



Universidade de Brasília

Instituto de Ciências Exatas
Departamento de Ciência da Computação

**Gestão de Riscos como subsídio ao processo decisório
de análise de investimentos em novos projetos de
startups, com foco na metodologia PROMETHEE e
consenso de grupo**

Robério dos Santos

Dissertação apresentada como requisito parcial para a conclusão do
Mestrado Profissional em Computação Aplicada

Orientador

Prof. Dr. João Carlos Félix de Souza

Brasília
2024

Ficha catalográfica elaborada automaticamente,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

dD722g dos Santos , Robério
Gestão de Riscos como subsídio ao processo decisório de
análise de investimentos em novos projetos de startups, com
foco na metodologia PROMETHEE e consenso de grupo / Robério
dos Santos ; orientador João Carlos Félix de Souza. --
Brasília, 2024.
119 p.

Dissertação(Mestrado Profissional em Computação Aplicada)
-- Universidade de Brasília, 2024.

1. Gestão de Riscos. 2. Modelo de Decisão Multicritério.
3. Analytic Hierarchy Process Group Decision Maker. 4.
PROMETHEE. 5. PROMETHEE GDS. I. Félix de Souza, João Carlos,
orient. II. Título.



Gestão de Riscos como subsídio ao processo decisório de análise de investimentos em novos projetos de startups, com foco na metodologia PROMETHEE e consenso de grupo

Dissertação apresentada como requisito parcial para a conclusão do
Mestrado Profissional em Computação Aplicada

Profa. Dra. Elaine Coutinho Marcial Prof. Dr. João Gabriel de Moraes Souza
UCB CIC/UnB

Profa. Dra. Edna Dias Canedo
Coordenadora do Programa de Pós-graduação em Computação Aplicada

Brasília, 05 de Dezembro de 2024

Dedicatória

Com imenso amor e gratidão, dedico esta dissertação:

A Deus que tem sido meu guia desde o primeiro passo rumo a este mestrado. Sem Sua presença constante, nada disso seria possível.

Aos meus pais, Francisco Clóvis e Antônia Machado por serem pilares de força e inspiração. Vocês me mostraram o caminho da educação e do trabalho árduo e, por isso, sou eternamente grato. Sua dedicação e amor são as bases sobre as quais construí meus sonhos.

À minha querida esposa, Rízia Jacob. Sua paciência, apoio incondicional e amor foram essenciais para superar cada desafio encontrado nesta jornada. Você é minha âncora e meu incentivo constante, e por isso, meu amor e gratidão são infinitos.

A todos os que, de uma forma ou de outra, contribuíram para a realização deste trabalho, meu sincero agradecimento. Sua amizade, apoio e incentivo foram vitais para que eu atingisse este objetivo.

Esta dissertação representa minha dedicação, esforço e paixão pelo conhecimento. Que ela possa inspirar outros a perseguirem seus sonhos com determinação e fé, acreditando sempre no poder transformador do conhecimento.

Agradecimentos

Concluir esta jornada tão desafiadora e repleta de aprendizado não teria sido possível sem o apoio e a contribuição de muitas pessoas especiais. É com imensa gratidão que dedico este espaço para agradecer a todos que, de alguma forma, tornaram este trabalho uma realidade.

Primeiramente, agradeço a Deus pelas bênçãos constantes, e a minha família.

Ao meu orientador, João Carlos Félix de Souza, agradeço profundamente pela orientação dedicada, paciência e confiança em meu trabalho. Seus conhecimentos e ensinamentos foram cruciais para o desenvolvimento desta pesquisa.

Ao meu colega e amigo de turma, Alisson Rios, pela parceria inestimável, pelas horas de estudo compartilhadas e pelo constante apoio. Sua amizade foi um pilar de força e motivação ao longo desta jornada.

À minha amiga Ana Cristina, cuja recomendação abriu as portas para esta incrível oportunidade. A sua fé em meu potencial foi um catalisador essencial para esta conquista, e sou eternamente grato por isso.

Aos meus colegas de curso e amigos, pelas valiosas discussões e pela amizade sincera. Vocês tornaram este caminho mais leve e enriquecedor.

À Universidade de Brasília, por proporcionar a infraestrutura e o ambiente acadêmico necessários para a realização deste estudo. Agradeço pelo suporte e pelas oportunidades oferecidas.

A todos que, de forma direta ou indireta, contribuíram para a realização deste trabalho, expresse meu sincero agradecimento. Cada gesto de apoio e incentivo foi fundamental para a conclusão deste projeto.

Dedico esta dissertação a todos vocês, que tornaram possível esta conquista com sua presença, apoio e incentivo.

Resumo

Este trabalho propõe uma abordagem integrada para **Gestão de Riscos na seleção de projetos**, combinando metodologias como *Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations* (**PROMETHEE**) II, *Analytic Hierarchy Process* (**AHP**) com **teoria bayesiana** e **DELPHI** em um *software* de apoio à decisão para promover o **consenso de grupo** (**Group Decision Making - GDM**). Focado em startups e organizações que buscam maior precisão na priorização de projetos, o estudo tem como objetivo oferecer uma **ferramenta prática** que minimiza o risco de decisões conflitantes. Para isso, o AHP com teoria bayesiana define pesos dos critérios, enquanto o PROMETHEE II, com suporte do *Group Decision Support System* (**GDSS**), ranqueia os projetos de acordo com os principais objetivos organizacionais. A metodologia **DELPHI** é integrada para consolidar opiniões de especialistas, ampliando a confiabilidade dos resultados.

A pesquisa investiga: *É possível classificar projetos por consenso de grupo, reduzindo o risco de priorizações inadequadas?* Os resultados mostram que o uso da **teoria bayesiana** no AHP otimizou a precisão na definição dos critérios, com **Alinhamento Estratégico** emergindo como o critério mais relevante. Para a fase de ranqueamento, o PROMETHEE II, em conjunto com o *Group Decision Support System* (GDSS), trouxe **robustez ao processo**, assegurando que as decisões refletem um consenso alinhado aos objetivos estratégicos. Apresentamos um **passo a passo dos resultados**, facilitando a replicação e aplicação em ambientes organizacionais de alta incerteza, como startups.

Este trabalho contribui para a literatura ao fornecer um **framework que integra métodos quantitativos e qualitativos**, combinando AHP, PROMETHEE II, GDSS e teoria bayesiana em um **modelo de decisão multicritério**. Essa abordagem responde a uma demanda crescente por ferramentas práticas e eficazes na **gestão de riscos e priorização de projetos**, oferecendo um **suporte decisório ajustável** a diferentes contextos organizacionais e com aplicação direta em startups.

Palavras-chave: Gestão de Riscos, Modelo de Decisão Multicritério, *Analytic Hierarchy Process - Group Decision Maker*, Teoria Bayesiana, PROMETHEE, PROMETHEE GDS, DELPHI.

Abstract

This work proposes an integrated approach for **Risk Management in project selection**, combining methodologies such as *Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations* (**PROMETHEE**) **II**, *Analytic Hierarchy Process* (**AHP**) with **Bayesian theory** and **DELPHI** in a decision support *software* to promote **Group Decision Making** (**GDM**) consensus. Focused on startups and organizations seeking greater accuracy in project prioritization, the study aims to provide a **practical tool** that minimizes the risk of conflicting decisions. For this purpose, AHP with Bayesian theory defines the weights of the criteria, while PROMETHEE II, supported by a *Group Decision Support System* (**GDSS**), ranks the projects according to the main organizational objectives. The **DELPHI** methodology is integrated to consolidate expert opinions, enhancing the reliability of the results.

The research investigates: “Is it possible to rank projects through group consensus, reducing the risk of inadequate prioritizations?” The results show that the use of **Bayesian theory** in AHP optimized the accuracy of criterion definition, with **Strategic Alignment** emerging as the most relevant criterion. For the ranking phase, PROMETHEE II, in conjunction with the *Group Decision Support System* (GDSS), brought **robustness to the process**, ensuring that decisions reflect a consensus aligned with strategic objectives. We present a **step-by-step breakdown of the results**, facilitating replication and application in high-uncertainty organizational environments, such as startups.

This work contributes to the literature by providing a **framework that integrates quantitative and qualitative methods**, combining AHP, PROMETHEE II, GDSS, and Bayesian theory in a **multi-criteria decision model**. This approach addresses a growing demand for practical and effective tools in **risk management and project prioritization**, offering **decision support adaptable** to different organizational contexts with direct application in startups.

Keywords: Risk Management, Multi-Criteria Decision Making, Analytic Hierarchy Process - Group Decision Maker, Bayes’ Theorem, PROMETHEE, PROMETHEE GDS, DELPHI.

Sumário

1	Introdução	1
1.1	Contextualização	2
1.2	Definição do Problema	3
1.3	Justificativa	4
1.4	Objetivo	5
1.4.1	Objetivos Específicos	5
2	Gestão de Riscos e a Organização	7
2.1	Aplicação da Gestão de Riscos	7
2.1.1	Contexto externo	7
2.1.2	Contexto interno	8
3	Referencial Teórico	10
3.1	Revisão de Literatura	10
3.2	Ferramentas de avaliação de risco adotadas neste trabalho	13
3.2.1	Modelos e Ferramentas	14
3.3	Gestão de Riscos	15
3.3.1	Identificação, Análise e Avaliação de Riscos	16
3.3.2	Tratamento do Risco	17
4	Metodologia de Pesquisa	25
4.1	Desenvolvimento da Pesquisa	25
4.1.1	Processo de seleção de projetos mapeado	27
4.1.2	Aplicação da Análise dos Modos de Falhas e seus Efeitos	27
4.1.3	Metodologia DELPHI na coleta de opiniões de especialistas	29
4.1.4	Metodologia AHP na definição de pesos dos critérios com ajuste de inconsistência a serem utilizados na escolha da melhor alternativa de projeto	30
4.1.5	Metodologia PROMETHEE	35
4.1.6	Avaliação da Percepção dos Participantes sobre a Metodologia	40

5	Análise e Resultados	41
5.1	Tratamento do Risco na Priorização de Projetos dentro da Organização . .	41
5.1.1	Definição das funções e itens FMEA	42
5.1.2	Definição de Critérios	42
5.1.3	Elaboração dos formulários de Avaliação para Análise Individualizada por Especialistas, Implementação e Cálculo	43
5.2	PROMETHEE para o ranqueamento dos projetos em Group Decision . . .	48
5.3	O <i>Software</i>	67
5.3.1	Módulo de Ponderação dos Pesos dos Critérios com AHP-GDM . .	67
5.3.2	Módulo para Ranqueamento das Alternativas com PROMETHEE II e GDSS	67
5.3.3	Relatório Final em PDF	68
5.3.4	Telas Principais	69
5.4	Percepções dos Decisores: Resultados da Enquete	81
6	Conclusão	82
6.1	Limitações	83
6.2	Trabalhos futuros	83
7	Apêndice	84
7.1	Apêndice A: Relatório do projeto AHP (Definição dos Pesos dos Critérios) - Relatório gerado pelo <i>Makedecision</i>	84
7.2	Apêndice B: Relatório do projeto PROMETHEE (<i>Ranking</i> das Alternativas de Projetos) - Relatório gerado pelo <i>Makedecision</i>	87
7.3	Apêndice C: Questionário para Enquete - Impacto e resultados da aplicação de metodologia específica para ranqueamento dos projetos na organização .	92
7.4	Apêndice D: Respostas para Enquete - Impacto e resultados da aplicação de metodologia específica para ranqueamento dos projetos na organização .	95
	Referências	98

Lista de Figuras

3.1	Publicações na base de dados Scopus	11
3.2	Áreas de pesquisa repercutidas na base de dados <i>Scopus</i>	11
3.3	Países com mais publicações sobre o tema	12
3.4	Principais autores em citações e co-citações	13
3.5	Processo de gestão de riscos da ABNT NBR ISO 31000	16
3.6	<i>Softwares</i> de apoio à decisão multicritério (AHP / PROMETHEE)	24
4.1	Metodologia	26
4.2	Representação do Passo a passo AHP-GDM	34
4.3	Critério usual	36
4.4	Critério em forma de U	36
4.5	Critério em forma de V	37
4.6	Critério de nível	37
4.7	Critério em forma de V com indiferença	38
4.8	Critério Gaussiano	38
5.1	Aplicação do FMEA no processo de seleção de projetos	42
5.2	Representação do passo a passo PROMETHEE II	64
5.3	Tela Login	69
5.4	Tela principal	70
5.5	Novo Projeto	70
5.6	Lista de Critérios (AHP-GDM)	71
5.7	Cadastro de Critério (AHP-GDM)	71
5.8	Lista de Critérios (PROMETHEE)	72
5.9	Cadastro de Critério (PROMETHEE)	72
5.10	Lista de Alternativas (PROMETHEE)	73
5.11	Cadastro de Alternativa (PROMETHEE)	73
5.12	Detalhes dos valores fixos de critérios na Alternativa (PROMETHEE) . . .	74
5.13	Lista dos Especialistas	74
5.14	Cadastro de Especialista	75

5.15 E-mail convite ao Especialista	76
5.16 Módulo de avaliação - Tela de Apresentação AHP	76
5.17 Módulo de avaliação - Tela de Avaliação de Critérios AHP	77
5.18 Módulo de avaliação - Tela de Apresentação PROMETHEE	78
5.19 Módulo de avaliação - Tela de Avaliação das Alternativas	79
5.20 Módulo de avaliação - Tela de conclusão da Avaliação	80
5.21 Processamento dos Cálculos	80

Lista de Tabelas

1	Grau de Importância	43
2	Pesos por decisor (DM) aplicando Bayseana	46
3	Pesos por decisor	46
4	Critérios agregados	47
5	Prioridades alcançadas	48
6	Projetos (Alternativas)	49
7	Avaliação Projetos x Critérios (Decisor 1)	52
8	Avaliação Projetos x Critérios (Decisor 2)	52
9	Avaliação Projetos x Critérios (Decisor 3)	52
10	Avaliação Projetos x Critérios (Decisor 4)	53
11	Projeto x Critério (Decisor 1)	54
12	Minimização Par-a-Par (Custo)	55
13	Maximização Par-a-Par (Benefícios)	55
14	Limiares de indiferença e preferência	56
15	Valores de Custo e Benefícios (Especialista 1)	56
16	Custo - Valores para $P_k(a_i, a_j)$	57
17	Benefícios - Valores para $P_k(a_i, a_j)$	57
18	Peso aplicado ao critério Custo	58
19	Peso aplicado ao critério Benefícios	58
20	Média dos graus para todos os critérios	59
21	Fluxo positivo (Φ^+)	60
22	Fluxo negativo (Φ^-)	60
23	Resultado fluxo líquido (Φ^-)	61
24	<i>Ranking</i> dos Projetos/Alternativas (Decisor 1)	61
25	<i>Ranking</i> dos Projetos/Alternativas (Decisor 2)	62
26	<i>Ranking</i> dos Projetos/Alternativas (Decisor 3)	62
27	<i>Ranking</i> dos Projetos/Alternativas (Decisor 4)	63
28	Avaliação Projetos x Critérios (Decisores)	66
29	Fluxo líquido com <i>Ranking</i> Global	66

Lista de Quadros

1	Classificação dos níveis de severidade (S)	28
2	Classificação dos índices de ocorrência (O)	28
3	Classificação da probabilidade de detecção (D)	29
4	Classificação do NPR	29
5	Grau de complexidade do escopo	50
6	Grau de capacidade de execução do projeto	50
7	Grau de alinhamento do projeto com estratégias da organização	51
8	Grau de benefícios percebidos do projeto	51
9	Função de minimização e maximização por critério	53

Lista de Abreviaturas e Siglas

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas.

ABPMP *Association of Business Process Management Professionals.*

AHP *Analytic Hierarchy Process.*

AHP-GDM *Analytical Hierarchical Process for Group Decision Maker.*

AIJ Agregação Individual de Julgamentos.

AIP Agregação Individual de Prioridades.

ANPD Autoridade Nacional de Proteção de Dados.

B2B Business-to-Business.

B2C Business-to-Customer.

BPM Business Process Management.

CBOK *Guide to the Business Process Management Common Body Of Knowledge.*

CI Índice de Consistência.

COBIT Control Objectives for Information and Related Technologies.

CR Razão de Consistência.

DELPHI Delphi Method.

DM Decision Maker.

FMEA Failure Modes and Effects Analysis.

GDM *Group Decision Making.*

GDSS Group Decision Support System.

IEC International Electrotechnical Commission.

ISO International Organization for Standardization.

LGPD Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais.

LLSM *Logarithmic Least Square Method*.

MCDM *Multi-Criteria Decision Making*.

NBR Normas Técnicas Brasileiras.

NPR Número de Prioridade de Risco.

OKR Objectives and Key Results.

PCM *Pair Comparison Matrix*.

PMBOK *Project Management Body of Knowledge*.

PMI Project Management Institute.

PROMETHEE *Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations*.

SEFAZ Secretaria de Fazenda.

WGMM Média Geométrica Ponderada.

Capítulo 1

Introdução

Em um ambiente de incertezas e, com o potencial de propor novas possibilidades inovadoras em um mercado competitivo e agressivo, com o desafio de desenvolver ou aprimorar um modelo de negócio, preferencialmente escalável e disruptivo, as *startups* têm tomado protagonismo para lançamentos de ideias e projetos de negócios no mercado (sta, 2023).

Diante de um mercado cada vez mais dinâmico e complexo, é crucial realizar uma seleção cuidadosa de projetos, o que é essencial para alinhar as estratégias e operações empresariais (Al-Sobai & Abdella, 2020).

Neste contexto, a gestão de riscos desempenha um papel fundamental, pois permite identificar, avaliar e mitigar possíveis ameaças que possam comprometer o sucesso dos projetos (PMI, 2018). Integrar a gestão de riscos na seleção de projetos garante que as decisões sejam baseadas não apenas no potencial de retorno, mas também na capacidade de gerenciar incertezas e minimizar impactos negativos (Chapman & Ward, 2003).

Esta pesquisa visa combinar metodologias robustas para avaliação de propostas de projetos por meio de um processo de consenso em grupo, propondo a integração dessas metodologias em um *software*, com o objetivo de fornecer uma abordagem abrangente que melhore a tomada de decisões estratégicas e operacionais.

A organização estudada realiza investimentos em projetos com potencial para gerar retornos estratégicos e financeiros. A maturidade atual da gestão de riscos na organização, em relação ao processo de tomada de decisão, também será analisada. Os resultados obtidos no estudo possibilitam a proposição de estratégias e abordagens que colaborem por meio de técnicas e auxiliem a organização a evoluir nas restrições de tempo, custo e eficiência, reduzindo riscos e diminuindo incertezas no processo de seleção de projetos.

Para resolver o problema de seleção de projetos, a pesquisa aplica o método *Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations* (PROMETHEE), desenvolvido por Brans & Vincke (1985), conhecido por sua eficácia na avaliação de múltiplas alternativas considerando diversos critérios. O PROMETHEE proporciona uma análise detalhada

das alternativas de projetos, ajudando a identificar as opções mais vantajosas de forma clara e objetiva.

Além do **PROMETHEE**, é utilizado o método desenvolvido por Lin & Kou (2015), que emprega o *Analytical Hierarchical Process for Group Decision Maker* (AHP-GDM) com a teoria bayesiana no ajuste de inconsistências e definição dos pesos dos critérios. Esse ajuste visa diminuir as inconsistências nas decisões dos julgadores e alcançar um consenso de grupo mais preciso, conforme apresenta Santos et al. (2024b); Rios et al. (2023).

A aplicação das técnicas abordadas inclui a confecção e distribuição de questionários para avaliação dos especialistas. Nesta etapa, a metodologia **Delphi Method** (DELPHI), desenvolvida por Dalkey & Helmer (1969), é integrada e utilizada na pesquisa. O processo de avaliação envolve múltiplas rodadas de questionários enviados a um painel de especialistas por meio do *software* proposto.

Neste capítulo, serão apresentados o contexto abordado, a motivação, a definição do problema, o objetivo geral e os objetivos específicos da pesquisa. A integração das metodologias **PROMETHEE**, **AHP-GDM** com a teoria bayesiana será proposta por meio de um algoritmo para uma solução de *software*, que será desenvolvido e apresentado no trabalho. Essa solução visa aprimorar o processo de seleção de projetos, contribuindo para a redução de riscos e incertezas, além de aumentar a taxa de sucesso nos investimentos em projetos.

1.1 Contextualização

Projetos são fundamentais para a inovação e desempenham um papel vital na economia ao introduzir tecnologias novas e disruptivas no mercado. Esses projetos são essenciais para o crescimento econômico e geram um impacto significativo no ecossistema de inovação (sta, 2023). Contudo, a complexidade e a natureza não linear do processo de inovação apresentam desafios que exigem soluções colaborativas (Walrave et al., 2018).

Um modelo de decisão para gestão de riscos pode auxiliar a organização na priorização de critérios e alternativas durante a seleção de projetos. Esse modelo oferece uma estrutura consistente para a tomada de decisões, permitindo que a instituição avalie e escolha as melhores opções para mitigar os riscos identificados e garantir que os projetos selecionados estejam alinhados aos objetivos estratégicos da organização.

No ambiente dinâmico e competitivo das *startups*, a seleção e priorização de projetos são processos críticos. Decisões bem fundamentadas podem ser a diferença entre o sucesso e o fracasso em mercados altamente competitivos (Kaiser et al., 2015). O Guia *Project Management Body of Knowledge* (PMBOK), em sua 7ª edição, reflete uma mudança na gestão de projetos, propondo uma abordagem adaptativa e baseada em princípios, des-

tacando a importância da tomada de decisão coletiva para capitalizar o conhecimento compartilhado e promover a aceitação das decisões (PMI, 2021). No entanto, mesmo com essas inovações, persistem desafios significativos na seleção e priorização de projetos, especialmente em ambientes organizacionais complexos (Al-Sobai & Abdella, 2020; Aminbakhsh et al., 2013).

Para abordar esses desafios, é proposto a utilização do método PROMETHEE II, desenvolvido por Brans & Vincke (1985). O PROMETHEE II é eficaz na avaliação e classificação de alternativas de decisão baseadas em múltiplos critérios, oferecendo uma abordagem robusta para lidar com a complexidade e a incerteza. A metodologia PROMETHEE Group Decision Support System (GDSS), apresentada por Brans & De Smet (2005), é integrada para consolidar as avaliações de múltiplos decisores, proporcionando um *ranking* global das alternativas.

Complementando o PROMETHEE II, é utilizado o *Analytic Hierarchy Process* (AHP) para determinar os pesos dos critérios de decisão. O AHP, proposto por Saaty (1980), é amplamente reconhecido por sua eficácia em estabelecer prioridades em contextos complexos. Para garantir a consistência e a robustez das avaliações, a metodologia bayesiana é aplicada juntamente ao AHP-GDM, conforme descrito por Rios et al. (2023), melhorando o processo de alcançar consenso sobre os critérios de seleção de projetos.

A pesquisa adota a metodologia DELPHI, apresentada por Dalkey & Helmer (1963), para coletar as opiniões de especialistas, aumentando a confiabilidade das avaliações no método PROMETHEE II. Além disso, o *software app.makedecision.com.br* é utilizado para facilitar a coleta e análise dos dados, proporcionando uma aplicação prática eficiente das metodologias propostas (Santos et al., 2024a). Deve ser integrado no *software* módulos para os métodos PROMETHEE II e GDSS para o ranqueamento das alternativas de projetos. O módulo de AHP-GDM foi utilizado para identificar e hierarquizar os critérios críticos na seleção de projetos.

1.2 Definição do Problema

As *startups* desempenham um papel fundamental na inovação e introdução de novas tecnologias no mercado, especialmente porque muitas vezes são responsáveis pelo desenvolvimento de inovações que levam ao crescimento econômico (Colombelli & Quattraro, 2019). Apesar de contribuírem para a competitividade, a inovação envolve riscos (Neto, 2003). O risco possui várias classificações, não havendo um critério único para todos os tipos de riscos estabelecidos numa sociedade, contudo, todos os conceitos relativos ao tema possuem um elemento em comum: a distinção entre realidade e possibilidade (Renn, 1992). A capacidade de transformar incertezas em conhecimento ocorre por meio da gestão da

inovação, mas isso só é possível com a redução da incerteza, ou seja, mediante o equilíbrio entre redução de incertezas e mobilização de recursos (Tidd et al., 2008). Segundo Kollmann (2006), o estágio *pré-seed* é a primeira fase no processo de seleção de projetos para o lançamento de uma *startup*. Esta fase reflete o momento em que os investidores estão analisando ideias e planejando a concretização do modelo de negócio. Mesmo que não exista nenhum produto comercializável, é necessário o investimento de capital, pois estudos de mercado e de aceitação e viabilidade devem ser realizados (Kollmann, 2006).

Considerando os riscos nos projetos de negócio das *startups*, este trabalho buscará analisar o contexto no qual as propostas de projetos surgem na organização. Em projetos de startups na fase *pré-seed*, é crucial compreender quais são os principais riscos e desafios que afetam as decisões de investimento, considerando a falta de informações consolidadas e o elevado nível de incerteza nesse estágio inicial.

A instituição estudada possui como um dos objetivos estratégicos a identificação de oportunidades no mercado para criação de produtos e lançamento de *startups*. Esta instituição enfrenta a dificuldade de tomar decisões rápidas e assertivas sobre propostas de novos projetos, devido à falta de um processo estruturado de gestão de riscos que possa ser aplicado nos estágios iniciais de avaliação.

Considerando os fatos, a seguinte questão é posta: é possível estabelecer, classificar e ranquear propostas de projetos, por consenso de grupo, reduzindo o risco de priorização de propostas com menor peso dentre os principais critérios definidos pela organização?

1.3 Justificativa

A fim de minimizar o custo com especialistas e a complexidade da análise de risco, é fundamental realizar uma pesquisa que reúna os conceitos e metodologias mais adequados para a fase *pré-seed*. Esse trabalho, juntamente com estudos relacionados, contribuirá para um melhor direcionamento de recursos, evitando prejuízos financeiros para a organização e aumentando a assertividade dos resultados. A possibilidade de aplicar uma solução de *software* disponível na web para o uso integrado das metodologias colabora para a eficiência, eficácia e agilidade do processo, uma vez que os questionários de avaliação podem ser distribuídos, permitindo que os especialistas atribuam suas avaliações eletronicamente.

Para Hutter et al. (2021), a necessidade de inovação das empresas além de suas atuações tradicionais, onde um orçamento considerável e recursos são direcionados para obtenção de acesso à criatividade e ideias inovadoras de fora da organização, gera expectativas para resultados ambiciosos.

