



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO

PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO

CENTRO DE ENGENHARIAS

CURSO ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

ANA ALICE DA SILVA CÂMARA

**PROPOSTA DE MODELO MULTICRITÉRIO PARA SELEÇÃO DE PROJETOS EM
UMA INCUBADORA**

MOSSORÓ-RN

2018

ANA ALICE DA SILVA CÂMARA

**PROPOSTA DE MODELO MULTICRITÉRIO PARA SELEÇÃO DE PROJETOS EM
UMA INCUBADORA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal Rural do Semi-Árido –
UFERSA, Centro de Engenharias, para a
obtenção do título de Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Thomas Edson Espíndola
Gonçalo – UFERSA.

MOSSORÓ – RN

2018

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

C172p Câmara, Ana Alice da Silva.

Proposta de modelo multicritério para seleção de projetos em uma incubadora / Ana Alice da Silva Câmara. - 2018.

41 f. : il.

Orientador: Thomas Edson Espíndola Gonçalo.
Monografia (graduação) - Universidade Federal

Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia de Produção, 2018.

1. Processo de Tomada de Decisão. 2. incubadoras. 3. multicritério. 4. PROMETHE GDSS.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

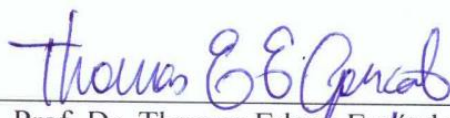
ANA ALICE DA SILVA CÂMARA

**PROPOSTA DE MODELO MULTICRITÉRIO PARA SELEÇÃO DE PROJETOS EM
UMA INCUBADORA TECNOLÓGICA**

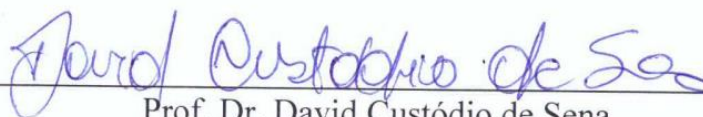
Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para a obtenção do título de Engenharia de Produção.

Defendida em: 15/09/2018.

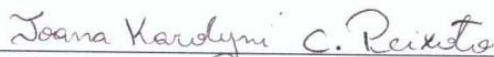
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Thomas Edson Espíndola Gonçalves
Presidente



Prof. Dr. David Custódio de Sena,
Membro



Prof^ª. Ma. Joana Karolyni Cabral Peixoto
Membro

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, que não me permitiu desistir ou desviar do caminho certo e sempre me deu forças para continuar.

Agradeço aos meus pais, Ana Cleide da Silva Câmara e Fernando César Câmara, pelo incentivo diário, pelo amor inigualável e pelas tantas renúncias.

Agradeço aos meus irmãos, Talles Fernando da Silva Câmara e Fernanda Patrícia da Silva Câmara que estiveram sempre tão presentes.

Agradeço ao meu companheiro de todas as horas, Otávio Tavares Botrel, pela paciência, amizade e, principalmente, pelo amor.

Agradeço a todos meus amigos adquiridos ao longo do curso, e também àqueles que já vinham comigo, pelas horas de estudo, almoços e confraternizações.

Agradeço ao Prof. Thomas Edson Espíndola Gonçalo, pelo tempo disponível, pelo conhecimento adquirido e pela ajuda na concretização desse trabalho.

Resumo

Processos de tomada de decisão estão presentes em todas as organizações e devem ser sempre bem avaliados, uma vez que uma decisão tomada da maneira errada pode acarretar uma série de problemas para os envolvidos. Em uma incubadora de projetos, a seleção de projetos para compor o portfólio é um dos processos mais importantes da organização. Diante disso, o presente trabalho propôs um modelo multicritério para seleção de projetos nas duas fases iniciais do processo de incubação: o de pré-incubação e o da incubação propriamente dita. O primeiro modelo foi baseado no método PROMETHEE GDSS, pois trata-se de uma decisão em grupo onde é necessário avaliar os critérios e preferências de todos os decisores. Para o modelo da etapa de incubação, foi utilizado o método PROMETHEE V, tratando-se esse como um único decisor. Como resultados alcançados, foi possível propor modelos multicritérios para apoiar o processo de tomada de decisão em uma incubadora e realizar as aplicações numéricas destes para comprovar sua robustez e aplicabilidade. Na aplicação do modelo da pré-incubação, os projetos melhores avaliados foram os A2, A14 e A16, e o pior avaliado foi o A17. Já na aplicação do modelo para fase de incubação, os projetos selecionados foram A1, A2, A4, A7, A16 e A17.

Palavras-chave: Processo de Tomada de Decisão; incubadoras; multicritério; PROMETHEE GDSS; PROMETHEE V.

Abstract

Decision-making processes are present in all organizations and should always be well evaluated, since a decision made in the wrong way can lead to a number of problems for those involved. In a project incubator, selecting projects to compose the portfolio is one of the organization's most important processes. Therefore, the present work proposed a multicriteria model for the selection of projects in the two initial phases of the incubation process: pre-incubation and incubation. The first model was based on the PROMETHEE GDSS method, because it is a group decision where it is necessary to evaluate the criteria and preferences of all the decision makers. For the model of the incubation stage, the PROMETHEE V method was used, treating it as a single decision maker. As results achieved, it was possible to propose multicriteria models to support the decision-making process in a incubator and to perform the numerical applications of these to prove its robustness and applicability. In the application of the preincubation model, the best evaluated projects were A2, A14 and A16, and the worst evaluated was A17. In the application of the model to the incubation phase, the selected projects were A1, A2, A4, A7, A16 and A17.

Key words: Decision-Making Process; incubators; multicriteria; PROMETHEE GDSS; PROMETHEE V.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Etapas para aplicação de Pesquisa Operacional (PO).....	14
Figura 2: Etapas para realização do trabalho	14
Figura 3: Taxas (em %) de empreendedorismo no Brasil – 2002:2017	17
Figura 4: Etapas do atual processo seletivo	27
Figura 5: Proposta de modelo multicritério para seleção de projetos na etapa de Pré-incubação.	28
Figura 6: Proposta de modelo multicritério para etapa de seleção de projetos de portfólio para incubação.	29

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Funções de preferências para os critérios.....	24
Quadro 2: Critérios utilizados na aplicação do modelo multicritério na fase de pré-incubação	31
Quadro 3: Matriz de avaliação do decisor 1	32
Quadro 4: Fluxo líquido de cada alternativa para cada decisor.....	33
Quadro 5: <i>Ranking</i> e fluxo líquido para o grupo	34
Quadro 6: <i>Ranking</i> obtido no último processo seletivo e o <i>ranking</i> obtido pelo modelo multicritério proposto.	34
Quadro 7: Critérios considerados na tomada de decisão na fase de incubação.....	35
Quadro 8: Matriz de avaliação do decisor	36
Quadro 9: Projetos que melhor irão compor o portfólio de projetos da incubadora	36

LISTA DE SIGLAS

AHP – Analytic Hierarchy Process

AMD - Apoio Multicritério a Decisão

ANPROTEC – Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendimentos Inovadores

CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

ELECTRE – Elimination Et Choix Traduisant La Realité

GEM - Global Entrepreneurship Monitor

PO – Pesquisa Operacional

PPM - Project Portfolio Management

PROMETHEE GDSS – Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations
– Group Decision Support System

SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

SMART – Simple Multi-Attribute Rating Technique

SMARTS – SMART Exploiting Ranks

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
1.1	OBJETIVO GERAL.....	13
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
1.3	METODOLOGIA	13
1.3.1	Natureza de estudo	13
1.3.2	Etapas para realização do trabalho	14
1.4	ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	15
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
2.1	EMPREENDEDORISMO.....	16
2.2	INCUBADORA DE EMPRESAS	17
2.3	PORTFÓLIO DE PROJETOS	18
2.4	PESQUISA OPERACIONAL.....	19
2.5	DECISÃO MULTICRITÉRIO.....	20
2.5.1	PROMETHEE	22
2.5.1.1	PROMETHEE V	23
2.5.1.2	PROMETHEE GDSS	25
3	PROCESSO SELETIVO PARA INCUBAÇÃO: ESTUDO DE CASO EM UMA INCUBADORA.....	27
4	MODELOS MULTICRITÉRIO PARA SELEÇÃO DE PORTFÓLIO DE PROJETOS EM UMA INCUBADORA	28
5	APLICAÇÃO DO MODELO	31
5.1	APLICAÇÃO DO MODELO MULTICRITÉRIO PARA SELEÇÃO DE PROJETOS NA FASE DE PRÉ-INCUBAÇÃO.....	31
5.2	APLICAÇÃO DO MODELO MULTICRITÉRIO PARA SELEÇÃO DE PROJETOS DE PORTFÓLIO NA FASE DE INCUBAÇÃO	35
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	38
6.1	SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS.....	38
	REFERÊNCIAS	40

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o empreendedorismo passou a ter um importante papel no desenvolvimento de um país (BAGGIO; BAGGIO, 2014). No Brasil, de acordo com o *Global Entrepreneurship Monitor* – GEM (2017), em 2017, aproximadamente 50 milhões de brasileiros estavam envolvidos de alguma forma no campo do empreendedorismo, dentre estes 27.482.078 empreendedores são considerados iniciais. Nesse contexto, o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas - SEBRAE (2016) revelou que 23,4% das empresas decretam falência com até 2 anos.

Concomitante ao crescimento do empreendedorismo no país, a demanda e o número de incubadoras também começaram a crescer. As incubadoras surgiram com o objetivo inicial de incentivar universitários recém-graduados a divulgar inovações tecnológicas e desenvolver o espírito empreendedor (ANPROTEC, 2011). Através do fornecimento de serviços e recursos compartilhados às incubadas, as incubadoras buscam facilitar o processo desde o nascimento até a consolidação do negócio no mercado competitivo, de forma a aumentar as chances de sucesso no mercado (HACKETT; DILTS, 2004). Segundo Kerzner (2005), essas organizações geralmente definem critérios para a seleção de projetos, podendo estes serem subjetivos, objetivos, quantitativos ou intuitivos.

