideias através da técnica de *Design Sprint* (técnica criada pela Google para desenvolvimento de novos produtos, da análise do público alvo e decisão do projeto). Nesse mesmo dia participaram de oficinas de programação utilizando uma ferramenta de prototipagem desenvolvida pela MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) (*STARTUP IN SCHOOL*, 2017).

No segundo dia do evento participaram de uma oficina de modelo de negócios para lapidar as ideias através de técnicas propostas por Alex Osterwalder em seu trabalho sobre *Business Model Canvas* (BMC) além de ferramentas de *Lean Startup* (*STARTUP IN SCHOOL*, 2017).

Em cada escola (etapa local) há a definição da melhor ideia que seguirá para as etapas posteriores (etapa 2 e etapa 3). A ideia vencedora, ao final de todas as etapas, receberá três meses de mentoria da “Ideias de Futuro”, com foco na evolução de seu projeto, incluindo indicação e acesso a eventos especializados no Google Campus e outros contatos específicos para a necessidade de cada projeto (*STARTUP IN SCHOOL*, 2017).

Visando a características do trabalho (ideias inovadoras no agronegócio), foi escolhida para a modelagem a etapa local, realizada na Escola Técnica Estadual Benedito Storani, sediada na cidade de Jundiaí, São Paulo. Essa escola foi criada em 1959, visando o desenvolvimento rural e agrícola das cidades da região. Atualmente oferece cursos gratuitos e de qualidade na grande área de ciências agrárias, destacando-se os cursos de técnico em agropecuária, técnico em administração, técnico em alimentos, técnico em nutrição, técnico em logística e técnico em química (CEETPS, 2017).

O dilema multicritério empregado foi baseado na ordenação e sobreclassificação de ideias inovadoras, cujo objetivo era solucionar problemas impactantes no dia a dia do campo (agronegócio) / ou cidade.

3.2 Modelagem para priorização de ideias inovadoras no agronegócio

O método de apoio à decisão multicritério auxilia não apenas na obtenção do resultado, mas também na compreensão de todo o processo estudado. Sua aplicação necessita de uma sequência de etapas que devem ser exploradas (CAMPOS, 2011). Abaixo são apresentadas as etapas utilizadas para o desenvolvimento do modelo de apoio a decisão de priorização de ideias inovadoras no agronegócio, que visa solucionar a problemática de ordenação/sobreclassificação do *Startup in School* – Edição Google. Tal metodologia segue os passos criados por Brans e Vincke (1985):

1º Passo: Determinação do agente decisor

Inicialmente foi definido o agente decisor responsável pela validação dos critérios utilizados no modelo. Para esse trabalho foi considerado como agente decisor a Gerente de Novos Negócios da consultoria “Ideias de Futuro”. Essa consultoria foi escolhida pela Google Brasil para conduzir esse importante programa de fomento ao empreendedorismo tecnológico. A “Ideias de Futuro” acredita:

No potencial da educação, do empreendedorismo e da tecnologia para promover uma sociedade com indivíduos mais protagonistas, oportunidades mais igualitárias e instituições mais visionárias (IDEIAS DE FUTURO, 2017 p.1).

A missão da “Ideias de Futuro” é “impulsionar ideias inovadoras”. A Gerente de Novos Negócios da consultoria possui vasto conhecimento em empreendedorismo, com pós-graduações na área de novos negócios, estratégia, finanças e negócios sociais. Além dessas características, a profissional foi escolhida pois esteve imersa na concepção e condução das atividades na referida etapa estudada.

2º Passo: Estabelecimento dos critérios, pesos dos critérios e agregação de preferências dos agentes decisores

Foi realizada uma entrevista semiestruturada previamente ao dia da abertura do evento, para determinar os critérios utilizados nesse trabalho.

Os critérios foram identificados por meio da atribuição da letra g, acrescida de um número arábico sequencial. Nessa mesma etapa foi selecionada a maximização ou minimização de cada critério. Para cada critério, como demonstrado no Quadro 6, foi atribuído um objetivo, uma unidade, valores máximos e valores mínimos (variando de 1 a 5).

Quadro 6 - Critérios de avaliação de desempenho.

ID	Nome do critério	Descrição
G1	Grau de Aderência ao Público Alvo	Esse critério mediu o grau de aderência ao público alvo das ideias propostas pelas equipes competidoras do Startup in School – Edição Google. A seleção priorizou as equipes que apresentaram as maiores notas. Assim, o grau de aderência ao público alvo foi considerado critério de maximização, ou seja, quanto maior, melhor. Esse critério foi avaliado de acordo com as notas em uma escala verbal (Muito Bom, Bom, Regular, Fraco e Desprezível) e posteriormente foi convertido para uma escala numérica (5,00; 4,00; 3,00; 2,00, 1,00) respectivamente.
G2	Grau de criatividade das ideias	Esse critério mediu o grau de criatividade das ideias propostas pelas equipes competidoras do Startup in School – Edição Google. A seleção priorizou as equipes que apresentaram as maiores notas. Assim, o grau de inovação e criatividade das ideias foi considerado critério de maximização, ou seja, quanto maior, melhor. Esse critério foi avaliado de acordo com as notas em uma escala verbal (Muito Bom, Bom, Regular, Fraco e Desprezível) e posteriormente foi convertido para uma escala numérica (5,00; 4,00; 3,00; 2,00, 1,00) respectivamente.
G3	Viabilidade Tecnológica (Impacto no dia a dia)	Esse critério mediu a viabilidade tecnológica das ideias propostas (impacto no dia a dia) pelas equipes competidoras do Startup in School – Edição Google. A seleção priorizou as ideias que apresentaram os conceitos mais viáveis de serem estabelecidos no contexto atual. Assim, a viabilidade tecnológica foi considerada critério de maximização, ou seja, quanto mais viável, melhor. Esse critério foi estabelecido através da atribuição de notas em uma escala verbal (Muito Bom, Bom, Regular, Fraco e Desprezível) e posteriormente foi convertida para uma escala numérica (5,00; 4,00; 3,00; 2,00, 1,00) respectivamente.
G4	Consistência do Modelo de Negócio	Esse critério mediu a consistência do modelo de negócio e o potencial mercado das ideias propostas pelas equipes competidoras do Startup in School – Edição Google. A seleção priorizou as equipes que apresentaram o modelo de negócio mais consistente, bem como o maior potencial de mercado. Assim, a consistência no modelo de negócio foi considerada critério de maximização, ou seja, quanto mais consistente, melhor. Esse critério foi estabelecido através da atribuição de notas em uma escala verbal (Muito Bom, Bom, Regular, Fraco e Desprezível) e posteriormente foi convertida para uma escala numérica (5,00; 4,00; 3,00; 2,00, 1,00) respectivamente.
G5	Equipe (Apresentação da ideia)	Esse critério avaliou a composição das equipes competidoras do Startup in School – Edição Google, bem como a apresentação final do protótipo. A seleção priorizou equipes com os melhores resultados. Assim, a equipe foi considerada critério de maximização, ou seja, quanto maior a diversidade da equipe, e mais clara a apresentação melhor. Esse critério foi avaliado atribuindo notas verbais ((Muito Bom, Bom, Regular, Fraco e Desprezível) e posteriormente foi convertida para uma escala numérica (5,00; 4,00; 3,00; 2,00, 1,00) respectivamente.
G6	Protótipo	Esse critério mediu o desenvolvimento final de um protótipo que facilitasse o entendimento da solução final proposta pelas equipes competidoras do Startup in School – Edição Google. A seleção priorizou as equipes que apresentaram o melhor protótipo para o entendimento da solução final. Assim, o protótipo foi considerado critério de maximização, ou seja, quanto mais desenvolvido e mais colaborativo com a solução final, melhor. Esse critério foi avaliado atribuindo notas verbais ((Muito Bom, Bom, Regular, Fraco e Desprezível) e posteriormente foi convertida para uma escala numérica (5,00; 4,00; 3,00; 2,00, 1,00) respectivamente.

Fonte: Própria Autoria

Para definição dos pesos médios de cada critério, o agente decisor atribuiu uma nota simples. O intervalo de peso utilizado variou de 0,2 a 1,0. Ou seja, nenhum critério recebeu nota 0, pois todos foram considerados impactantes na tomada de decisão. O Quadro 7, apresenta o peso de cada critério no modelo.

Quadro 7 - Resultados da entrevista semiestruturada do agente decisor

ID	Nome do critério	Peso Atribuído				
		0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
G1	Grau de Aderência ao Público Alvo					
G2	Grau de criatividade das ideias					
G3	Viabilidade Tecnológica (Impacto no dia a dia)					
G4	Consistência do Modelo de Negócio					
G5	Equipe (Apresentação da ideia)					
G6	Protótipo					

Fonte: Própria Autoria.

3º Passo: Determinação dos desvios baseados na comparação dos pares e determinação da função preferência.