Os investidores especializados possuem acesso a métodos avançados de pesquisa, seleção e monitoramento dos potenciais alvos de investimento no estágio inicial, considerados

sementes; outros também optam por assessorias profissionais. Porém, esse processo é considerado caro e demorado para utilização neste modelo de negócio, além de exigir conhecimentos avançados. Tais fatores reduzem o acesso dos investidores a um número limitado de opções para investimentos e prospecções (Polzin et al., 2018).

A pesquisa tem em vista colaborar para a evolução do processo de avaliação de propostas e projetos, otimizando os custos, diminuindo a complexidade e, principalmente, o prazo que atualmente são considerados altos para a execução do processo de gestão de riscos.

1.4 Objetivo

O objetivo deste trabalho é desenvolver uma metodologia de gestão de riscos que otimize o processo de seleção e priorização de projetos em uma organização, promovendo o consenso em grupo e aumentando a assertividade das decisões. Para isso, serão utilizadas metodologias multicritério, incluindo PROMETHEE II, PROMETHEE GDSS, AHP-GDM com teoria bayesiana e a metodologia DELPHI para apoio na coleta de opiniões de especialistas. Essas ferramentas serão integradas na solução de *software*, *app.makedecision.com.br* (Santos et al., 2024a), para facilitar o processo decisório.

1.4.1 Objetivos Específicos

Para que o objetivo geral seja alcançado, há necessidade de se alcançar os objetivos específicos, sendo eles:

- Realizar a avaliação dos principais riscos que podem levar ao insucesso dos projetos selecionados na organização;
- Aumentar a confiabilidade do processo decisório na seleção de propostas de projetos na organização;
- Definir os critérios para a aplicação de questionários de pesquisa utilizando a metodologia DELPHI.
- Determinar os pesos dos critérios utilizando a metodologia AHP-GDM, com ajuste de inconsistência por meio da teoria bayesiana;
- Avaliar e ranquear as alternativas de projetos considerando os critérios estabelecidos, aplicando o método PROMETHEE II e o GDSS com consenso de grupo;

- Desenvolver a versão 2 do *software app.makedecision.com.br*, possibilitando a evolução de módulos para tomada de decisão, integrando o método PROMETHEE II e o GDSS.

Este trabalho está estruturado, inicialmente, em cinco capítulos: Introdução; Gestão de Riscos e a Organização; Referencial Teórico; Metodologia de Pesquisa; Análise e Resultados; e Conclusão.

Capítulo 2

Gestão de Riscos e a Organização

2.1 Aplicação da Gestão de Riscos

A gestão de riscos é amplamente definida como um conjunto de ações coordenadas para a identificação, análise, avaliação, tratamento e monitoramento de riscos, apoiando a organização na mitigação de riscos (ISO31000, ABNT, 2018). Trata-se de um recurso fundamental para as organizações alcançarem seus objetivos e minimizarem os efeitos adversos associados aos riscos.

Na organização em questão, atualmente não há uma ferramenta formal de gestão de riscos implementada, limitando a capacidade de identificar, avaliar e mitigar potenciais ameaças no processo de seleção de projetos. Este capítulo explora os contextos externo e interno que influenciam a gestão de riscos, considerando fatores como o ambiente competitivo, regulamentações, e a cultura organizacional. Além disso, serão discutidos os critérios de riscos relevantes, que incluem variáveis financeiras, operacionais, e estratégicas, essenciais para desenvolver uma abordagem sistemática de gestão de riscos. A análise desses elementos fornecerá uma base sólida para a aplicação de metodologias eficazes de gestão de riscos, visando aumentar a resiliência e a capacidade de adaptação da organização em um mercado dinâmico.

2.1.1 Contexto externo

Conforme a norma ISO31000, ABNT (2018), trata-se do ambiente externo, no qual a organização busca atingir seus objetivos e assegurar as preocupações das partes interessadas no desenvolvimento dos critérios de riscos.

Os itens envolvidos neste contexto são:

Clientes: Os clientes da organização são divididos em **Business-to-Business (B2B)**, sendo os clientes que figuram como pessoas jurídicas na qualidade de credores, bem como

clientes **Business-to-Customer (B2C)** os quais são pessoas físicas ou jurídicas na qualidade de tomadores de créditos. Os clientes **B2B** para os projetos são bancos, incorporadoras, seguradoras, assessorias de cobrança. Já os clientes **B2C** são pessoas físicas ou jurídicas que compram imóveis, veículos e aqueles que adquirem empréstimos em instituições financeiras.

Recursos financeiros: Os recursos são advindos de recursos próprios, bem como instituições financiadoras ou investidores independentes como bancos e sócios investidores.

Governo: Algumas instituições governamentais estão inseridas no contexto externo, uma vez que impactam nos projetos de forma direta ou indiretamente, como a **Secretaria de Fazenda (SEFAZ)** e a **Autoridade Nacional de Proteção de Dados (ANPD)**;

Normas e Frameworks: As normas e *frameworks* selecionados na literatura para contribuir no desenvolvimento são: **ISO31000**, **ABNT (2018)**, **PMBOK PMI (2018, 2021)**, **Business Process Management (BPM) Guide to the Business Process Management Common Body Of Knowledge (CBOK)® ABPMP (2019)**, **ISO/IEC 27001:2013 (2013)**, **Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD) (Lei 13.709/2018) Brasil (2018)**, **Lei Complementar nº 182/2021 (Lei das startups) Brasil (2021)** e a **Lei anticorrupção (12.846/2013) Brasil (2013)**.

Concorrentes: Os concorrentes possuem um papel fundamental neste processo, onde é necessário avaliar as perspectivas de lançamentos de projetos semelhantes em desenvolvimento, projetos e produtos já existentes em execução, o que deu certo e o que não deu certo nos produtos semelhantes e outras informações relevantes à proposta atual.

2.1.2 Contexto interno

No contexto interno da instituição, foram identificadas algumas estratégias e iniciativas para a implantação de melhorias, que estão em diferentes fases de desenvolvimento. São elas:

Planejamento Estratégico: Bem definido e desenvolvido, com objetivos claros e alinhados com a visão da organização.

Indicadores Objectives and Key Results (OKR): Introduzidos recentemente, ainda em processo de adaptação e capacitação da equipe.

Política de Segurança da Informação: Política bem definida e alinhada com as normas (**ISO/IEC 27001:2013, 2013; ABNT NBR ISO/IEC 27005, 2023**), porém, em processo de implantação e validação.

Organograma da Empresa: Estrutura organizacional bem definida.

Frameworks e metodologias em implantação ou em processo inicial:

Control Objectives for Information and Related Technologies (COBIT)

2019: Em fase inicial, com a definição dos direcionadores (*drivers*) e a compreensão das práticas recomendadas em andamento.

PMBOK: Implementação em progresso, focando inicialmente em estabelecer fundamentos de gerenciamento de projetos, com evolução em gerenciamento de riscos e integração. Utilizam-se metodologias ágeis como *Scrum* e ferramentas como *Kanban* para gerenciamento de pacotes de trabalho.

No contexto interno da instituição, várias normas estão em processo de implantação. No entanto, foi identificado não haver um processo bem definido para a aprovação de projetos, bem como não existe uma ferramenta de Gestão de Riscos efetiva neste processo. Esta é uma carência significativa que este estudo visa abordar, contribuindo para a melhoria e maturidade dos processos internos da organização. A organização se mostra comprometida com a melhoria contínua e a adoção de boas práticas, avançando de acordo com seus recursos e capacidade.

Capítulo 3

Referencial Teórico

Este capítulo apresenta uma visão geral sobre o tema da pesquisa, expondo os conceitos fundamentais, técnicas e ferramentas utilizadas no desenvolvimento deste estudo.

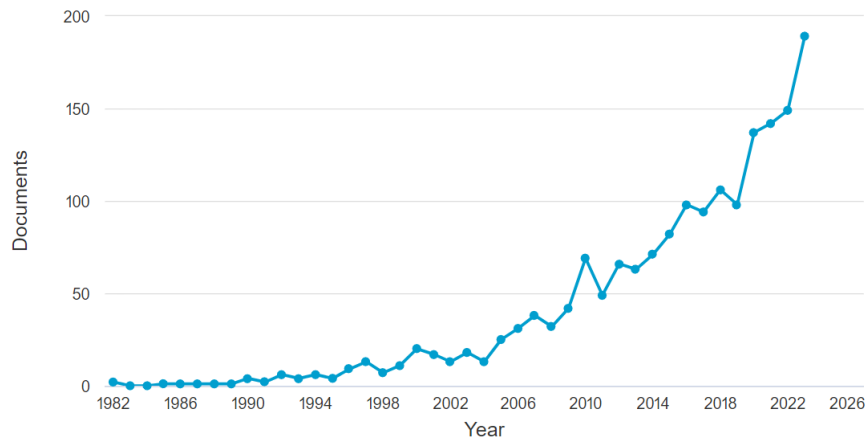
3.1 Revisão de Literatura

Esta revisão de literatura será conduzida em duas etapas principais: (i) preparação da pesquisa e (ii) apresentação e inter-relação dos dados.

Para tanto, foi feita uma pesquisa na base indexada *Scopus*, utilizando os argumentos (("PROMETHEE") OR ("MULTICRITERIA") OR ("Analytic Hierarchy Process") OR ("AHP") OR ("BAYESEANA")) AND (("GROUP DECISION MAKING") OR ("Group Decision Support Systems") OR ("GDSS") OR ("GDM")), resultando em 1.806 publicações.

A Figura 3.1 apresenta um gráfico que evidencia que as primeiras publicações relacionadas à pesquisa datam de 1982, com um aumento significativo na última década, período que será o foco temporal desta pesquisa.

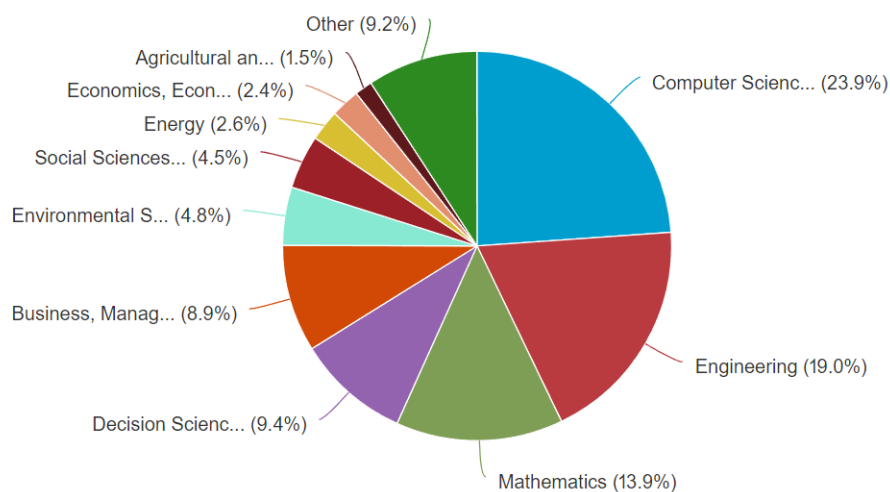
Figura 3.1: Publicações na base de dados Scopus



Fonte: Elaborado pelo autor - base de dados *Scopus*.

A análise dos resultados obtidos na busca revela a distribuição das publicações por área de conhecimento. As áreas com maior repercussão são apresentadas na Figura 3.2, onde se destaca a Ciência da Computação como uma das principais categorias, abrangendo 24% das referências. Esse dado reflete o interesse crescente da comunidade científica em aplicar métodos multicritério e de tomada de decisão em grupo, especialmente em contextos relacionados à tecnologia e engenharia, áreas fortemente correlacionadas a esse campo de estudo.

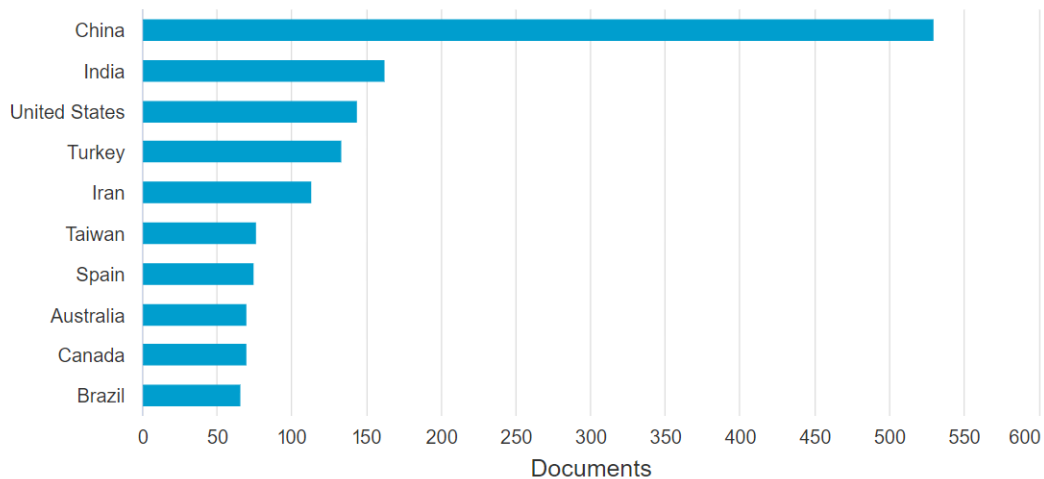
Figura 3.2: Áreas de pesquisa repercutidas na base de dados *Scopus*



Fonte: Elaborado pelo autor - base de dados *Scopus*.

A análise por país, apresentada na Figura 3.3, evidencia que a China lidera as pesquisas sobre o tema, seguida pela Índia e pelos Estados Unidos. O Brasil também aparece entre os principais países que realizam investimentos em pesquisas relacionadas, mostrando um crescimento no interesse acadêmico na área. No entanto, o volume de publicações brasileiras ainda é inferior ao da China, que se destaca como a maior contribuinte nesse campo de estudo.

Figura 3.3: Países com mais publicações sobre o tema

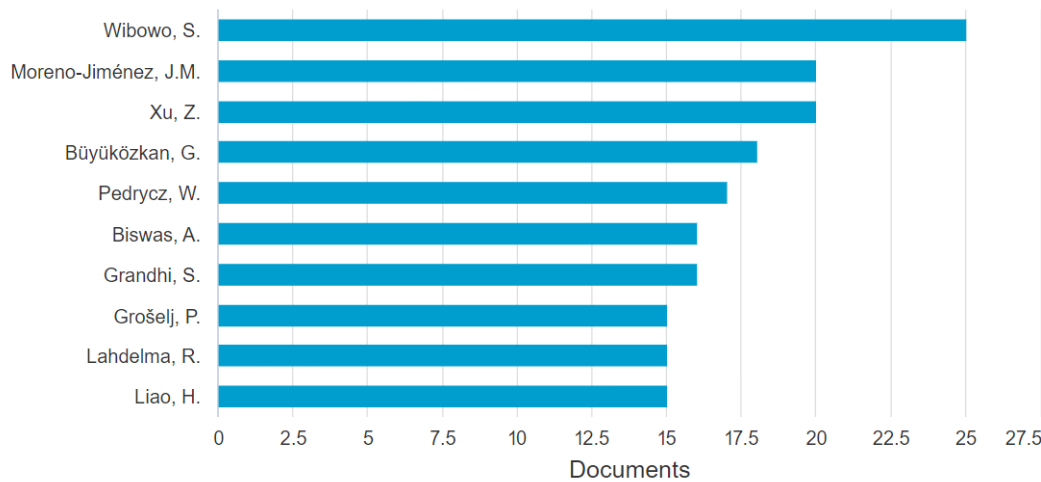


Fonte: Elaborado pelo autor - base de dados *Scopus*.

A análise das publicações evidencia que a pesquisa sobre métodos de apoio à decisão em grupo, como **PROMETHEE** e **AHP**, tem mostrado uma expansão significativa, especialmente nas áreas de Ciência da Computação, Engenharia e Ciências Sociais. Esse crescimento reflete um interesse global crescente por essas metodologias, impulsionado pela contribuição de autores de várias regiões do mundo, que vêm desenvolvendo e aprimorando essas técnicas para solucionar problemas complexos de decisão em diferentes contextos.

A Figura 3.4 apresenta os principais autores em citações e co-citações, cujas contribuições têm colaborado para o avanço do conhecimento sobre a aplicação do **PROMETHEE** e **AHP**, com decisão de grupo, em contextos de decisões complexas, onde as pesquisas indicam o desenvolvimento de modelos híbridos que incorporam aspectos importantes no processo decisório.

Figura 3.4: Principais autores em citações e co-citações



Fonte: Elaborado pelo autor - base de dados *Scopus*.

(Rios et al., 2023) ressaltam que a obtenção de informações na pesquisa de países, autores, segmentos e resultados permite tornar clara a importância das descobertas na pesquisa científica, de modo a traçar o melhor caminho para atingir o escopo.

Nesse sentido, as tendências identificadas sugerem que o uso de **PROMETHEE** e **AHP**, em combinação com abordagens bayesianas, pode oferecer *insights* para o desenvolvimento de sistemas de suporte à decisão em grupo mais eficazes. Essa revisão não apenas destaca as tendências atuais, mas também sugere um direcionamento estratégico para a continuidade da pesquisa, alinhando-se ao escopo e aos objetivos desta dissertação.

3.2 Ferramentas de avaliação de risco adotadas neste trabalho

Para colaborar com o sucesso de investimentos em projetos, a utilização de ferramentas e *frameworks* para a avaliação de riscos se mostra fundamental. A otimização do processo de aprovação de projetos pode ser significativamente aprimorada com a aplicação de metodologias adequadas, proporcionando uma análise mais precisa e eficaz dos riscos envolvidos. Na literatura, diversos modelos e ferramentas são amplamente discutidos e recomendados para este fim. Nesta pesquisa, foram selecionados alguns desses modelos, considerados os mais relevantes e eficazes para o contexto, para a aplicação prática.

A combinação de diferentes abordagens visa não apenas a conformidade com as melhores práticas, mas também a criação de um ambiente de negócios mais seguro e resiliente,

capaz de responder eficazmente às incertezas do mercado. Portanto, o estudo visa abordar as carências identificadas na organização, propondo soluções integradas que contribuam para o aumento da maturidade dos processos internos e, conseqüentemente, para o sucesso dos investimentos em projetos.

3.2.1 Modelos e Ferramentas

A [ISO31000](#), [ABNT \(2018\)](#), é a norma internacional da Gestão de Riscos, que trata de estabelecer as diretrizes para condução de processo em uma organização empresarial, independentemente do segmento ou tamanho. Complementando a norma [International Organization for Standardization \(ISO\) 31000:2018](#), a norma [Associação Brasileira de Normas Técnicas \(ABNT\) Normas Técnicas Brasileiras \(NBR\) ISO/International Electrotechnical Commission \(IEC\) ISO31010 \(2021\)](#) fornece técnicas de avaliação e gestão de riscos, enquanto a norma [\(ABNT NBR ISO/IEC 27005, 2023\)](#) trata especificamente do processo de gestão de riscos de TI. A norma [ISO31073 \(2022\)](#), que substituiu o [ISO Guia 73 de 2009](#), visa principalmente desenvolver um entendimento comum nas organizações sobre os termos e conceitos da Gestão de Riscos ([ISO31000, ABNT, 2018](#)).

O [PMBOK](#) do [Project Management Institute \(PMI\)](#), aborda a gestão de riscos em projetos que pode ser entendida como um processo sistemático de planejar, identificar, analisar (quantitativamente e qualitativamente) e responder aos riscos do projeto, tendo como objetivo principal aumentar a probabilidade e o impacto dos eventos positivos e diminuir a probabilidade e impacto dos eventos negativos ao projeto ([PMI, 2018, 2021](#)).

O relatório *"Enterprise Risk Management - Integrated Framework"*, desenvolvido pelo [COSO \(2017\)](#), propõe fundamentos de controle interno que garantem que os riscos nas tomadas de decisões da organização sejam monitorados e mitigados por meio de decisões sólidas de negócios ([COSO, 2017](#)).

O [CBOK®](#), corpo de conhecimento elaborado pela [Association of Business Process Management Professionals \(ABPMP\)](#) ([ABPMP, 2019](#)), é a principal referência mundial em gestão de processos. Este conjunto de práticas foca na melhoria contínua dos processos, articulando e aplicando, de forma integrada, abordagens, metodologias, estruturas de trabalho, práticas, técnicas e ferramentas. O [BPM](#) oferece uma visão holística para organizar, estruturar e conduzir negócios ([ABPMP, 2019](#)).

A [Failure Modes and Effects Analysis \(FMEA\)](#) é uma abordagem científica e eficiente para avaliação de riscos, amplamente aplicada em diversos campos ([VDA, 2019](#)). A [FMEA](#) concentra-se em identificar modos de falhas latentes em sistemas, produtos, processos e serviços, realizar a avaliação e priorização desses modos de falhas. Medidas corretivas devem ser implementadas em tempo hábil para evitar a ocorrência de falhas com níveis de risco elevados ([Liu et al., 2018](#)).

Esses modelos e ferramentas fornecem uma base robusta para a gestão de riscos em *startups*, permitindo uma análise criteriosa e a tomada de decisões informadas, fundamentais para o sucesso e sustentabilidade dos investimentos.

3.3 Gestão de Riscos

De acordo com a norma [ISO31000, ABNT \(2018\)](#), a Gestão de Riscos é definida como "atividades coordenadas para dirigir e controlar uma organização no que se refere a riscos."

O [Instituto de Gerenciamento de Projetos \(PMI\) \(2021\)](#) descreve que a incerteza é inerente a todos os projetos. Por essa razão, os efeitos de qualquer atividade não podem ser previstos com precisão, e uma gama de resultados pode ocorrer. Resultados potenciais que beneficiam os objetivos do projeto são conhecidos como oportunidades; resultados potenciais que têm um efeito negativo nos objetivos são chamados de ameaças. Juntos, o conjunto de oportunidades e ameaças compreende o conjunto de riscos do projeto. Sendo, o principal objetivo da Gestão de Riscos aumentar a probabilidade e o impacto dos eventos positivos, enquanto reduz a probabilidade e o impacto dos eventos negativos.

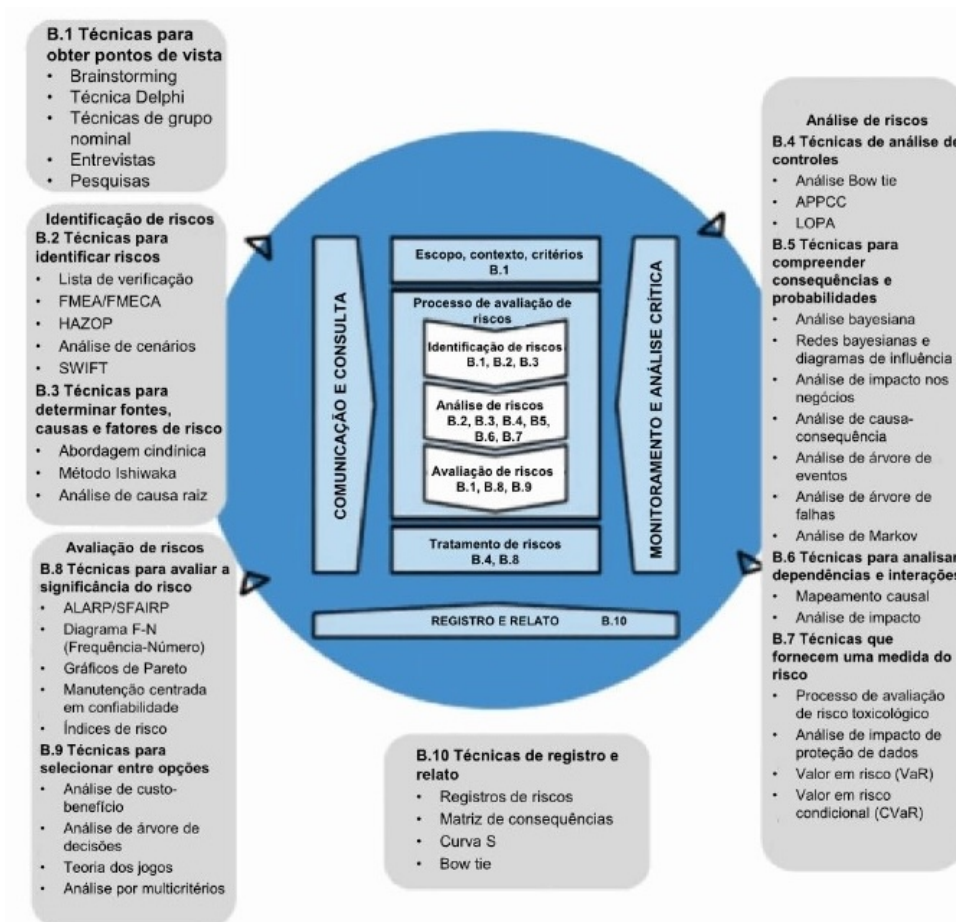
Neste contexto, um *framework* de gestão de riscos é crucial, por estabelecer etapas bem definidas para a tomada de decisão, determinando as ações adequadas para gerenciar os riscos em um nível aceitável pela organização. A versão da [ABNT NBR ISO \(ISO31000, ABNT, 2018\)](#), pode ser aplicada em toda organização, oferecendo os seguintes benefícios:

- Aumento da proficiência operacional e governança;
- Constrói a confiança das partes interessadas na utilização de técnicas de riscos;
- Aplica controles de sistema de gestão à análise de riscos para minimizar perdas;
- Otimiza o desempenho e a resiliência do sistema de gestão;
- Responde de forma eficaz às mudanças e protege a empresa à medida que ela cresce.

Um conceito importante referenciado pela norma [ISO31000, ABNT \(2018\)](#) é o "Processo de Gestão de Riscos", essencial para o desenvolvimento deste trabalho. Esta norma é um dos principais *frameworks* e padrões de gerenciamento de riscos ([Bianchin et al., 2011](#)).

Conforme ilustrado na Figura 3.5, a gestão de riscos abrange a aplicação sistemática de políticas, procedimentos e práticas para atividades como comunicação e consulta, definição do contexto, avaliação, tratamento, monitoramento, análise crítica, registro e relato de riscos ([ISO31010, 2021](#)).

Figura 3.5: Processo de gestão de riscos da **ABNT NBR ISO 31000**



Fonte: ISO 31000:2018.