Entretanto, devido à vasta disponibilidade de tecnologia e informação, surgiram cada vez mais ideias, projetos e oportunidades de negócios. Em consequência disso, esses projetos e ideias inovadoras cresceram tanto em volume, como também em complexidade, o que acabou por influenciar as organizações a se preocuparem com o alinhamento e gerenciamento dos projetos com os objetivos das organizações (CARVALHO; LOPES; MARGAZÃO, 2013). Assim, visando conciliar a demanda e eficiência de projetos, bem como o do portfólio, surgiu o conceito de Gerenciamento de Portfólio de Projetos, do inglês Project Portfolio Management (PPM). De acordo com o Project Management Institute (2013), o portfólio de projetos é a coleção de projetos que facilitam a implementação de um gerenciamento eficaz, obedecendo os objetivos estratégicos da organização. Dada a complexidade dos projetos e da importância de selecionar e gerenciar o portfólio de projetos, surge a necessidade de ferramentas que apoiem a tomada de decisão multicritério.

As ferramentas de apoio à decisão multicritério, segundo Vincke (1992), têm como propósito auxiliar a tomada de decisão levando em consideração mais de um critério. O uso de tais ferramentas recomenda ações que tornam o processo decisório mais claro, de forma que tanto as preferências das partes envolvidas sejam levadas em consideração (LIMA *et al.*, 2012),

como também as subjetividades e incertezas do processo decisório (GOMES *et al.*, 2011). Nesse contexto, os métodos multicritérios de apoio à decisão podem auxiliar na seleção de projetos para compor o portfólio de incubadoras, haja visto que, de acordo com MESKENDAHL (2010), a seleção de projetos já tem sido crescentemente facilitada pela utilização de tais métodos.

A aplicação do trabalho poderá trazer muitos benefícios para a incubadora, já que este proporcionará um processo mais justo e coeso de forma a identificar os melhores projetos e que melhor correspondam aos objetivos da incubadora. A seguir são apresentados os objetivos gerais e específicos, a metodologia utilizada e a organização do trabalho.

1.1 OBJETIVO GERAL

Propor um método multicritério de apoio à tomada de decisão para seleção de projetos na etapa de pré-incubação e incubação, em uma incubadora.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Investigar como a incubadora realiza o processo de seleção atualmente;
- Identificar as lacunas do atual processo de seleção;
- Identificar critérios que influenciam a escolha dos projetos, considerando o problema de portfólio;
- Discutir os aspectos gerenciais da aplicação de um modelo multicritério para o contexto em estudo.

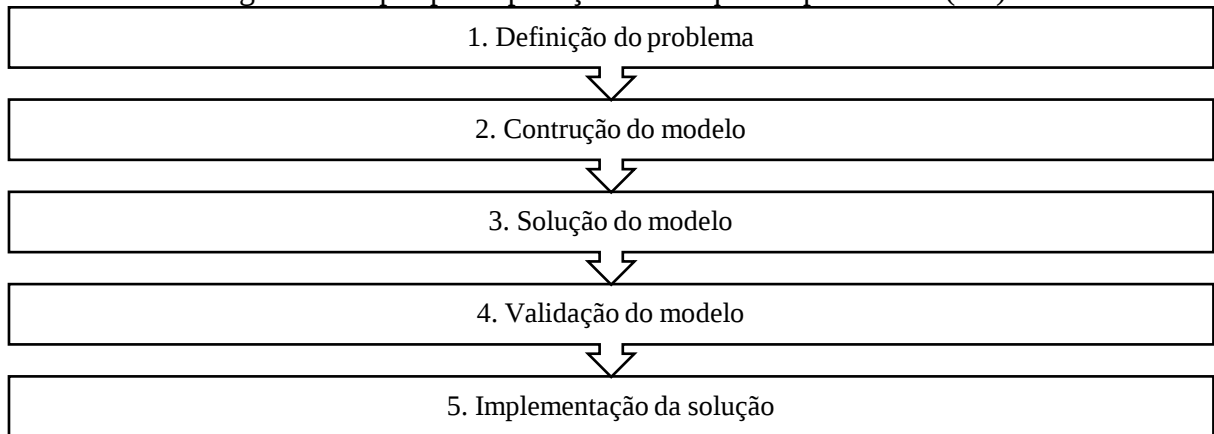
1.3 METODOLOGIA

Esse capítulo aborda o método seguido para a realização do estudo, incluindo aspectos sobre a natureza do estudo e a definição das etapas necessárias para a realização do trabalho.

1.3.1 Natureza de estudo

A natureza do trabalho foi baseada na Pesquisa Operacional, mais especificamente em um problema de modelagem que, de acordo com Taha (2008), possui cinco fases principais (Figura 1).

Figura 1: Etapas para aplicação de Pesquisa Operacional (PO).



Fonte: Adaptado Taha (2008)

Na primeira fase, é necessário definir o escopo do problema, as descrições das alternativas de solução, o objetivo do estudo e as limitações do modelo (TAHA, 2008). Na segunda fase, o autor recomenda tentativas de traduzir a definição do problema em relações matemáticas. Na terceira e quarta fase, respectivamente, são utilizados algoritmos de otimização bem definidos e garante-se que o modelo prevê corretamente o estudo. Na última fase são feitas as traduções dos resultados de instruções operacionais para a tomada de decisão multicriterial (TAHA, 2008).

1.3.2 Etapas para realização do trabalho

Para alcançar os objetivos propostos, o trabalho foi realizado em quatro etapas, conforme a Figura 2.

Figura 2: Etapas para realização do trabalho.



Autoria Própria (2018).

A primeira etapa para a realização da pesquisa foi a identificação e formulação do problema. Na segunda etapa, foram realizadas entrevistas em uma incubadora para identificar lacunas nos processos seletivos de incubação. Na terceira etapa, as propostas de modelos multicritérios para seleção de projetos foram criadas considerando as peculiaridades do processo, de forma que o modelo possa ser utilizado em outras entidades com o mesmo fim.

Por fim, na quarta etapa, realizou-se a aplicação numérica dos modelos de forma a validá-los e comprovar a aplicabilidade e robustez do método.

1.4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho está organizado em sete capítulos. No capítulo 2 estão abordados os fundamentos teóricos relacionados ao tema, tais como: empreendedorismo, incubadoras no Brasil, portfólio de projetos, pesquisa operacional, decisão multicritério, bem como métodos multicritério de apoio à tomada de decisão, com ênfase na família PROMETHEE. No capítulo 3, são apresentadas as etapas necessárias para a incubação de uma empresa. No capítulo 4, são propostos modelos de apoio à tomada de decisão para seleção de projetos de portfólio utilizando as metodologias PROMETHEE GDSS e PROMETHEE V. Visando comprovar a viabilidade do modelo proposto, no capítulo 5, são feitas as aplicações numéricas dos modelos. Na seção seguinte, estão as considerações finais de todo o trabalho, bem como sugestões para trabalhos futuros.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A seguir é desenvolvido o referencial teórico utilizando os conceitos importantes para o trabalho: empreendedorismo, incubadora de empresas, portfólio de projetos, pesquisa operacional e decisão multicritério.

2.1 EMPREENDEDORISMO

Uma ação empreendedora surge no momento em que um indivíduo empreendedor encontra uma situação onde novos bens, serviços, matérias-primas e métodos organizacionais podem ser vendidos por um valor maior do que o custo da produção (HISRICH; PETERS, 2004). Ainda segundo os autores, para o surgimento da ação empreendedora, o empreendedor segue o que acredita ser uma oportunidade, e normalmente as oportunidades existem em um grande estado de incerteza, usando do discernimento e intuição para filtrar suas ações.

O empreendedorismo tem um importante papel não só na criação e prosperidade de empresas, como também no desenvolvimento econômico de um país ou região (BAGGIO; BAGGIO, 2014; HISRICH; PETERS, 2004), uma vez que este contribui para uma redução de taxa de desemprego (BARROS; PEREIRA, 2008).

Mesmo sendo uma pauta discutida a séculos, apenas na década de 1980 o empreendedorismo se tornou um objeto de estudo na maior parte das áreas de conhecimento e vem se destacando nas políticas econômicas de países desenvolvidos e em desenvolvimento (BAGGIO; BAGGIO, 2014). Segundo Scarpin *et al* (2011), o interesse por entender o empreendedorismo no Brasil surgiu a partir dos resultados positivos gerados pelo empreendedorismo no desenvolvimento econômico de outros países.

Com objetivo principal de aprofundar a compreensão sobre o desempenho da atividade empreendedora no desenvolvimento econômico e social do país, o projeto *Global Entrepreneurship Monitor* – GEM, vem sendo aplicado no Brasil desde 2000. De acordo com os dados da GEM (2017), existem no Brasil 49.332.360 de unidades empreendedoras, sendo 27.482.078 empreendedores iniciais e 22.337.649 empreendedores estabelecidos.

O empreendedorismo pode ser motivado por dois aspectos: oportunidade e necessidade. Os empreendedores por oportunidade, como o próprio nome induz pensar, são aqueles que afirmam ter iniciado o negócio especialmente pela identificação de uma oportunidade no mercado; os empreendedores por necessidade são aqueles que dizem ter iniciado pela ausência de alternativas de geração de renda (GEM, 2017)

A Figura 3 mostra a evolução das taxas de empreendedorismo no período de 2002 a 2017.

Figura 3: Taxas (em %) de empreendedorismo no Brasil – 2002:2017.



Fonte: GEM (2017).