Para cada critério criado anteriormente, foram calculados os desvios de pares, dados pela seguinte equação:

$$d_j(a, b) = g_j(a) - g_j(b)$$

Também foram atribuídas as funções de preferência (P_j) para cada critério.

4º Passo: Cálculo de um índice global ou índice indexado (grau de sobreclassificação)

O índice global (grau de sobreclassificação): $[\pi(a, b)]$ foi determinado pela agregação das intensidades de preferências determinadas para todos os critérios, referentes aos respectivos pares de alternativas. A agregação foi realizada por uma soma, a qual foi ponderada pelos pesos atribuídos aos critérios.

$$\pi(a, b) \frac{1}{w} \sum_{j=1}^k w_j \cdot F_j(a, b)$$

5º Passo: Cálculo de fluxos de entradas e saídas (Ordenamento Parcial)

Para cada alternativa, dois índices foram calculados a partir das preferências:

$$\Phi^+(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} \pi(a, b)$$

$$\Phi^-(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} \pi(b, a)$$

6º Passo: Cálculo de fluxos líquidos (Ordenamento Total)

Para modelagem de apoio a decisão multicritério desse trabalho foi calculado o fluxo líquido de cada alternativa. Com esse cálculo foi possível criar uma ordenação e ranking das melhores alternativas, uma vez que, uma alternativa *a* sobreclassifica uma alternativa *b* se o fluxo líquido de *a* for maior que o fluxo líquido de *b*, isto é $\Phi(a) > \Phi(b)$, *a* é indiferente a *b* se seus fluxos líquidos forem iguais, isto é, $\Phi(a) = \Phi(b)$.

$$\Phi(a) = \Phi^+(a) - \Phi^-(a)$$

Para todos os cálculos das etapas 2 a 6 foi utilizado o *software* Visual PROMETHEE® – versão 1.4.0.0 *academic* (2013), desenvolvido pela empresa VPSolutions, sob supervisão do professor Bertrand Mareschal.

3.3 Análise de sensibilidade do modelo

A análise de sensibilidade foi realizada para verificar a consistência do modelo e para observar o comportamento do mesmo sob algumas variações impostas pelo analista do modelo. Neste trabalho, entende-se como análise de sensibilidade a variação dos pesos dos critérios adotados visando verificar possíveis interferências e mudanças no resultado final do ordenamento das alternativas (PISSINELLI, 2016; BARROS; SOBRAL, 2015; SILVA; FONTES; BARBOSA, 2015; LIMA; OLIVEIRA; ALENCAR, 2014; CAMPOS, 2011; ARAUJO; ALMEIDA, 2009; MORAES; ALMEIDA, 2006; TANINO, 1999).

Considerou-se para essa análise o incremento positivo de 20% em cada critério e a redução proporcional dos demais, ou seja, redução de 4% nos demais. Essa análise gerou 7 cenários possíveis, sendo 1 com as ponderações (cenário 1) de peso do agente decisor e outros 6 com ponderações simuladas pelo analista do modelo (cenários de 2 a 7).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente é importante destacar que nesse trabalho foram consideradas 8 alternativas. Essas alternativas dizem respeito às ideias apresentadas na seleção local do projeto *Startup in School* – Edição Google, realizada na Escola Técnica Estadual Benedito Storani. Cada ideia foi resultado do trabalho de 10 alunos interessados em empreender no agronegócio, trazendo soluções para problemas vividos no dia a dia do campo/cidade.

Por serem consideradas ideias inovadoras e com alta possibilidade de implementação, bem como pela solicitação da consultoria “Ideias de Futuro”, responsável pela condução do projeto, as alternativas apresentadas não poderão ser nomeadas, pois se configuram como dados sigilosos e resguardados pelos procedimentos adotados na competição para proteger a propriedade intelectual dos alunos.

4.1 Modelagem para priorização de ideias inovadoras no agronegócio

Os resultados da modelagem da priorização dessas 8 alternativas, que a partir de agora serão denominadas ideias, são apresentados a seguir, considerando o emprego da sequência lógica proposta por Brans e Vincke (1985).

No Quadro 8 é apresentado o resultado da matriz de avaliação das ideias inovadoras, considerando as respostas do agente decisor de acordo com a escala verbal de cinco pontos possíveis (Muito Bom, Bom, Regular, Fraco e Desprezível) e convertido para escala numérica (5,4,3,2,1), respectivamente.

Segundo Cruz e Cova (2007 p. 29), a matriz de avaliação “é uma das formas para se representar a relação entre os critérios e as alternativas”. Campos (2011), por sua vez, atribui à matriz de avaliação o conceito de término da estruturação da problemática multicritério. Com essa matriz pode-se identificar de maneira simplificada os desempenhos das alternativas para cada critério estudado.

Quadro 8 - Matriz de avaliação das alternativas (ideias) presentes na seleção local do Programa “Startup in School” realizado na Escola Técnica Estadual Benedito Storani

Alternativa (Ideia)	G₁	G₂	G₃	G₄	G₅	G₆
Ideia I	Bom (4)	Bom (4)	Bom (4)	Bom (4)	Regular (3)	Regular (3)
Ideia II	Bom (4)	Muito Bom (5)	Fraco (2)	Bom (4)	Bom (4)	Regular (3)
Ideia III	Muito Bom (5)	Muito Bom (5)	Muito Bom (5)	Muito Bom (5)	Bom (4)	Regular (3)
Ideia IV	Bom (4)	Bom (4)	Regular (3)	Bom (4)	Bom (4)	Regular (3)
Ideia V	Muito Bom (5)	Muito Bom (5)	Bom (4)	Bom (4)	Bom (4)	Regular (3)
Ideia VI	Bom (4)	Muito Bom (5)	Bom (4)	Bom (4)	Bom (4)	Regular (3)
Ideia VII	Bom (4)	Bom (4)	Bom (4)	Bom (4)	Bom (4)	Regular (3)
Ideia VIII	Regular (3)	Muito Bom (5)	Bom (4)	Bom (4)	Regular (3)	Regular (3)

Fonte: Própria Autoria.

Considerando as notas atribuídas pelo agente decisor, é possível agrupar essa matriz em dois grupos distintos. O primeiro grupo é composto por critérios que apresentaram padronização das notas (G₂, G₄, G₅ e G₆) e o segundo grupo é composto por critérios que apresentaram relativa diversificação das notas (G₁ e G₃).

Após a elaboração da matriz de avaliação das alternativas, o agente decisor, em uma entrevista semiestruturada, determinou a função de preferência P_j e o peso em porcentagem de cada critério definido anteriormente.

No Quadro 9 são apresentados os resultados da escolha do agente decisor sobre a função de preferência, bem como as regras para cálculo dos desvios entre alternativas (D_j) e os pesos atribuídos a cada critério em porcentagem.

Quadro 9 – Determinação da Função de Preferência e peso para cada critério.

Critério	Função de Preferência	D_j (a,b)		Peso (%)
G₁	Usual	$g_j(a) - g_j(b) > 0$ $g_j(a) - g_j(b) \leq 0$	$D_j(a,b) = 1$ $D_j(a,b) = 0$	11,8
G₂	Usual	$g_j(a) - g_j(b) > 0$ $g_j(a) - g_j(b) \leq 0$	$D_j(a,b) = 1$ $D_j(a,b) = 0$	5,9
G₃	Usual	$g_j(a) - g_j(b) > 0$ $g_j(a) - g_j(b) \leq 0$	$D_j(a,b) = 1$ $D_j(a,b) = 0$	11,8
G₄	Usual	$g_j(a) - g_j(b) > 0$ $g_j(a) - g_j(b) \leq 0$	$D_j(a,b) = 1$ $D_j(a,b) = 0$	29,4
G₅	Usual	$g_j(a) - g_j(b) > 0$ $g_j(a) - g_j(b) \leq 0$	$D_j(a,b) = 1$ $D_j(a,b) = 0$	23,5
G₆	Usual	$g_j(a) - g_j(b) > 0$ $g_j(a) - g_j(b) \leq 0$	$D_j(a,b) = 1$ $D_j(a,b) = 0$	17,6

Fonte: Própria Autoria.

Segundo o especificado pelo agente decisor, a função de preferência do Tipo I (Usual) foi atribuída a todos os critérios presentes no trabalho. Essa função é considerada a mais apropriada em situações onde há dados qualitativos e pequenos números de níveis (escalas verbais com até 5 níveis de diferenças: Muito Bom, Bom, Regular, Fraco e Desprezível) (BRANS; MARESCHAL, 2005).

De acordo com o agente decisor, os critérios que apresentaram maior peso no modelo foram: G₄ (Consistência do Modelo de Negócio) com 29,4%; G₅ (Equipe: Apresentação da ideia) com 23,5% e G₆ (Protótipo) com 17,6%. Já os critérios que apresentaram o menor peso no modelo foram: G₂ (Grau de criatividade das ideias) com 5,9%; G₁ (Grau de Aderência ao Público Alvo) e G₃ (Viabilidade Tecnológica: Impacto no dia a dia), com 11,8%. Segundo Zuffo (1998), essa ponderação nos pesos indica que determinados critérios têm uma importância maior que outros, pois mesmos as menores notas atribuídas a eles são sempre superiores que a mínima dos demais.