3.3.1 Identificação, Análise e Avaliação de Riscos

Reconhecer o risco é o primeiro passo para gerenciá-lo, o que requer percepção e previsão. Identificar fontes de incerteza em nível estratégico, tanto em termos de oportunidades quanto de ameaças, é um dos pontos discutidos por [Chapman & Ward \(2003\)](#).

([Domokos et al., 2015](#)) destacam a identificação como primeira etapa do processo de gerenciamento de riscos. O objetivo da identificação dos riscos é encontrar os eventos de riscos antes que se tornem problemas concretos para as organizações. A etapa é relevante no processo, na qual se torna evidente a necessidade de precaução e antecipação de eventos que podem acarretar custos futuros para as organizações.

Segundo a [ISO31000, ABNT \(2018\)](#), o processo de avaliação de riscos é um procedimento abrangente que envolve a identificação, análise e avaliação dos riscos, permitindo a compreensão de suas causas, consequências e probabilidades.

A análise de riscos consiste em compreender os riscos, suas causas e origens, bem

como suas consequências positivas e negativas e a probabilidade de ocorrência dessas consequências. Conforme as circunstâncias, a análise pode ser qualitativa, semiquantitativa ou quantitativa, e as consequências e suas probabilidades podem ser determinadas por meio da modelagem dos resultados de um evento ou pela extrapolação a partir de estudos ou dados disponíveis (ISO31000, ABNT, 2018).

O objetivo da avaliação de riscos é auxiliar na tomada de decisões com base nos resultados da análise de riscos, identificando quais riscos necessitam de tratamento e a prioridade para a implementação deste tratamento. A avaliação de riscos consiste em comparar o nível de risco identificado durante a análise com os critérios de risco estabelecidos no contexto considerado. Com base nessa comparação, pode-se determinar a necessidade de tratamento. Em certas situações, a avaliação pode resultar na decisão de aprofundar a análise ou optar por não tratar o risco (ISO31000, ABNT, 2018).

3.3.2 Tratamento do Risco

Aplicação do modelo *MCDM* para medir os critérios

O *Multi-Criteria Decision Making* (MCDM) é uma ferramenta extremamente valiosa para analisar questões complexas do mundo real, devido à sua capacidade de avaliar diversas alternativas conforme critérios específicos, colaborando para identificar a solução que melhor se aplica entre todas as opções possíveis (Rios et al., 2023; Darko et al., 2019; Željko Stević et al., 2020).

A utilização da Tomada de Decisão Multicritério, baseando-se na experiência e sabedoria de especialistas, é uma abordagem viável para avaliar de forma abrangente os fatores de influência multidimensionais e suas inter-relações que impactam a avaliação (Li et al., 2020).

Método *DELPHI*

Entre as principais características do método *DELPHI*, destaca-se a aplicação de rodadas interativas, promovendo um *feedback* controlado de forma que os participantes possam revisar suas opiniões, refletir sobre elas e, em seguida, manter ou alterar suas respostas conforme o que é levantado pelo grupo Dalkey & Helmer (1969). Por sua abordagem interativa e eficiente, o método *DELPHI* foi implementado na pesquisa e no *software* para a elaboração e aplicação dos questionários. Esta abordagem é extremamente valiosa ao lidar com questões complexas, onde o objetivo é alcançar uma opinião de grupo confiável (Landeta, 2006).

Consenso em grupo para a tomada de decisão

O consenso em grupo é um aspecto crucial na tomada de decisão, especialmente em contextos onde a diversidade de opiniões e a colaboração são essenciais para alcançar uma decisão equilibrada e bem-informada. A busca por consenso envolve a integração de diferentes perspectivas, conhecimentos e experiências dos membros do grupo, visando minimizar conflitos e aumentar a aceitabilidade e a legitimidade das decisões tomadas.

O PMI (2021) aborda em sua publicação do PMBOK a importância da integração das partes interessadas, onde se observa uma melhora significativa na qualidade das decisões, uma vez que permite considerar múltiplos pontos de vista e reduzir o viés individual. A metodologia DELPHI, por exemplo, é amplamente utilizada para facilitar o consenso entre especialistas, por meio de um processo iterativo de *feedback* anônimo, que ajuda a convergir as opiniões para uma decisão coletiva (Dalkey & Helmer, 1969).

O *Group Decision Making* (GDM) é recomendado para consolidar as opiniões de tomadores de decisão em situações reais, dada sua adaptabilidade e flexibilidade. Dentro desse contexto, o AHP destaca-se como uma das ferramentas de apoio à decisão mais empregadas, envolvendo múltiplos atores, ambientes diversos e uma variedade de critérios. Especificamente, o AHP aplicado ao GDM visa derivar um vetor de prioridade coletiva a partir das *Pair Comparison Matrix* (PCM) individuais, resultando em uma classificação precisa e bem ordenada de ações, objetivos, atributos e critérios vitais para a tomada de decisão. Este procedimento é enfatizado na obra de Lin et al. (2022) como crucial para a eficácia da tomada de decisões em grupo.

O GDSS aplicado, como uma extensão do método PROMETHEE, se apresenta como uma ferramenta poderosa que apoia a tomada de decisão em grupo, especialmente em cenários complexos onde a integração de múltiplas perspectivas é fundamental (Brans & De Smet, 2005). Por meio da combinação de métodos como o AHP-GDM e o PROMETHEE GDSS, é possível alcançar um consenso mais robusto e fundamentado, aumentando a precisão e a eficácia das decisões coletivas, tanto nos critérios quanto na escolha das alternativas.

No contexto de seleção de projetos, técnicas de consenso como o método AHP-GDM com integração da teoria bayesiana para ajustes de inconsistência na ponderação de critérios (Santos et al., 2024b; Rios et al., 2023), bem como o método PROMETHEE GDSS para o ranqueamento de múltiplas alternativas com consenso de grupo, apresentam resultados relevantes e positivos. Estas técnicas se mostram essenciais na tomada de decisão em grupo, facilitando a negociação e resolução de conflitos e garantindo que a decisão final reflita um consenso equilibrado (Brans & De Smet, 2005).

A gestão de riscos também se beneficia do consenso em grupo, pois a identificação e avaliação de riscos podem ser mais precisas e abrangentes quando diferentes membros da

organização contribuem com suas percepções e conhecimentos. A [ISO31000, ABNT \(2018\)](#) enfatiza a importância da comunicação e consulta contínuas com as partes interessadas para garantir que todos os riscos relevantes sejam identificados e tratados de maneira adequada.

Analytic Hierarch Process (AHP)

O [AHP](#), descrito por [Saaty \(1987\)](#), é amplamente utilizado em diversos contextos decisórios e no processo de julgamento humano. Esta metodologia é empregada para desenvolver modelos de avaliação que atribuem pesos a cada critério, permitindo assim a integração de diversas medidas em uma única pontuação composta. Tal abordagem facilita a classificação para decisão e simplifica problemas multicritérios por meio da decomposição em uma estrutura hierárquica multinível. Além disso, o [AHP](#) é frequentemente adotado em ambientes colaborativos, nos quais os participantes discutem para alcançar consenso ou expressar suas preferências individuais ([Rios et al., 2023](#)). Portanto, é essencial garantir clareza nas definições, o que envolve estabelecer critérios precisos, facilitar a organização de processos coletivos, integrar os julgamentos subjetivos dos participantes no processo e, finalmente, desenvolver soluções e definir escolhas por meio de negociação e consenso ([Souza et al., 2020](#)).

É importante destacar que o [AHP](#) é um método de apoio à decisão que organiza critérios e alternativas em uma estrutura hierárquica que utiliza comparações pareadas para calcular coeficientes de importância, permitindo ponderar os critérios de acordo com seus pesos relativos ([Saaty, 1980](#)). Diferentemente dos métodos de preferência, que buscam capturar escolhas diretas do decisor em relação a alternativas considerando os critérios ([Brans et al., 1986](#)), o [AHP](#) não atribui preferências diretas, mas sim classifica os critérios com base em coeficientes derivados dessas comparações ([Saaty, 1987](#)).

Além disso, uma característica essencial do [AHP](#) é a garantia de transitividade nos julgamentos comparativos. Para os resultados serem consistentes, o [AHP](#) adota uma estrutura onde, se um critério A é mais importante que B e B é mais importante que C , então C não pode ser mais importante que A . Esse princípio de transitividade é fundamental para a coerência dos pesos atribuídos, sendo avaliados por meio do [Índice de Consistência \(CI\)](#) e [Razão de Consistência \(CR\)](#) ([Saaty, 1987](#); [Santos et al., 2024b](#)). Quando o índice de consistência está dentro de limites aceitáveis, os pesos dos critérios podem ser considerados robustos e confiáveis para a tomada de decisão ([Saaty, 1980](#)).

Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations (PROMETHEE)

O método **PROMETHEE** foi desenvolvido e apresentado pelo pesquisador *Jean-Pierre Brans* na década de 1980 (Brans & Vincke, 1985). Este método é uma abordagem de análise multicritério que se destaca por sua capacidade de fornecer soluções detalhadas em ambientes com tomada de decisão complexa, onde múltiplos critérios precisam ser avaliados simultaneamente (Brans & Vincke, 1985). Desde seu desenvolvimento inicial, o método **PROMETHEE** foi expandido para incluir diversas variantes, tais como **PROMETHEE** I, II, III, IV, V, VI, **PROMETHEE** GDSS, **PROMETHEE** TRI e *Cluster*, cada uma desenhada para atender diferentes necessidades e contextos de decisão (Wu et al., 2020). O **PROMETHEE** I fornece um ranqueamento parcial das opções, enquanto o **PROMETHEE** II oferece um ranqueamento completo baseado nos fluxos líquidos (Brans et al., 1986). O **PROMETHEE** III analisa relações de preferência e indiferença considerando a média e desvio dos índices de preferência. O **PROMETHEE** IV é adequado para tratar um conjunto infinito de alternativas. O **PROMETHEE** V facilita a seleção de múltiplas alternativas sob restrições de segmentação, conforme descrito por Brans & Mareschal (1992). O **PROMETHEE** VI, detalhado em 1995 pelos mesmos autores (Brans & Mareschal, 1995), modela representações similares ao cérebro humano. Avanços importantes introduziram o **PROMETHEE** TRI para questões de ordenação e o **PROMETHEE** CLUSTER para desafios de classificação nominal (Sen et al., 2016). Além disso, Behzadian et al. (2010) e colaboradores utilizaram o sistema de suporte à decisão em grupo **PROMETHEE** para priorizar requisitos técnicos no quadro de qualidade (Behzadian et al., 2010).

Seguindo o que é proposto por Brans et al. (1986), nesta pesquisa, será utilizado o método **PROMETHEE** II aplicando sua extensão **GDSS** para consenso de grupo (Brans & De Smet, 2005), considerando os critérios preordenados por meio do método **AHP-GDM**, apresentado por Santos et al. (2024b).

É importante destacar que, no método **PROMETHEE**, a verificação de consistência das comparações não é necessária devido à maneira como as preferências são formuladas e aplicadas. Diferente de métodos como o **AHP**, que utiliza uma matriz de julgamentos para comparar os critérios e exige a verificação de consistência para garantir coerência nas avaliações (Lin & Kou, 2015; Santos et al., 2024b), o **PROMETHEE** adota um modelo de comparação direta entre alternativas em relação a cada critério individualmente, sem depender de uma estrutura hierárquica (Balali et al., 2014; Brans & Vincke, 1985). Essa abordagem permite que o **PROMETHEE** seja mais flexível em cenários complexos, uma vez que não requer julgamentos transversais entre todos os critérios e alternativas. Como destaca Macharis et al. (2004).

(Kalogeras et al., 2005) enfatiza a importância do método **PROMETHEE** II para o

tomador de decisão, pois fornece ferramentas que facilitam a busca de uma solução para um problema de decisão envolvendo vários critérios múltiplos, frequentemente conflitantes. É reconhecido por ser um dos métodos multicritério mais eficientes e simples. Baseia-se no conceito de relações de superação, desenvolvido por Roy (1968). Roy definiu a relação de superação como uma relação binária S entre alternativas a e b em um conjunto de alternativas A , de modo que em $a S b$, a supera b . No entanto, não há uma razão fundamental para refutar a afirmação de que a é pelo menos tão bom quanto b (Brans et al., 1986).

No contexto da análise multicritério, uma preferência reflete a relação de superioridade entre duas alternativas, A_i e A_j , em relação a um determinado critério (Roush, 1993). Em termos práticos, dizemos que A_i é preferível a A_j quando a avaliação de A_i em um critério específico supera a de A_j de forma significativa, conforme definido pela função de preferência escolhida (Brans & Vincke, 1985). Essa relação de preferência indica o grau de "vantagem" de uma alternativa sobre outra, de acordo com o critério considerado.

Para o PROMETHEE, as preferências podem ser expressas de forma mais técnica como relações monotônicas e transitivas (Brans et al., 1986). A monotonicidade significa que, conforme a diferença entre os valores de duas alternativas aumenta em um critério, a intensidade da preferência por uma alternativa também aumenta ou permanece constante, mas nunca diminui. Esse comportamento assegura que o método atribua uma vantagem consistente à alternativa com o valor mais alto, de forma que preferências cresçam proporcionalmente à diferença percebida entre as alternativas (Macharis et al., 2004).

A transitividade é uma propriedade fundamental que garante a coerência das preferências. No caso do PROMETHEE, se A_i é preferível a A_j e A_j é preferível a A_k , então A_i também deve ser preferível a A_k . Essa característica é essencial para construir um ranqueamento lógico e estruturado das alternativas, evitando contradições nas decisões (Brans & Vincke, 1985; Brans et al., 1986; Brans & Mareschal, 1992).

Abordagens para definição dos Pesos de Critérios e Ranqueamento de Alternativas

O método AHP é eficaz para decompor um problema de decisão em partes constituintes e construir hierarquias de critérios, tornando clara a importância de cada elemento no processo decisório. Porém, para Wibowo et al. (2016), essa abordagem é considerada complicada e difícil de manejar devido à complexidade dos cálculos matemáticos e aos resultados inconsistentes que surgem com o aumento do número de alternativas. A abordagem é útil quando os critérios são limitados e bem definidos, permitindo uma análise detalhada e organizada. No entanto, à medida que o número de critérios e alternativas aumenta, o AHP se torna menos prático, ao exigir um volume significativo de compara-

ções par a par. Isso pode levar a dificuldades para os tomadores de decisão manterem uma visão clara do problema e avaliarem os resultados consistentemente. [Dong et al. \(2010\)](#), em seu artigo *Consensus Models for AHP Group Decision Making Under Row Geometric Mean Prioritization Method*, aborda a consistência como base fundamental para modelos de consenso na tomada de decisão em grupo. A complexidade do método dos autovetores e a conversão de dados quantitativos em uma escala de 1 a 9 podem resultar em perda de informação gerando inconsistências nos julgamentos ([Balali et al., 2014](#)).

A limitação imposta pela escala de 9 pontos no método **AHP** pode dificultar a avaliação pelo tomador de decisão, que pode ter dificuldade em distinguir entre valores próximos, como, por exemplo, determinar se uma alternativa é 6 ou 7 vezes mais importante do que outra. Além disso, o método **AHP** apresenta dificuldades em lidar com situações em que uma alternativa é significativamente mais importante do que outra, como no caso em que a alternativa A é 25 vezes mais importante do que a alternativa B ([Kuenz Murphy, 1993](#); [Kasperczyk & Knickel, 2006](#)).

Por outro lado, o **PROMETHEE** requer menos informações de entrada e considera a função de preferência de cada critério, determinada pelos próprios tomadores de decisão. Isso permite uma avaliação mais direta e eficiente das alternativas, uma vez que cada critério é avaliado de forma independente. O **PROMETHEE II** é preferido para o ranqueamento de alternativas devido à sua consistência, facilidade de compreensão e menor necessidade de interação com os tomadores de decisão.

Com base na literatura existente, é possível identificar vantagens em utilizar a metodologia **AHP** para a avaliação e definição dos pesos dos critérios, enquanto o **PROMETHEE** é considerado uma escolha mais adequada para o ranqueamento das alternativas. O **AHP**, com sua estrutura hierárquica e método de comparação par a par, facilita a atribuição de pesos de maneira sistemática e incorpora os julgamentos de especialistas de forma eficaz ([Santos et al., 2024b](#); [Rios et al., 2023](#)). O **PROMETHEE**, com suas funções de preferência e capacidade de análise de alternativas de forma independente, oferece uma abordagem mais detalhada e precisa para o ranqueamento, além de simplificar o processo de decisão ([Balali et al., 2014](#)). Estudos como os de [Behzadian et al. \(2010\)](#) e comparações entre **AHP** e **PROMETHEE** destacam que essa combinação híbrida maximiza as vantagens de cada método, resultando em uma tomada de decisão mais robusta e alinhada às necessidades dos decisores.

Ferramentas de *softwares*

Várias ferramentas de *software* estão disponíveis para execução dos métodos **PROMETHEE** e **AHP** de forma independente. Em sua pesquisa, [Fernandes et al. \(2023\)](#) apresenta as

principais ferramentas encontradas que aplicam os métodos PROMETHEE e AHP, conforme ilustrado na Figura 3.6.

Outros *softwares* são encontrados em pesquisas, como o *software Superdecision* (Sup, 2024), desenvolvido pela equipe do criador do método AHP (Saaty, 1987). Porém, limitações são encontradas, como, por exemplo, a falta de possibilidade para agregação de decisões em grupo.

Figura 3.6: *Softwares* de apoio à decisão multicritério (AHP / PROMETHEE)

Software	Ano de criação	Métodos	Fonte
BeSmart	2011	SMART, AHP e Funções de Valor.	Tereso et al., 2011.
Decision Lab	1991	PROMETHEE e GAIA	Geldermann & Zhang, 2002.
Expert Choice	1983	Analytic Hierarchy Process (AHP)	Fernandez, 1996. Site -Expert Choice
MezzoLogic	2013	Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP)	Filzmoser, P., & Gschwandtner, M., 2016
ViBe (Visual Biodiversity Evaluation)	2011	PROMETHEE	Pennerstorfer, J., & Töchterle, U., 2011.
VISUAL PROMETHEE	2004	PROMETHEE	Macharis, C., Springael, J., & De Brucker, K, 2004
Visual PROMETHEE Web	2017	PROMETHEE	Vetschera, R., & Gleixner, M., 2017
ANACONDA	2012	AHP e Outranking Methods	Behzadian, M., Otaghsara, S. K., Yazdani, M., & Ignatius, J., 2012
Visual PROMETHEE-Gaia	2015	PROMETHEE-Gaia	Mareschal, B., Brans, J. P., & Vincke, P., 1984
ARGOS (Adaptable Ranking of Geographical Objects)	2019	Analytic Hierarchy Process (AHP) e Outranking Methods	Baets, B. D., & Meyer, H. D., 2019.

Fonte: Adaptada pelo autor com base em [Fernandes et al. \(2023\)](#).

Entre todas as opções disponíveis, não foi encontrada uma solução de *software* que utilize a metodologia **AHP** para seleção e definição dos pesos dos critérios integrando com a metodologia **PROMETHEE** no ranqueamento das alternativas. Além disso, a utilização da teoria bayesiana, apresentada por [Rios et al. \(2023\)](#); [Santos et al. \(2024b\)](#), para ajuste das inconsistências no processo **AHP** não foi implementada em nenhuma das ferramentas existentes.

Conforme apresentado por [Fernandes et al. \(2023\)](#), foi verificado que as ferramentas apresentam alto nível de complexidade na usabilidade, o que restringe seu uso apenas a usuários que possuem facilidade no manuseio de tecnologia e domínio das metodologias.

Capítulo 4

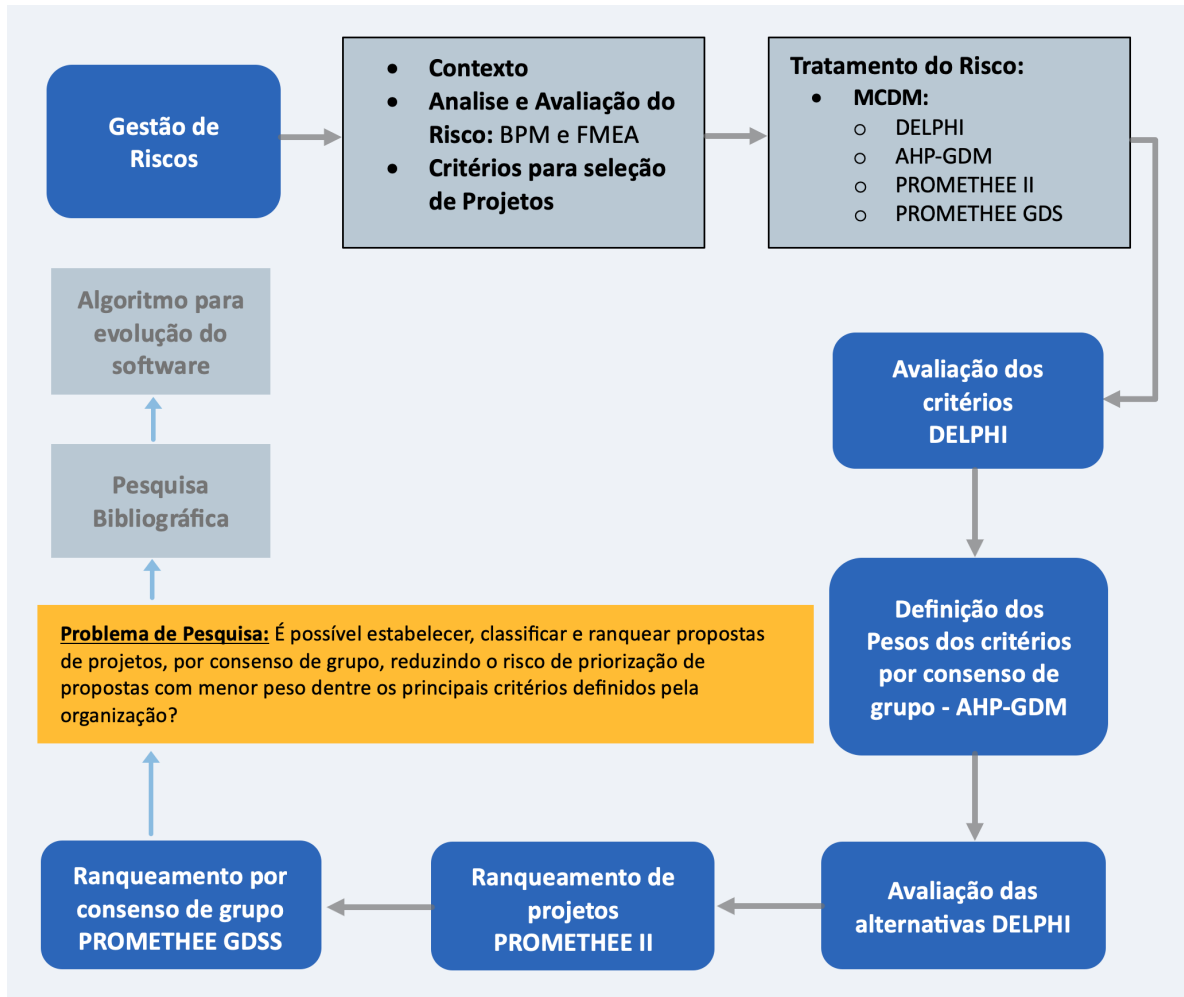
Metodologia de Pesquisa

Este capítulo descreve as metodologias utilizadas na aplicação do caso desta dissertação, onde são abordados os riscos no processo de seleção de projetos.

4.1 Desenvolvimento da Pesquisa

É proposta uma abordagem que permite a determinação dos pesos dos principais critérios utilizados pelos especialistas, por meio do consenso de grupo, bem como a apresentação do *ranking* dos melhores projetos avaliados com base nos critérios definidos. Essa abordagem utiliza técnicas integradas em uma solução de *software* disponível na web (Santos et al., 2024a). Para tanto, serão aplicadas técnicas fundamentadas na Gestão de Riscos e nos métodos AHP-GDM, DELPHI, PROMETHEE II e GDSS, conforme descrito na Figura 4.1.

Figura 4.1: Metodologia



Fonte: O autor.

Para a identificação dos riscos, foi escolhida a ferramenta **FMEA** (VDA, 2019), aplicada a uma das funções do processo mapeado segundo a metodologia **BPM** (Fingar, 2003). Esta ferramenta auxiliou na identificação dos principais riscos envolvidos no processo. Uma vez identificados os riscos, o próximo passo foi pesquisar e desenvolver o modelo que melhor se adaptasse à solução do problema identificado. Foram aplicadas as metodologias **DELPHI**, conforme descrita por Santos et al. (2024b), e o **AHP-GDM** com a teoria bayesiana, conforme descrito por Rios et al. (2023); Santos et al. (2024b), para a seleção e ponderação dos pesos dos critérios. Para obter o *ranking* dos melhores projetos, foram utilizadas as ferramentas apresentadas por Brans et al. (1986); Brans & De Smet (2005), **PROMETHEE II** e **GDSS**. Esta abordagem descreve como esses elementos interagem ao serem aplicados na prática, contribuindo para reduzir as inconsistências e otimizar a mitigação dos riscos identificados.

4.1.1 Processo de seleção de projetos mapeado

O processo de seleção de projetos na organização busca estruturar-se de maneira a garantir a identificação e priorização de iniciativas que tragam maior valor e alinhamento estratégico. Este processo envolve várias etapas críticas que precisam ser cuidadosamente mapeadas e analisadas para assegurar sua eficácia e eficiência.

O processo de seleção de projetos atual será apresentado utilizando a ferramenta AS-IS.

O mapeamento do processo colabora para identificar lacunas, contribuindo para a melhoria e maturidade dos processos internos da organização. A adoção de melhores práticas e ferramentas de gerenciamento de projetos e riscos é essencial para aprimorar o processo.

4.1.2 Aplicação da Análise dos Modos de Falhas e seus Efeitos

A **FMEA** é uma abordagem sistemática e estruturada utilizada para identificar e avaliar potenciais modos de falhas em um sistema, produto, processo ou serviço. A aplicação do **FMEA** no contexto desta pesquisa visa fortalecer a gestão de riscos nos projetos da organização, contribuindo para a melhoria contínua e a sustentabilidade dos investimentos (VDA, 2019; ISO31010, 2021).