No ano de 2017, 59,4% dos empreendedores iniciais empreenderam por oportunidade e 39,9% por necessidade (GEM, 2017).

2.2 INCUBADORA DE EMPRESAS

As incubadoras, hoje, são identificadas como elementos importantes que fomentam a inovação, o empreendedorismo e o desenvolvimento econômico de empresas (ARAÚJO; BOAS, 2013). As incubadoras tiveram origem em meados de 1950, nos Estados Unidos, mas somente em 1985 surgiram no Brasil, mais especificamente em São Carlos (SP), por iniciativa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (ORTIGARA *et al.* 2011).

Segundo dados da Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendimentos Inovadores – ANPROTEC, existem cerca de 369 incubadoras espalhadas pelo Brasil, com 2.310 empresas incubadas e 2.815 empresas graduadas, que geraram cerca de 53.280 empregos diretos (ANPROTEC, 2016). Andrade *et al* (2016) destacam que o apoio de instituições públicas e privadas onde o capital institucional existente foi capaz de promover experiências e resultados diversos, tornou possível o crescente número de incubadoras criadas no Brasil.

A função-chave das incubadoras é ajudar as empresas incubadas no período inicial de suas atividades no âmbito empresarial (MAS-VERSU *et al.*, 2015). Dornelas (2001) complementa ao dizer que a incubadora tem como propósito produzir empresas de sucesso, que estejam com a situação financeira viável e competitiva no seu nicho de mercado, mesmo após deixar a incubadora. Outro objetivo das incubadoras é fornecer às empresas incubadas uma série de apoios administrativos, recursos compartilhados, instalações adequadas e infraestrutura

administrativa competente com a finalidade de fornecer um ambiente adequado para desenvolvimento das incubadas (VEDOVELLO; FIGUEIREDO, 2005; LINGFANG; HONGLI, 2011).

Uma empresa incubada tem acesso a vários recursos físicos, financeiros, humanos e tecnológicos, que são considerados decisivos para o desenvolvimento e prosperidade de empresas, e podem ser vistos como capital estrutural fornecido pela incubadora (MACHADO *et al.*, 2016). A partir disso, as incubadas partilham diferentes experiências, preparando-as para competir no mercado profissional (ORTIGARA *et al.*, 2011).

Conforme Iacono e Nagano (2014), o processo de incubação envolve três fases: pré-incubação, incubação e pós-incubação. Na primeira fase, que pode ter a duração de três meses até um ano, a incubada aprimora seu plano de negócios, realiza a pesquisa de mercado e começa a se preparar para gerir seu negócio. Na fase de incubação, que geralmente dura cerca de dois anos, a incubada passa a utilizar a infraestrutura e serviços que a incubadora oferece e começa a desenvolver o plano de negócios. A última fase, a de pós-incubação, ou também chamada de graduação, caracteriza a maturidade da incubada e objetiva reduzir o impacto da desvinculação da incubadora.

Uma incubadora, segundo a ANPROTEC (2012), é classificada de acordo com o tipo de empreendimento que ela abriga. De acordo com o autor, uma incubadora pode ser: tecnológica (aquelas que abrigam empreendimentos no qual seus produtos e processos são resultados de pesquisa científica), tradicional (abrange empreendimentos ligados direto aos setores da economia que utilizam tecnologias já existentes para agregar valor aos seus produtos e serviços) e mista (abriga empresas tanto de bases tecnológicas como tradicionais).

2.3 PORTFÓLIO DE PROJETOS

Portfólio de projetos é um conjunto de projetos ou programas que são reunidos para facilitar, simultaneamente, a implementação de um gerenciamento eficaz e a obtenção dos objetivos estratégicos da organização (PMI, 2013). Esses projetos podem ser organizados por setor ou envolver toda a empresa (XAVIER *et al.*, 2009).

O gerenciamento de portfólio de projetos tem como objetivo garantir que seus projetos sejam analisados, que os recursos da organização sejam priorizados e que seja possível alinhar os projetos às estratégias da organização (PMI, 2008). Segundo Barros, Silva e Mello (2010), um bom envolvimento dos projetos com as estratégias da organização possibilita que os

recursos humanos e financeiros sejam dirigidos adequadamente aos projetos que atendem à estratégia da organização.

Quando a gestão do portfólio é realizada de maneira eficaz, pode-se reduzir o desperdício oriundo da má alocação dos recursos em projetos que não correspondam às estratégias da organização e desperdícios com a presença de um número elevado de projetos ativos e em andamento que não acrescentam valor aos negócios (KENDALL; ROLLINS, 2003). É pertinente salientar que uma gestão de portfólio insatisfatória pode causar prejuízos também com a não seleção e priorização de projetos mais rentáveis e correspondentes aos objetivos da organização.

De acordo com Kerzner (2002), os projetos estão presentes diariamente na rotina das organizações. E, por esse e outros motivos intrínsecos de cada projeto, selecionar adequadamente os projetos em uma organização é, a cada dia que passa, uma tarefa mais difícil. Em virtude da complexidade em selecionar os projetos, Meskendahl (2010) afirma que o processo de seleção está crescentemente sendo auxiliada por métodos de apoio à decisão.

2.4 PESQUISA OPERACIONAL

Criada para solucionar problemas de logística, natureza tática e estratégia militar, a Pesquisa Operacional (PO) surgiu durante a Segunda Guerra Mundial (1939-1945) na Alemanha (BELFIORE; FÁVERO, 2013; TAHA, 2008). Para Moreira (2016), a PO trata problemas de como conduzir e coordenar operações em uma organização, e ultimamente tem sido aplicada em diferentes áreas, como a indústria, telecomunicação, saúde, serviços públicos etc. Ainda segundo o autor, a observação inicial e a definição do problema estão entre as etapas mais importantes da solução de um problema através da PO.

A PO é, desde seu início, caracterizada como técnica ou método que objetiva otimizar as operações de uma empresa (ANDRADE, 2000). Hillier (2013) identificou dois importantes fatores no rápido crescimento da PO: o primeiro foi o vasto progresso das técnicas da PO; o segundo foi a revolução computacional, que trouxe consigo o grande volume de processamento de cálculos e acabou por facilitar o tratamento dos problemas complexos estudados pela PO.

Em termos gerais, a PO utiliza de métodos científicos de apoio (modelos matemáticos, estatísticos e algoritmos computacionais) para tomada de decisões (BELFIORE; FÁVERO, 2013). Conforme Silva (1998), a PO consiste na representação de um sistema organizado com o apoio de um modelo que, por meio da experimentação, define a melhor forma de operar o sistema. O modelo é uma representação formal e simplificada do sistema real e este não pode

ser tão simples, de forma que induza erros em sua análise, e nem tão difícil de modo a ser inviável de se analisar (ALMEIDA, 2013; GOMES; GOMES, 2014).

Segundo Belfiore e Fávero (2012), existem três elementos principais em um modelo matemático. São eles:

- Variáveis de decisão e Parâmetros: as variáveis de decisão são as incógnitas, ou os valores desconhecidos, que serão identificados pela solução do modelo, podendo estas serem contínuas, discretas ou binárias. Já os parâmetros são os valores fixos previamente conhecidos do problema.
- Função Objetivo: é uma função de caráter matemático que determina o valor-alvo que se pretende alcançar, considerando as variáveis de decisão e os parâmetros. A função objetivo pode ser de maximização ou de minimização.
- Restrições: podem ser caracterizados como um conjunto de equações e inequações que as variáveis de decisão do modelo devem satisfazer.

Com o surgimento de problemas mais complexos, principalmente os que envolvem a tomada de decisão multicritério, nota-se a necessidade de analisar e estudar métodos que facilitem sua resolução. Assim, conceitos e ferramentas sobre a decisão multicritério são tratados a seguir.

2.5 DECISÃO MULTICRITÉRIO

O Apoio Multicritério a Decisão - AMD é uma das áreas da Pesquisa Operacional onde reúne um conjunto de métodos aplicados aos problemas de decisão com diferentes objetivos (GOMES; GOMES, 2014), que, através do uso de modelos matemáticos, auxilia o decisor com recomendações que tornam a tomada de decisão mais clara, considerando as preferências das partes envolvidas (LIMA *et al.*, 2012). De acordo com Belton e Stewart (2002), o objetivo da AMD é auxiliar tomadores de decisão a organizar informações e opiniões de forma estes estejam confiantes para a tomada da decisão, diminuindo, com isso, erros e arrependimentos sobre a avaliação dos critérios envolvidos.

Gomes e Gomes (2014) dizem que, entre as vantagens da utilização da AMD, pode-se apontar a capacidade de estruturar problemas complexos de formas simples levando em consideração todas as possibilidades de resultados, e o fato de conseguir trabalhar e considerar as subjetividades e incertezas do processo de tomada de decisão. Os autores ressaltam que o AMD não pretende apontar uma solução ou única verdade para o problema, e sim apoiar o

processo de tomada de decisão através de recomendações de ações para a escolha da melhor alternativa.

Belton e Stewart (2002) classificam os problemas analisados pela decisão multicritério em seis categorias:

- Problemática da escolha: efetua uma escolha simples dentre várias alternativas;
- Problemática de classificação: agrupa ações em classes ou categorias;
- Problemática da ordenação: estabelece uma ordem de preferência das ações;
- Problemática da descrição: descreve as ações e suas respectivas consequências sistematicamente, de forma que facilite a avaliação do decisor;
- Problemática de design: identifica ou cria novas alternativas de decisão visando atingir metas expressas durante o processo; e
- Problemática de portfólio: trata da escolha de um conjunto de alternativas dentre um conjunto maior de possibilidades.