Com a obtenção da função de preferência e a determinação dos pesos dos critérios, a matriz de preferência baseada na comparação dos pares das alternativas em relação aos critérios estabelecidos pode ser calculada. A matriz de preferência assume sempre o valor (1) se o desvio $D_j(a,b)$ for positivo e o valor (0) se o desvio $D_j(a,b)$ for negativo ou zero (BRANS; MARESCHAL, 2005).

O Quadro 10 apresenta os resultados da matriz de preferência baseada na comparação dos pares das ideias inovadoras no agronegócio segundo cada critério previamente determinado.

Quadro 10 - Matriz de preferência baseada na comparação dos pares das alternativas (desvio – D_j) presentes na seleção local – Escola Técnica Estadual Benedito Storani

Continua

Alternativa (Ideia)	G₁	G₂	G₃	G₄	G₅	G₆
D_j (Ideia I, Ideia I)	0	0	0	0	0	0
D_j (Ideia I, Ideia II)	0	0	1	0	0	0
D_j (Ideia I, Ideia III)	0	0	0	0	0	0
D_j (Ideia I, Ideia IV)	0	0	1	0	0	0
D_j (Ideia I, Ideia V)	0	0	0	0	0	0
D_j (Ideia I, Ideia VI)	0	0	0	0	0	0
D_j (Ideia I, Ideia VII)	0	0	0	0	0	0
D_j (Ideia I, Ideia VIII)	1	0	0	0	0	0
D_j (Ideia II, Ideia I)	0	1	0	0	1	0
D_j (Ideia II, Ideia II)	0	0	0	0	0	0
D_j (Ideia II, Ideia III)	0	0	0	0	0	0
D_j (Ideia II, Ideia IV)	0	1	0	0	0	0
D_j (Ideia II, Ideia V)	0	0	0	0	0	0
D_j (Ideia II, Ideia VI)	0	0	0	0	0	0
D_j (Ideia II, Ideia VII)	0	1	0	0	0	0

Quadro 10 - Matriz de preferência baseada na comparação dos pares das alternativas (desvio – D_j) presentes na seleção local – Escola Técnica Estadual Benedito Storani

Continuação

Alternativa (Ideia)	G_1	G_2	G_3	G_4	G_5	G_6
D_j (Ideia II, Ideia VIII)	1	0	0	0	1	0
D_j (Ideia III, Ideia I)	1	1	1	1	1	0
D_j (Ideia III, Ideia II)	1	0	1	1	0	0
D_j (Ideia III, Ideia III)	0	0	0	0	0	0
D_j (Ideia III, Ideia IV)	1	1	1	1	0	0
D_j (Ideia III, Ideia V)	0	0	1	1	0	0
D_j (Ideia III, Ideia VI)	1	0	1	1	0	0
D_j (Ideia III, Ideia VII)	1	1	1	1	0	0
D_j (Ideia III, Ideia VIII)	1	0	1	1	1	0
D_j (Ideia IV, Ideia I)	0	0	0	0	1	0
D_j (Ideia IV, Ideia II)	0	0	1	0	0	0
D_j (Ideia IV, Ideia III)	0	0	0	0	0	0
D_j (Ideia IV, Ideia IV)	0	0	0	0	0	0
D_j (Ideia IV, Ideia V)	0	0	0	0	0	0
D_j (Ideia IV, Ideia VI)	0	0	0	0	0	0
D_j (Ideia IV, Ideia VII)	0	0	0	0	0	0
D_j (Ideia IV, Ideia VIII)	1	0	0	0	1	0
D_j (Ideia V, Ideia I)	1	1	0	0	1	0
D_j (Ideia V, Ideia II)	1	0	1	0	0	0
D_j (Ideia V, Ideia III)	0	0	0	0	0	0
D_j (Ideia V, Ideia IV)	1	1	1	0	0	0
D_j (Ideia V, Ideia V)	0	0	0	0	0	0

Quadro 10 - Matriz de preferência baseada na comparação dos pares das alternativas (desvio – D_j) presentes na seleção local – Escola Técnica Estadual Benedito Storani

Continuação

Alternativa (Ideia)	G_1	G_2	G_3	G_4	G_5	G_6
D_j (Ideia V, Ideia VI)	1	0	0	0	0	0
D_j (Ideia V, Ideia VII)	1	1	0	0	0	0
D_j (Ideia V, Ideia VIII)	1	0	0	0	1	0
D_j (Ideia VI, Ideia I)	0	1	0	0	1	0
D_j (Ideia VI, Ideia II)	0	0	1	0	0	0
D_j (Ideia VI, Ideia III)	0	0	0	0	0	0
D_j (Ideia VI, Ideia IV)	0	1	1	0	0	0
D_j (Ideia VI, Ideia V)	0	0	0	0	0	0
D_j (Ideia VI, Ideia VI)	0	0	0	0	0	0
D_j (Ideia VI, Ideia VII)	0	1	0	0	0	0
D_j (Ideia VI, Ideia VIII)	1	0	0	0	1	0
D_j (Ideia VII, Ideia I)	0	0	0	0	1	0
D_j (Ideia VII, Ideia II)	0	0	1	0	0	0
D_j (Ideia VII, Ideia III)	0	0	0	0	0	0
D_j (Ideia VII, Ideia IV)	0	0	1	0	0	0
D_j (Ideia VII, Ideia V)	0	0	0	0	0	0
D_j (Ideia VII, Ideia VI)	0	0	0	0	0	0
D_j (Ideia VII, Ideia VII)	0	0	0	0	0	0
D_j (Ideia VII, Ideia VIII)	1	0	0	0	1	0
D_j (Ideia VIII, Ideia I)	0	1	0	0	0	0
D_j (Ideia VIII, Ideia II)	0	0	1	0	0	0
D_j (Ideia VIII, Ideia III)	0	0	0	0	0	0

Quadro 10 - Matriz de preferência baseada na comparação dos pares das alternativas (desvio – D_j) presentes na seleção local – Escola Técnica Estadual Benedito Storani

Conclusão

Alternativa (Ideia)	G_1	G_2	G_3	G_4	G_5	G_6
D_j (Ideia VIII, Ideia IV)	0	1	1	0	0	0
D_j (Ideia VIII, Ideia V)	0	0	0	0	0	0
D_j (Ideia VIII, Ideia VI)	0	0	0	0	0	0
D_j (Ideia VIII, Ideia VII)	0	1	0	0	0	0
D_j (Ideia VIII, Ideia VIII)	0	0	0	0	0	0

Fonte: Própria Autoria.

Como mencionado anteriormente, a matriz apresentada no Quadro 10, é resultado da subtração (desvio D_j) das alternativas. Esse desvio é necessário para compor a próxima etapa do modelo. Para exemplificar o cálculo do D_j , pode-se considerar o critério G_1 . O desvio entre Ideia I e Ideia II é 0, uma vez que: Bom (4) – Bom (4) = 0. Nesse mesmo critério o desvio entre Ideia I e Ideia VIII é 1, uma vez que Bom (4) – Regular (3) = 1.

A matriz do grau de sobreclassificação das alternativas, ou matriz de preferência agregada, é resultante da multiplicação entre a matriz de preferência baseada na comparação das alternativas, apresentada no Quadro 10 e peso dos critérios e função de preferência apresentados no Quadro 9.

Segundo Silva (2016, p.73), a matriz do grau de sobreclassificação das alternativas é importante pois “define uma relação de preferência valorada, que pode ser utilizada para a elaboração do ranking das alternativas”.

No Quadro 11, é apresentada a matriz de sobreclassificação das alternativas presentes na seleção local – Escola Técnica Estadual Benedito Storani.

Quadro 11 – Matriz do grau de sobreclassificação ($\pi(a,b)$) das ideias presentes na seleção local – Escola Técnica Estadual Benedito Storani

Alternativa (Ideia)	Ideia I	Ideia II	Ideia III	Ideia IV	Ideia V	Ideia VI	Ideia VII	Ideia VIII
Ideia I	0,0	0,29	0,82	0,24	0,41	0,29	0,24	0,06
Ideia II	0,12	0,00	0,53	0,12	0,24	0,12	0,12	0,12
Ideia III	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ideia IV	0,12	0,06	0,59	0,00	0,29	0,18	0,12	0,18
Ideia V	0,00	0,00	0,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ideia VI	0,00	0,00	0,53	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00
Ideia VII	0,00	0,06	0,59	0,00	0,18	0,06	0,00	0,06
Ideia VIII	0,12	0,35	0,76	0,35	0,35	0,35	0,35	0,00

Fonte: Própria Autoria.