A ferramenta **FMEA** foi aplicada na análise das falhas identificadas pela equipe no processo, auxiliando na categorização e priorização dos riscos. Durante essa análise, foram definidas tabelas específicas para os "Níveis de severidade", conforme mostrado no Quadro 1, "Índices de ocorrência", no Quadro 2, "Probabilidade de detecção", no Quadro 3, e valores de classificação para o **Número de Prioridade de Risco (NPR)**, apresentados no Quadro 4. Essas definições permitiram uma abordagem mais estruturada para identificar e tratar os principais riscos do processo.

a) Severidade

Quadro 1: Classificação dos níveis de severidade (S)

Severidade	Critérios	Classificação
Mínima	Efeito quase imperceptível	1
		2
Baixa	Efeito com pouca importância	3
		4
Moderada	Efeito moderadamente considerável	5
Moderada	Efeito com impacto considerável	6
		7
Alta	Impacto elevado grave	8
		9
Muito alta	Extremamente grave	10

Fonte: O autor.

b) Ocorrência (O)

Quadro 2: Classificação dos índices de ocorrência (O)

Probabilidade	Frequência	Índice de ocorrência
Remota	Chance remota de falha	1
Baixa	Frequência muito baixa	2
Baixa	Pouco frequente	3
Moderada	Frequência baixa	4
Moderada	Frequência ocasional	5
Moderada	Frequência moderada	6
Alta	Frequente	7
Alta	Frequência elevada	8
Muito alta	Frequência muito elevada	9
Muito alta	Frequência máxima	10

Fonte: O autor.

c) Detecção (D)

Quadro 3: Classificação da probabilidade de detecção (D)

Detecção	Critérios	Classificação
Muito Alta	Certamente será detectada	1
Alta	Quase certo que será detectada	2
Alta	Grande probabilidade de ser detectada	3
Moderada	Boa probabilidade de ser detectada	4
Moderada	Média probabilidade de ser detectada	5
Moderada	Pequena probabilidade de ser detectada	6
Baixa	Muito pequena a probabilidade de ser detectada	7
Baixa	Remota a possibilidade de ser detectada	8
Rara	Quase impossível de ser detectada	9
Rara	Impossível de ser detectada	10

Fonte: O autor.

d) NPR – Número de prioridade de risco (NPR)

Quadro 4: Classificação do NPR

Classificação	Nível	NPR
Prioridade 0	Risco muito alto	Acima de 200
Prioridade 1	Risco alto	100 a 200
Prioridade 2	Risco médio	51 a 100
Prioridade 3	Risco baixo	1 a 50

Fonte: O autor.

4.1.3 Metodologia DELPHI na coleta de opiniões de especialistas

O método **DELPHI** é uma técnica de pesquisa destinada a reunir e sintetizar as opiniões de um grupo de especialistas sobre um tópico específico (Dalkey & Helmer, 1969). Essa metodologia é particularmente eficaz para lidar com problemas complexos, onde o objetivo é obter uma opinião coletiva confiável (Landeta, 2006). Segundo Niederberger & Spranger (2020), o método **DELPHI** foi concebido “para alcançar um consenso altamente confiável entre especialistas por meio de uma série de questionários detalhados, complementados por *feedback* controlado”. O **DELPHI** é frequentemente combinado com outras técnicas de decisão, como o **AHP**, para aumentar a qualidade e a confiabilidade das avaliações dos especialistas (Vidal et al., 2011).

Para a coleta e consolidação das opiniões dos especialistas, utilizamos o *software* *app.makedecision.com.br*, que facilitou a distribuição dos questionários e a análise das respostas.

Etapas do Método DELPHI

O método **DELPHI** normalmente envolve várias rodadas de questionários, onde os especialistas fornecem suas opiniões, sendo agregadas e refinadas em rodadas subsequentes (Linstone & Turoff, 1975; Santos et al., 2024b).

As etapas básicas são (Niederberger et al., 2021; Linstone & Turoff, 1975):

1. Identificação e seleção dos especialistas (Niederberger et al., 2021).
2. Desenvolvimento do questionário inicial (Markmann et al., 2021).
3. Primeira rodada de coleta de opiniões (Keeney & Hasson, 2015).
4. Análise e agregação das respostas (Niederberger et al., 2021).
5. Retroalimentação para os especialistas (Linstone & Turoff, 1975).
6. Rodadas subsequentes para refinamento das opiniões (Niederberger et al., 2021).
7. Análise final e relatório (Linstone & Turoff, 1975).

Segundo Santos et al. (2024b), o método **DELPHI** é uma ferramenta eficaz para a coleta de opiniões qualitativas, que podem ser quantificadas utilizando outras metodologias. Essa combinação não apenas eleva a qualidade das avaliações, mas também aumenta a confiabilidade e a eficácia do processo de tomada de decisão (Vidal et al., 2011).

Para Mousavi et al. (2013), as técnicas **DELPHI**, **AHP** e **PROMETHEE** podem ser combinadas para classificar alternativas em relação aos critérios, uma vez que juntas colaboram na definição de todos os aspectos do problema em consideração e fornecem valores para alternativas em relação a cada critério para formar a matriz de avaliação.

4.1.4 Metodologia AHP na definição de pesos dos critérios com ajuste de inconsistência a serem utilizados na escolha da melhor alternativa de projeto

Diversos métodos foram desenvolvidos para aprimorar o **MCDM**, incluindo o **AHP**, que é frequentemente utilizado para auxiliar na resolução de problemas de tomada de decisão (Santos et al., 2024b; Rios et al., 2023; Darko et al., 2019).

Vantagens e Desafios

Para Santos et al. (2024b), o AHP é amplamente utilizado em ambientes de grupo, onde os membros participam de discussões para alcançar um consenso ou expressar suas preferências individuais.

No AHP-GDM, para a agregação e obtenção do vetor de prioridade de grupo, os métodos Agregação Individual de Julgamentos (AIJ) e Agregação Individual de Prioridades (AIP) são duas opções de agregação utilizadas (Altuzarra et al., 2019). Altuzarra et al. (2019) afirma que o AIJ é apropriado quando o grupo é visto como uma unidade coesa, enquanto o AIP é indicado para grupos formados por indivíduos independentes, muitas vezes desconhecidos entre si. Neste trabalho, optou-se pelo método AIJ, considerando as características específicas dos grupos envolvidos na organização.

A metodologia apresentada por Lin & Kou (2015) e detalhada por Santos et al. (2024b); Rios et al. (2023), aborda a utilização da teoria Bayesiana antes da aplicação da AIJ, para buscar a consistência adequada na aplicação da agregação em grupo (Mimovic et al., 2015). A agregação de consenso por AIJ destaca que a mesma possui grau de consistência e consenso aceitáveis, como aplicado por Lin e Kou utilizando *Logarithmic Least Square Method* (LLSM) em conjunto com a teoria Bayesiana, revelando claramente quais critérios o grupo de especialistas tem dado prioridade em suas avaliações, de modo a equalizar o entendimento ou modificá-lo no âmbito da instituição (Santos et al., 2024b; Lin & Kou, 2015; Rios et al., 2023).

(Santos et al., 2024b), apresentam os seguintes passos para a seleção e ponderação dos critérios utilizados nesta pesquisa, o estudo com os critérios foi realizado dentro da mesma organização e considerando o mesmo negócio.

Passo 1 - Utilização do método LLSM para calcular a prioridade dos vetores, seguida da normalização por meio da média geométrica ponderada aplicada aos elementos da matriz $A = (v_1^{(k)}, v_2^{(k)}, v_3^{(k)}, \dots, v_r^{(k)})$ (Santos et al., 2024b; Lin & Kou, 2015; Rios et al., 2023).

Passo 2- Cálculo dos vetores utilizando o *Logaritmo Natural*, resultando na construção de uma nova matriz por meio da obtenção de regressão, conforme descrito por Santos et al. (2024b); Lin & Kou (2015); Rios et al. (2023), representado pelas fórmulas (4.1) e (4.2).

$$LN[V^K] = (\ln v_1^{(k)}, \ln v_2^{(k)}, \dots, \ln v_n^{(k)}) \quad (4.1)$$

$$\mu_{ij}^{(k)} = \ln(v_i^{(k)}) - \ln(v_j^{(k)}), \quad 1 \leq i < j \leq n \quad (4.2)$$

Passo 3 - Onde, ao calcular a estimativa Bayesiana, considera-se $\sigma^2 = 0,25$ e $\tau^2 = 0,50$, mantendo a generalidade, conforme afirmado por Lin & Kou (2015); Santos et al.

(2024b); Rios et al. (2023). A fórmula aplicada é representada por (4.3).

$$\frac{\ln(a_{ij}^{(k)})\sigma^{-2} + \mu_{ij}^{(k)}\tau^{-2}}{\sigma^{-2} + \tau^{-2}}, \quad \text{quando } 1 \leq i < j \leq n \quad (4.3)$$

Passo 4 - Na construção da matriz resultante (Santos et al., 2024b; Lin & Kou, 2015; Rios et al., 2023), as fórmulas (4.4) e (4.5) são aplicadas.

$$B^{(k)} = (b_{ij}^{(k)})_{n \times n} \quad (k = 1, 2, \dots, r), \quad (4.4)$$

onde

$$b_{ij}^{(k)} = \begin{cases} \hat{\theta}_{ij}^{(k)}(X) = \hat{\mu}_{ij}^{(k)}(X), & \text{se } i < j; \\ 0, & \text{se } i = j; \\ \hat{\theta}_{ij}^{(k)}(X) = -\hat{\mu}_{ij}^{(k)}(X), & \text{se } i > j. \end{cases} \quad (4.5)$$

Passo 5 - Finalmente, os PCM individuais Bayesianos são calculados, conforme fórmula (4.6) (Santos et al., 2024b; Lin & Kou, 2015; Rios et al., 2023).

$$\hat{A}^{(k)} = \text{EXP} [B^{(k)}] = \left(\exp(b_{ij}^{(k)}) \right)_{n \times n}, \quad k = 1, 2, \dots, r \quad (4.6)$$

(Santos et al., 2024b) apresentam os próximos passos 6, 7, 8 e 9 para cálculos do índice e razão de consistência, bem como para a *Agregação dos critérios* e obtenção do *Vetor de prioridade dos critérios*.

Passo 6 - Neste passo, com as matrizes resultantes, o cálculo do índice e a razão de consistência são realizados conforme apresentado por Santos et al. (2024b); Saaty (1980); Rios et al. (2023). O CI e a CR de uma matriz recíproca $n \times n$, denotada por $A = (a_{i,j})$, são definidos (Mazurek et al., 2021). As fórmulas (4.7) e (4.8) representam os cálculos.

$$CI(A) = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (4.7)$$

$$CR(A) = \frac{CI(A)}{RI_n} \quad (4.8)$$

onde λ_{max} representa o autovalor principal de A , e RI_n é o índice de consistência aleatório, conforme detalhado por Mazurek et al. (2021).

O valor de λ_{max} é sempre maior ou igual a n , sendo igual a n se, e somente se, a matriz A for consistente.

Passo 7 - Após validar as consistências, é realizada a AIJ. Isso envolve considerar as matrizes de comparação PCM fornecidas por cada especialista, culminando em uma

matriz única agregada, conforme descrito por Lin et al. (2022); Santos et al. (2024b), sendo calculado conforme fórmula (4.9).

$$v_i^k = \prod_{j=1}^n \left(a_{i,j}^{(1/n)} \right) \quad (4.9)$$

Onde v_i^k representa o critério avaliado, $\prod_{j=1}^n \left(a_{i,j}^{(1/n)} \right)$ representa a média geométrica.

Passo 8 - A agregação dos critérios deve ser calculada (4.10), sendo obtida da matriz de grupo $A^G = (a_{i,j}^G)_{n \times n}$, onde "r" representa os decisores, os elementos das matrizes $a_{i,j}$ são multiplicados conforme descrito por Lin & Kou (2015); Santos et al. (2024b).

$$A_{i,j}^G = \prod_{k=1}^r \left(a_{i,j}^{(k)} \right)^{\lambda_k}, \quad i, j \in \{1, 2, \dots, n\} \quad (4.10)$$

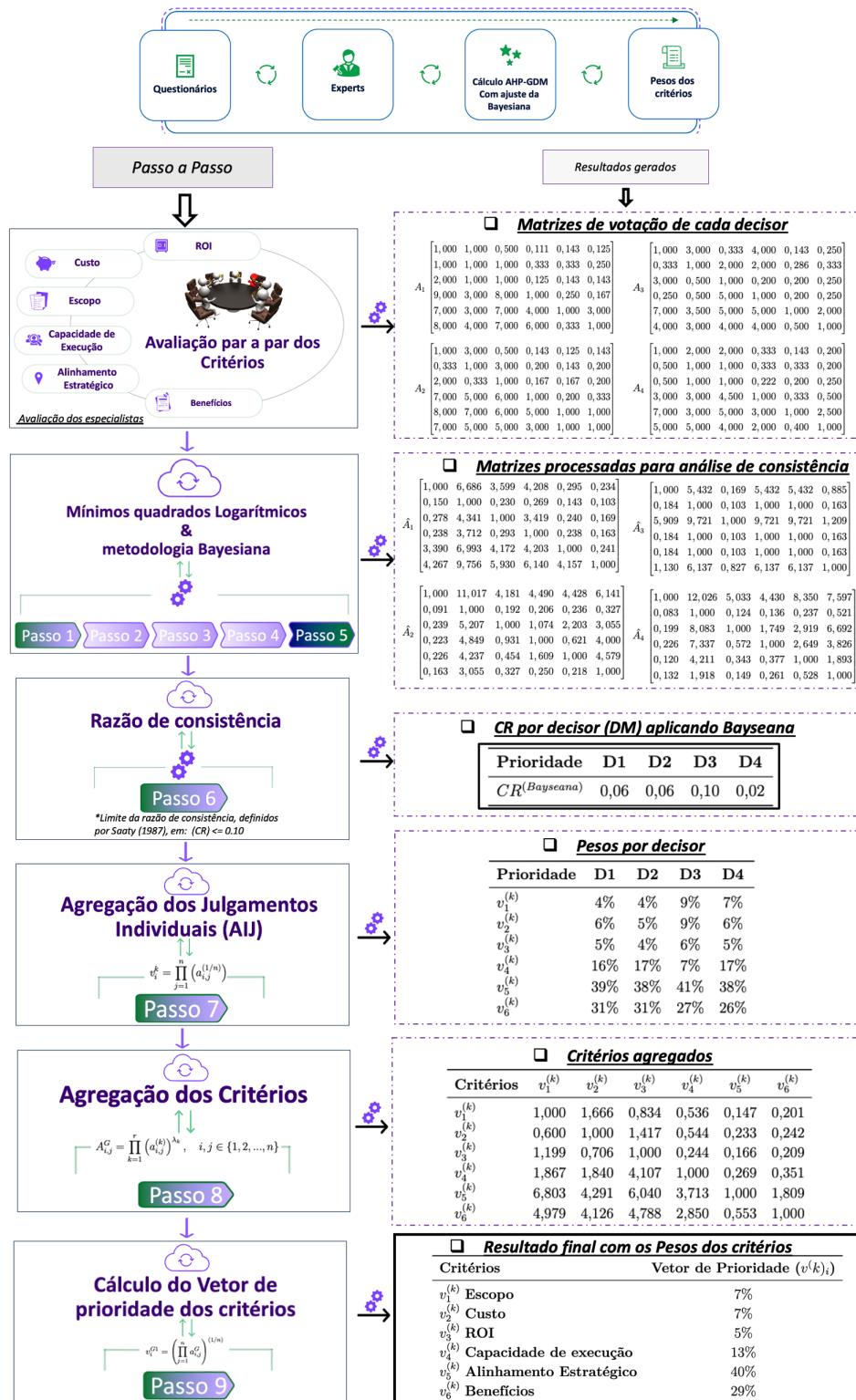
O resultado é a matriz agregada dos critérios.

Passo 9 - O último passo é a obtenção do vetor de prioridade dos critérios. Com os critérios devidamente agregados, é utilizado novamente o método **Média Geométrica Ponderada (WGMM)** para determinar o vetor de prioridade dos critérios (Santos et al., 2024b; Lin & Kou, 2015; Rios et al., 2023). Este vetor, representado por $V^G = (\nu_1^G, \nu_2^G, \dots, \nu_n^G)^T$, é derivado de A^G sendo calculado pela fórmula (4.11).

$$v_i^{G1} = \left(\prod_{j=1}^n a_{i,j}^G \right)^{(1/n)} \quad (4.11)$$

A Figura 4.2 exemplifica o passo a passo.

Figura 4.2: Representação do Passo a passo AHP-GDM



Fonte: O autor.

4.1.5 Metodologia PROMETHEE

O método **PROMETHEE** é uma técnica de ordenação destinada a auxiliar o decisor na seleção de um conjunto de alternativas ou ações, avaliadas de acordo com critérios estabelecidos pelo próprio decisor (Brans & Vincke, 1985).

PROMETHEE II

A implementação do **PROMETHEE** II requer dois tipos adicionais de informações, o peso e a função de preferência (Brans et al., 1986):

O peso

Segundo Behzadian et al. (2010), a atribuição de pesos é uma etapa crucial na maioria dos métodos multicritério. O **PROMETHEE** II pressupõe que o decisor consiga atribuir pesos adequados aos critérios, especialmente quando a quantidade de critérios não é muito grande. Brans et al. (1986) reconhece a dificuldade na definição dos pesos para os critérios. Com isso, nesta pesquisa, os pesos foram ponderados seguindo a metodologia **AHP-GDM**, com ajuste da bayesiana, conforme apresentado nos tópicos anteriores.

A função de preferência

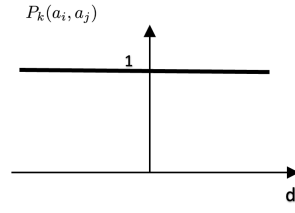
(Behzadian et al., 2010) também discute que, para cada critério, a função de preferência converte a diferença entre as avaliações de duas alternativas em um grau de preferência que varia de zero a um. Para facilitar a escolha de uma função de preferência específica, Brans & Vincke (1985) propuseram seis tipos básicos: (1) critério usual, (2) critério em forma de U, (3) critério em forma de V, (4) critério de nível, (5) critério em forma de V com indiferença e (6) critério Gaussiano. Embora essas funções não sejam exaustivas, elas atendem à maioria dos casos de aplicações práticas (Brans et al., 1986).

As funções de preferência $P_k(a_i, a_j)$ podem assumir várias formas, conforme proposto por Brans & Vincke (1985). A definição da função de preferência é um passo crucial na aplicação do método **PROMETHEE** II, conforme apresentado por Brans et al. (1986). Eles apresentam seis tipos de funções de preferência generalizadas, que, apesar de não serem as únicas, abrangem a maioria dos casos práticos (Brans et al., 1986).

A seguir, são detalhadas as seis funções de preferência generalizadas, conforme descrito por Brans & Vincke (1985):

1. Critério usual, representada pela Figura 4.3 e fórmula (4.12) - Considera apenas se há diferença entre as avaliações, sem considerar a magnitude dessa diferença.

Figura 4.3: Critério usual

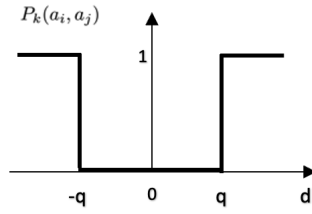


Fonte: Adaptada pelo autor com base em Brans & Vincke (1985).

$$P_k(a_i, a_j) = \begin{cases} 0 & \text{se } d \leq 0 \\ 1 & \text{se } d > 0 \end{cases} \quad (4.12)$$

2. Critério em forma de U, representada pela Figura 4.4 e fórmula (4.13) - Introduz um limite de indiferença dentro do qual as alternativas são consideradas equivalentes.

Figura 4.4: Critério em forma de U

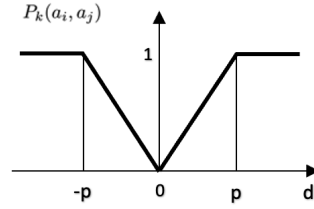


Fonte: Adaptada pelo autor com base em Brans & Vincke (1985).

$$P_k(a_i, a_j) = \begin{cases} 0 & \text{se } d \leq q \\ 1 & \text{se } d > q \end{cases} \quad (4.13)$$

3. Critério em forma de V, representada pela Figura 4.5 e fórmula (4.14) - A diferença de preferência aumenta linearmente com a diferença entre as avaliações.

Figura 4.5: Critério em forma de V

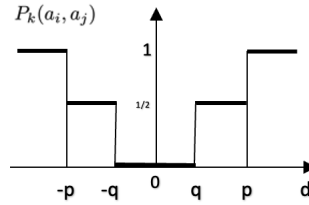


Fonte: Adaptada pelo autor com base em Brans & Vincke (1985).

$$P_k(a_i, a_j) = \begin{cases} \frac{d}{p} & \text{se } 0 < d \leq p \\ 1 & \text{se } d > p \end{cases} \quad (4.14)$$

4. Critério de nível, representada pela Figura 4.6 e fórmula (4.15) - Define níveis distintos de preferência com base em intervalos de diferença predeterminados.

Figura 4.6: Critério de nível

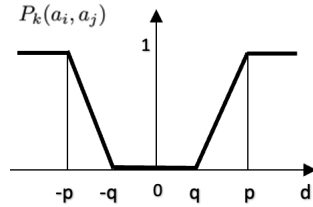


Fonte: Adaptada pelo autor com base em Brans & Vincke (1985).

$$P_k(a_i, a_j) = \begin{cases} 0 & \text{se } d \leq q \\ \frac{1}{2} & \text{se } q < d \leq p \\ 1 & \text{se } d > p \end{cases} \quad (4.15)$$

5. Critério em forma de V com indiferença, representada pela Figura 4.7 e fórmula (4.16) - Combina os critérios em forma de U e V, introduzindo uma zona de indiferença seguida de um aumento linear na preferência.

Figura 4.7: Critério em forma de V com indiferença

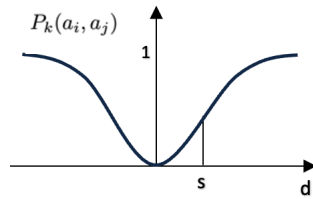


Fonte: Adaptada pelo autor com base em Brans & Vincke (1985).

$$P_k(a_i, a_j) = \begin{cases} 0 & \text{se } d \leq -q \\ \frac{d+q}{p-q} & \text{se } -q < d < -p \\ 1 & \text{se } d \geq -p \end{cases} \quad (4.16)$$

6. Critério Gaussiano, representada pela Figura 4.8 e fórmula (4.17) - Utiliza uma função gaussiana para modelar a preferência, sendo mais apropriado para situações onde a diferença de preferência deve diminuir gradualmente.

Figura 4.8: Critério Gaussiano



Fonte: Adaptada pelo autor com base em Brans & Vincke (1985).

$$P_k(a_i, a_j) = 1 - \exp\left(-\frac{d^2}{2s^2}\right) \quad (4.17)$$

Onde:

- d é a diferença entre as avaliações de a_i e a_j no critério k .
- s é o limiar de indiferença.

- p é o limiar de preferência estrita.
- s é o parâmetro da função Gaussiana.

Essas funções de preferência desempenham um papel essencial na metodologia **PROMETHEE**, garantindo uma avaliação abrangente e precisa das alternativas disponíveis.

Nesta pesquisa, utilizamos a aplicação da função de preferência (5), critério em forma de V com indiferença (Brans et al., 1986), onde, para cada critério, deve-se estabelecer o valor de um limiar de indiferença q ; o valor de um limiar de preferência estrita p ; e um valor intermediário entre p e q (Brans & Mareschal, 1992).

A função em V no **PROMETHEE** é escolhida para modelar preferências de forma linear, refletindo um aumento direto na intensidade da preferência conforme a diferença entre as alternativas aumenta. Essa função apresenta uma forma simples e convexa, o que significa que não há múltiplos ótimos locais, mas sim um único comportamento linear que alcança uma saturação na preferência máxima. No contexto do **PROMETHEE**, as preferências são ordinais, ou seja, a função em V é usada para ordenar as alternativas com base em sua superioridade relativa. Nesse caso, o valor numérico exato da diferença entre alternativas é menos relevante do que a ordem resultante no ranqueamento (Behzadian et al., 2010; Brans & Vincke, 1985).

PROMETHEE GDSS

A extensão do **PROMETHEE** para o **GDSS** é fundamental para alcançar um consenso de grupo no ranqueamento das alternativas. O **PROMETHEE GDSS** permite a agregação das preferências individuais dos decisores, transformando-as em uma avaliação coletiva e consolidada. Cada decisor é tratado como um critério adicional, e suas opiniões são integradas no processo de decisão, assegurando que todas as perspectivas sejam consideradas. Este método facilita a negociação e resolução de conflitos, promovendo decisões representativas do grupo como um todo.

A aplicação do **PROMETHEE GDSS**, conforme detalhado por Brans et al. (1986); Brans & De Smet (2005, 2016), permitiu o ranqueamento das alternativas de projetos de maneira eficaz, incorporando as opiniões dos diferentes decisores e proporcionando uma visão consolidada das opções mais viáveis. Este método foi essencial para garantir que as decisões tomadas fossem equilibradas, refletindo um consenso de grupo, minimizando os conflitos e aumentando a aceitabilidade das escolhas realizadas.

4.1.6 Avaliação da Percepção dos Participantes sobre a Metodologia

A percepção sobre a metodologia proposta foi analisada, foi realizada uma enquete com 7 participantes envolvidos no processo de seleção de projetos na organização. Esses participantes desempenham papéis estratégicos na tomada de decisão e possuem conhecimento técnico e gerencial necessário para avaliar a aplicabilidade das metodologias.

A enquete incluiu perguntas organizadas em uma escala *Likert* de 1 a 5 ([Likert et al., 1934](#); [Batterton & Hale, 2017](#)), abordando temas como:

- Percepção de eficácia das metodologias propostas na melhoria das decisões;
- Complexidade percebida na aplicação da metodologia sem o uso do software;
- Redução de tempo na execução do processo com o uso do software;
- Intenção de uso futuro da ferramenta desenvolvida.

As respostas foram coletadas de forma online e analisadas quantitativamente. Comentários qualitativos fornecidos pelos participantes também foram incluídos na análise para enriquecer os resultados. As questões e respostas da enquete são apresentadas no Apêndice C.

Capítulo 5

Análise e Resultados

Com base no artigo submetido à *19ª Conferência Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação 2024* (Santos et al., 2024b), onde os critérios para a seleção de projetos foram estabelecidos, mas sem incluir os resultados do ranqueamento das alternativas, este capítulo apresentará esses resultados. Além disso, será detalhado o processo de gestão de riscos identificados, bem como a aplicação das metodologias **AHP-GDM**, teoria bayesiana, **PROMETHEE II** e **GDSS**.