Um fator que influencia diretamente o processo decisório de múltiplos critérios é o método adotado, que, segundo Almeida (2013), depende de diversos aspectos, tais como particularidades e características do problema. Outros fatores, como conhecimento sobre o ambiente, necessidade de justificar a decisão para outros, importância de uma decisão mais precisa e o desejo de minimizar conflitos, também são apontados por Goodwin e Wright (2004). A seguir são descritos alguns métodos, que são classificados por Vincke (1992) em três famílias:

- Teoria da utilidade multiatributo: essa família, inspirada na Escola Americana, tem como princípio o conceito de agregação de diferentes critérios em uma única função a ser otimizada. Pertencem a essa família os métodos AHP, SMART e SMARTS.
- Métodos de sobreclassificação: os métodos da segunda família são inspirados na Escola Francesa e fazem uso das relações de sobreclassificação, que representa a preferência do tomador de decisão. Os métodos mais conhecidos dessa família são o ELECTRE e PROMETHEE;
- Programação matemática multiobjetivo: os métodos dessa família buscam encontrar uma solução ótima para a função objetivo, porém muitas vezes a solução deles são complexas.

Um aspecto importante na diferenciação dos métodos multicritérios é quanto à compensação dos atributos, onde estes podem ser compensatórios (teoria da utilidade

multiatributo) ou não compensatórios (métodos de sobreclassificação). A seguir é apresentado o método utilizado como ferramenta nesse estudo,

2.5.1 PROMETHEE

O método PROMETHEE (*Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations*), apresentado por Brans e Vincke (1985), é um dos principais métodos multicritérios de sobreclassificação. Segundo Vincke (1992), este método compreende conceitos e parâmetros que envolvem interpretações físicas e econômicas, que facilmente são entendidas pelos decisores.

Uma vantagem do método PROMETHEE, citada por Silva, Moraes e Almeida (2010) é a forma de avaliação dos critérios pelas funções de preferência, já que esta, além de favorecer a melhor compreensão e percepção dos tomadores de decisão nas avaliações de cada alternativa, ela não permite que largas vantagens entre as alternativas sejam compensadas.

A família PROMETHEE é composta por uma série de métodos, sendo eles (ROY, 1996; BELTON; STEWART, 2002; VINCKE, 1992; ALMEIDA; COSTA, 2002):

- PROMETHEE I: aborda a problemática de escolha e determina uma pré-ordem parcial de preferência;
- PROMETHEE II: aborda a problemática de ordenação e escolha e estabelece uma pré-ordem completa entre as alternativas;
- PROMETHEE III: amplia a noção de indiferença e aborda os fluxos de forma probabilística;
- PROMETHEE IV: estabelece uma pré-ordem completa ou parcial, através da problemática de escolha e ordenação em situações, onde o conjunto de soluções viáveis é contínuo;
- PROMETHEE V: utiliza, do PROMETHEE II, a ordem completa entre as alternativas e introduz restrições do problema, utilizando otimização inteira;
- PROMETHEE VI: aborda a problemática de escolha e ordenamento, em situações em que o decisor não consegue determinar o valor fixo do peso de cada critério, ou seja, o decisor é isento da função de atribuir pesos nos critérios; e
- PROMETHEE GAIA: esse método realiza a extensão dos resultados do PROMETHEE, através de procedimentos visual e interativo.

Os métodos de agregação multicritério selecionados para a resolução do problema desse trabalho foi o PROMETHEE V e o PROMETHEE GDSS. A seguir, são descritas algumas considerações sobre os métodos.

2.5.1.1 PROMETHEE V

O método da família PROMETHEE que aborda a problemática de portfólio é o PROMETHEE V, a partir da combinação do método PROMETHEE II otimizado com a utilização da programação linear inteira para a problemática de portfólio (BRANS; MARESCHAL, 1992; ALMEIDA, 2010).

A avaliação do PROMETHEE I inicia com a definição das alternativas e critérios, com seus devidos pesos de acordo com a preferência do decisor. A partir dos pesos designados pelo decisor, é possível obter o grau de sobreclassificação $\pi(a,b)$ do critério “a” em relação à “b”, de acordo com a equação abaixo (ALMEIDA, 2013):

$$\pi(a,b) = \frac{1}{P} \sum_{j=1}^n p_j F_j(a,b) \quad (1)$$

onde:

$$P = \sum_{j=1}^n p_j \quad (2)$$

A função de diferença $g_i(a) - g_i(b)$ é representada através de $F_i(a,b)$. Em casos simples, $F_i(a,b) = 1$, quando $g_i(a) > g_i(b)$, caso contrário $F_i(a,b) = 0$. Essa função mostra como a preferência do decisor se altera com a diferença entre os níveis de desempenho de duas alternativas no critério $F_i(a,b)$ (BRANS; VINCKE, 1985).

Para encontrar o valor da função $F_j(a,b)$, segundo Almeida (2011), existem seis formas básicas, onde o decisor poderá representar suas preferências de acordo com os seus critérios. As seis formas básicas estão no Quadro 1:

Quadro 1: Funções de preferências para os critérios.

Tipo de critério	Função	Valor F
Critério usual	$[g_i(a) - g_i(b)] > 0$ $[g_i(a) - g_i(b)] \leq 0$	$F_i(a, b) = 0$ $F_i(a, b) = 1$
Quase-critério (q)	$[g_i(a) - g_i(b)] > q$ $[g_i(a) - g_i(b)] \leq q$	$F_i(a, b) = 0$ $F_i(a, b) = 1$
Limiar de preferência (p)	$[g_i(a) - g_i(b)] > p$ $[g_i(a) - g_i(b)] \leq p$ $[g_i(a) - g_i(b)] \leq 0$	$F_i(a, b) = 1$ $F_i(a, b) = \frac{[g_i(a) - g_i(b)]}{p}$ $F_i(a, b) = 0$
Pseudo-critério (p) e (q)	$ g_i(a) - g_i(b) > p$ $q < g_i(a) - g_i(b) \leq p$ $ g_i(a) - g_i(b) \leq q$	$F_i(a, b) = 1$ $F_i(a, b) = \frac{1}{2}$ $F_i(a, b) = 0$
Área de indiferença	$ g_i(a) - g_i(b) > p$ $q < g_i(a) - g_i(b) \leq p$ $ g_i(a) - g_i(b) \leq q$	$F_i(a, b) = 1$ $F_i(a, b) = \frac{\{ g_i(a) - g_i(b) - q\}}{(p - q)}$ $F_i(a, b) = 0$
Critério Gaussiano	$[g_i(a) - g_i(b)] > 0$ $[g_i(a) - g_i(b)] \leq 0$	A preferência aumenta segundo uma distribuição normal. $F_i(a, b) = 0$

Fonte: Almeida (2011).

Depois de encontrar $\pi(a,b)$, pode-se obter o fluxo de saída (fluxo positivo) e o fluxo de entrada (fluxo negativo) que, respectivamente, expressam o quanto uma alternativa sobreclassifica todas as outras e o quanto uma alternativa é sobreclassificada pelas demais. Os fluxos podem ser determinados pelas Equações (3) e (4):

$$\phi^+(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{b \in A} \pi(a, b) \quad (3)$$

$$\phi^-(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{b \in A} \pi(a, b) \quad (4)$$

A diferença entre os dois fluxos é utilizada pelo PROMETHEE II para definir o *ranking* das alternativas, de forma que as alternativas que admitirem o maior fluxo líquido irão obter as melhores posições no *ranking*, sendo ele definido por:

$$\varphi(a) = \varphi^+(a) - \varphi^-(a) \quad (5)$$

Logo após a geração da ordem das alternativas pelo PROMETHEE II, utiliza-se a programação linear inteira binária para a otimização dos fluxos líquidos já obtidos, conforme descrito abaixo (BRANS; MARESCHAL, 1992):

$$\text{máx} \left\{ \sum_i \phi_i x_i \right\} \quad (6)$$

$$\text{s. a.:} \sum_r \delta_{ri} x_i \sim \varphi_r \quad (7)$$

Onde:

- $x_i = 1$, se x_i for selecionada;
- $x_i = 0$, se x_i não for selecionada;
- “ $\sim$ ” pode representar “=”, “ $\geq$ ” ou “ $\leq$ ”;
- ϕ_i é o fluxo líquido da alternativa x_i ;
- φ_r é o valor referente à restrição r;
- δ_{ri} é a contribuição da alternativa x_i na restrição r.

2.5.1.2 PROMETHEE GDSS

O método PROMETHEE GDSS (*Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations – Group Decision Support System*) foi proposto por Macharis, Brans e Mareschal (1998) e é um dos tantos métodos existentes na literatura que tratam de tomada de decisão em grupo, nos casos em que objetivos individuais de cada decisor diferem dos objetivos dos demais decisores.

De acordo com Macharis, Brans e Mareschal (1998), algumas etapas devem ser realizadas na aplicação do PROMETHEE GDSS:

1. Reunir/apresentar os facilitadores, os decisores e outros especialistas envolvidos no processo decisório;
2. Descrever detalhadamente o problema encontrado;
3. Gerar todas as alternativas para o problema;
4. Definir quais alternativas serão analisadas no método;
5. Analisar aspectos relevantes das alternativas;
6. Definir os critérios de avaliação utilizados na avaliação de cada alternativa;

7. Definir os pesos dos critérios, utilizando a metodologia do PROMETHEE, onde cada decisor definirá os pesos de importância de cada um dos critérios (o decisor deverá atribuir peso zero para aqueles critérios que considere pouco relevante);
8. Definir as funções de preferência de cada critério (como ocorre no método PROMETHEE);
9. Analisar individualmente os fluxos líquidos oriundos do *ranking* parcial do PROMETHEE I e o *ranking* completo do PROMETHEE II. O objetivo dessa etapa é evidenciar, para os decisores, o comportamento de cada alternativa diante dos pesos estabelecidos por eles;
10. Utilizar os fluxos líquidos individuais de cada decisor para cada alternativa para a construção de uma matriz de avaliação para o grupo, considerando, assim, os aspectos individuais de cada decisor; e
11. Obtenção do fluxo líquido global e, conseqüentemente, o *ranking* global.