De acordo com Silva (2016), quanto maior o grau de sobreclassificação de uma alternativa (a) em relação a alternativa (b), mais preferível é a alternativa (a) em relação a alternativa (b), considerando todos os critérios definidos.

Segundo o Quadro 11, a Ideia II é preferível inicialmente à Ideia I, uma vez que o grau de sobreclassificação da Ideia II sobre a Ideia I (0,29 - par ordenado: Ideia II, Ideia I) é maior que o grau de sobreclassificação da Ideia I sobre Ideia II (0,12 - par ordenado: Ideia I, Ideia II), considerando todos os critérios. Já a Ideia III é preferível inicialmente à Ideia II, uma vez que o grau de sobreclassificação da Ideia III sobre a Ideia II (0,53 - par ordenado: Ideia III, Ideia II) é maior que o grau de sobreclassificação da Ideia II sobre a Ideia III (0,00 – par ordenado Ideia II, Ideia III).

Considerando o próximo passo do modelo, é apresentado no quadro 12 o resultado do fluxo de entrada (Φ positivo) e o fluxo de saída (Φ negativo) das alternativas previamente conhecidas.

Quadro 12 – Fluxo de Entrada (Φ positivo) e fluxo de saída (Φ negativo) das ideias presentes na seleção local – Escola Técnica Estadual Benedito Storani

Alternativa (Ideia)	Φ Positivo	Φ Negativo
Ideia I	0,0504	0,3361
Ideia II	0,1092	0,1933
Ideia III	0,6050	0,0000
Ideia IV	0,1008	0,2185
Ideia V	0,2269	0,0588
Ideia VI	0,1429	0,0924
Ideia VII	0,1176	0,1345
Ideia VIII	0,0588	0,3782

Fonte: Própria Autoria com auxílio do programa Visual PROMETHEE® (VPSolutions).

Segundo Moraes e Almeida (2006 p. 574), o fluxo de saída corresponde “à soma de todos os graus de sobreclassificação da alternativa a, com respeito a todas as outras alternativas”. O fluxo de entrada, por sua vez, corresponde “à média de todos os graus de sobreclassificação de todas as outras alternativas sobre a alternativa a”.

O resultado da relação entre o fluxo de entrada e o fluxo de saída é denominado ordenamento parcial das alternativas. Nas variações da família PROMETHEE esse ordenamento recebe o nome de PROMETHEE I.

De acordo com o apresentado no Quadro 12, os fluxos positivos das ideias são ordenados da seguinte forma: Ideia III (Φ positivo = 0,6050); Ideia V (Φ positivo = 0,2269); Ideia VI (Φ positivo = 0,1429); Ideia VII (Φ positivo = 0,1176); Ideia II (Φ positivo = 0,1092); Ideia IV (Φ positivo = 0,1008); Ideia VIII (Φ positivo = 0,0588) e Ideia I (Φ positivo = 0,0504). Já os fluxos negativos das ideias são ordenados da seguinte forma: Ideia III (Φ negativo = 0,000); Ideia V (Φ negativo = 0,0588); Ideia VI (Φ negativo = 0,0924); Ideia VII (Φ negativo = 0,1345); Ideia II (Φ negativo = 0,1933);

Ideia IV (Φ negativo = 0,2185); Ideia I (Φ negativo = 0,3361) e Ideia VIII (Φ negativo = 0,3782).

A figura 20, apresenta graficamente o resultado do ordenamento parcial das ideias proveniente do SAD Visual PROMETHEE®, desenvolvido pela empresa VPSolutions. Nesse gráfico, os limites superiores e inferiores são dados por -1 a 1.

Figura 20 - Resultados do ordenamento parcial das alternativas (ideias) presentes na seleção local – Escola Técnica Estadual Benedito Storani

Fonte: Própria Autoria com auxílio do programa Visual PROMETHEE® (VPSolutions).

A representação gráfica é muito utilizada em métodos de apoio a tomada de decisão multicritério pois facilitam a interpretação do agente decisor. Segundo Miettinen (2014), a utilização de representações gráficas colabora com a melhoria do entendimento sobre a realidade dos dados presentes no conjunto de opções. Representam todo o sistema de estudo e focam nos detalhes e componentes mais

importantes do problema. Desta forma, o agente decisor obtém maior conhecimento sobre os insights do problema para efetuar uma escolha mais adequada.

Segundo Moraes e Almeida (2006 p. 574), o fluxo líquido de sobreclassificação corresponde “ao balanço entre o poder e a fraqueza da alternativa”.

O resultado do fluxo líquido das ideias inovadoras presentes na seleção local - Escola Técnica Estadual Benedito Storani é apresentado no Quadro 13.

Quadro 13 - Fluxo Líquido (Φ líquido) das ideias presentes na seleção local – Escola Técnica Estadual Benedito Storani

Alternativa (Ideia)	Φ Líquido
Ideia I	- 0,2857
Ideia II	- 0,0840
Ideia III	0,6050
Ideia IV	- 0,1176
Ideia V	0,1681
Ideia VI	0,0504
Ideia VII	- 0,0168
Ideia VIII	- 0,3193

Fonte: Própria Autoria com auxílio do programa Visual PROMETHEE® (VPSolutions).

No fluxo líquido, as alternativas (ideias) ainda são representadas no seu ordenamento de entrada dos dados, embora seja possível pré-visualizar o ranking (ordenamento total). Esse passo (ordenamento parcial) apresenta a diferença entre o fluxo de entrada (Φ positivo) e o fluxo de saída (Φ negativo).

De acordo com o apresentado no Quadro 13, os fluxos líquidos finais das ideias desenvolvidas na seleção local da Escola Técnica Estadual Benedito Storani foram: Ideia I (Φ líquido = - 0,2857); Ideia II (Φ líquido = - 0,0840); Ideia III (Φ líquido

= 0,6050); Ideia IV (Φ líquido = - 0,1176); Ideia V (Φ líquido = 0,1681); Ideia VI (Φ líquido = 0,0504); Ideia VII (Φ líquido = - 0,0168) e Ideia VIII (Φ líquido = - 0,3193).

Quanto mais negativo o fluxo líquido final menos impactante é a ideia inovadora proposta e pior é a sua colocação no processo de priorização dessa seleção. Já quanto mais positivo o fluxo líquido final, mais impactante é a ideia inovadora proposta e melhor é a sua colocação no processo de priorização dessa seleção. Segundo Vasconcelos et al. (2009) no PROMETHEE II, quanto maior o fluxo líquido da alternativa, melhor será a alternativa aos olhos do decisor.

O Quadro 14, apresenta o resultado final da priorização das ideias inovadoras presentes na seleção local da Escola Técnica Estadual Benedito Storani. Esse resultado é denominado ranking ou ordenamento total e configura a última etapa na priorização de ideias por meio de modelo de apoio à decisão multicritério.

Quadro 14 – Ranking das ideias presentes na seleção local - Escola Técnica Estadual Benedito Storani

Ranking	Alternativa (Ideia)	Φ Líquido
1ª	Ideia III	0,6050
2ª	Ideia V	0,1681
3ª	Ideia VI	0,0504
4ª	Ideia VII	- 0,0168
5ª	Ideia II	- 0,0840
6ª	Ideia IV	- 0,1176
7ª	Ideia I	- 0,2857
8ª	Ideia VIII	- 0,3193

Fonte: Própria Autoria com auxílio do programa Visual PROMETHEE® (VPSolutions).

Segundo o Quadro 14, o ordenamento total (ranking) da priorização de ideias inovadoras no agronegócio foi: 1ª posição (Ideia III (Φ líquido = 0,6050)); 2ª posição (Ideia V (Φ líquido = 0,1681)); 3ª posição (Ideia VI (Φ líquido = 0,0504)); 4ª posição

(Ideia VII (Φ líquido = - 0,0168)); 5ª posição (Ideia II (Φ líquido = - 0,0840)); 6ª posição (Ideia IV (Φ líquido = - 0,1176)); 7ª posição (Ideia I (Φ líquido = - 0,2857)) e 8ª posição (Ideia VIII (Φ líquido = - 0,3193)).

Na figura 21, é apresentado o resultado gráfico do ordenamento total da priorização das ideias inovadoras do agronegócio obtidas na seleção local da Escola Técnica Estadual Benedito Storani. Essa figura exibe um gráfico uniaxial com a posição das ideias ranqueadas pelo seu valor de fluxo líquido.

Figura 21 - Resultados do ordenamento total das alternativas (ideias) presentes na seleção local – Escola Técnica Estadual Benedito Storani

Fonte: Própria Autoria com auxílio do programa Visual PROMETHEE® (VPSolutions).

A Figura 22, por sua vez, apresenta outra forma de resultado gráfico de ordenação, denominada Plano Gaia, que tem como objetivo a análise visual do problema de decisão estudado.