5.1 Tratamento do Risco na Priorização de Projetos dentro da Organização

Nesta seção, será considerado o tratamento do risco de priorização de projetos com baixo alinhamento aos principais interesses da organização, utilizamos a ferramenta **FMEA** e a metodologia **PROMETHEE GDSS** para a priorização de projetos. Esse processo considera os pesos dos critérios definidos pela metodologia **AHP-GDM** com a integração da teoria bayesiana (Santos et al., 2024b; Rios et al., 2023).

5.1.1 Definição das funções e itens FMEA

Com os quadros de classificações descritos, juntamente com as funções dos macroprocessos e os modos e efeitos de falhas definidos, a seguir é apresentada a tabela de avaliação dos riscos, conforme Figura 5.1.

Figura 5.1: Aplicação do FMEA no processo de seleção de projetos

FMEA										
Item	Função	Falha Funcional	Modo de Falha	Efeito do Modo de Falha	Severidade (S)	Causas do Modo de Falha	Ocorrência (O)	Controles Atuais	Deteção (D)	NPR (S.O.D)
1	Aprovar projeto para investimento e execução	Riscos financeiros	Custo acima do planejado	Aumenta a urgência de busca por novos recursos e parcerias de investidores	9	Crítérios mal definidos e priorizados, gerando necessidade de adaptação no projeto	7	relatórios de desempenho financeiro	4	252
		Riscos Estratégicos	Projeto não atende aos principais critérios	Encerramento do projetos e prejuízo	10	Escolha do projeto sem fundamentos científicos	3	Reuniões	4	120

Fonte: O autor.

5.1.2 Definição de Critérios

Os critérios são essenciais para garantir que a seleção dos projetos esteja alinhada com os objetivos estratégicos da organização e contribua para o sucesso a longo prazo. Os critérios, enumerados e abordados por Santos et al. (2024b), e considerados no ranqueamento, são:

- $v_1^{(k)}$ - Escopo - Definição clara dos limites do projeto e suas entregas;
- $v_2^{(k)}$ - Custo - Estimativa e gestão dos recursos financeiros necessários para o projeto;
- $v_3^{(k)}$ - ROI (Retorno sobre o Investimento) - O benefício financeiro esperado do projeto em relação ao investimento feito;
- $v_4^{(k)}$ - Capacidade de execução - Avaliação da habilidade e recursos disponíveis para realizar o projeto;
- $v_5^{(k)}$ - Alinhamento Estratégico - Se o projeto está alinhado com a visão e missão da organização;

- $v_6^{(k)}$ - Benefícios - Vantagens e valor agregado que o projeto trará para a organização ou *stakeholders*.

5.1.3 Elaboração dos formulários de Avaliação para Análise Individualizada por Especialistas, Implementação e Cálculo

O projeto apresentado nessa pesquisa, bem como as avaliações individuais, foi cadastrado e processado no *software app.makedecision.com.br*, os passos utilizados são apresentados na seção 5.3.

Após a definição dos critérios, para avaliação dos critérios, os formulários foram elaborados e cadastrados no *software*, respeitando os critérios estabelecidos. Isso permitiu que cada especialista expressasse seus julgamentos sobre o grau de importância de cada critério. Esses julgamentos foram realizados com base na escala proposta por Saaty (1987), que varia de um a nove, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1: Grau de Importância

Relação de Importância	Grau de Importância	Recíproca
Igualdade	1	1
Intermediário	2	1/2
Importância Moderada	3	1/3
Intermediário	4	1/4
Mais Importante	5	1/5
Intermediário	6	1/6
Muito Mais Importante	7	1/7
Intermediário	8	1/8
Extremamente Importante	9	1/9

Fonte: Adaptado de Saaty (1990).

No preenchimento dos formulários de avaliação, foram consideradas comparações par-a-par dos critérios estabelecidos. Durante a análise dos dados, foram excluídos formulários nos quais o peso 1 foi atribuído em mais de 70% das avaliações na Matriz de Comparação par-a-par PCM. Esta medida foi adotada para descartar avaliações que não apresentam discernimento crítico suficiente dos critérios (Santos et al., 2024b; Rios et al., 2023). Os dados coletados dos avaliadores, são denominados e representados como A1, A2, A3 e A4.

$$A_1 \begin{bmatrix} 1,000 & 1,000 & 0,500 & 0,111 & 0,143 & 0,125 \\ 1,000 & 1,000 & 1,000 & 0,333 & 0,333 & 0,250 \\ 2,000 & 1,000 & 1,000 & 0,125 & 0,143 & 0,143 \\ 9,000 & 3,000 & 8,000 & 1,000 & 0,250 & 0,167 \\ 7,000 & 3,000 & 7,000 & 4,000 & 1,000 & 3,000 \\ 8,000 & 4,000 & 7,000 & 6,000 & 0,333 & 1,000 \end{bmatrix}$$

$$A_2 \begin{bmatrix} 1,000 & 3,000 & 0,500 & 0,143 & 0,125 & 0,143 \\ 0,333 & 1,000 & 3,000 & 0,200 & 0,143 & 0,200 \\ 2,000 & 0,333 & 1,000 & 0,167 & 0,167 & 0,200 \\ 7,000 & 5,000 & 6,000 & 1,000 & 0,200 & 0,333 \\ 8,000 & 7,000 & 6,000 & 5,000 & 1,000 & 1,000 \\ 7,000 & 5,000 & 5,000 & 3,000 & 1,000 & 1,000 \end{bmatrix}$$

$$A_3 \begin{bmatrix} 1,000 & 3,000 & 0,333 & 4,000 & 0,143 & 0,250 \\ 0,333 & 1,000 & 2,000 & 2,000 & 0,286 & 0,333 \\ 3,000 & 0,500 & 1,000 & 0,200 & 0,200 & 0,250 \\ 0,250 & 0,500 & 5,000 & 1,000 & 0,200 & 0,250 \\ 7,000 & 3,500 & 5,000 & 5,000 & 1,000 & 2,000 \\ 4,000 & 3,000 & 4,000 & 4,000 & 0,500 & 1,000 \end{bmatrix}$$

$$A_4 \begin{bmatrix} 1,000 & 2,000 & 2,000 & 0,333 & 0,143 & 0,200 \\ 0,500 & 1,000 & 1,000 & 0,333 & 0,333 & 0,200 \\ 0,500 & 1,000 & 1,000 & 0,222 & 0,200 & 0,250 \\ 3,000 & 3,000 & 4,500 & 1,000 & 0,333 & 0,500 \\ 7,000 & 3,000 & 5,000 & 3,000 & 1,000 & 2,500 \\ 5,000 & 5,000 & 4,000 & 2,000 & 0,400 & 1,000 \end{bmatrix}$$

Aplicação Mínimos quadrados Logarítmicos e a metodologia Bayesiana para ajuste dos consensos

Com a conclusão do processo de aplicação dos formulários, as respostas de cada especialista foram processadas individualmente na aplicação *app.makedecision.com.br*. Esta pesquisa adotou passos descritos e definidos por Santos et al. (2024b); Rios et al. (2023) resultando na matriz individual $\hat{A}$ (Lin & Kou, 2015). A determinação precisa dos vetores de prioridade é fundamental no processo de tomada de decisão multicritério. O método **LLSM** é destacado como uma técnica robusta para este fim, particularmente útil em situações onde as matrizes de comparação par-a-par possam apresentar inconsistências (Saaty & Vargas, 1987).

As matrizes resultantes dos *Passos 1 ao 5*, para o cálculo dos **PCM** individuais Bayesianos, são representadas por $\hat{A}_1$, $\hat{A}_2$, $\hat{A}_3$ e $\hat{A}_4$.

$$\hat{A}_1 \begin{bmatrix} 1,000 & 6,686 & 3,599 & 4,208 & 0,295 & 0,234 \\ 0,150 & 1,000 & 0,230 & 0,269 & 0,143 & 0,103 \\ 0,278 & 4,341 & 1,000 & 3,419 & 0,240 & 0,169 \\ 0,238 & 3,712 & 0,293 & 1,000 & 0,238 & 0,163 \\ 3,390 & 6,993 & 4,172 & 4,203 & 1,000 & 0,241 \\ 4,267 & 9,756 & 5,930 & 6,140 & 4,157 & 1,000 \end{bmatrix}$$

$$\hat{A}_2 \begin{bmatrix} 1,000 & 11,017 & 4,181 & 4,490 & 4,428 & 6,141 \\ 0,091 & 1,000 & 0,192 & 0,206 & 0,236 & 0,327 \\ 0,239 & 5,207 & 1,000 & 1,074 & 2,203 & 3,055 \\ 0,223 & 4,849 & 0,931 & 1,000 & 0,621 & 4,000 \\ 0,226 & 4,237 & 0,454 & 1,609 & 1,000 & 4,579 \\ 0,163 & 3,055 & 0,327 & 0,250 & 0,218 & 1,000 \end{bmatrix}$$

$$\hat{A}_3 \begin{bmatrix} 1,000 & 5,432 & 0,169 & 5,432 & 5,432 & 0,885 \\ 0,184 & 1,000 & 0,103 & 1,000 & 1,000 & 0,163 \\ 5,909 & 9,721 & 1,000 & 9,721 & 9,721 & 1,209 \\ 0,184 & 1,000 & 0,103 & 1,000 & 1,000 & 0,163 \\ 0,184 & 1,000 & 0,103 & 1,000 & 1,000 & 0,163 \\ 1,130 & 6,137 & 0,827 & 6,137 & 6,137 & 1,000 \end{bmatrix}$$

$$\hat{A}_4 \begin{bmatrix} 1,000 & 12,026 & 5,033 & 4,430 & 8,350 & 7,597 \\ 0,083 & 1,000 & 0,124 & 0,136 & 0,237 & 0,521 \\ 0,199 & 8,083 & 1,000 & 1,749 & 2,919 & 6,692 \\ 0,226 & 7,337 & 0,572 & 1,000 & 2,649 & 3,826 \\ 0,120 & 4,211 & 0,343 & 0,377 & 1,000 & 1,893 \\ 0,132 & 1,918 & 0,149 & 0,261 & 0,528 & 1,000 \end{bmatrix}$$

Cálculo do índice de consistência e razão de consistência

O resultado dos cálculos, descrito no *Passo 6* da metodologia **AHP** apresentada nesta pesquisa, mostra que os valores estão dentro do limite de consistência **CR** definidos por Saaty (1987) em 0.10, os resultados são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Pesos por decisor (DM) aplicando Bayseana

Prioridade	D1	D2	D3	D4
$CR^{(Bayseana)}$	0,06	0,06	0,10	0,02

Fonte: O autor.

Agregação dos Julgamentos Individuais (AIJ)

A Tabela 3 apresenta os resultados do cálculo (5.1), para agregação dos AIJ, conforme descrito no *Passo 7* desta pesquisa, onde os resultados apresentam os pesos dos critérios individuais por decisor.

Cálculo,

$$v_i^k = \prod_{j=1}^n (a_{i,j}^{(1/n)}) \quad (5.1)$$

Resultado,

Tabela 3: Pesos por decisor

Prioridade	D1	D2	D3	D4
$v_1^{(k)}$	4%	4%	9%	7%
$v_2^{(k)}$	6%	5%	9%	6%
$v_3^{(k)}$	5%	4%	6%	5%
$v_4^{(k)}$	16%	17%	7%	17%
$v_5^{(k)}$	39%	38%	41%	38%
$v_6^{(k)}$	31%	31%	27%	26%

Fonte: O autor.

Agregação dos critérios

A agregação dos critérios é calculada conforme *Passo 8* desta pesquisa, onde os resultados são apresentados na Tabela 4 utilizando a fórmula (5.2).

Cálculo,

$$A_{i,j}^G = \prod_{k=1}^r \left(a_{i,j}^{(k)} \right)^{\lambda_k}, \quad i, j \in \{1, 2, \dots, n\} \quad (5.2)$$

Resultado,

Tabela 4: Critérios agregados

Critérios	$v_1^{(k)}$	$v_2^{(k)}$	$v_3^{(k)}$	$v_4^{(k)}$	$v_5^{(k)}$	$v_6^{(k)}$
$v_1^{(k)}$	1,000	1,666	0,834	0,536	0,147	0,201
$v_2^{(k)}$	0,600	1,000	1,417	0,544	0,233	0,242
$v_3^{(k)}$	1,199	0,706	1,000	0,244	0,166	0,209
$v_4^{(k)}$	1,867	1,840	4,107	1,000	0,269	0,351
$v_5^{(k)}$	6,803	4,291	6,040	3,713	1,000	1,809
$v_6^{(k)}$	4,979	4,126	4,788	2,850	0,553	1,000

Fonte: O autor.

Vetor de prioridade dos critérios

Como resultado, para o vetor de prioridade dos critérios, fazendo uso do método da **WGMM**, conforme apresentado no *Passo 9*, o vetor de prioridade é obtido utilizando a fórmula (5.3). Os valores são apresentados na Tabela 5.

Cálculo,

$$v_i^{G1} = \left(\prod_{j=1}^n a_{i,j}^G \right)^{(1/n)} \quad (5.3)$$

Resultado após a normalização,

Tabela 5: Prioridades alcançadas

Critérios	Vetor de Prioridade ($v^{(k)}_i$)
$v_1^{(k)}$ Escopo	7%
$v_2^{(k)}$ Custo	7%
$v_3^{(k)}$ ROI	5%
$v_4^{(k)}$ Capacidade de execução	13%
$v_5^{(k)}$ Alinhamento Estratégico	40%
$v_6^{(k)}$ Benefícios	29%

Fonte: O autor.

Os pesos finais dos critérios, apresentados no vetor de prioridade, serão utilizados nas próximas etapas desta pesquisa, servindo como referência para a aplicação das metodologias subsequentes.

5.2 PROMETHEE para o ranqueamento dos projetos em Group Decision

Segundo Roy (1996), a decisão não é responsabilidade de apenas um indivíduo; ela resulta, em grande parte, da interação entre as preferências desse indivíduo e as dos demais envolvidos.

O projeto apresentado nessa pesquisa, bem como as avaliações individuais, foi cadastrado e processado no *software app.makedecision.com.br*, os passos utilizados são apresentados na seção 5.3.

Para o ranqueamento das alternativas de projetos, considerando a decisão em grupo com a participação de quatro decisores, foi utilizada a metodologia PROMETHEE II, apresentada por Brans & Vincke (1985); Brans et al. (1986), e o PROMETHEE GDSS, apresentado por Brans & De Smet (2005).

O PROMETHEE GDSS foi desenvolvido para fornecer auxílio na tomada de decisões a um grupo de especialistas $(DM_1), (DM_2), \dots, \dots (DM_m)$ (Brans & De Smet, 2005), em que 'm' representa a quantidade de decisores, sendo aplicado em três fases conforme descrito abaixo:

- **Fase I**- Geração de alternativas e critérios;
- **Fase II**- Avaliação individual para cada tomador de decisão (DM);
- **Fase III**- Agregação geral do grupo de decisores;

As fases são apresentadas a seguir, onde, na Fase 1 será descrito o processo de seleção dos critérios e alternativas aplicados na organização estudada. Na Fase 2, serão detalhados

os passos para um decisor; para os demais decisores, serão apresentados os valores iniciais das avaliações e o resultado processado. Na Fase 3, será apresentada a análise completa.

Fase I - Geração de alternativas e critérios

Considerando os critérios bem definidos e ponderados no método **AHP-GDM** com ajuste da bayesiana, foi então definido um conjunto de alternativas de projetos $A = \{a_i | i = 1, 2, \dots, n\}$ (Brans & Vincke, 1985; Zhang et al., 2023).

As alternativas a_1 , a_2 , a_3 e a_4 consideradas neste estudo, e apresentadas abaixo, representam propostas de projetos para aprovação de investimento.

Os critérios $v_1^{(k)}$, $v_2^{(k)}$, $v_3^{(k)}$, $v_4^{(k)}$, $v_5^{(k)}$, $v_6^{(k)}$ foram apresentados e serão considerados nos próximos passos.

A descrição resumida do objetivo individual dos projetos e os valores fixos para os critérios $v_2^{(k)}$ (Custo) e $v_3^{(k)}$ (ROI) são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6: Projetos (Alternativas)

	Projeto	Objetivo	Custo (\$ Milhões de Dólares)	ROI (% em 2 Anos)
a_1	<i>CreditRecover IA</i>	IA para prever comportamentos de inadimplência	1,2	40
a_2	<i>DebtAnalyzer</i>	Solução para otimizar análise de dívida	0,75	50
a_3	<i>CredGuard</i>	Blockchain para garantir transparência e segurança	1,5	30
a_4	<i>FinTechRec</i>	Solução focada em automatização de processos	0,6	70

Fonte: O autor.

Fase II - Avaliação individual para cada tomador de decisão (DM)

Esta seção utiliza e descreve a aplicação do método **PROMETHEE II**, cujo objetivo é fornecer uma classificação completa de um conjunto finito de alternativas viáveis do melhor para o pior, individualmente por decisor.

O princípio básico do **PROMETHEE II** é baseado em uma comparação par-a-par das alternativas ao longo de cada critério conhecido, onde é obtido o valor fluxo líquido, sendo o fluxo líquido o resultado do cálculo entre fluxo positivo e negativo, logo, quanto maior o valor obtido, melhor a alternativa de escolha (Brans et al., 1986; Behzadian et al., 2010).

Para as alternativas de projetos avaliadas, o método **PROMETHEE II** foi aplicado individualmente para cada decisor neste passo. Abaixo, é apresentado o passo a passo da aplicação do método:

Passo 1 - Definição da escala de cada critério:

O critério $v_2^{(k)}$ (Custo), representa o custo necessário para execução e entrega de cada projeto, e a medição é expressa em milhões de dólares (\$). O critério $v_3^{(k)}$ (ROI - Retorno sobre o Investimento), também chamado de taxa de retorno, representa a relação entre a quantidade de dinheiro ganho como resultado do investimento e a quantidade de dinheiro investido, e a medição é expressa em percentual (%).

Os critérios $v_1^{(k)}$ (Escopo), $v_4^{(k)}$ (Capacidade de Execução), $v_5^{(k)}$ (Alinhamento Estratégico) e $v_6^{(k)}$ (Benefícios) serão avaliados por escala em graus, dos quais os índices para medição são descritos nos Quadros 5, 6, 7 e 8:

- $v_1^{(k)}$ Escopo

Quadro 5: Grau de complexidade do escopo

Escala	Grau
Alta Complexidade	1
Intermediário	2
Média Complexidade	3
Intermediário	4
Baixa Complexidade	5

Fonte: O autor.

- $v_4^{(k)}$ Capacidade de execução

Quadro 6: Grau de capacidade de execução do projeto

Escala	Grau
Baixa Capacidade	1
Intermediário	2
Média Capacidade	3
Intermediário	4
Alta Capacidade	5

Fonte: O autor.

- $v_5^{(k)}$ Alinhamento Estratégico

Quadro 7: Grau de alinhamento do projeto com estratégias da organização

Escala	Grau
Baixo Alinhamento	1
Intermediário	2
Médio Alinhamento	3
Intermediário	4
Alto Alinhamento	5

Fonte: O autor.

- $v_6^{(k)}$ Benefícios

Quadro 8: Grau de benefícios percebidos do projeto

Escala	Grau
Baixo Benefício	1
Intermediário	2
Médio Benefício	3
Intermediário	4
Alto Benefício	5

Fonte: O autor.

Passo 2 - Elaboração do formulário de avaliação:

O formulário com a tabela para avaliação foi construído com base na metodologia **DELPHI**, e distribuído para avaliação das alternativas pelos especialistas.

Passo 3 - Aplicação do formulário para avaliação:

Os especialistas, conforme as diretrizes da metodologia **DELPHI** (Dalkey & Helmer, 1969; Vidal et al., 2011), realizaram o preenchimento individual com os valores considerando a avaliação par-a-par. Os resultados são apresentados nas Tabelas 7, 8, 9 e 10:

Tabela 7: Avaliação Projetos x Critérios (Decisor 1)

Critério \ Projetos	Projetos			
	a_1	a_2	a_3	a_4
$v_1^{(k)}$	3	3	1	1
$v_2^{(k)}$	1,2	0,75	1,5	0,6
$v_3^{(k)}$	40	50	30	70
$v_4^{(k)}$	4	4	4	5
$v_5^{(k)}$	5	4	3	3
$v_6^{(k)}$	5	3	4	3

Fonte: O autor.

Tabela 8: Avaliação Projetos x Critérios (Decisor 2)

Critério \ Projetos	Projetos			
	a_1	a_2	a_3	a_4
$v_1^{(k)}$	3	4	1	2
$v_2^{(k)}$	1,2	0,75	1,5	0,6
$v_3^{(k)}$	40	50	30	70
$v_4^{(k)}$	5	3	5	4
$v_5^{(k)}$	5	5	3	3
$v_6^{(k)}$	4	3	3	4

Fonte: O autor.

Tabela 9: Avaliação Projetos x Critérios (Decisor 3)

Critério \ Projetos	Projetos			
	a_1	a_2	a_3	a_4
$v_1^{(k)}$	2	5	1	2
$v_2^{(k)}$	1,2	0,75	1,5	0,6
$v_3^{(k)}$	40	50	30	70
$v_4^{(k)}$	3	2	2	4
$v_5^{(k)}$	4	5	2	2
$v_6^{(k)}$	3	2	3	3

Fonte: O autor.

Tabela 10: Avaliação Projetos x Critérios (Decisor 4)

Critério \ Projetos				
	a_1	a_2	a_3	a_4
$v_1^{(k)}$	2	3	2	2
$v_2^{(k)}$	1,2	0,75	1,5	0,6
$v_3^{(k)}$	40	50	30	70
$v_4^{(k)}$	3	3	3	4
$v_5^{(k)}$	3	4	2	2
$v_6^{(k)}$	4	2	3	3

Fonte: O autor.

Passo 4 - Cálculo da função de minimização ou maximização para cada critério: No **PROMETHEE II**, para a comparação par-a-par, os critérios são avaliados sendo maximizados ou minimizados (Behzadian et al., 2010; Brans & Vincke, 1985). Critérios como custo, por exemplo, devem ser minimizados, enquanto outros, como benefícios, devem ser maximizados. A relação entre essas funções e cada critério foi definida pelos decisores conforme descrito na Quadro 9:

Quadro 9: Função de minimização e maximização por critério

Critério	Função
$v_1^{(k)}$ Escopo	Minimização
$v_2^{(k)}$ Custo	Minimização
$v_3^{(k)}$ ROI	Maximização
$v_4^{(k)}$ Capacidade de Exec.	Maximização
$v_5^{(k)}$ Alinhamento	Maximização
$v_6^{(k)}$ Benefícios	Maximização

Fonte: O autor.

As funções de maximização e minimização são representas pelas fórmulas (5.4) e (5.5).

- Função de maximização

$$x = f(a_1) - f(a_2) \quad (5.4)$$

- Função de minimização

$$x = f(a_2) - f(a_1) \quad (5.5)$$

Onde:

- f é o critério a ser considerado;
- a_1 e a_2 são alternativas a serem comparadas;

Os critérios Custo e Benefícios foram selecionados para representação dos cálculos neste passo. Ao critério Custo foi atribuída a função de minimização, enquanto ao critério Benefícios foi atribuída a função de maximização.

A Tabela 11 apresenta os valores fornecidos pelo Decisor 1 para as alternativas de projetos, avaliando o critério de Custo e Benefícios.

Tabela 11: Projeto x Critério (Decisor 1)

Critério \ Projetos					Função
	a_1	a_2	a_3	a_4	
$v_2^{(k)}$ Custo	1,2	0,75	1,5	0,6	minimização
$v_6^{(k)}$ Benefícios	5	3	4	3	maximização

Fonte: O autor.

Para o critério Custo, foi realizada a aplicação da função de minimização, obtendo os valores apresentados na Tabela 12:

Tabela 12: Minimização Par-a-Par (Custo)

min()	a_1	a_2	a_3	a_4
a_1	0	-0,45	0,3	-0,6
a_2	0,45	0	0,75	-0,15
a_3	-0,3	-0,75	0	-0,9
a_4	0,6	0,15	0,9	0

Fonte: O autor.

Para o critério Benefícios, os especialistas definiram que este critério deve ser maximizado, o resultado da aplicação da função de maximização é apresentado na Tabela 13:

Tabela 13: Maximização Par-a-Par (Benefícios)

max()	a_1	a_2	a_3	a_4
a_1	0	2	1	2
a_2	-2	0	-1	0
a_3	-1	1	0	1
a_4	-2	0	-1	0

Fonte: O autor.

Para todos os outros critérios, os cálculos das respectivas funções de minimização ou maximização foram realizados seguindo as orientações descritas nesta pesquisa, os resultados são utilizados nos passos seguintes da pesquisa.

Passo 5 - Cálculo da função de preferência e aplicação dos pesos dos critérios:

Conforme apresentado por Brans et al. (1986); Behzadian et al. (2010), a função de preferência é utilizada para determinar os desvios com base em comparações par-a-par, onde é calculada a diferença entre cada par de alternativas considerando um determinado critério.

A função de preferência, critério em forma de V com indiferença, foi escolhida pelos especialistas nesta pesquisa, uma vez que os limiares de indiferença e preferência foram definidos. Assim, esta função se apresentou como a mais adequada para a avaliação. Sua representação se dá pela fórmula (5.6).

$$P_k(a_i, a_j) = \begin{cases} 0 & \text{se } d \leq q \\ \frac{d-q}{p-q} & \text{se } q < d \leq p \\ 1 & \text{se } d > p \end{cases} \quad (5.6)$$

Onde:

- d é a diferença entre as avaliações de a_i e a_j no critério k .
- q é o limiar de indiferença.
- p é o limiar de preferência estrita.

Para cada critério, os índices de indiferença e preferência foram definidos, conforme Tabela 14:

Tabela 14: Limiares de indiferença e preferência

Critério	q - Indiferença	p - Preferência
Escopo	1	3
Custo	0,3	1
ROI	5	80
Capacidade de Exec.	1	3
Alinhamento	1	3
Benefícios	1	4

Fonte: O autor.

Os critérios Custo e Benefícios, conforme apresentado na Tabela 15, foram escolhidos para apresentação dos cálculos neste passo.

Tabela 15: Valores de Custo e Benefícios (Especialista 1)

Projetos Critérios	a_1	a_2	a_3	a_4	q - Indiferença	p - Preferência
$v_2^{(k)}$ Custo	1,2	0,75	1,5	0,6	0,3	1
$v_6^{(k)}$ Benefícios	5	3	4	3	1	4

Fonte: O autor.