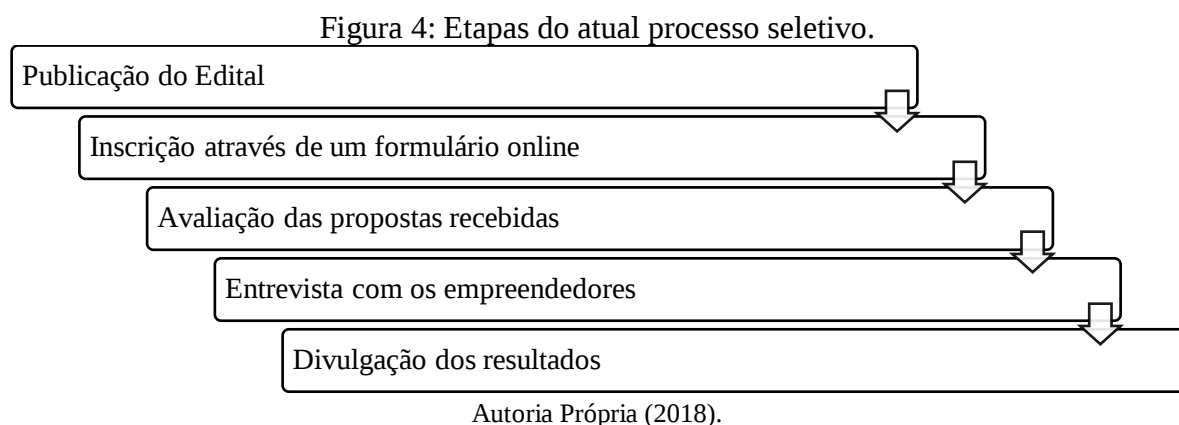
No capítulo a seguir são descritos dois processos seletivos que ocorrem em uma incubadora de empresas: o primeiro trata-se da seleção para a fase de pré-incubação e o segundo refere-se a seleção na fase de incubação.

3 PROCESSO SELETIVO PARA INCUBAÇÃO: ESTUDO DE CASO EM UMA INCUBADORA

Para que uma empresa seja efetivamente incubada, esta deve participar de dois processos seletivos: o primeiro é referente à etapa inicial de pré-incubação; o segundo, realizado somente após a finalização da etapa de incubação anterior, é utilizado para a etapa de incubação.

Ambos os processos seletivos são realizados através do mesmo edital de abertura de processo de inscrição, seleção e admissão de propostas de projetos. Geralmente, esse edital ocorre a cada dois anos, a depender do desenvolvimento dos projetos já incubados e da disponibilidade de estrutura e equipe para orientação.

O processo para a fase de pré-incubação é dividido em 5 etapas. Inicialmente, o edital é publicado e é fornecido o link para a inscrição em um formulário online. Nele, os empreendedores descrevem várias informações referentes à ideia empreendedora, para que os avaliadores possam conhecer e analisar cada uma individualmente. Buscando uma análise melhor de cada proposta, já que, por se tratarem de ideias inovadoras, nem sempre são claras o suficiente nos formulários, os responsáveis pelo empreendimento são entrevistados pessoalmente por cada avaliador. Por fim, o resultado é obtido através de uma média aritmética das notas definidas por cada avaliador e faz-se a divulgação dos resultados. O processo para a fase de pré-incubação ocorre conforme a Figura 4.



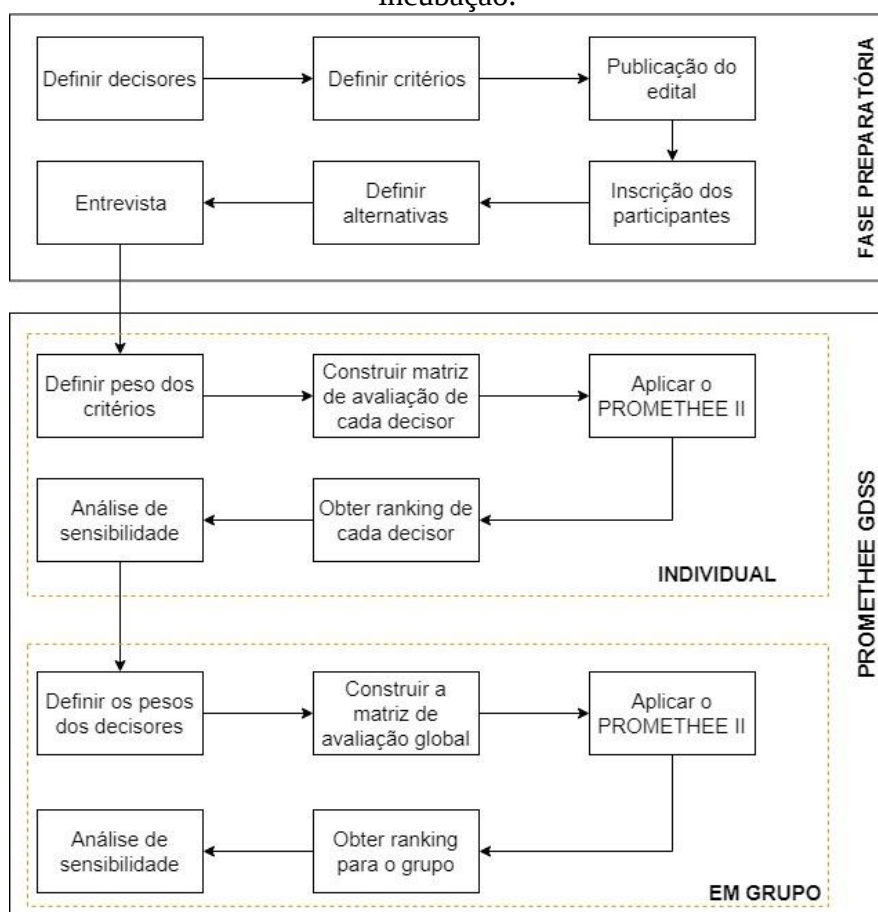
O processo realizado na etapa de incubação ocorre de maneira similar, alterando-se apenas a entrevista por uma apresentação oral, pelo responsável do empreendimento, do modelo de negócio.

No próximo capítulo são propostos modelos de seleção de projetos que podem ser aplicados em incubadoras de empresas, mais especificamente nos processos de pré-incubação e incubação.

4 MODELOS MULTICRITÉRIO PARA SELEÇÃO DE PORTFÓLIO DE PROJETOS EM UMA INCUBADORA

Nesse trabalho serão propostos dois modelos multicritério: o primeiro, utilizado na seleção de projetos na etapa de Pré-incubação, realizada por mais de um decisor; e o segundo utilizado na etapa de incubação, considerando um decisor único. Ambos os modelos são descritos nas Figuras 5 e 6, respectivamente.

Figura 5: Proposta de modelo multicritério para seleção de projetos na etapa de Pré-incubação.



Autoria Própria (2018).

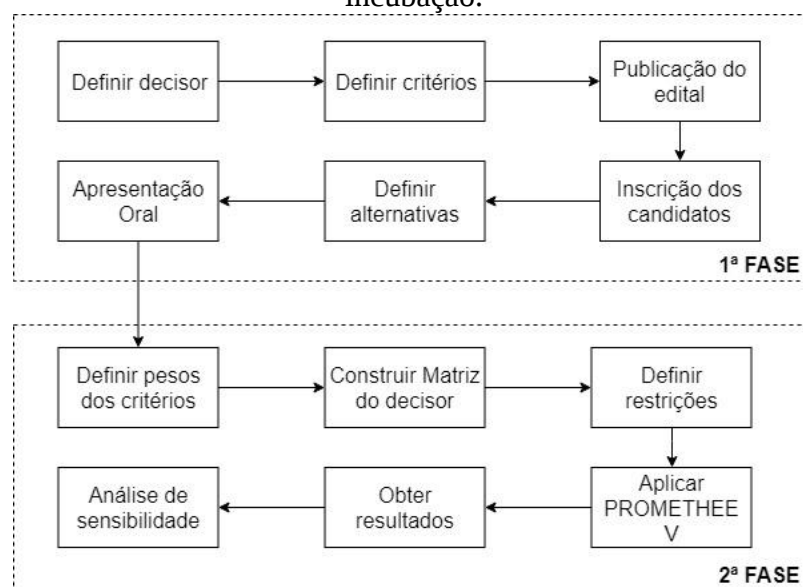
A seleção de projetos na etapa de pré-incubação ocorre em duas fases: a preparatória e a aplicação do PROMETHEE GDSS. Na fase preparatória, inicialmente, são definidos tanto os decisores que irão participar do processo de tomada de decisão, como os critérios mais adequados para avaliar os projetos. Como a etapa de pré-incubação é avaliada por um grupo de decisores, deve ser utilizado o método PROMETHEE GDSS, pois este considera os critérios e parâmetros individuais de cada decisor. Definidos os decisores e os critérios, o edital de inscrição é então publicado contendo todas as informações referentes ao processo seletivo e é disponibilizado um formulário eletrônico para o cadastro dos empreendedores, onde os mesmos

devem apresentar as informações necessárias para a avaliação. Nessa etapa do processo, a partir da validação das inscrições, são obtidas as alternativas que farão parte do modelo. Os responsáveis pelos projetos inscritos devem passar por uma entrevista presencial para explicar a ideia inovadora e empreendedora do projeto.