A ideia III, que apresentou o maior fluxo líquido, caracteriza-se por ser, dentre todas as ideias apresentadas, aquela que possui a maior distância em relação a origem (intersecção eixo V-U), tendo então melhor desempenho em relação aos critérios G_2 (grau de criatividade das ideias), G_3 (viabilidade tecnológica – impacto no dia a dia) e G_4 (consistência do modelo de negócio). Da mesma maneira podemos verificar que as Ideias I e VIII, que obtiveram as piores posições, estão posicionadas em pontos opostos à direção a (origem eixo U positivo).

Nesse tipo de análise gráfica é importante que a medida qualidade do gráfico (Δ) apresente alta porcentagem. Segundo Gomes, Gomes e Almeida (2009) e Campos (2011), se Δ for maior que 70%, a qualidade do gráfico pode ser considerada como adequada para análise. Caso os valores sejam menores que 70%, a interpretação do Plano Gaia deve ser feita com parcimônia. A qualidade do gráfico encontrada no presente trabalho foi de 71,4%, o que possibilita validar o apresentado anteriormente.

Figura 22 - Resultado Gráfico da ordenação PROMETHEE & GAIA das alternativas (ideias) presentes na seleção local – Escola Técnica Estadual Benedito Storani

Fonte: Própria Autoria com auxílio do programa Visual PROMETHEE® (VPSolutions).

Segundo o método de apoio a decisão PROMETHEE, a Ideia III, deverá ser escolhida para representar a Escola Técnica Estadual Benedito Storani na próxima etapa (etapa 2) do projeto *Startup in School* – Edição Google.

4.2 Análise de sensibilidade do modelo

A análise de sensibilidade do modelo visa observar os impactos das modificações, induzidas nos parâmetros, no ordenamento final (ranking) das ideias inovadoras propostas (GOMES; GOMES; ALMEIDA (2009).

Para verificar a sensibilidade do modelo, no método PROMETHEE há a necessidade de realizar variações dos pesos atribuídos inicialmente pelo agente decisor (SILVA, 2016).

De acordo com o Quadro 15, não houve alterações no posicionamento do ranking final, em nenhum cenário estudado.

Quadro 15 – Comparação do ranking das ideias presentes na seleção local – Escola Técnica Estadual Benedito Storani, considerando diversos cenários

Alternativa (Ideia)	Φ Líquido						
	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 4	Cenário 5	Cenário 6	Cenário 7
Ideia III	0,6050	0,6122	0,6025	0,6163	0,6321	0,5873	0,5795
Ideia V	0,1681	0,1878	0,1718	0,1673	0,1468	0,1746	0,1610
Ideia VI	0,0504	0,0449	0,0559	0,0531	0,0372	0,0635	0,0483
Ideia VII	- 0,0168	-0,0204	-0,0269	-0,0122	-0,0254	0,0000	-0,0161
Ideia II	- 0,0840	-0,0857	-0,0766	-0,1102	-0,0881	-0,0635	-0,0805
Ideia IV	- 0,1176	-0,1184	-0,1263	-0,1347	-0,1194	-0,0952	-0,1127
Ideia I	- 0,2857	-0,2816	-0,2919	-0,2735	-0,2759	-0,3175	-0,2736
Ideia VIII	- 0,3193	-0,3388	-0,3085	-0,3061	-0,3072	-0,3492	-0,3058

Fonte: Própria Autoria com auxílio do programa Visual PROMETHEE® (VPSolutions).

Para cada cenário estudado houve o incremento positivo de 20% em cada critério e a redução proporcional dos demais, ou seja, redução de 4% nos demais. Exemplificando, temos que: o cenário 1 apresenta o ranking obtido a partir dos pesos dos critérios iniciais (determinados pelo agente decisor). O cenário 2, apresenta um incremento de 20% no peso do critério G_1 e redução de 4% no peso dos critérios G_2 , G_3 , G_4 , G_5 e G_6 .

Segundo Gomes; Gomes e Almeida (2009), a não alteração do ranking após análise de sensibilidade demonstra que o conjunto de alternativas (ideias) dominadas não se modificou. Essa não alteração é definida como ordenamento final com estabilidade forte.

A Figura 23, apresenta o ordenamento final de todas as ideias em todos os cenários estudados.

Figura 23 - Comparação dos resultados do ordenamento total das alternativas (ideias) presentes na seleção local – Escola Técnica Estadual Benedito Storani, considerando múltiplos cenários.

Fonte: Própria Autoria com auxílio do programa Visual PROMETHEE® (VPSolutions).

Através dessa solução gráfica o agente decisor verifica que, mesmo com possíveis modificações nos pesos dos critérios, seu dilema multicritério de priorização de ideias inovadoras no agronegócio está solucionado. Desta forma, pode considerar o modelo apresentado como robusto.

5. CONCLUSÃO

A motivação maior deste estudo esteve direcionada no sentido de contribuir com o aprofundamento dos estudos que procuram relacionar a análise de projetos direcionados ao agronegócio com a verificação sistemática de um processo de priorização de ideias.

Este tema se reveste de interesse para o setor, sobretudo em função da importância estratégica que o agronegócio possui para a nossa economia, no sentido de contribuir para a indução de melhoria no processo decisório quando se depara com a necessidade de escolha de investimentos a serem realizados em projetos inovadores, sobretudo na situação delicada que atinge todos os atores desta cadeia de negócios no Brasil nestes tempos de crise que o país atravessa.

Considerando o objetivo inicial desse trabalho como o teste de aderência de um modelo de classificação multicritério (PROMETHEE) na priorização de ideias inovadoras apresentadas no painel “Startup in School – Edição Google” realizado pela consultoria Ideais de Futuro em parceria com o Google Brasil e Escolas Técnicas do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, pode-se concluir que:

- O modelo PROMETHEE pode ser utilizado como ferramenta para auxiliar a priorização de ideias inovadoras no agronegócio, pois tornou a escolha do agente decisor mais fácil e simplificada, considerando a utilização dos gráficos de ordenamento total;
- A função de preferência do tipo I (Usual) se adere perfeitamente aos dilemas multicritérios vividos pelo agente decisor responsável pela seleção da etapa local do programa “Startup in School – Edição Google”;
- A função de preferência do tipo I (Usual) não requer limites de indiferença e preferência, características que simplificam a vida do agente decisor;
- O modelo PROMETHEE permitiu que as diferentes ideias fossem analisadas simultaneamente por meio de múltiplos critérios, mesmo que esses critérios apresentassem certos conflitos;

- O modelo PROMETHEE apresentou estabilidade forte quando submetido a análise de sensibilidade, originando o mesmo ranking (ordenamento final) em todos os cenários estudados;
- A ideia III sobreclassificou todas as demais ideias apresentadas, garantido sua escolha para avançar para a próxima etapa do programa “Startup in School – Edição Google”;

Para trabalhos futuros, sugere-se a aplicação desse modelo em outros estudos de caso, sobretudo em situações em que o processo decisório na seleção de ideias inovadoras envolva níveis críticos de valores de investimentos para a consecução de resultados. O método também pode ser sugerido na gestão e aplicação de pesquisas de natureza acadêmicas, em outras esferas de organização, facilitando o planejamento estratégico e propiciando as entregas com maior qualidade para o público a que se destinam.

Ao final, pode-se concluir que o modelo PROMETHEE, amplamente utilizado em várias áreas de conhecimento, pode ser utilizado para seleção e gerenciamento de ideias inovadoras, inclusive na área do agronegócio brasileiro.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRICULTURE AND AGTECH INVESTMENT OPPORTUNITIES - AGFUNDER. **Investing Report – Year in Review 2015**. Disponível em: < <https://research01.agfunder.com/2015/AgFunder-AgTech-Investing-Report-2015.pdf>>. Acesso em: 15 de maio 2017.

ACELERADORA DE EMPRESAS EM TECNOLOGIAS VOLTADAS PARA A AGRICULTURA - AGTECHGARAGE. **1º Censo AgTech Startups Brasil**. Disponível em: < <http://www.startagro.agr.br/confira-o-infografico-completo-do-1o-censo-agtech-startups-brasil-em-primeira-mao/>>. Acesso em 20 de maio 2016.

ALENCAR, L. H. **Avaliação e gestão de projeto na construção civil com apoio do método multicritério PROMETHEE**. 2003. 124 f. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2003.

ALMEIDA, D. F. **Análise multicritério no mercado futuro: seleção de frutas**. 2011. 108 f. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2011.

ALMEIDA, A. T. **Conhecimento e Uso de Métodos Multicritério de Apoio a Decisão**. 2 ed. Recife: Universitária, 2011.

ALMEIDA, A. T.; COSTA, A. P. **Aplicações com métodos multicritério de apoio a decisão**. Recife: Universitária, 2003.

ANDRADE, R. K. V.; AMORIM, L. P.; GOMES, D. S. A importância da utilização da inovação como estratégia competitiva nos negócios. **Revista de Administração do UNISAL**, São Paulo, v. 4, n. 6, p. 1-18, 2014.