A seguir, serão apresentados os resultados obtidos com a aplicação do cálculo da função de preferência para os critérios Custo e Benefícios.

A Tabela 16 apresenta os resultados da aplicação da função de preferência para o critério Custo, com base nos dados obtidos na Tabela 12 “Minimização Par-a-Par (Custo)”.

Tabela 16: Custo - Valores para $P_k(a_i, a_j)$

$P_k(a_i, a_j)$	a_1	a_2	a_3	a_4
a_1	0	0	0	0
a_2	0,21	0	0,64	0
a_3	0	0	0	0
a_4	0,43	0	0,86	0

Fonte: O autor.

A Tabela 17 apresenta os resultados da aplicação da função de preferência para o critério "Benefícios", com base nos dados obtidos na Tabela 13 “Maximização Par-a-Par (Benefícios)”.

Tabela 17: Benefícios - Valores para $P_k(a_i, a_j)$

$P_k(a_i, a_j)$	a_1	a_2	a_3	a_4
a_1	0	0,33	0	0,33
a_2	0	0	0	0
a_3	0	0	0	0
a_4	0	0	0	0

Fonte: O autor.

Utilizando os valores obtidos para $P_k(a_i, a_j)$, e realizando os cálculos dos índices de preferência $\pi(a_i, a_j)$ de uma alternativa a sobre a alternativa b considerando os pesos ponderados para cada critério, conforme sugerido por Keller et al. (1991); Brans & De Smet (2016) e representado pela fórmula (5.7).

$$\pi(a_i, a_j) = \sum_{k=1}^q w_k \cdot P_k(a_i, a_j) \quad (5.7)$$

Onde:

- a_i e a_j são duas alternativas sendo comparadas.
- q é a quantidade de critérios.
- w_k é o peso associado ao critério k .
- $P_k(a_i, a_j)$ é a função de preferência associada ao critério k , que é uma função não decrescente da diferença entre a_i e a_j no critério k .

Os pesos considerados para cada critério aplicado no cálculo acima foram obtidos com aplicação da metodologia **AHP**, conforme descrito no item 'A. Critérios para seleção de projetos com ponderação por **AHP-GDM**'. Os percentuais encontrados são: 7% para Escopo, 7% para Custo, 5% para ROI, 13% para Capacidade de Execução, 40% para Alinhamento Estratégico e 29% para Benefícios.

Para uma apresentação didática, foi primeiramente calculada a primeira parte da função $w_k * P_k(a_i, a_j)$ aplicada em cada critério, gerando uma matriz ponderada com valores entre 0 e 1, onde, quanto mais próximo de 1, maior é o nível de preferência, considerando cada par de avaliação do critério (Brans et al., 1986; Brans & Vincke, 1985). Os valores das matrizes resultantes para os critérios Custo e Benefícios, para uma apresentação didática, são representadas abaixo em tabelas, pela Tabela 18 e Tabela 19:

Tabela 18: Peso aplicado ao critério Custo

$w_k * P_k(a_i, a_j)$	a_1	a_2	a_3	a_4
a_1	0	0	0	0
a_2	0,015	0	0,045	0
a_3	0	0	0	0
a_4	0,03	0	0,06	0

Fonte: O autor.

Tabela 19: Peso aplicado ao critério Benefícios

$w_k * P_k(a_i, a_j)$	a_1	a_2	a_3	a_4
a_1	0	0,097	0	0,097
a_2	0	0	0	0
a_3	0	0	0	0
a_4	0	0	0	0

Fonte: O autor.

Após a aplicação dos pesos, a segunda parte da fórmula foi calculada, resultando na matriz com a média dos graus de preferência, considerando todos os critérios, necessária para o cálculo dos fluxos positivo e negativo (Brans & Vincke, 1985). Os valores calculados na matriz, para uma apresentação didática, estão representados pela Tabela 20.

Tabela 20: Média dos graus para todos os critérios

$\frac{\pi(a_i, a_j) = \sum_{k=1}^q w_k \cdot P_k(a_i, a_j)}{\sum_{k=1}^q w_k}$	a_1	a_2	a_3	a_4
a_1	0.000	0.016	0.034	0.049
a_2	0.003	0.000	0.009	0.000
a_3	0.006	0.006	0.000	0.000
a_4	0.014	0.008	0.014	0.000

Fonte: O autor.

Cálculo dos fluxos Os fluxos positivos, negativos e líquidos são fundamentais para a classificação das alternativas no PROMETHEE II. Eles permitem uma comparação direta entre as alternativas, considerando as preferências dos decisores (Brans & Vincke, 1985).

Conforme apresentado por Brans et al. (1986), $\pi(a, b) \sim 0$ indica que o índice de preferência de a em relação a b é muito próximo de zero. Já para $\pi(a, b) \sim 1$ indica que o índice de preferência de a em relação a b é muito próximo de um. Esse valor próximo de zero sugere uma fraqueza na preferência de a sobre b , e quanto mais próximo de 1 indica uma forte preferência de a em relação a b .

Fluxo Positivo (Φ^+)

O fluxo positivo (Φ^+) de uma alternativa a é a soma das preferências de a sobre todas outras alternativas, cálculo realizado somando-se no sentido horizontal, conforme fórmula (5.8).

$$\Phi^+(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{b \in A} \pi(a, b) \quad (5.8)$$

Onde $\pi(a, b)$ é a função de preferência que quantifica a preferência de a sobre b , A é o conjunto de todas as alternativas e n é o número total de alternativas.

Os resultados obtidos para a matriz, para uma apresentação didática, são apresentados em forma de tabela conforme Tabela 21.

Tabela 21: Fluxo positivo (Φ^+)

$\frac{\pi(a_i, a_j)}{\sum_{k=1}^q w_k \cdot P_k(a_i, a_j)}$	a_1	a_2	a_3	a_4	(Φ^+)
a_1	0.000	0.016	0.034	0.049	0.099
a_2	0.003	0.000	0.009	0.000	0.012
a_3	0.006	0.006	0.000	0.000	0.012
a_4	0.014	0.008	0.014	0.000	0.035

Fonte: O autor.

Fluxo Negativo (Φ^-)

O fluxo negativo (Φ^-) de uma alternativa a é a soma das preferências de todas as outras alternativas sobre a , cálculo realizado somando-se no sentido vertical, conforme fórmula (5.9).

$$\Phi^-(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{b \in A} \pi(b, a) \quad (5.9)$$

Onde $\pi(b, a)$ é a função de preferência que quantifica a preferência de b sobre a .

Os resultados obtidos para a matriz, para uma apresentação didática, são apresentados em forma de tabela conforme Tabela 22.

Tabela 22: Fluxo negativo (Φ^-)

$\frac{\pi(a_i, a_j)}{\sum_{k=1}^q w_k \cdot P_k(a_i, a_j)}$	a_1	a_2	a_3	a_4	(Φ^+)
a_1	0.000	0.016	0.034	0.049	0.099
a_2	0.003	0.000	0.009	0.000	0.012
a_3	0.006	0.006	0.000	0.000	0.012
a_4	0.014	0.008	0.014	0.000	0.035
(Φ^-)	0.023	0.029	0.057	0.049	

Fonte: O autor.

Fluxo Líquido (Φ)

O fluxo líquido (Φ) de uma alternativa a é a diferença entre o fluxo positivo e o fluxo negativo, conforme fórmula (5.10).

$$\Phi(a) = \Phi^+(a) - \Phi^-(a) \quad (5.10)$$

A Tabela 23 descreve o resultado dos cálculos entre os fluxos:

Tabela 23: Resultado fluxo líquido (Φ^-)

	(Φ^+)	(Φ)	$(\Phi(a))$
a_1	0.099	0.023	0.077
a_2	0.012	0.029	-0.017
a_3	0.012	0.057	-0.045
a_4	0.035	0.049	-0.014

Fonte: O autor.

Passo 6 - *Ranking* final individual:

Finalmente, temos a obtenção do *ranking* de preferência das alternativas de projetos, conforme apresentado na Tabela 24.

Tabela 24: *Ranking* dos Projetos/Alternativas (Decisor 1)

	Projeto	Ranking
a_1	CreditRecover IA	0,08
a_2	DebtAnalyzer	-0,02
a_3	CredGuard	-0,05
a_4	FinTechRec	-0,01

Fonte: O autor.

Os resultados apresentados nas Tabelas 25, 26 e 27 representam os valores processados com o *ranking* individuais dos demais decisores.

Tabela 25: *Ranking* dos Projetos/Alternativas (Decisor 2)

	Projeto	Ranking
a_1	CreditRecover IA	0,06
a_2	DebtAnalyzer	0,04
a_3	CredGuard	-0,06
a_4	FinTechRec	-0,04
Fonte: O autor.		

Tabela 26: *Ranking* dos Projetos/Alternativas (Decisor 3)

	Projeto	Ranking
a_1	CreditRecover IA	0,07
a_2	DebtAnalyzer	0,10
a_3	CredGuard	-0,12
a_4	FinTechRec	-0,04
Fonte: O autor.		

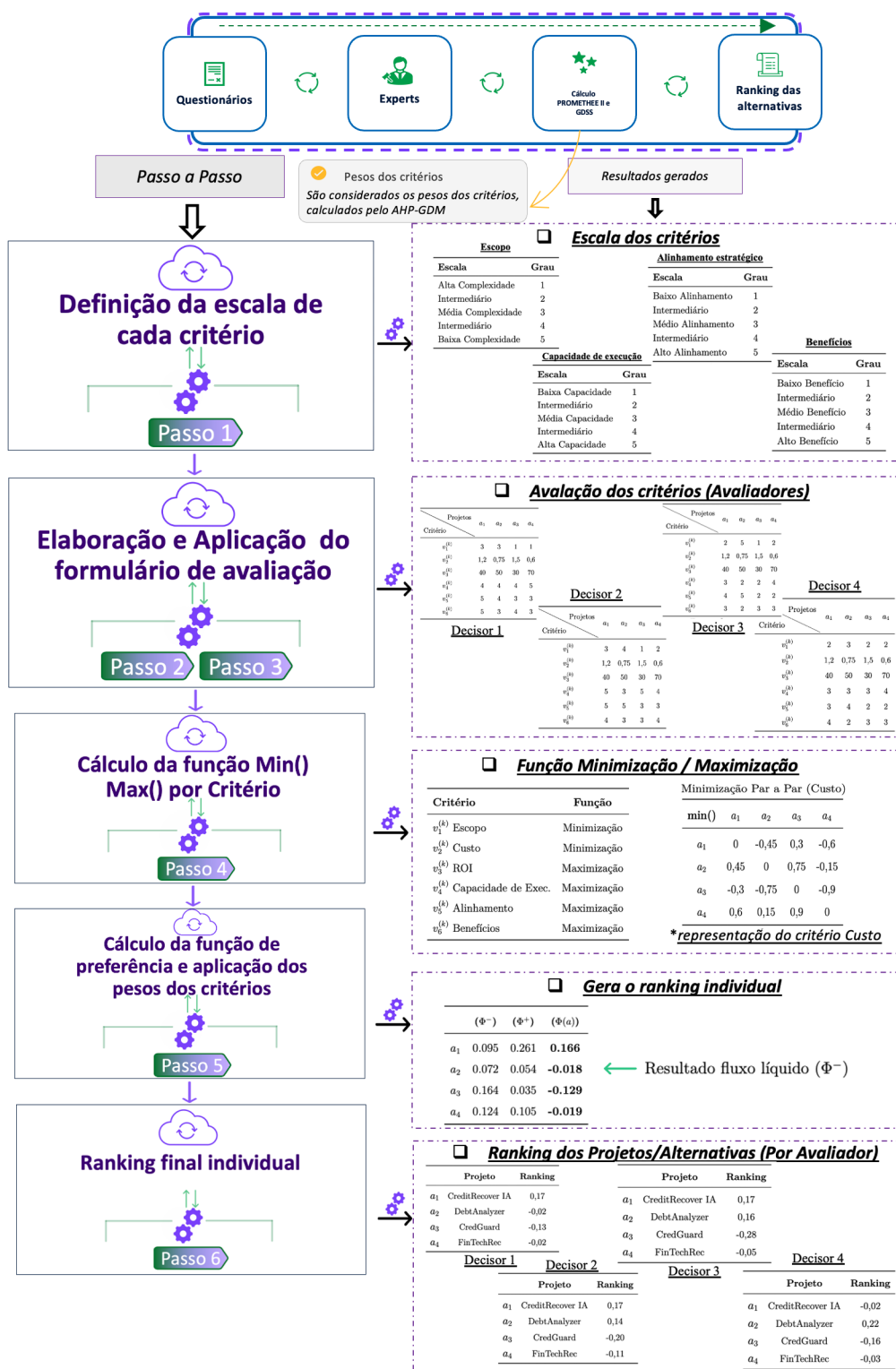
Tabela 27: *Ranking* dos Projetos/Alternativas (Decisor 4)

	Projeto	Ranking
a_1	CreditRecover IA	0,01
a_2	DebtAnalyzer	0,06
a_3	CredGuard	-0,06
a_4	FinTechRec	-0,01

Fonte: O autor.

A Figura 5.2 exemplifica o passo a passo da Fase 2.

Figura 5.2: Representação do passo a passo PROMETHEE II



Fonte: O autor.

Fase III - Agregação geral do grupo de decisores

Nesta fase será implementado o **PROMETHEE GDSS**, conforme apresentado, é uma extensão do método **PROMETHEE** que facilita a tomada de decisão em grupo. Este sistema é projetado para lidar com problemas complexos que envolvem múltiplos decisores, permitindo a agregação das preferências individuais em uma decisão coletiva (Brans & De Smet, 2005). O **PROMETHEE GDSS** integra os fluxos líquidos de cada decisor em uma única matriz de decisão, onde cada decisor é tratado como um critério. Esse processo captura diferentes perspectivas e prioridades dos membros do grupo, facilitando a negociação e resolução de conflitos e garantindo que a decisão final reflita um consenso equilibrado.

No processo de agregação, Brans & De Smet (2005) sugerem que os vetores de fluxo líquido de cada tomador de decisão (**Decision Maker (DM)**) sejam coletados e colocados em uma matriz. Nesta etapa, cada decisor torna-se um critério, com seu vetor de prioridade compondo a matriz para a agregação final, podendo cada um dos decisores possuir pesos específicos. Dessa forma, as preferências atribuídas e as diferenças entre os valores são proporcionais a essas diferenças.

Caso ocorram conflitos sensíveis, os seguintes *feedbacks* podem ser considerados: voltar à ponderação dos **DM**, voltar às avaliações individuais, revisar o conjunto de critérios, reconsiderar o conjunto de alternativas ou incluir um *stakeholder* adicional (**DM**), como um negociador social ou um mediador (Brans & De Smet, 2005).

Na etapa final, os fluxos líquidos de cada decisor em relação a cada alternativa são coletados e os resultados combinados. Assim, é criada uma nova matriz na qual os decisores são tratados como critérios. O fluxo líquido global é calculado, resultando no *ranking* global das alternativas.

Os critérios considerados são $D_1^{(k)}$ (Decisor 1), $D_2^{(k)}$ (Decisor 2), $D_3^{(k)}$ (Decisor 3) e $D_4^{(k)}$ (Decisor 4).

Para o cálculo do *ranking* global, os decisores concordaram em 5% o percentual para indiferença e 25% para preferência. Os pesos foram distribuídos de forma que o decisor 1, por possuir senioridade consideravelmente maior, será considerado o dobro do peso em comparação com os demais decisores. A tabela 28 representa os valores da matriz de avaliação agregada, onde cada decisor torna-se um critério com seu fluxo líquido individual (Brans & De Smet, 2005).

Tabela 28: Avaliação Projetos x Critérios (Decisores)

Projeto \ Critério	Projetos				Peso
	a_1	a_2	a_3	a_4	
$D_1^{(k)}$	0.08	-0.02	-0.05	-0.01	40%
$D_2^{(k)}$	0.06	0.04	-0.06	-0.04	20%
$D_3^{(k)}$	0.07	0.10	-0.12	-0.04	20%
$D_4^{(k)}$	0.01	0.06	-0.06	-0.01	20%

Fonte: O autor.

Seguindo a metodologia apresentada por Brans & De Smet (2005), o *passo 5* foi novamente executado para a matriz agregada dos DMs, onde os valores são representados em tabela pela Tabela 29 apresentando o resultado do processamento gerando o *ranking* global das alternativas.

Tabela 29: Fluxo líquido com *Ranking* Global

	(Φ^+)	(Φ^-)	$(\Phi(a))$	Projeto	Ranking
a_1	0.163	0.001	0.16	CreditRecover IA	1
a_2	0.108	0.022	0.09	DebtAnalyzer	2
a_3	0.000	0.172	-0.17	CredGuard	4
a_4	0.007	0.083	-0.08	FinTechRec	3

Fonte: O autor.

A análise dos fluxos líquidos, apresentada na Tabela 29, destaca a eficácia do método **PROMETHEE** na identificação e priorização das alternativas mais promissoras. O projeto "*CreditRecover IA*" obteve a melhor posição no *ranking* global, apresentando um desempenho superior em comparação com as outras alternativas, principalmente devido ao seu alto fluxo positivo (Φ^+) . Essa abordagem metodológica não apenas garante uma avaliação consistente e imparcial, mas também facilita a compreensão dos decisores sobre os critérios que mais influenciam os resultados. A aplicação do **PROMETHEE** no *passo 5*, conforme descrito por Brans & De Smet (2005), reforça a validade e a aplicabilidade do método em ambientes complexos de decisão, permitindo uma integração eficaz das preferências dos decisores e a identificação das melhores opções estratégicas para a organização.

5.3 O Software

Os cenários complexos das decisões em contextos organizacionais e a imperativa busca por consenso em ambientes multicritério, demandam instrumentos de apoio que consigam articular metodologias quantitativas e qualitativas de forma integrada. O software concebido neste estudo visa suprir essa lacuna, oferecendo uma plataforma sofisticada que integra o **AHP-GDM**(com metodologia Bayseana), o método **PROMETHEE II**, complementado pelo Group Decision Support System (**GDSS**), proporcionando decisões fundamentadas e alinhadas ao consenso coletivo.

O *software* foi desenvolvido utilizando a linguagem *Python* e *Django*, com o banco de dados *PostgreSQL*.

Na primeira versão do software, apresentada por Rios et al. (2023), implementou-se o módulo para **AHP-GDM**, que permitiu a ponderação de critérios com ajustes baseados na teoria bayesiana. Essa abordagem inicial contribuiu para a redução de inconsistências nos julgamentos de grupo, aprimorando a confiabilidade dos pesos atribuídos aos critérios e possibilitando uma decisão mais equilibrada.

A Versão 2 deste software, agora apresentada, avança substancialmente ao incorporar o módulo **PROMETHEE II** com **GDSS**. Esta nova implementação permite que os resultados do **AHP-GDM**, utilizados na ponderação dos critérios, sejam aplicados diretamente no ranqueamento das alternativas por meio do **PROMETHEE II**. Com isso, o software passa a oferecer uma análise multicritério completa e integrada, desde a definição dos pesos até o ranqueamento final, resultando em uma ferramenta robusta e adaptável a diferentes contextos decisórios.

Os módulos e funcionalidades do software são apresentados durante esta seção. É importante destacar que, no momento da publicação deste trabalho, o código do software está em processo de patenteamento, inviabilizando a disponibilização do código-fonte.

5.3.1 Módulo de Ponderação dos Pesos dos Critérios com **AHP-GDM**

Nesta pesquisa, este módulo permite definir os pesos dos critérios com ajustes automáticos que utilizam a teoria bayesiana para garantir a consistência nos julgamentos realizados por grupos, assegurando uma ponderação mais robusta e confiável.

5.3.2 Módulo para Ranqueamento das Alternativas com **PROMETHEE II** e **GDSS**

Possibilita o uso dos critérios ponderados através do **AHP-GDM**, processando os cálculos para o ranqueamento das alternativas. Utilizando fluxos de preferência, o módulo compara as alternativas e gera uma ordenação coerente, alinhada aos objetivos decisórios.

5.3.3 Relatório Final em PDF

Para projetos **AHP-GDM**, o relatório apresenta uma visualização clara das matrizes de pesos atribuídos a cada critério, facilitando o acompanhamento do processo de ponderação.

Para projetos **PROMETHEE**, o relatório inclui o ranqueamento final das alternativas, detalhando os critérios, alternativas e variáveis envolvidas no processo, o que contribui para uma interpretação facilitada dos resultados pelos decisores.

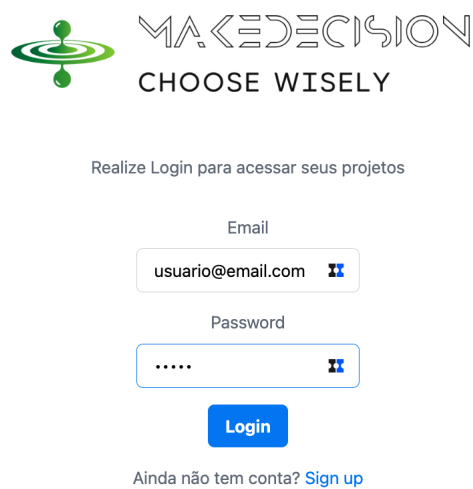
A integração desses módulos na Versão 2 possibilita que o software funcione como uma plataforma abrangente de apoio à decisão multicritério, fornecendo uma solução completa que alia consistência, flexibilidade e precisão. Essa abordagem metodológica representa uma contribuição para a literatura ao introduzir um framework de análise multicritério ajustado para contextos de alta incerteza, como startups e organizações que buscam otimizar seus processos de tomada de decisão.

5.3.4 Telas Principais

Login

A Figura 5.3 apresenta a tela de login do sistema que espera usuário com e-mail e senha para acesso.

Figura 5.3: Tela Login



 MAKEDECISION
CHOOSE WISELY

Realize Login para acessar seus projetos

Email

usuario@email.com

Password

.....

Login

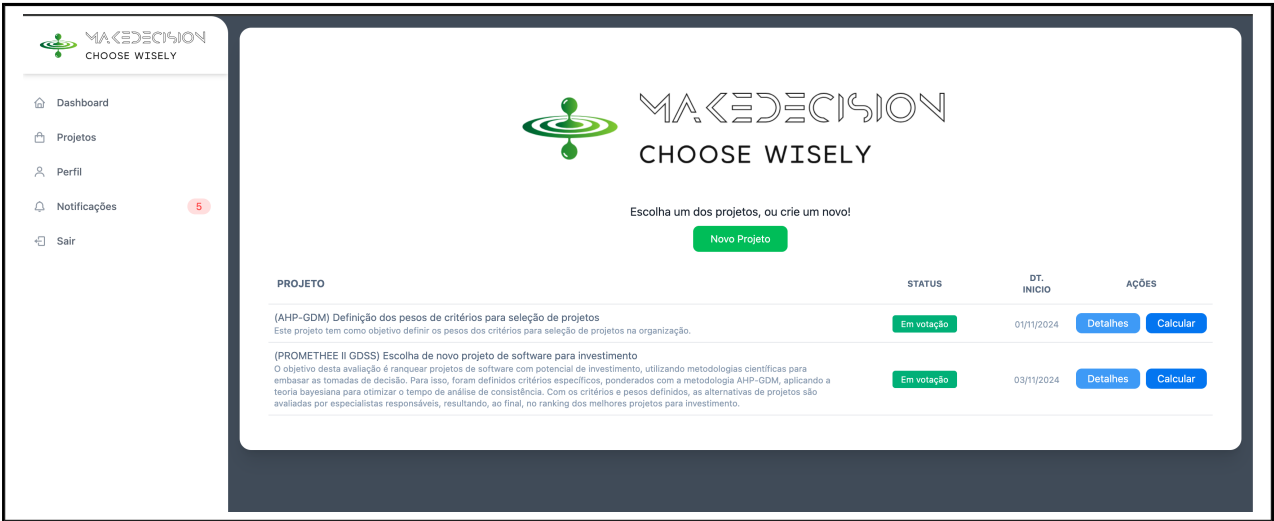
Ainda não tem conta? [Sign up](#)

Fonte: O autor.

Tela principal

Após login, o usuário é direcionado para a tela inicial do sistema, Figura 5.4, listando os projetos cadastrados e funcionalidades para processamento e novos projetos.

Figura 5.4: Tela principal



Fonte: O autor.

Novo Projeto

Ao clicar em "Novo Projeto", a tela apresentada pela Figura 5.5 é disponibilizada, onde o usuário deverá informar os dados e escolher o tipo de projeto desejado.

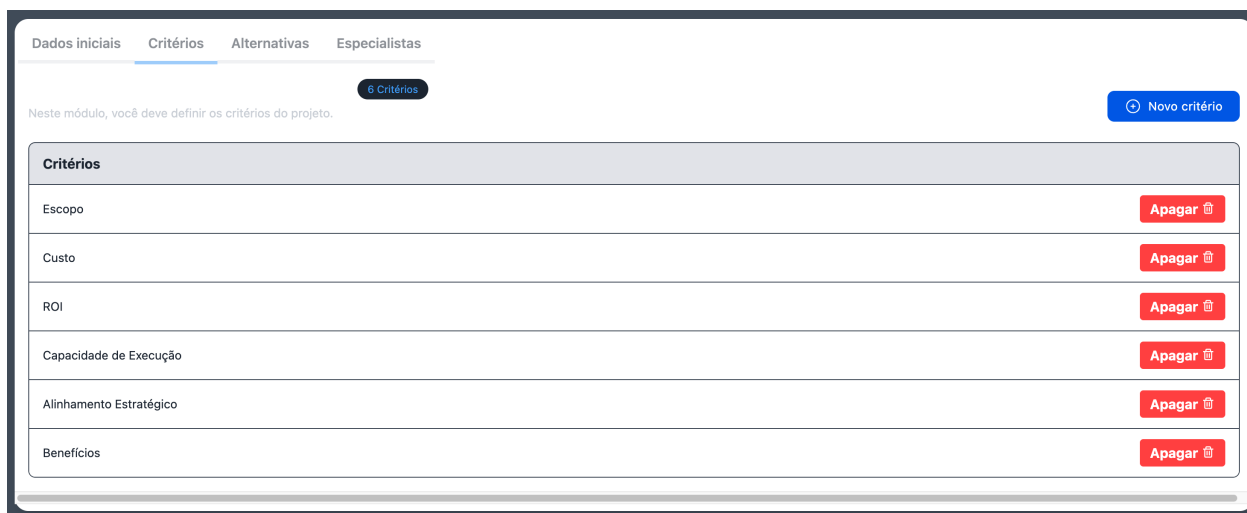
Figura 5.5: Novo Projeto

Fonte: O autor.