Inicia-se a fase individual da aplicação do PROMETHEE GDSS. Nela, os pesos de cada critério para cada decisor devem ser definidos. Assim, com os parâmetros definidos e com os resultados da entrevista, é possível construir a matriz de avaliação individual de cada decisor. Procede-se a aplicação do método PROMETHEE II, primeira etapa do PROMETHEE GDSS, para obtenção dos *rankings* individuais e, ao fim, realiza-se a análise de sensibilidade dos resultados obtidos, de modo a se verificar a robustez dos mesmos, através dos impactos que a modificação nos pesos gera nos resultados. Na fase em grupo, define-se o peso dos decisores e constrói-se a matriz de avaliação global a partir da agregação dos *rankings* individuais de cada decisor. Como parte do PROMETHEE GDSS, o PROMETHEE II é novamente aplicado considerando os decisores como um critério. O *ranking* para o grupo é obtido e procede-se com a realização de análise de sensibilidade, de maneira semelhante à realizada no fim da fase individual.

O modelo multicritério proposto para a etapa de incubação (Figura 6) ocorre em duas fases. Na primeira, são definidos os decisores e os critérios que serão utilizados na avaliação dos projetos para compor o portfólio da incubadora.

Figura 6: Proposta de modelo multicritério para etapa de seleção de projetos de portfólio para incubação.



Autoria Própria (2018).

O edital é publicado e é disponibilizado um formulário online para inscrição dos projetos que, obrigatoriamente, concluíram a pré-incubação. Na sequência ocorre a apresentação dos projetos. Por fim, prepara-se para a aplicação do método.

A segunda fase do modelo inicia com a definição dos pesos dos critérios selecionados para esse processo seletivo. A partir dos resultados da apresentação oral, a matriz de avaliação do decisor deve ser construída e as restrições devem ser definidas. Aplica-se o PROMETHEE V e os resultados são obtidos, identificando, assim, os projetos que mais se adequam aos critérios e parâmetros estabelecidos, sendo estes os melhores para compor o portfólio de projetos da incubadora.

A seguir, tem-se a aplicação dos modelos propostos para seleção de projetos em uma incubadora.

5 APLICAÇÃO DO MODELO

A seguir, estão expostos os resultados obtidos a partir da aplicação do modelo proposto no capítulo anterior. Os dados utilizados na aplicação do modelo da pré-incubação são reais e referem-se à última seleção de uma incubadora, realizada em julho de 2018. Para a implicação do modelo proposto para a fase de incubação, foram utilizados dados fictícios, já que essa seleção só será realizada no ano de 2019. A empresa, entretanto, não permitiu que seu nome fosse divulgado no trabalho

5.1 APLICAÇÃO DO MODELO MULTICRITÉRIO PARA SELEÇÃO DE PROJETOS NA FASE DE PRÉ-INCUBAÇÃO

Como visto no capítulo anterior, a seleção de projetos na etapa de pré-incubação iniciou com a definição dos decisores. Para essa etapa do processo seletivo, foram definidos três integrantes do setor administrativo, entre eles dois professores universitários e um administrador. Estes foram chamados de D1, D2 e D3. Definidos os decisores, cinco critérios foram analisados, conforme mostra o Quadro 2.

Quadro 2: Critérios utilizados na aplicação do modelo multicritério na fase de pré-incubação.

Código	Critério	Descrição do critério	Máx./Mín.	Escala
C1	Tempo	Disponibilidade de tempo para se dedicar a empreender	Máx.	Quantitativa
C2	Aspecto inovador	Identificação do problema, aspecto inovador e potencial de negócio da ideia	Máx.	Quantitativa
C3	Financeiro	Expectativa de necessidade de recurso financeiro	Máx.	Quantitativa
C4	Clientes	Identificação dos potenciais clientes	Máx.	Quantitativa
C5	Sócios	Identificação do papel de cada “sócio”	Máx.	Quantitativa

Autoria Própria (2018).

Todos os critérios foram de maximização pelo fato dos avaliadores considerarem notas de 0 à 10, de forma que 0 é a pior nota e 10 é a maior. Consequentemente, todos os critérios foram quantitativos. Definidos os decisores e os critérios, o edital foi publicado e os projetos foram inscritos via formulário online. Nesse momento foram definidas as alternativas, sendo, nesse caso, os 18 projetos inscritos, nomeados aqui de A1 à A18. A entrevista com os candidatos foi marcada.

Um passo importante no modelo proposto é a definição do peso dos critérios. Nesse caso, segundo as informações obtidas na incubadora, todos os critérios possuem o mesmo peso, fato justificado pela simplicidade do atual processo seletivo, havendo possibilidade de, futuramente, estes possuírem pesos diferentes.

O passo seguinte foi a construção da matriz de avaliação individual de cada decisor. Um projeto foi desclassificado por não comparecimento a entrevista, etapa classificatória e eliminatória no processo. Para fins práticos e visuais, o Quadro 3 mostra apenas a matriz do decisor 1.

Quadro 3: Matriz de avaliação do decisor 1.

Alternativa	C1	C2	C3	C4	C5
A1	10	8	9	9	9
A2	10	10	10	10	10
A3	9	6	8	6	6
A4	10	7	7	8	8
A5	8	6	6	7	7
A6	9	7	8	7	7
A7	9	7	8	7	7
A8	9	7	7	7	7
A9	9	8	6	9	7
A10	8	7	8	7	8
A11	7	9	9	8	7
A12	9	7	7	5	9
A13	10	6	7	7	7
A14	9	10	10	10	9
A15	8	8	8	8	8
A16	9	9	8	8	7
A17	9	6	6	6	6

Autoria Própria (2018).

Definidos todos os parâmetros do processo, foi aplicado o método PROMETHEE II, através do software Visual PROMETHEE. Nessa etapa, o software calculou os fluxos líquidos individuais dos decisores e, a partir disso, obteve-se o *ranking* individual de cada decisor.

Analisando o Quadro 4, percebe-se que quando os fluxos líquidos dos decisores são comparados uns com os outros, estes divergem consideradamente, acabando por influenciar diretamente no *ranking*. Nota-se também que somente A2 obteve a mesma posição em todos os decisores.

Quadro 4: Fluxo líquido de cada alternativa para cada decisor.

Decisor 1			Decisor 2			Decisor 3		
Ranking	Alternativa	Phi	Ranking	Alternativa	Phi	Ranking	Alternativa	Phi
1°	A2	0,93	1°	A2	0,94	1°	A2	1,00
2°	A14	0,71	2°	A14	0,79	2°	A13	0,63
3°	A1	0,66	3°	A16	0,53	3°	A14	0,31
4°	A4	0,18	4°	A15	0,39	4°	A11	0,18
4°	A16	0,18	5°	A6	0,10	5°	A9	0,15
6°	A15	0,10	5°	A11	0,10	5°	A16	0,15
7°	A11	0,08	7°	A7	-0,03	7°	A3	0,11
8°	A9	-0,03	8°	A12	-0,05	8°	A4	0,04
9°	A6	-0,13	9°	A4	-0,09	9°	A8	-0,11
0°	A7	-0,13	10°	A3	-0,24	10°	A1	-0,16
11°	A10	-0,14	10°	A9	-0,24	11°	A6	-0,20
12°	A12	-0,18	12°	A8	-0,28	12°	A7	-0,21
13°	A13	-0,21	13°	A1	-0,35	13°	A12	-0,28
14°	A8	-0,25	14°	A10	-0,39	14°	A5	-0,35
15°	A3	-0,48	14°	A13	-0,39	15°	A10	-0,36
16°	A5	-0,61	14°	A17	-0,39	16°	A15	-0,39
17°	A17	-0,69	17°	A5	-0,41	17°	A17	-0,50

Autoria Própria (2018).

Foi realizada uma análise de sensibilidade alterando-se em 20% o valor dos pesos de cada critério, tanto para mais quanto para menos, buscando com isso evidenciar o vigor dos resultados obtidos. Para D2 e D3, a alteração nos pesos modificou levemente a ordem de preferência destes, haja visto que poucas posições sofreram alterações, na ordem de 4 ou 5. Entretanto, para D1, a alteração no peso dos critérios influenciou bastante a ordem de preferência, tanto quando foi alterado para mais, quanto para menos, havendo a alteração de quase todas as posições do *ranking*. Essa situação ocorreu devido à semelhança nas notas dadas por esse decisor em todos os critérios, evidenciando a necessidade e importância de definir corretamente o peso dos critérios.

Finalizada a fase individual do modelo, pode-se iniciar a fase em grupo, segunda etapa da aplicação do PROMETHEE GDSS. Nela, o método agregou as informações de cada fluxo individual dos decisores em uma nova matriz, possibilitando obter a ordem de preferência para o grupo, de forma que atenda os critérios e parâmetros de todos os decisores. Neste caso, a influência dos três tomadores de decisão foi considerada igual, ou seja, com o mesmo peso.

O *ranking* obtido para o grupo está apresentado no Quadro 5. Comparando o Quadro 5 com o Quadro 4, é possível perceber que o *ranking* do grupo obteve 6, 3 e 5 posições iguais, respectivamente, ao *ranking* individual dos decisores D1, D2 e D3. A alternativa A2

permaneceu na 1ª colocação desde o resultado da primeira fase até o da segunda fase. Nota-se também que os fluxos líquidos são semelhantes.

Quadro 5: *Ranking* e fluxo líquido para o grupo.

Ranking	Alternativa	Phi
1º	A2	1,00
2º	A14	0,83
3º	A16	0,58
4º	A11	0,44
5º	A4	0,23
6º	A9	0,13
7º	A1	0,04
8º	A6	0,04
9º	A15	0,04
10º	A7	-0,06
11º	A13	-0,13
12º	A3	-0,23
13º	A12	-0,25
14º	A8	-0,33
15º	A10	-0,58
16º	A5	-0,83
17º	A17	-0,92

Autoria Própria (2018).

Os dados utilizados nessa etapa foram oriundos de um processo seletivo real de uma incubadora, possibilitando comparar os resultados finais, como mostra no Quadro 6.