ARAUJO, A.G.; ALMEIDA, A.T. Apoio à decisão na seleção de investimentos em petróleo e gás: uma aplicação utilizando o método PROMETHEE. **Gestão e Produção**, São Carlos, v.16, n.4, p.534-543, 2009.

BALESTRIN, A.; VERSCHOORE, J. Aprendizagem e inovação no contexto das redes de cooperação entre pequenas e médias empresas. **Revista Organizações & Sociedade**, Salvador, v. 17, n. 53, p. 311-330, 2010.

BALESTRIN, A.; VARGAS, L. M.; FAYARD, P. O efeito rede em pólos de inovação: Um estudo comparativo, **FACEF Pesquisa**, Franca, v. 8, n.2, p. 74-89, 2005.

BALDWIN, J. M. **Dictionary of Philosophy and Psychology**. 3rd ed. London: The Macmillan Company, 1920.

BANA COSTA, C. Introdução Geral a Abordagens Multicritério de Apoio à Tomada de Decisão. **Investigação Operacional**, Lisboa, v.8, n.1, p 117-139, 1988.

BANA COSTA, C. A; VANSNICK, J. C. MACBETH - An interactive path towards the construction of cardinal value functions. **International Transactions in Operational Research**, Oxford, v. 1, n. 4, p. 489-500, 1994

BARBIERI, J. C.; ALVARES, A. C. T.; CAJAZEIRA, J. E. R. Geração de ideias para inovações: estudos de casos e novas abordagens. In: XI Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais, 2008, São Paulo. **Anais...** São Paulo: EAESP/FVG, 2008. p. 1-17.

BARDIN, L. **Análise do conteúdo**. 5th ed. Lisboa: Edições 70, 2008.

BAREGHEH, A.; ROWLEY, J.; SAMBROOK, S. Towards a multidisciplinary definition of innovation. **Management Decision**, York, v. 47, n. 8, p. 1323-1339, 2009.

BARROS, R. G.; SOBRAL, M. F. F. Aplicação da metodologia multicritério na seleção de projetos em uma incubadora de empresas de Pernambuco. **Revista de Administração e Inovação**, São Paulo, v. 12, n. 2, p. 181-199, 2015.

BARTHÉLEMY, J. The experimental roots of revolutionary vision. **Mit Sloan Management Review**, Cambridge, v. 48, n. 1, p. 81-84, Cambridge, 2006.

BATALHA, M.O. **Gestão Agroindustrial: GEPAL** (Grupo de Estudos e Pesquisas Agroindustriais. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2012.

BEHZADIAN, M et al. PROMETHEE: A comprehensive literature review on methodologies and applications. **European Journal of Operational Research**, Amsterdam, v.200, n.1, p.198-215, 2010.

BELTON, V.; STEWART, T. J. **Multiple criteria decision analysis: an integrated approach**. Boston, Dordrecht, London: Kluwer Academics Publishers, 2002.

BIDGOLI, H. **Decision Support Systems: principle and practice**. Minnesota: West Publishing Company, 1989.

BOEDDRICH, H. Ideas in the Workplace: A new approach towards organizing the Fuzzy Front End of the innovation process. **Creativity and Innovation Management**, Oxford, v. 13, n.4, p. 274-285, 2004.

BRANS, J.; MARESCHAL, B. The PROMETHEE methods; In: Figueira, J.; GRECO, S.; EHRGOTT, M. **Multiple critérios decision analysis: states of the art surveys**. Boston: Springer, 2005. cap. 5, p. 163-196.

BRANS, J. P.; VINCKE, P. A preference ranking organisation Method (The PROMETHEE Method for Multiple Criteria Decision - Making). **Management Science**, Providence, v.31, n.6, p. 647-656, 1985.

BRANS, J.P.; MARESCHAL, B.; VINCKE, P. PROMETHEE: A new family of outranking methods in multicriteria analysis. **Operational Research**, Amsterdam, v. 84, p.477-490, 1984.

BRANS, J.P.; VINCKE, P.; MARESCHAL, B. How to select and how to rank projects The PROMETHEE method. **European Journal of Operational Research**, Amsterdam, v.24, n.2, p. 228-238, 1986.

BRASIL. Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004. Dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Poder Legislativo, Brasília, DF, 03 dez. 2004. Seção I, p. 2

BRASIL. Lei nº 11.196, de 21 de novembro de 2005. Institui o Regime Especial de Tributação para a Plataforma de Exportação de Serviços de Tecnologia da Informação - REPES, o Regime Especial de Aquisição de Bens de Capital para Empresas Exportadoras - RECAP e o Programa de Inclusão Digital; dispõe sobre incentivos fiscais para a inovação tecnológica. **Diário Oficial da União**, Poder Legislativo, Brasília, DF, 22 nov. 2005. Seção I, p. 1.

BRASIL. Lei nº 13.243, de 11 de janeiro de 2016. Dispõe sobre estímulos ao desenvolvimento científico, à pesquisa, à capacitação científica e tecnológica e à inovação e altera a Lei no 10.973, de 2 de dezembro de 2004. **Diário Oficial da União**, Poder Legislativo Brasília, DF, 12 jan. 2016. Seção I, p. 1

CÂNDIDO, A. C. Inovação Disruptiva: Reflexões sobre as suas características e implicações no mercado, **IET Working Papers Series**, WPS05/2011, 27p., 2011.

CAMPOS, V. R. **Modelo de apoio à decisão multicritério para priorização de projetos em saneamento**. 2011. 175 f. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.

CARAYANNIS, E. G, GONZALEZ, E.; WETTER, J. J. The nature and dynamics of discontinuous and disruptive innovations from a learning and knowledge management perspective. In: SHAVININA, L. V. (Org.). **The international handbook on innovation**. Oxford: Elsevier Science, 2003. cap. 7, p. 115-138.

CARNEIRO, J. M. T.; CAVALCANTI, M. A. F. D.; SILVA, J. F. DA. Porter revisitado: análise crítica da tipologia estratégica do mestre. **Revista de Administração Contemporânea**, Rio de Janeiro v. 1, n. 3, p. 7–30, 1997.

CASSIOLATO, J. E. et al. **Globalização e inovação localizada: experiências de sistemas locais no Mercosul**. Brasília: IBICT/MCT, 1999.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. **RELATÓRIO PIBAGRO - BRASIL 2016**. Disponível em: < http://www.cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/Relatorio%20PIBAGRO%20Brasil_DEZEMBRO.pdf >. Acesso em: 07 de abr. 2017.

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA. **A escola - ETEC BeSt**. Disponível em: < <http://www.etecbest.com.br/> >. Acesso em: 30 de maio 2017.

CHRISTENSEN, C. M.; RAYNOR, M. The innovator's Solution: Creating and Sustaining Successful Growth. **Harvard Business Review**, Boston, 2003.

CHRISTENSEN, C. M.; RAYNOR, M.; VERLINDEN, M. Skate to where the money will be. **Harvard Business Review**, Boston, v. 79, n. 10, p. 72-81, 2001.

CHESBROUGH, H. Open Innovation: A New Paradigm for Understanding Industrial Innovation. In: CHESBROUGH, H.; VANHAVERBEKE, W.; WEST, J. (Eds). **Open Innovation: Researching a New Paradigm**, New York: Oxford University Press, 2006. cap. 1, p.1-12.

CLARYSSE, B., HEIRMAN, A., DEGROOF, J. **Growth paths of Technology-based companies in life sciences and information technology**. Luxemburgo: Office for Official Publications of the European Communities, 2003.

CLARK, K. B.; WHEELWRIGHT, S. C. Structuring the Development Funnel. In: WHEELWRIGHT, S. C. (Ed.). **Revolutionizing Product Development: Quantum Leaps in Speed, Efficiency, and Quality**. New York: Free Press, 1992. Cap. 5, p. 111-132.

COOPER, R. G. The New Product Process: The Stage-Gate Game Plan. In: COOPER, R. G. **Winning at New Products: accelerating the process from idea to launch**. Reading: Addison-Wesley Publishing, 2001. cap. 5, p. 113-153.

CRUZ, E. P.; COVA, C. J. G. Teoria das decisões: um estudo do método lexicográfico. **Revista Pensamento Contemporâneo em Administração**, Rio de Janeiro, v1, n.1, p. 26-35, 2007.

DAVILA, T; EPSTEIN, M. J.; SHELTON, R. **As Regras da Inovação**. São Paulo: Ed. Art med, 2007.

DAVIS, C.B.; OLSON, M.H. **Management Information Systems: conceptual foundations, structure and development**. New York: McGraw-Hill, 1985.

DELGADO, G. C. Expansão e modernização do setor agropecuário no pós guerra: um estudo da reflexão agrária. **Estudos Avançados**, São Paulo, v.15, n. 43, p. 157-172, 2001.