Cadastro de Critérios (Para projetos AHP-GDM)

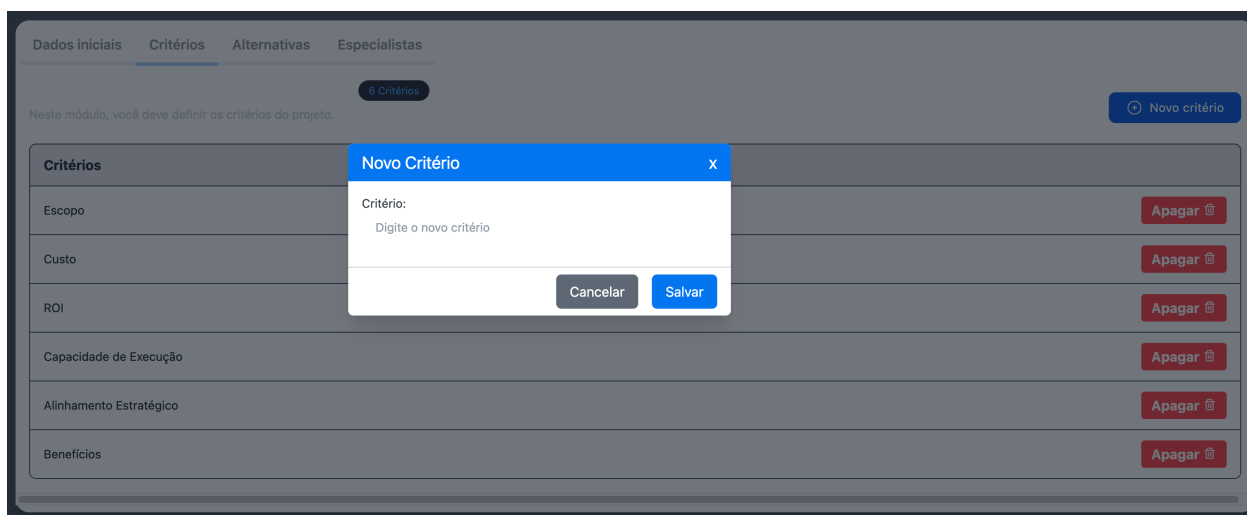
Com o novo projeto cadastrado, é possível navegar entre as abas disponíveis, onde os critérios são listados e podem ser cadastrados através da aba "Critérios", representada pela Figura 5.6 e Figura 5.7.

Figura 5.6: Lista de Critérios (AHP-GDM)



Fonte: O autor.

Figura 5.7: Cadastro de Critério (AHP-GDM)

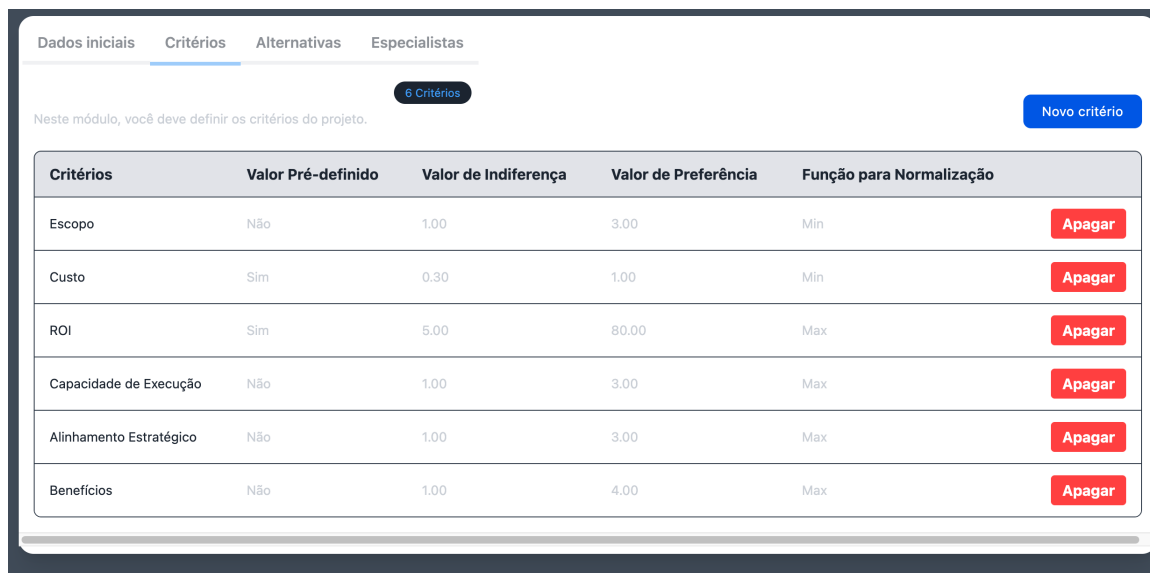


Fonte: O autor.

Cadastro de Critérios (Para projetos PROMETHEE)

Com o novo projeto cadastrado, é possível navegar entre as abas disponíveis, onde os critérios são listados e podem ser cadastrados através da aba "Critérios", representada pela Figura 5.8 e Figura 5.9.

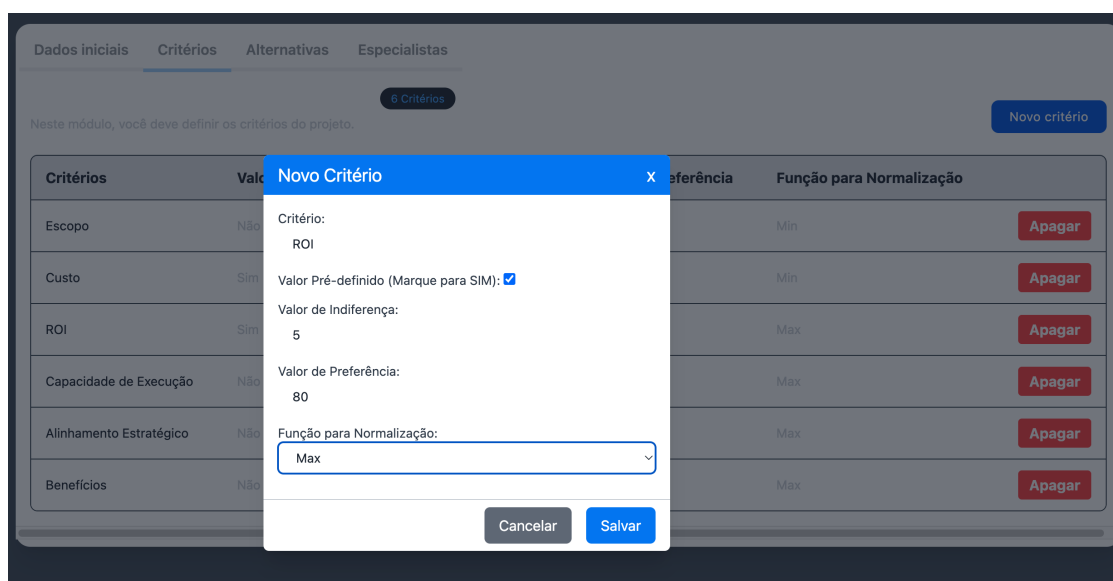
Figura 5.8: Lista de Critérios (PROMETHEE)



Critérios	Valor Pré-definido	Valor de Indiferença	Valor de Preferência	Função para Normalização	
Escopo	Não	1.00	3.00	Min	Apagar
Custo	Sim	0.30	1.00	Min	Apagar
ROI	Sim	5.00	80.00	Max	Apagar
Capacidade de Execução	Não	1.00	3.00	Max	Apagar
Alinhamento Estratégico	Não	1.00	3.00	Max	Apagar
Benefícios	Não	1.00	4.00	Max	Apagar

Fonte: O autor.

Figura 5.9: Cadastro de Critério (PROMETHEE)



Novo Critério

Critério: ROI

Valor Pré-definido (Marque para SIM): ☒

Valor de Indiferença: 5

Valor de Preferência: 80

Função para Normalização: Max

Cancelar Salvar

Fonte: O autor.

Cadastro das Alternativas

Nesta pesquisa é apresentado o cadastro das alternativas apenas para os projetos do tipo **PROMETHEE**, uma vez que alternativas com o **AHP-GDM** não é objeto de estudo neste trabalho. Porém, o software dispõe do módulo de cadastro e cálculo de alternativas através do **AHP-GDM**.

Com o novo projeto cadastrado, é possível navegar entre as abas disponíveis, onde as alternativas são listadas e podem ser cadastradas através da aba "Alternativas".

A lista de alternativas é representada pela Figura 5.10.

Figura 5.10: Lista de Alternativas (PROMETHEE)

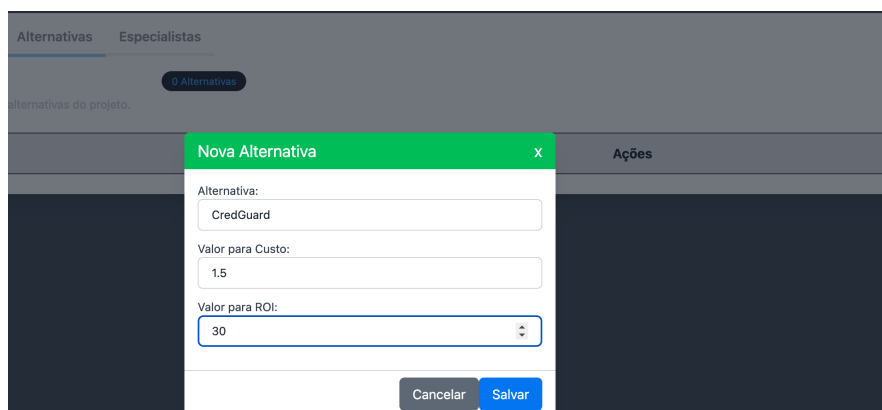


Alternativas		Ações	
CreditRecover IA	Ver Critérios Pre-definidos	Apagar	
DebtAnalyzer	Ver Critérios Pre-definidos	Apagar	
CredGuard	Ver Critérios Pre-definidos	Apagar	
FinTechRec	Ver Critérios Pre-definidos	Apagar	

Fonte: O autor.

O cadastro de alternativa é representado pela Figura 5.11. Nesta tela, todos os critérios marcados como "Valor Pré-definido", no cadastro de critério, são listados para que o usuário informe obrigatoriamente os valores para cada critério. Temos nesta pesquisa os critérios "Custo" e "ROI", conforme apresentado.

Figura 5.11: Cadastro de Alternativa (PROMETHEE)



Nova Alternativa X

Alternativa:
CredGuard

Valor para Custo:
1.5

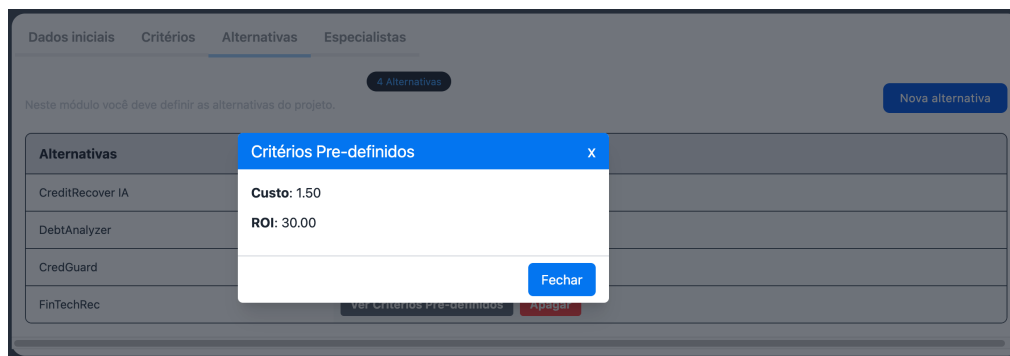
Valor para ROI:
30

Cancelar Salvar

Fonte: O autor.

Na tela de lista de Alternativas (Figura 5.10), o sistema disponibiliza a opção "Ver critérios Pré-definidos", é possível visualizar os valores de critérios fixos cadastrados para cada alternativa, conforme Figura 5.12.

Figura 5.12: Detalhes dos valores fixos de critérios na Alternativa (PROMETHEE)



Fonte: O autor.

Cadastro dos Especialistas

Os Especialistas são listados na última aba no processo de cadastro de um projeto, nesta etapa é possível cadastrar um novo Especialista, bem como listar os já cadastrados, conforme apresentado pela Figura 5.13 e Figura 5.14.

Figura 5.13: Lista dos Especialistas

Dados iniciais Critérios Alternativas Especialistas					
5 Especialistas					Novo(a) especialista
Neste módulo você deve definir quem serão os especialistas para avaliação do projeto.					
Nome	Telefone	Email	Peso	Status	Ações
Decisor 1	(99)99999-9999	decisor1@email.com	2	Concluido	Apagar Cancelar votação
Decisor 2	(99)99999-9999	decisor2@email.com	1	Concluido	Apagar Cancelar votação
Decisor 3	(99)99999-9999	decisor3@email.com	1	Concluido	Apagar Cancelar votação
Decisor 4	(99)99999-9999	decisor4@email.com	1	Concluido	Apagar Cancelar votação
Decisor 5	(99)99999-9999		1	Aberto	Apagar Enviar p/ votação

Fonte: O autor.

Figura 5.14: Cadastro de Especialista

The image shows a web application interface for managing specialists. A modal window titled "Novo Especialista" is open, allowing the user to add a new specialist. The modal contains the following fields:

- Nome:** A text input field containing "Decisor 1".
- Sobrenome:** A text input field containing "Nome do especialista".
- Email:** A text input field containing "decisor1@email.com".
- Celular:** A text input field containing "(99)99999-9999".
- Peso:** A numeric input field containing "2".

At the bottom of the modal is a blue "Salvar" button. In the background, a table lists existing specialists:

Nome	Telefone	Ações
Decisor 1	(99)99999	Apagar Cancelar votação
Decisor 2	(99)99999	Apagar Cancelar votação
Decisor 3	(99)99999	Apagar Cancelar votação
Decisor 4	(99)99999	Apagar Cancelar votação

At the top right of the application, there is a button labeled "Novo(a) especialista" and a badge indicating "4 Especialistas".

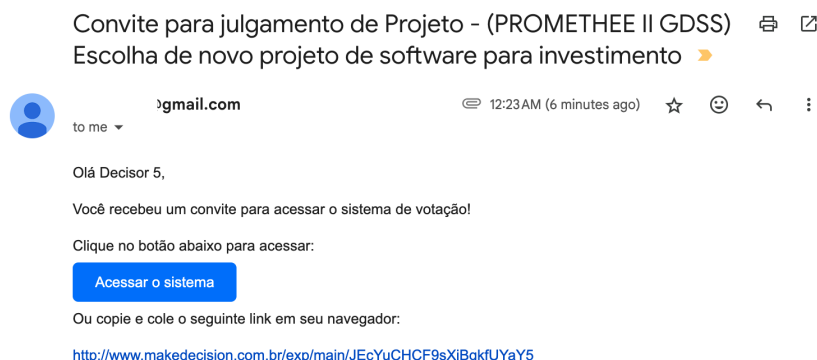
Fonte: O autor.

Conforme pode ser visualizado na Figura 5.13, o *software* disponibiliza a funcionalidade "Enviar p/votação", na qual um e-mail é enviado ao Especialista para que, por meio de um link recebido, ele tenha acesso ao módulo de avaliação individual.

E-mail para avaliação individual do Especialista

O e-mail de convite enviado ao Especialista é apresentado na Figura 5.15, contendo um link para acesso ao módulo de avaliação individual. O exemplo apresentado na Figura 5.15 é para um projeto **PROMETHEE**, um e-mail semelhante é também aplicado aos projetos **AHP**.

Figura 5.15: E-mail convite ao Especialista

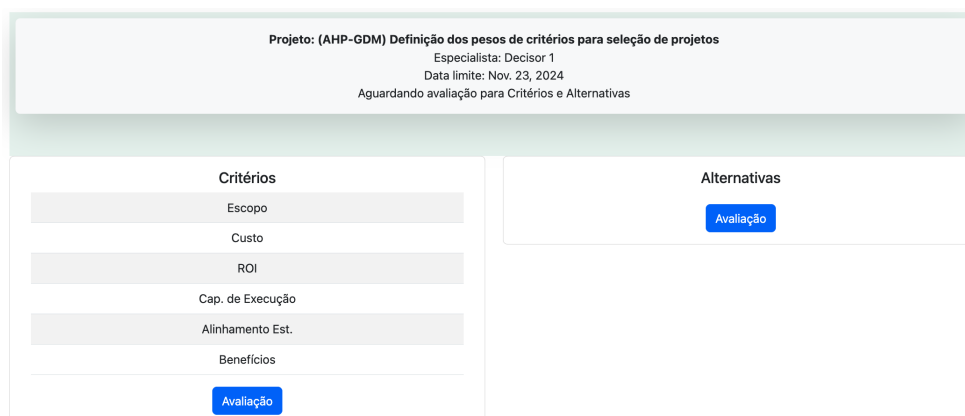


Fonte: O autor.

Módulo de avaliação individual dos Critérios e Alternativas - Tela de Apresentação (AHP)

Conforme apresentado pela Figura 5.16, ao acessar o módulo de avaliação individual de Critérios e Alternativas, o especialista é apresentado aos detalhes do projeto, onde poderá acessar os detalhes de Critérios e Alternativas para inserir sua avaliação.

Figura 5.16: Módulo de avaliação - Tela de Apresentação AHP



Fonte: O autor.

Módulo de avaliação individual dos Critérios e Alternativas - Tela de Avaliação (AHP)

A Figura 5.17 apresenta a tela para avaliação par-a-par dos critérios do projeto, conforme metodologia AHP.

Figura 5.17: Módulo de avaliação - Tela de Avaliação de Critérios AHP

Avaliação dos critérios			
Nota Critério 1		Nota Critério 2	
Escopo	2,0	Custo	0,5
Escopo	2,0	ROI	0,5
Escopo	0,333	Capacidade de Execução	3,0
Escopo	0,143	Alinhamento Estratégico	7,0
Escopo	0,2	Benefícios	5,0
Custo	1,0	ROI	1,0
Custo	0,333	Capacidade de Execução	3,0
Custo	0,333	Alinhamento Estratégico	3,0
Custo	0,2	Benefícios	5,0
ROI	0,222	Capacidade de Execução	4,5
ROI	0,2	Alinhamento Estratégico	5,0
ROI	0,25	Benefícios	4,0
Capacidade de Execução	0,333	Alinhamento Estratégico	3,0
Capacidade de Execução	0,5	Benefícios	2,0
Alinhamento Estratégico	2,5	Benefícios	0,4

Cancelar Salvar

Fonte: O autor.

Módulo de avaliação individual dos Critérios e Alternativas - Tela de Apresentação (PROMETHEE)

Conforme apresentado pela Figura 5.18, para os projetos do tipo **PROMETHEE**, ao acessar o módulo de avaliação individual apenas é disponibilizada a opção de avaliação das Alternativas.

Figura 5.18: Módulo de avaliação - Tela de Apresentação PROMETHEE

Projeto: (PROMETHEE II GDSS) Escolha de novo projeto de software para investimento
Especialista: Decisor 1
Data limite: Nov. 24, 2024
Aguardando avaliação para Critérios e Alternativas

Alternativas

- CreditRecover IA
- DebtAnalyzer
- CredGuard
- FinTechRec

Avaliação

Fonte: O autor.

Módulo de avaliação individual das Alternativas - Tela de Avaliação (PROMETHEE)

A Figura 5.19 apresenta a tela para avaliação das alternativas do projeto conforme a metodologia **PROMETHEE**. Os critérios com valores pré-definidos são apresentados, no entanto, não é permitido realizar alterações nesses valores.

Figura 5.19: Módulo de avaliação - Tela de Avaliação das Alternativas

Avaliação das Alternativas - PROMETHEE

Critério: Escopo

Alternativa	Pontuação
CreditRecover IA	3
DebtAnalyzer	3
CredGuard	1
FinTechRec	1

Critério: Custo (PRE-DEFINIDO)

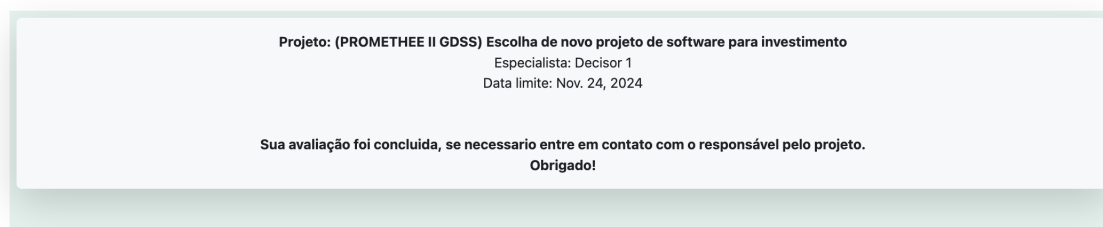
Alternativa	Valor Pré-definido
CreditRecover IA	1,20
DebtAnalyzer	0,75
CredGuard	1,50
FinTechRec	0,60

Fonte: O autor.

Módulo de avaliação individual das Alternativas - Tela de Finalização

A Figura 5.20 apresenta a tela de conclusão da avaliação das alternativas de um projeto.

Figura 5.20: Módulo de avaliação - Tela de conclusão da Avaliação

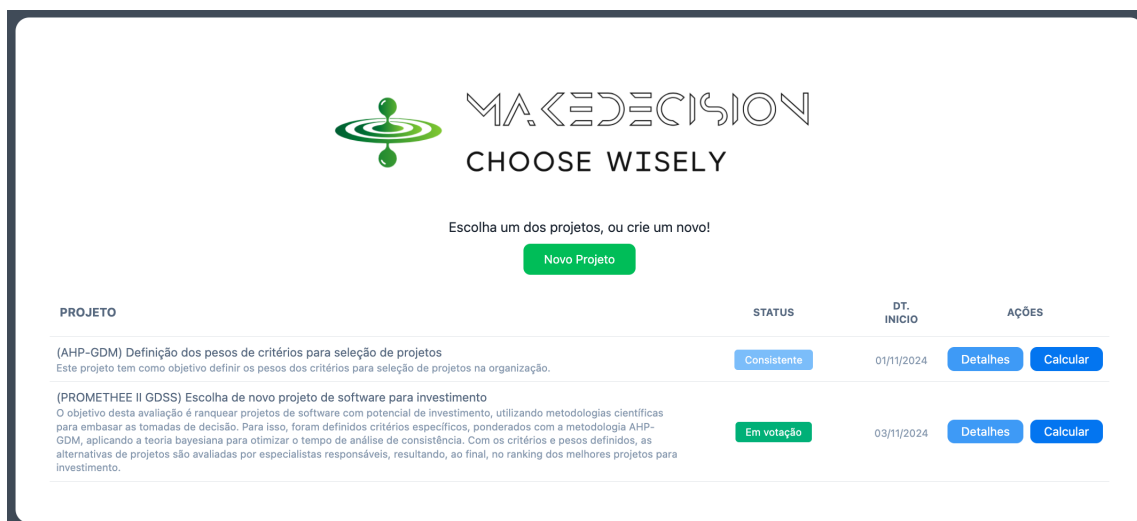


Fonte: O autor.

Processamento dos Cálculos

Uma vez concluídas todas as avaliações pelos especialistas, o gestor do projeto receberá um e-mail avisando sobre a conclusão. Neste momento, será possível realizar o processamento do cálculo por meio do botão "Calcular", conforme apresentado na Figura 5.21.

Figura 5.21: Processamento dos Cálculos



Fonte: O autor.

Relatórios dos projetos

Ao final do processamento dos cálculos, relatórios são emitidos pelo *software*:

- O Apêndice A apresenta o relatório gerado com os dados utilizados nos cálculos **AHP-GDM**, com teoria Bayseana, bem como os resultados dos pesos atribuídos a cada critério do projeto.
- O Apêndice B apresenta o relatório gerado com os dados utilizados nos cálculos **PROMETHEE II** e **GDSS**, bem como os resultados dos pesos atribuídos a cada critério do projeto.

5.4 Percepções dos Decisores: Resultados da Enquete

Uma enquete foi realizada com 7 participantes responsáveis pela seleção de projetos na organização. Um questionário foi desenvolvido e disponibilizado aos respondentes por meio da ferramenta *forms* da empresa *Google*, e pode ser visualizado no Apêndice C, com o objetivo de avaliar a percepção sobre a metodologia aplicada e sua integração em um software de suporte à decisão. As questões, baseadas em uma escala de respostas de 1 a 5, buscavam identificar aspectos como a eficácia da metodologia, complexidade percebida e aplicabilidade futura, sendo os resultados detalhados apresentados no Apêndice D.

Os resultados indicam que a aplicação da metodologia que combina os métodos **PROMETHEE**, **AHP** e teoria bayesiana demonstrou eficácia significativa na melhoria da qualidade das decisões. A maioria dos participantes (5 de 7) avaliou positivamente a metodologia, atribuindo a nota máxima de 5 à melhoria na qualidade das decisões, reforçando o impacto positivo do modelo integrado no processo decisório.

Além disso, todos os participantes (7 de 7) consideraram o nível de complexidade para aplicar os métodos combinados sem o uso do *software* como elevado (nota 5), destacando a importância de uma ferramenta de apoio para facilitar sua aplicação. A redução do tempo de execução também foi percebida como um benefício importante, com 4 respondentes atribuindo nota 5 e 3 atribuindo nota 4.

Quanto à aplicabilidade futura da metodologia com o auxílio do *software*, 5 participantes demonstraram alta probabilidade de uso (nota 5), reforçando a confiança no suporte tecnológico como um facilitador do processo decisório. Em contraste, a aplicação dos métodos sem o auxílio do *software* obteve menor adesão, com a maioria das notas variando entre 2 e 3. Esses dados sublinham a necessidade de promover uma cultura organizacional que valorize o uso de metodologias científicas e incentive treinamentos para fortalecer a confiança na aplicação dos métodos, mesmo sem suporte tecnológico.

Capítulo 6

Conclusão

Neste trabalho, foi desenvolvida e apresentada a versão 2 de um *software* que integra o método **PROMETHEE II** e **GDSS** para o ranqueamento de alternativas de projetos em um contexto de decisão em grupo, utilizando o **AHP-GDM** com a teoria bayesiana para definição e ponderação dos critérios de seleção de projetos. A implementação dessa combinação de metodologias representa um avanço significativo na área de sistemas de suporte à decisão e visa proporcionar uma abordagem robusta para tomadas de decisões em ambientes complexos. Os resultados obtidos mostram a eficácia da ferramenta na priorização de projetos, cujo objetivo é contribuir para a escolha das alternativas mais alinhadas aos critérios estratégicos da organização.