Quadro 6: *Ranking* obtido no processo seletivo real e o obtido pelo modelo proposto.

Ranking	Seleção atual	Modelo Proposto
1º	A2	A2
2º	A14	A14
3º	A16	A16
4º	A11	A11
5º	A15	A4
6º	A9	A9
7º	A13	A1
8º	A6	A6
9º	A1	A15
10º	A4	A7
11º	A7	A13
12º	A3	A3
13º	A8	A12
14º	A12	A8
15º	A10	A10
16º	A5	A5
17º	A17	A17

Autoria Própria (2018).

Pelo Quadro 6, percebe-se que, das 17 posições do *ranking*, 10 obtiveram a mesma posição no processo atual e no modelo proposto, dentre estas, as 3 melhores e 3 piores colocações.

5.2 APLICAÇÃO DO MODELO MULTICRITÉRIO PARA SELEÇÃO DE PROJETOS DE PORTFÓLIO NA FASE DE INCUBAÇÃO

O processo iniciou com a definição do decisor que, nesse caso, por se tratar de seleção para compor portfólio de projetos, deverá ser único. Assim, caso haja mais de um, para a aplicação do modelo proposto, deve haver o consenso de pesos, notas e parâmetros. A definição dos critérios de avaliação pode ser observada no Quadro 7.

Quadro 7: Critérios considerados na tomada de decisão na fase de incubação.

Código	Critério	Descrição do critério	Máx./Mín.	Escala
C1	Comprometimento	Comprometimento com o empreendimento	Máx.	Quantitativa
C2	Diferencial	Definição e diferenciais dos produtos	Máx.	Quantitativa
C3	Financeiro	Estimativa dos custos operacionais e do capital necessário	Máx.	Quantitativa
C4	Mercado	Conhecimento do mercado	Máx.	Quantitativa
C5	Ambiente	Modelo organizacional	Máx.	Quantitativa

Autoria Própria (2018).

Em seguida, o edital foi publicado e os projetos puderam se inscrever no formulário online. As alternativas foram definidas de acordo com os projetos inscritos e com uma condicionante fundamental: ter realizado a fase de pré-incubação. Após isso, definiu-se o conjunto de alternativas, onde para efeitos de simulação, foram as 17 selecionadas na fase anterior, cuja nomenclatura foi de A1 à A17. Realizou-se, então, a apresentação oral do modelo de negócio pelos responsáveis dos projetos.

O decisor, por considerar os cinco critérios igualmente importantes, definiu o peso de todos eles iguais. Quanto à escala, os critérios são todos quantitativos, ocorrendo devido estes serem avaliados com notas de 0 à 10, sendo 0 a pior nota e 10 a maior. A função usual do método foi a função de preferência. Esta identifica que qualquer diferença na avaliação das alternativas para com os critérios representa preferência do tomador de decisão. Definidos todos os parâmetros, foi construída a matriz de avaliação do decisor (Quadro 8).

Quadro 8: Matriz de avaliação do decisor.

Alternativa	C1	C2	C3	C4	C5
A1	9,0	10,0	8,5	10,0	9,0
A2	9,0	9,5	10,0	9,0	9,0
A3	8,5	9,5	8,0	9,0	9,0
A4	9,0	10,0	9,5	8,5	7,0
A5	8,5	8,0	9,5	9,0	8,5
A6	7,5	10,0	7,0	7,0	7,0
A7	10,0	8,5	9,5	7,5	9,0
A8	6,0	9,0	8,0	9,0	8,0
A9	5,0	9,5	8,5	10,0	8,0
A10	9,0	10,0	9,5	9,0	10,0
A11	6,5	9,0	9,0	7,0	9,5
A12	8,0	8,5	9,5	6,0	7,0
A13	9,5	9,0	8,5	8,0	10,0
A14	8,0	9,0	9,0	7,5	9,0
A15	4,0	8,5	7,0	10,0	7,0
A16	9,8	10,0	9,5	9,0	7,0
A17	9,0	9,5	9,0	9,5	7,0

Autoria Própria (2018).

O passo seguinte foi a definição das restrições. Aqui, foi considerado como restrição apenas o orçamento monetário da incubadora para com os projetos inscritos, sendo este de R\$30.000,00. Em seguida, considerando os parâmetros definidos e a quantidade mínima de 4 e a máxima de 8 projetos, aplicou-se o PROMETHEE V. Os projetos que melhor compuseram o portfólio de projetos foram apresentados no Quadro 9.

Quadro 9: Projetos que melhor irão compor o portfólio de projetos da incubadora.

Alternativa	Fluxo líquido
A1	0,400
A2	0,425
A4	0,150
A7	0,125
A10	0,562
A13	0,125
A16	0,337
A17	0,100

Autoria Própria (2018).

Buscando analisar a influência dos pesos dos critérios no resultado final, estes foram alterados 20% para mais e para menos. Percebeu-se que a mudança nos pesos modificou o

resultado final, evidenciando a importância do decisor em definir corretamente o peso dos critérios.

No capítulo seguinte, são realizadas as considerações finais acerca do estudo desenvolvido.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vista o aumento na quantidade de incubadoras de empresas e o aumento da oferta de projetos inovadores, bem como a importância de selecionar corretamente o portfólio de projetos, esse trabalho propôs modelos multicritério de apoio à decisão, descritos no capítulo 6, para fundamentar a decisão dos avaliadores no processo de seleção de projetos para compor o portfólio. Os modelos foram propostos de acordo com o atual processo seletivo da incubadora analisada no estudo de caso, levando em consideração as lacunas, particularidades e critérios do atual processo seletivo da incubadora, atingindo, com isso, os objetivos específicos do trabalho.

O primeiro modelo foi proposto para o processo seletivo de projetos para pré-incubação. Nele, foi utilizado o método PROMETHEE GDSS, apoiado pelo software Visual PROMETHEE, o que possibilitou, a partir da definição dos decisores, dos critérios e demais parâmetros do método, estabelecer os *rankings* individuais de cada decisor, bem como o *ranking* para o grupo. No *ranking* para o grupo, os projetos melhores avaliados foram os A2, A14 e A16, e o pior avaliado foi o A17. Como os dados utilizados nessa etapa foram obtidos do último processo seletivo de uma incubadora, foi possível comparar os dois resultados finais. Percebeu-se que houve várias semelhanças no resultado final, na ordem de 58,82%.

O segundo modelo foi proposto para a seleção dos projetos para compor o portfólio de projetos da incubadora. Diferentemente do primeiro, esse modelo utilizou o método PROMETHEE V, responsável por tratar especificamente de problemas de portfólio e de processos decisórios com apenas um decisor. Assim, caso essa seleção necessite de mais de um decisor, é necessário escolher outro método para tal. Com a aplicação do PROMETHEE V, foi possível identificar os projetos que melhor podem compor o portfólio de projetos, sendo eles o A1, A2, A4, A7, A16 e A17. Ao fim do modelo, foi realizada a análise de sensibilidade e esta permitiu evidenciar a importância dos pesos dos critérios na obtenção do resultado final.

Conclui-se, então, que a utilização dos métodos de apoio à decisão será de grande valia para melhorar os processos seletivos das incubadoras. Dessa forma, espera-se que este estudo ofereça uma ferramenta útil e de fácil aplicação, que contribua para a tomada de decisão mais consistente, diminuindo as incertezas da decisão nos processos de seleção de projetos.

6.1 SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

Como sugestão para trabalhos futuros, os modelos propostos poderiam ser adaptados para a aplicação de outros métodos multicritérios de apoio à decisão, possibilitando que os

resultados possam ser comparados e possibilite identificar o método que melhor se adapte ao processo e preferência dos decisor(es). Outra sugestão é adaptar o modelo proposto para a fase de incubação, de forma que este considere a tomada de decisão em grupo, já que nesse trabalho foi considerado um decisor único.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. T. de. **O conhecimento e o uso de métodos multicritério de apoio à decisão**. 2. ed. Recife: Editora Universitária UFPE, 2011.

ALMEIDA, A. T. de. **Processo de Decisão nas Organizações**. São Paulo: Atlas, 2013.

ALMEIDA, A. T. de; COSTA, A. P. C. S. Modelo de decisão multicritério para priorização de sistemas de informação com base no método PROMETHEE. **Gestão & Produção**, [s.l.], v. 9, n. 2, p.201-214, ago. 2002. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0104-530x2002000200007>.

ANDRADE, C. C. *et al.* Análise do capital institucional na incubadora de empresas de base tecnológica: um estudo de caso no município de Itajubá – MG. **Revista de Administração, Contabilidade e Economia da Fundace**, [s.l.], v. 7, n. 1, p.58-70, 11 mar. 2016. FUNDACE. <http://dx.doi.org/10.13059/racef.v7i1.218>. Disponível em: <<https://www.fundace.org.br/revistaracef/index.php/racef/article/view/218>>. Acesso em: 19 jun. 2018.

ANDRADE, E. L. **Introdução à pesquisa operacional**. Rio de Janeiro: LTC, 2000.