DOSI, G. The Natural of the innovative process. In: DOSI, G. et al. (org.). **Technical Change and Economic Theory**. London and New York: Pinter Publisher, 1988. Cap. 4, p. 221-238.

DUTIA, S. G. **AGTECH: challenges and opportunities for sustainable growth**. Kansas City: Ewing Marion Kauffman Foundation, 2014.

EDWARDS, W. How to use multiattribute utility measurement for social decisionmaking. **IEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics**, New York, v. SMC-7, n. 5, p. 326-340, 1977.

FERREIRA, O. P. et al. A geração de tecnologia pelo setor privado o caso da agroindústria no Brasil. **Cadernos de Difusão de Tecnologia**, Brasília, v. 2, n. 3, p. 329–363, 1985.

FISHBURN, P. C. **Utility theory for decision making**. New York: Wiley, 1970

GOMES, L, A. M.; ARAYA, M. C. G.; CARIGNANO, C. **Tomada de decisão em cenários complexos: introdução aos métodos discretos do apoio multicritério à decisão**. 1 ed, São Paulo, SP: Pioneira Thomson Learning, 2004.

GOMES, L. F. A. M.; GOMES, C. F. S.; ALMEIDA, A. T. **Tomada de decisão gerencial: o enfoque multicritério**. 3 ed. Rio de Janeiro: Ed. Atlas, 2009.

GONZALES NETO, R. Panorama do setor energético e seu relacionamento com o agronegócio brasileiro: um estudo com uso de técnicas multivariadas. 2016. 68f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, 2016.

GRAY, D; E. **Pesquisa no mundo real**. 2. ed. Porto Alegre: Penso, 2012.

HAIR, J.F. et al. **Multivariate data analysis**. 5th ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1998.

HANSEN, M. T.; BIRKINSHAW, J. The innovation value chain. **Harvard Business Review**, Boston, v. 85, n. 6, p. 121-130, 2007.

HAYAMI, Y.; RUTTAN, V. W. **Desenvolvimento agrícola: teoria e experiências internacionais**. Brasília, DF: EMBRAPA-DPU, 1988.

HINLOPEN E.; NIJKAMP P.; RIETVELD P. Qualitative discrete multiple criteria choice models in regional planning. **Regional Science and Urban Economics**, Amsterdam, v. 13, n.1, p.77-102, 1983.

IDEIAS DE FUTURO. **Quem somos?**. Disponível em: < <http://ideiasdefuturo.com/>>. Acesso em: 31 de maio 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Contas Nacionais Trimestrais – 4T 2016**. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/pib/defaultcnt.shtm>>. Acesso em: 07 de abr. 2017.

KIM, W.C., MAUBORGNE, R. Creating new market space. **Harvard Business Review**, Boston, v. 77, n.1, p. 83-93, 1999.

KOEN, P. A. et al. Providing clarity and a common language to the "fuzzy front end". **Research Technology Management**, Lancaster , v. 44, n.2, p. 46-55, 2001.

KOEN, P. A. et al. Fuzzy Front End: Effective methods, tools and techniques. In: BELLIVEAU, P.; GRIFFIN, A.; SOMERMEY, S. (eds.). **The PDMA toolbox for new product development**, New York: John Wiley & Son, 2002. cap. 1, p. 5-35.

LAPLATINE, F.; TRINDADE, L. **O que é imaginário?**. São Paulo: Editora Brasiliense, 1996.

LEIFER, R.; O'CONNOR, G. C.; RICE, M. A implementação de inovação radical em empresas maduras. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 42, n. 2, p. 17-30, 2002.

LIMA, M. T. A.; OLIVEIRA, E. C. B.; ALENCAR, L. H. Modelo de apoio à decisão para priorização de projetos em uma empresa de saneamento. **Production**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 351-363, 2014.

LIMA, S. M. V. et al. Inovação e gestão tecnológica em organizações de P&D: Um modelo integrador. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, Brasília, v. 21, n.1, p. 83-103, 2004.

LOPES, M. R. C. M. **Uso das metodologias PROMETHEE e F-PROMETHEE na avaliação de clientes**. 2005. 80 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

MACHARIS, C. et al. PROMETHEE and AHP: The design of operational synergies in multicriteria analysis.: Strengthening PROMETHEE with ideas of AHP. **European Journal of Operational Research**, Amsterdam, v.153, n.2, p.307-317, 2004.

MANUAL DE OSLO. OECD-EC. **Diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação (1997)**. Tradução de Flávia Gouveia. 3 ed. Rio de Janeiro: Arti/Finep, 2005.

MARIOTTO, F. L. O conceito de Competitividade da empresa: uma análise crítica. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 31, n. 2, p. 37–52, 1991.

MARINOVA, D.; PHILLIMORE, J. Models of innovation. In: SHAVININA, L.V. (Org.), **The international handbook on innovation**. Oxford: Elsevier Science, 2003, cap.3, p.44-53.

MALCZEWSKI, J. GIS-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature. **International Journal of Geographical Information Science**, London, v. 20, n. 7, p.703-726, 2006.

MATOS, P.; PESSÔA, V. A modernização da agricultura no Brasil e os novos usos do território. **GEO UERJ**, Rio de Janeiro, v.2, n. 22, p. 290-322, 2011.

MEIRINHOS, M.; OSÓRIO, A. O Estudo de Caso como Estratégia de Investigação em Educação. **EDUSER: Revista de Educação**, Bragança, v. 2, n. 2, p. 49–65, 2010.

MIETTINEN, K. Survey of methods to visualize alternatives in multiple criteria decision making problems. **Operations Research Spectrum**, Munchen, v. 36, n.1, p. 3–37, 2014.

MORAES, D. C.; ALMEIDA, A. D. Modelo de decisão em grupo para gerenciar perdas de água. **Pesquisa Operacional**, Rio de Janeiro, v.26, n.3, p.567-584, 2006.

NAKAMURA, W.; FORTE, D.; AGUIAR, J. Análise do Processo Decisório dos Gestores de Capital de Risco no Brasil In: ENCONTRO ANUAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO, Salvador. **Anais...**, 2006.

NEGRI, J. A.; SALERNO, M. S.; CASTRO, A. B. Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras. In: NEGRI, J. A.; SALERNO, M. S. (org.). **Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras**, Brasília: IPEA, 2005. cap. 1, p.5-46.

OLSON, D. L. **Decision aids for selection problems**. New York: Springer, 1996.

PEREIRA, F. I. Modelagem de gerenciamento de custos e preços na micro e pequena empresa comercial: um estudo nas lojas do mini shopping de Boa Vista-RR. VI CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, São Paulo. **Anais...** 1999.

PINAZZA, L. C. **Series Agronegócio: A cadeia produtiva da soja**. Brasília: ICAA/MAPA/SPA, 2007.

PISSINELLI, G. J. **Decisão multicritério aplicada à análise para localização de terminal intermodal**. 2016. 94 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências Aplicadas, Universidade Estadual de Campinas, 2016.

PLONSKI, G.A.; CARRER, C.C. A inovação tecnológica e a educação para o

empreendedorismo In: VILELA, S.; LAJOLO, F.M. (Org.) USP 2034: Planejando o futuro. São Paulo: EDUSP, 2009. p.107-135.

PORTER, M. E. Competitive strategy: the concepts. In: POTER, M. E. **Competitive advantage: creating and sustaining competitive performance**. New York: The Free Press, 1998. cap. 1, p. 1-32.

PUGH, S. In: The total design activity. In: PUGH, S. **Total design: integrated methods for successful product engineering**. Harlow: Addison Wesley, 1991. cap. 1, p. 1-28.

RANTIN, E. T. Impacto das mudanças do apoio do SEBRAE/SP para o ecossistema de inovação: um estudo de caso com incubadoras de empresas do Estado de São Paulo. 2016. 87f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, 2016.

RIES, E. **A Startup Enxuta: como os empreendedores atuais utilizam a inovação contínua para criar empresas extremamente bem-sucedidas**. Tradução de Texto Editores. São Paulo: Lua de Papel, 2012.

RODRIGUEZ, D; COSTA, H; CARMO, L. Métodos de auxílio multicritério à decisão aplicados a problemas de PCP: Mapeamento da produção em periódicos publicados no Brasil. **Gestão e Produção**, São Carlos, v. 20, n. 1, p. 134-146, 2013

ROGERS, E. M. **Diffusion of Innovations**. 4 ed. New York: The Free Press, 1995.

ROZENFELD, H. et al. O modelo unificado do PDP. In: ROZENFELD, H. et al. **Gestão de Desenvolvimento de Produtos: uma referência para a melhoria do processo**. São Paulo: Saraiva, 2006. Cap. 2, p. 37-102.