ARAÚJO, C.; BOAS, G. Políticas públicas e incubação de empresas: o caso do estado de São Paulo. **Revista Ciências Administrativas**, Fortaleza-CE, v. 19, n. 2, p.507-535, 20 dez. 2013. Fundacao Edson Queiroz. <http://dx.doi.org/10.5020/2318-0722.2013.v19n2p507>. Disponível em: <<http://periodicos.unifor.br/rca/article/view/3378>>. Acesso em: 05 jun. 2018.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE ENTIDADES PROMOTORAS DE EMPREENDIMIENTOS INOVADORES - ANPROTEC (Brasília). **Estudo de impacto econômico: segmento de incubadoras de empresas do Brasil**. 2016. Disponível em: <http://www.anprotec.org.br/Relata/18072016%20Estudo_ANPROTEC_v6.pdf>. Acesso em: 03 jun. 2018.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE ENTIDADES PROMOTORAS DE EMPREENDIMIENTOS INOVADORES - ANPROTEC. **Estudo, Análise e Proposições sobre as Incubadoras de Empresas no Brasil - Relatório Técnico**. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. – Brasília: Anprotec, 2012. 24 p. Disponível em: <http://www.anprotec.org.br/ArquivosDin/Estudo_de_Incubadoras_Resumo_web_2206_FIN_AL_pdf_59.pdf>. Acesso em: 17 jun. 2018.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE ENTIDADES PROMOTORAS DE EMPREENDIMIENTOS INOVADORES (ANPROTEC). **Estudo, Análise e Proposições sobre as Incubadoras de Empresas no Brasil – Relatório Técnico**. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. – Brasília: ANPROTEC, 2016.

BAGGIO, A. F.; BAGGIO, D. K. Empreendedorismo: conceitos e definições. **Revista de Empreendedorismo, Inovação e Tecnologia**, Passo Fundo, v. 1, n. 1, p. 25-38, jan. 2014. - ISSN 2359-3539. Disponível em:<<https://seer.imed.edu.br/index.php/revistasi/article/view/612/522>>. Acesso em 02 jun. 2018.

BARROS, A. A. de; PEREIRA, C. M. M. de A. Empreendedorismo e crescimento econômico: uma análise empírica. **Revista de Administração Contemporânea**, Curitiba, v. 12, n. 4, p.975-993, dez. 2008. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1415-65552008000400005>. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-65552008000400005&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 19 jun. 2018.

BARROS, L. A.; SILVA, C. E. S. da; MELLO, C. H. P. Identificação de fatores para a implementação de técnicas de gestão de portfólio de projetos: estudo de caso em uma empresa global do setor químico. **Revista Produção Online**, [s.l.], v. 10, n. 2, p.224-250, 4 nov. 2009. Associação Brasileira de Engenharia de Produção - ABEPRO. <http://dx.doi.org/10.14488/1676-1901.v10i2.248>.

BELFIORE, P.; FÁVERO, L. P. **Pesquisa Operacional: Para cursos de Engenharia**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

BELTON, V; STEWART, T. J. Multiple Criteria Decision Analysis, Kluwer Academic Publishers, 2002

BRANS, J. P.; MARESCHAL, B. PROMETHEE V: MCDM problems with segmentation constraints. **INFOR**, v. 30, n. 2, p. 85-96, 1992.

BRANS, J. P.; VINCKE, Ph.. A Preference Ranking Organisation Method. **Management Science**, [s.l.], v. 31, n. 6, p.647-656, jun. 1985. Institute for Operations Research and the Management Sciences (INFORMS). <http://dx.doi.org/10.1287/mnsc.31.6.647>.

CARVALHO, M. M. de; LOPES, P. V. B. V. L.; MARZAGÃO, D. S. L. Gestão de portfólio de projetos: contribuições e tendências da literatura. *Gestão & Produção*, 20(2), 433-453. 2013; <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-530X2013000200013>.

DORNELAS, J. C. A. **Empreendedorismo: transformando ideias em negócios**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2001.

GEM- Global Entrepreneurship Monitor. Empreendedorismo no Brasil (Relatório Executivo). 2017. Disponível em: http://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Anexos/Relat%C3%B3rio%20Executivo%20BRASIL_web.pdf.

GOMES, L. F. A. M.; GOMES, C. F. S. **Tomada de Decisão Gerencial: Enfoque Multicritério**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2014.

GOMES, L. F. A. M. *et al.* Uma Abordagem Multicritério para a Seleção de Ferramentas de Business Intelligence. **Revista Eletrônica de Sistemas de Informação**, v. 10, n. 2, 2011.

GOODWIN, P.; WRIGHT, G. **Decision analysis for management judgment**. John Willey, 2004.

HACKETT, S. M.; DILTS, D. M. A systematic review of business incubation research. **Journal of Technology Transfer**, Indianapolis, v. 29, n. 1, p. 55-82, 2004.

HILLIER, F. S. **Introdução à Pesquisa Operacional**. Porto Alegre: Mc Grawhill, 2013.

HISRICH, R. D.; PETERS, M. P. **Empreendedorismo**. 5 Ed. Porto Alegre, 2004.

IACONO, A.; NAGANO, M. S. Gestão da inovação em empresas nascentes de base tecnológica: evidências em uma incubadora de empresas no Brasil. **Interciência**. 2014; 39(5): 296-306.

KENDALL, G. I.; ROLLINS, S. C. **Advanced project portfolio management and the PMO: multiplying ROI at warp speed**. J. Ross Publishing, 2003.

KERZNER, H. **Gestão de Projetos: as melhores práticas**. Tradução de Marco Antônio Viana Borges, Marcelo Klippel e Gustavo Severo Borba. Porto Alegre: Bookman, 2002.

KERZNER, H. **Using the Project Management Maturity Model – Strategy Planning for Project Management**. 2. ed. United States of America: John Wiley & Sons, 2005.

LIMA, M. V. A. de *et al.* Apoio Multicritério na Gestão da Estrutura de Capital de Pequenas e Médias Empresas. **Revista Gestão & Tecnologia**, v. 12, n. 3, p. 146-173, 2012.

LINGFANG, L.; HONGLI, L. **Modeling and Measuring Intellectual Capital of Business Incubator. Proceedings** - 3rd International Conference on Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering, ICIII 2010 4, art. no. 5694852, pp. 79-82, 2010.

MACHADO, E. *et al.* Análise da influência do capital estrutural no sucesso de startups incubadas: uma pesquisa com 21 empreendedores. **International Journal Of Innovation**. Valdivia, vol. 4, núm. 1, p. 46-57. jun. 2016. Disponível em: <http://www.redalyc.org/pdf/4991/Resumenes/Resumo_499154041005_5.pdf>. Acesso em: 22 jun. 2018.

MACHARIS, C.; BRANS, J.; MARESCHAL, B. The GDSS PROMETHEE Procedure, **Journal of Decision Systems**, 7, 283-307, 1998.

MAS-VERDÚ, F.; RIBEIRO-SORIANO, Domingo; ROIG-TIERNO, Norat. Firm survival: The role of incubators and business characteristics. **Journal Of Business Research**, [s.l.], v. 68, n. 4, p.793-796, abr. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbusres.2014.11.030>. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0148296314003841>>. Acesso em: 11 jun. 2018.

MESKENDAHL, S. The influence of business strategy on project portfolio management and its success — A conceptual framework. **International Journal Of Project Management**, [s.l.], v. 28, n. 8, p.807-817, dez. 2010. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijproman.2010.06.007>. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0148296314003841>[HTTPdx.doi.org/10.1016/j.ijproman.2010.06.007](http://dx.doi.org/10.1016/j.ijproman.2010.06.007)>. Acesso em: 15 jun. 2018.

MOREIRA, D. A. **Pesquisa Operacional: curso introdutório**. São Paulo: Cengage Learning, 2016. 355 p.

ORTIGARA, A. A. *et al.* ANALYSIS BY CLUSTERING FACTOR PERFORMANCE BUSINESS INCUBATORS. **Review Of Administration And Innovation - Rai**, [s.l.], v. 8, n. 1, p.64-91, 19 maio 2011. Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade. <http://dx.doi.org/10.5773/rai.v8i1.390>. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/rai/article/view/79203>>. Acesso em: 07 jun. 2018.

Project Management Institute – PMI. Um guia do conjunto de conhecimentos em gerenciamento de projetos: Guia PMBOK (5. ed.). Pennsylvania, 2013.

Project Management Institute (PMI). A guide to the Project management body of knowledge (PMBOK Guide) –fourth edition. Pennsylvania, 2008.

ROY, B. **Multicriteria Methodology for decision Aiding**. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1996.

SCARPIN, M. R. S. *et al.* Desenvolvimento de um ambiente propício para inovação no setor de serviços: uma análise em empresas de serviços contábeis do vale do Itajaí - SC. **Revista de Contabilidade e Organizações**, [s.l.], v. 5, n. 13, p.104-108, 1 dez. 2011. <http://dx.doi.org/10.11606/rco.v5i13.34806>. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/273650119_Desenvolvimento_de_um_ambiente_propicio_para_inovacao_no_setor_de_servicos_uma_analise_em_empresas_de_servicos_conta_beis_do_vale_do_Itajai_-_SC>. Acesso em: 19 jun. 2018.

SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Sobrevivência das Empresas no Brasil. Brasília: Sebrae, 2016. Disponível em <<https://m.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Anexos/sobrevivencia-das-empresas-no-brasil-102016.pdf>>

SILVA, E. M. da *et al.* **Pesquisa Operacional: programação linear**. São Paulo: Atlas, 1998.

SILVA, V. B. S.; MORAIS, D. C.; ALMEIDA, A. T. **A multicriteria group decision model to support watershed committees in Brazil**, Water Resource Management, 24, p. 4075- 4091, 2010.

TAHA, H. A. **Pesquisa Operacional: uma visão geral**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2008.

VEDOVELLO, C.; FIGUEIREDO, P. N. INCUBADORA DE INOVAÇÃO: QUE NOVA ESPÉCIE É ESSA? **RAE-eletrônica**, [s.l.], v. 4, n. 1, p.01-02, jul. 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/raeel/v4n1/v4n1a06.pdf>>. Acesso em: 11 jun. 2018.

VINCKE, P. **Multicriteria decision aid**. John Wiley and Sons, 1992.

XAVIER, C. M. da S. *et al.* **Metodologia de Gerenciamento de Projetos METHODOWARE®**: abordagem prática de como iniciar, planejar, executar, controlar e fechar projetos. Rio de Janeiro: Brasport, 2009.