ROY, B. Classement et choix en presence de points de vue multiples (la methode ELECTRE). Revue française d'automatique, d'informatique et de recherche opérationnelle. **Recherche opérationnelle**, Paris, v. 2, n. 1, p. 57-75, 1968

ROY, B. **Méthodologie Multicritère d'aide à la décision**. Paris: Economica, 1985.

ROY, B. **Mulcriteria Methodology for Decision Aiding**. Netherlands: Kluwer Academic Plublishers, 1996.

SAATY, T. L. A scaling method for priorities in hierarchical structures. **Journal of Mathematical Psychology**, New York, v. 15, n. 3, p. 234-281, 1977.

SAATY, T. L. **Decision Making with Dependence and Feedback: The Analytic Network Process**. Pittsburg: RWS, 1996

SALERNO, M. S.; KUBOTA, L. C. Estado e Inovação. In: SALERNO, M.S.; KUBOTA, L.C. (eds.). **Políticas de Incentivo à Inovação Tecnológica**, Brasília: IPEA, 2008. cap. 1, p.13-15.

SALLES-FILHO, S.; ALBERGONI, L. A Trajetória Recente do Venture Capital no Brasil. In: XXIV SIMPÓSIO DE GESTÃO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, 25, 2006, Gramado. **Anais...** 2006.

SALVIANO, T. S. C. **Modelo de decisão multicritério aplicado a seleção de**

contratos para construção de subestação de energia elétrica na CHESF. 2009. 82 f. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2009.

SANTOS, A. B.A.; FAZION, C.V.; MEROE, G. P. S. Inovação: um estudo sobre a evolução do conceito de Schumpeter. **Caderno de Administração**, São Paulo, v.5, n.1, p.107-123, 2011.

SANTOS, R. B.; CURI, W. F.; CURI, R. C. Aplicação do método multicritério Promethee em sistema de recursos hídricos. In: SBPC – Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, 59ª Reunião Anual, Belém. **Anais ...** 2007.

SIRILLI, G. Conceptualising and mensuring technological innovation. In: II Conference on Technology Policy and Innovation, Lisboa, **Anais...**, 1998.

SILVA, A. C. G. C. **Modelo de Avaliação Multicritério para gestão organizacional, aplicado ao polo exportador de frutas do vale do São Francisco.** 2016. 178 f. Tese (Doutorado em Engenharia Industrial) - Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, 2016.

SILVA, A. C. G. C.; FONTES, C. H. O.; BARBOSA, A. S. Multicriteria evaluation model for organizational performance management applied to the Polo Fruit Exporter of the São Francisco Valley. **Computers and Electronics in Agriculture**, New York, v. 117,p. 168-176, 2015.

SILVA, C. L. Gestão estratégica de custos: o custo meta na cadeia de valor. **Revista FAE**, Curitiba, v.2, n.2, p.17-26, 1999.

SILVA, D. O.; BAGNO, R. B.; SALERNO, M. S. Modelos para a gestão da inovação: revisão e análise da literatura. **Produção**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 477-490, 2014.

SILVA, V. B. S.; SCHRAMMB, F.; CARVALHO, H. R. C. O uso do método PROMETHEE para seleção de candidatos à bolsa-formação do Pronatec. **Production**, São Paulo, v. 24, n. 3, p. 548-558, 2014.

SHIKITA, P. F. A.; BACHA, C. J. C. Notas sobre o modelo Schumpeteriano e suas principais correntes do pensamento. **Teoria e Evidencia Econômica**, Passo Fundo, v.5, n.10, p. 107-126, 1998.

STARTUP IN SCHOOL. **Uma competição de inovação e empreendedorismo tecnológico.** Disponível em: < <http://ideiasdefuturo.com/google/>>. Acesso em: 30 de maio 2017.

TÁLAMO, J. R. A inovação tecnológica como ferramenta estratégica. **Revista Pesquisa & Tecnologia FEI**, São Bernardo do Campo, n. 23, p. 26-33, 2002.

TALEB, M.F.A.; MARESCHAL, B. Water resources planning in the Middle East: application of the PROMETHEE V multicriteria method. **European Journal of Operational Research**, Amsterdam, v.81, n.3, p. 500-511, 1995.

TANINO, T. Sensitive Analysis in MCDM. In GAL, T.; STEWART, T. J.; HANNE, T. (Eds.). **Multicriteria Decision Making: Advances in MCDM Models, Algorithms, Theory, and Applications.** London: Springer, 1999. Cap.7 , p. 7-2 - 7-27.

TIDD, J.; BESSANT, J.; PAVITT, K. **Managing Innovation: Integrating technological, market and organization change**. New York: John Wiley & Son, 2004.

UNIVERSITÉ LIBRE DE BRUXELLES. **PROMETHEE-GAIA software**. Disponível em: < <http://www.promethee-gaia.net/software.html>>. Acesso em: 26 de maio 2017.

VASCONCELOS, R. T. et al. Modelo multicritério para suporte a definição de tempos de inspeção baseados no PROMETHEE II. In: XXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Salvador. **Anais ...** 2009.

VIEIRA FILHO, J. E.R. Trajetória tecnológica e aprendizado no setor agropecuário. In: GASQUES, J.G.; VIEIRA FILHO, J.E.R; NAVARRO, Z. (org.). **A Agricultura Brasileira: desempenho, desafios e perspectivas**. Brasília: IPEA, 2009. Cap. 3, p. 67-96.

VINCKE, P. **Multicriteria decision-aid**. Bruxelles: John Wiley & Sons, 1992.

ZELENY, M. **Multiple criteria decision making**. New York: MacGraw-Hill, 1982.

ZUFFO, A. C. **Seleção e aplicação de métodos multicritérios ao planejamento ambiental de recursos hídricos**. 1998. 302 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 1998.

ZUIN, L. et al. **Agronegócios: Gestão e Inovação**. São Paulo: Saraiva, 2006.

WRIGHT, P. L.; KROLL, M. J.; PARNELL, J. **Administração estratégica: conceitos**. São Paulo: Atlas, 2000.

YIN, R. **Estudo de Caso. Planejamento e Métodos**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

ANEXO A – Cópia da aprovação da pesquisa pelo CEPH e CONEP

USP - ESCOLA SUPERIOR DE
AGRICULTURA "LUIZ DE
QUEIROZ" DA UNIVERSIDADE

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Priorização de ideias inovadoras no agronegócio através de modelo de apoio à decisão multicritério

Pesquisador: PAULO HENRIQUE BERTUCCI RAMOS

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 67391617.0.0000.5395

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE DE SAO PAULO

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.145.280

Apresentação do Projeto:

O conglomerado do agronegócio brasileiro é um dos setores econômicos mais importantes para o país, sobretudo em função da contribuição significativa nos sucessivos saldos positivos da balança comercial, o que proporciona suporte à consolidação da estabilização da economia nacional. No entanto, existem dificuldades de ordem técnica para o agente decisor ou gestor definir quais projetos ou ideias inovadoras devem ser escolhidos em um processo de seleção. Isto porque as decisões dessa natureza envolvem a análise, muitas vezes simultânea, de múltiplos critérios que, na maioria das vezes, são conflitantes entre si. Uma ideia inovadora pode ser capaz de determinar o sucesso de uma nova empresa.

Essa ideia surge, muitas vezes, de situações vividas, problemas impostos ou conhecimentos intrínsecos. Embora as ideias sejam manifestações quase que espontâneas do ser humano, a decisão, a priorização e a ordenação das mesmas, são complexas e trabalhosas.

A complexidade da priorização faz com que seja necessário criar modelos para apoiar a tomada de decisão pelo agente decisor. O método PROMETHEE é amplamente empregado para auxiliar o

Continuação do Parecer: 2.145.280

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

PIRACICABA, 28 de Junho de 2017

Assinado por:
Sandra Helena da Cruz
(Coordenador)

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO APRESENTADO AO AGENTE DECISOR

Nome do Agente Decisor: _____

Data: _____

Primeiramente gostaria de agradecer o envolvimento na confecção desse trabalho. Sua ajuda irá contribuir para estabelecer uma forma alternativa para priorização de ideias no contexto do agronegócio.

Você, com agente decisor do modelo, tem uma função primordial no desenvolvimento desse trabalho.

Levando em consideração os critérios para priorização de ideias inovadoras pré-estabelecidos (C1, C2, C3; C4 e C5), peço que atribua notas que julgar ser mais adequada para cada critério, assinalando com um X sua opção

O peso 1,0 diz respeito ao maior peso possível no trabalho, atribuindo essa nota, você está evidenciando que esse critério sobrepõe os demais.

O peso 0,2 evidencia que esse critério é sobreposto pelos demais.

Pode-se atribuir mais de uma nota 1,0 e mais de uma nota 0,2.

Você pode atribuir o mesmo peso para todos critérios também.

ID	Nome do critério	Peso Atribuído				
		0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
C1	Grau de inovação e criatividade das ideias					
C2	Viabilidade Tecnológica					
C3	Potencial de Mercado					
C4	Maturidade da solução					
C5	Equipe					