A análise dos dados revelou resultados importantes sobre a aplicação da gestão de riscos no contexto do problema abordado, destacando a efetividade dos modelos **PROMETHEE II**, **GDSS**, **AHP-GDM** e teoria bayesiana na definição dos critérios (Santos et al., 2024b; Rios et al., 2023; Lin & Kou, 2015). Além disso, foi identificada a viabilidade de desenvolver novos módulos no *software app.makedecision.com.br* que simplifiquem a implementação do modelo. Esses resultados sublinham a importância de combinar métodos quantitativos e qualitativos na avaliação de riscos, permitindo uma análise detalhada e precisa das incertezas nos projetos.

A aplicação da metodologia também revisitou questões anteriormente subestimadas no processo decisório, que impactam na percepção dos responsáveis pela seleção de projetos. Inicialmente, houve certa resistência em relação à introdução de novos critérios e ao uso de pesos quantitativos, que antes não eram considerados essenciais. No entanto, ao longo do processo, os profissionais passaram a reconhecer o valor das metodologias de gestão de risco como um apoio eficaz para decisões mais objetivas e alinhadas aos objetivos estratégicos. Na visão dos especialistas, a quantificação dos critérios contribuiu para uma maior clareza e transparência, possibilitando decisões mais fundamentadas e seguras. Essa mudança de percepção reforça os benefícios de métodos estruturados na análise e priorização de projetos, especialmente em ambientes de alta incerteza.

Apesar dos benefícios, foi expressa uma preocupação quanto à complexidade da aplicação da metodologia, particularmente devido ao uso combinado de métodos como **PROMETHEE**, **AHP** e teoria bayesiana. Essa complexidade pode se tornar um obstáculo para a aplicação contínua dos métodos sem suporte adequado. Nesse

contexto, foi percebido que a implementação de um *software* contribui para a abstração da complexidade do processo e visa facilitar sua execução, permitindo que os métodos sejam aplicados com maior rapidez e eficiência. A integração dessas metodologias em uma solução de *software* não apenas simplifica a aplicação prática dos modelos propostos, mas também melhora substancialmente a eficiência do processo de seleção de projetos na organização. A ferramenta possibilita que os decisores analisem rapidamente as alternativas, ajustem os critérios e pesos conforme necessário e obtenham resultados consistentes, contribuindo para a redução de riscos e incertezas, além de elevar a taxa de sucesso nos investimentos.

Apesar dos benefícios observados, a complexidade da metodologia ainda representa um desafio, especialmente em cenários onde o suporte tecnológico não está disponível. Esse ponto ressalta a necessidade de investimentos em treinamentos e na promoção de uma cultura organizacional que valorize abordagens científicas, garantindo decisões mais embasadas e consistentes em diferentes cenários.

6.1 Limitações

Embora o desenvolvimento e a implementação do *software* tenham sido bem-sucedidos, algumas limitações foram identificadas. Primeiramente, a aplicação do método **PROMETHEE**, juntamente com o **AHP-GDM** e a teoria bayesiana, requer um nível considerável de conhecimento técnico dos usuários, o que pode restringir sua utilização a especialistas ou profissionais treinados. Além disso, o *software* foi testado em um contexto limitado, e uma pesquisa mais ampla, com maior número de participantes e organizações, seria fundamental para avaliar sua aplicabilidade em diferentes cenários e condições. Essa abordagem ajudaria a verificar se o *software* atende adequadamente às necessidades de outras organizações. Por fim, a necessidade de dados de alta qualidade para a definição precisa dos critérios e pesos também pode ser um desafio, especialmente em organizações com limitações na coleta e gerenciamento de informações.

6.2 Trabalhos futuros

Para trabalhos futuros, recomendamos a ampliação do *software* para incluir outras metodologias de suporte à decisão, como a metodologia de Opções Reais, a metodologia *ELECTRE* e outras. Essa expansão aumentará a versatilidade da ferramenta, permitindo que ela seja utilizada em uma gama mais ampla de situações e contextos. Além disso, seria benéfico evoluir o desenvolvimento com o suporte de um estudo sobre as limitações de usabilidade dos usuários, melhorando as interfaces para torná-las cada vez mais intuitivas e amigáveis, visando tornar a ferramenta acessível a um público mais amplo, independentemente do nível de expertise técnica. Finalmente, sugerimos a realização de estudos de caso mais extensivos e variados, para validar e refinar a aplicação do *software* em diferentes setores e tipos de projetos.

Capítulo 7

Apêndice

7.1 Apêndice A: Relatório do projeto AHP (Definição dos Pesos dos Critérios) - Relatório gerado pelo *Makedecision*

RESUMO DAS PRIORIZAÇÕES CRITÉRIOS

(AHP-GDM) Definição dos pesos de critérios para seleção de projetos

Decisor 1						
Peso: 1 CR= 0.06 (Consistente)						
	Escopo	Custo	ROI	Cap. de Execução	Alinhamento Est.	Benefícios
Escopo	1.0	1.0	0.5	0.111	0.143	0.125
Custo	1.0	1.0	1.0	0.333	0.333	0.25
ROI	2.0	1.0	1.0	0.125	0.143	0.143
Cap. de Execução	9.0	3.0	8.0	1.0	0.25	0.167
Alinhamento Est.	7.0	3.0	7.0	4.0	1.0	3.0
Benefícios	8.0	4.0	7.0	6.0	0.333	1.0
Decisor 2						
Peso: 1 CR= 0.06 (Consistente)						
	Escopo	Custo	ROI	Cap. de Execução	Alinhamento Est.	Benefícios
Escopo	1.0	3.0	0.5	0.143	0.125	0.143
Custo	0.333	1.0	3.0	0.2	0.143	0.2
ROI	2.0	0.333	1.0	0.167	0.167	0.2
Cap. de Execução	7.0	5.0	6.0	1.0	0.2	0.333
Alinhamento Est.	8.0	7.0	6.0	5.0	1.0	1.0
Benefícios	7.0	5.0	5.0	3.0	1.0	1.0
Decisor 3						
Peso: 2 CR= 0.098 (Consistente)						
	Escopo	Custo	ROI	Cap. de Execução	Alinhamento Est.	Benefícios
Escopo	1.0	3.0	0.333	4.0	0.143	0.25
Custo	0.333	1.0	2.0	2.0	0.286	0.333
ROI	3.0	0.5	1.0	0.2	0.2	0.25
Cap. de Execução	0.25	0.5	5.0	1.0	0.2	0.25
Alinhamento Est.	7.0	3.5	5.0	5.0	1.0	2.0
Benefícios	4.0	3.0	4.0	4.0	0.5	1.0
Decisor 4						
Peso: 2 CR= 0.024 (Consistente)						
	Escopo	Custo	ROI	Cap. de Execução	Alinhamento Est.	Benefícios
Escopo	1.0	2.0	2.0	0.333	0.143	0.2
Custo	0.5	1.0	1.0	0.333	0.333	0.2
ROI	0.5	1.0	1.0	0.222	0.2	0.25
Cap. de Execução	3.0	3.0	4.5	1.0	0.333	0.5
Alinhamento Est.	7.0	3.0	5.0	3.0	1.0	2.5
Benefícios	5.0	5.0	4.0	2.0	0.4	1.0

RESUMO DAS PRIORIZAÇÕES CRITÉRIOS

(AHP-GDM) Definição dos pesos de critérios para seleção de projetos

Matriz Agregada

	Escopo	Custo	ROI	Cap. de Execução	Alinhamento Est.	Benefícios
Escopo	1.0	1.667	0.834	0.535	0.147	0.201
Custo	0.6	1.0	1.416	0.543	0.233	0.242
ROI	1.199	0.706	1.0	0.244	0.166	0.209
Cap. de Execução	1.867	1.84	4.107	1.0	0.269	0.351
Alinhamento Est.	6.803	4.291	6.04	3.713	1.0	1.809
Benefícios	4.979	4.127	4.787	2.85	0.553	1.0

Pesos dos Critérios (%)

	Peso
Alinhamento Est.	40%
Benefícios	28.5%
Cap. de Execução	12.9%
Custo	6.7%
Escopo	6.51%
ROI	5.4%

7.2 Apêndice B: Relatório do projeto PROMETHEE (*Ranking* das Alternativas de Projetos) - Relatório gerado pelo *Makedecision*

Projeto: (PROMETHEE II GDSS) Escolha de novo projeto de software para investimento

Objetivo do Projeto: O objetivo desta avaliação é ranquear projetos de software com potencial de investimento, utilizando metodologias científicas para embasar as tomadas de decisão. Para isso, foram definidos critérios específicos, ponderados com a metodologia AHP-GDM, aplicando a teoria bayesiana para otimizar o tempo de análise de consistência. Com os critérios e pesos definidos, as alternativas de projetos são avaliadas por especialistas responsáveis, resultando, ao final, no ranking dos melhores projetos para investimento.

Este dossiê apresenta a avaliação do projeto com base nos métodos PROMETHEE e GDSS, auxiliados pelo AHP-GDM. O método AHP-GDM foi utilizado, juntamente com ajuste de consistência pela metodologia Bayseana, para calcular os pesos dos critérios, levando em consideração as avaliações de cada decisor. O método PROMETHEE classificou as alternativas com base nesses critérios, resultando em uma avaliação final global consolidada por meio do Sistema de Suporte à Decisão em Grupo (GDSS).

Pesos dos Critérios Derivados pelo AHP-GDM

Critério	Peso (%)
Escopo	7%
Custo	7%
ROI	5%
Capacidade de Execução	13%
Alinhamento Estratégico	40%
Benefícios	28%

Projetos e Representação das Alternativas

Projeto	Representação
CreditRecover IA	a_1
DebtAnalyzer	a_2
CredGuard	a_3
FinTechRec	a_4

CrITÉrios de Avaliação

Nome	Peso	Função	q	p	Representação
Escopo	7%	min	1.0	3.0	$V_1^{(k)}$
Custo	7%	min	0.3	1.0	$V_2^{(k)}$
ROI	5%	max	5.0	80.0	$V_3^{(k)}$
Capacidade de Execução	13%	max	1.0	3.0	$V_4^{(k)}$
Alinhamento Estratégico	40%	max	1.0	3.0	$V_5^{(k)}$
Benefícios	28%	max	1.0	4.0	$V_6^{(k)}$

Tabela de Avaliação - Decisor 1

Alternativa	a 1	a 2	a 3	a 4
$V(k)1$	3.0	3.0	1.0	1.0
$V(k)2$	1.2	0.75	1.5	0.6
$V(k)3$	40.0	50.0	30.0	70.0
$V(k)4$	4.0	4.0	4.0	5.0
$V(k)5$	5.0	4.0	3.0	3.0
$V(k)6$	5.0	3.0	4.0	3.0

Tabela de Avaliação - Decisor 2

Alternativa	a 1	a 2	a 3	a 4
$V(k)1$	3.0	4.0	1.0	2.0
$V(k)2$	1.2	0.75	1.5	0.6
$V(k)3$	40.0	50.0	30.0	70.0
$V(k)4$	5.0	3.0	5.0	4.0
$V(k)5$	5.0	5.0	3.0	3.0
$V(k)6$	4.0	3.0	3.0	4.0

Dossiê de Avaliação Projetos

Tabela de Avaliação - Decisor 3

Alternativa	a 1	a 2	a 3	a 4
V(k)1	2.0	5.0	1.0	2.0
V(k)2	1.2	0.75	1.5	0.6
V(k)3	40.0	50.0	30.0	70.0
V(k)4	3.0	2.0	2.0	4.0
V(k)5	4.0	5.0	2.0	2.0
V(k)6	3.0	2.0	3.0	3.0

Tabela de Avaliação - Decisor 4

Alternativa	a 1	a 2	a 3	a 4
V(k)1	2.0	3.0	2.0	2.0
V(k)2	1.2	0.75	1.5	0.6
V(k)3	40.0	50.0	30.0	70.0
V(k)4	3.0	3.0	3.0	4.0
V(k)5	3.0	4.0	2.0	2.0
V(k)6	4.0	2.0	3.0	3.0

Tabela GDSS Agregada

Alternativa	Decisor 1	Decisor 2	Decisor 3	Decisor 4
a 1	0.08	-0.02	-0.05	-0.01
a 2	0.06	0.04	-0.06	-0.04
a 3	0.07	0.1	-0.12	-0.04
a 4	0.01	0.06	-0.06	-0.01

Ranking Final por Decisor

Ranking para o Decisor 1

0.08, -0.02, -0.05, -0.01

Ranking para o Decisor 2

0.06, 0.04, -0.06, -0.04

Ranking para o Decisor 3

0.07, 0.1, -0.12, -0.04

Ranking para o Decisor 4

0.01, 0.06, -0.06, -0.01

Ranking Global

Ranking	Projeto	Pontuação
1	CreditRecover IA	0.16
2	DebtAnalyzer	0.09
3	FinTechRec	-0.08
4	CredGuard	-0.17

Em conclusão, este relatório apresenta uma avaliação detalhada com o uso dos métodos PROMETHEE e AHP-GDM para a tomada de decisões multicritério. O ranking global consolidado apresenta as alternativas classificadas conforme o critério de desempenho escolhido, oferecendo suporte valioso para o processo de tomada de decisão.

7.3 Apêndice C: Questionário para Enquete - Impacto e resultados da aplicação de metodologia específica para ranqueamento dos projetos na organização

Impacto e Resultados da Aplicação de Metodologia Específica para Ranqueamento dos Projetos

Esta pesquisa tem como objetivo identificar a percepção dos envolvidos no processo de aplicação da metodologia (PROMETHEE, AHP e teoria bayesiana) no ranqueamento de projetos com potencial para investimentos, além de avaliar a utilização do software na execução desse processo.

roberiods@gmail.com [Mudar de conta](#)



 Não compartilhado

Em uma escala de 1 a 5, como você avalia a melhoria na qualidade das decisões após a implementação da metodologia que combina os métodos PROMETHEE, AHP e teoria bayesiana?

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

Em uma escala de 1 a 5, como você avalia o nível de complexidade para aplicar os métodos combinados (PROMETHEE, AHP e teoria bayesiana) sem o uso do software?

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

Em uma escala de 1 a 5, como você avalia a redução do tempo necessário para concluir o processo de ranqueamento de projetos com o uso do software?

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

Em uma escala de 1 a 5, com o auxílio do software, você aplicaria as metodologias (PROMETHEE, AHP e teoria bayesiana) em futuros processos de tomada de decisão?

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

Em uma escala de 1 a 5, SEM auxílio do software você aplicaria as metodologias (PROMETHEE, AHP e teoria bayesiana) nos próximos processos de tomada de decisão?

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

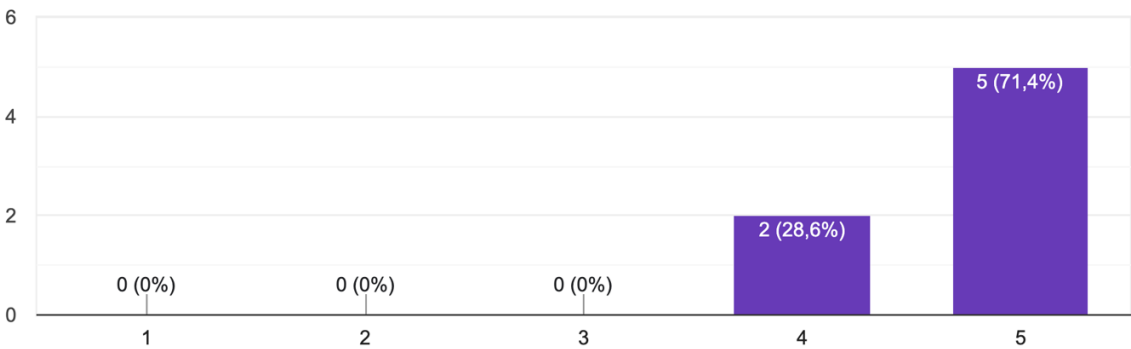
Enviar

[Limpar formulário](#)

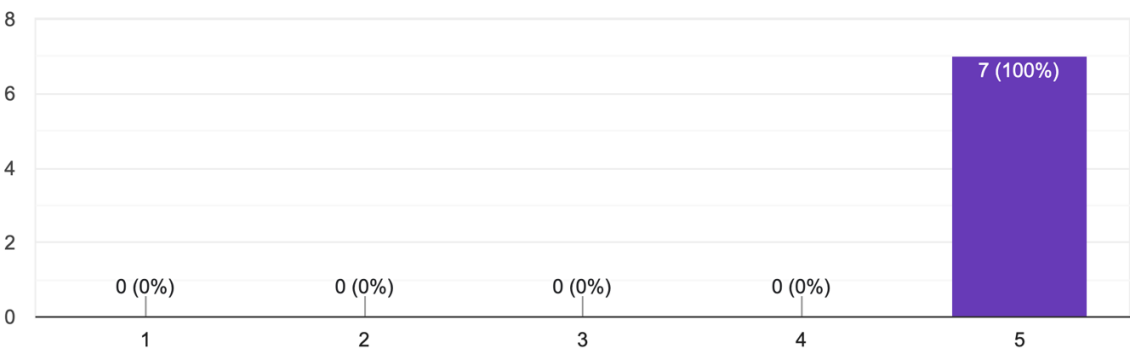
7.4 Apêndice D: Respostas para Enquete - Impacto e resultados da aplicação de metodologia específica para ranqueamento dos projetos na organização

Impacto e Resultados da Aplicação de Metodologia Específica para Ranqueamento dos Projetos na Organização (Questionário)

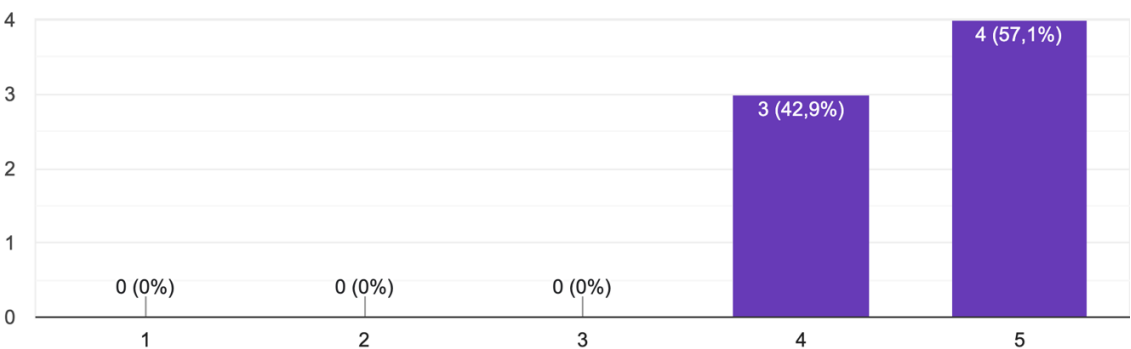
Em uma escala de 1 a 5, como você avalia a melhoria na qualidade das decisões após a implementação da metodologia que combina os métodos PROMETHEE, AHP e teoria bayesiana?
7 respostas



Em uma escala de 1 a 5, como você avalia o nível de complexidade para aplicar os métodos combinados (PROMETHEE, AHP e teoria bayesiana) sem o uso do software?
7 respostas

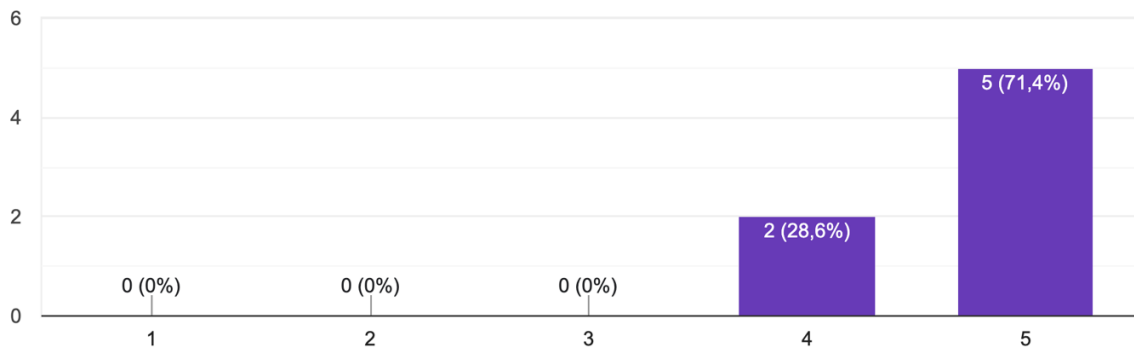


Em uma escala de 1 a 5, como você avalia a redução do tempo necessário para concluir o processo de ranqueamento de projetos com o uso do software?
7 respostas



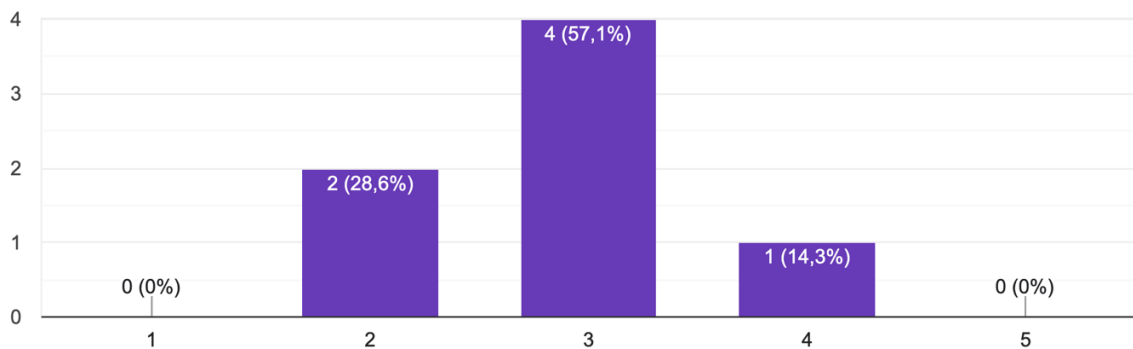
Em uma escala de 1 a 5, com o auxílio do software, você aplicaria as metodologias (PROMETHEE, AHP e teoria bayesiana) em futuros processos de tomada de decisão?

7 respostas



Em uma escala de 1 a 5, SEM auxílio do software você aplicaria as metodologias (PROMETHEE, AHP e teoria bayesiana) nos próximos processos de tomada de decisão?

7 respostas



Referências

- (2023). Startup genome 2023. [1](#), [2](#)
- ABNT NBR ISO/IEC 27005 (2023). *ABNT NBR ISO/IEC 27005: Segurança da informação, segurança cibernética e proteção à privacidade — Orientações para gestão de riscos de segurança da informação*. Rio de Janeiro: ABNT. [8](#), [14](#)
- ABPMP (2019). *BPM CBOK: Guide to the Business Process Management Common Body Of Knowledge*. Chicago: ABPMP, 4th edition. [8](#), [14](#)
- Al-Sobai, K. M. & Abdella, G. M. (2020). Perspectives on the capabilities for the selection of strategic projects. *Sustainability*, 12(19), 8191. [1](#), [3](#)
- Altuzarra, A., Gargallo, P., Maria Moreno-Jimenez, J., & Salvador, M. (2019). Homogeneous groups of actors in an ahp-local decision making context: A bayesian analysis. *MATHEMATICS*, 7(3). [31](#)
- Aminbakhsh, S., Gunduz, M., & Sonmez, R. (2013). Safety risk assessment using analytic hierarchy process (ahp) during planning and budgeting of construction projects. *Journal of Safety Research*, 46, 99–105. [3](#)
- Balali, V., Zahraie, B., & Roozbahani, A. (2014). A comparison of ahp and promethee family decision making methods for selection of building structural system. *American Journal of Civil Engineering and Architecture*, 2, 149–159. [20](#), [22](#)
- Batterton, K. A. & Hale, K. N. (2017). The likert scale what it is and how to use it. *Phalanx*, 50(2), 32–39. [40](#)
- Behzadian, M., Kazemzadeh, R., Albadvi, A., & Aghdasi, M. (2010). Promethee: A comprehensive literature review on methodologies and applications. *European Journal of Operational Research*, 200(1), 198–215. [20](#), [22](#), [35](#), [39](#), [49](#), [53](#), [55](#)
- Bianchin, L., Lunardi, R., Granville, L., Gaspari, L., Bartolini, C., & Wickboldt, J. (2011). A framework for risk assessment based on analysis of historical information of workflow execution in it systems. *Computer Networks*, 55, 9. [15](#)
- Brans, J. & Mareschal, B. (1992). How to discriminate hard and soft multicriteria problems in the discrete case (the promethee vi procedure). In *Internal Report CSOOTW/257*. Vrije Universiteit Brussel. [20](#), [21](#), [39](#)

- Brans, J. & Mareschal, B. (1995). The promethee vi procedure. how to differentiate hard from soft multicriteria problems. *Journal of Decision Systems*, 4, 213–223. 20
- Brans, J. & Vincke, P. (1985). A preference ranking organization method - (the promethee method for multiple criteria decision-making). *MANAGEMENT SCIENCE*, 31(6), 647–656. 1, 3, 20, 21, 35, 36, 37, 38, 39, 48, 49, 53, 58, 59
- Brans, J., Vincke, P., & Mareschal, B. (1986). How to select and how to rank projects: The promethee method. *European Journal of Operational Research*, 24(2), 228–238. Mathematical Programming Multiple Criteria Decision Making. 19, 20, 21, 26, 35, 39, 48, 49, 55, 58, 59
- Brans, J.-P. & De Smet, Y. (2005). *PROMETHEE methods*, volume 78. 3, 18, 20, 26, 39, 48, 65, 66
- Brans, J.-P. & De Smet, Y. (2016). *PROMETHEE methods*, volume 233, (pp. 187–219). 39, 57
- Brasil (2013). Lei nº 12.846, de 1º de agosto de 2013. dispõe sobre a responsabilização administrativa e civil de pessoas jurídicas pela prática de atos contra a administração pública, nacional ou estrangeira, e dá outras providências. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2013/lei/l12846.htm. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 2 ago. 2013. Acesso em: [data de acesso]. 8
- Brasil (2018). Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018. dispõe sobre a proteção de dados pessoais e altera a lei nº 12.965, de 23 de abril de 2014 (marco civil da internet). http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/l13709.htm. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 15 ago. 2018. Acesso em: [data de acesso]. 8
- Brasil (2021). Lei complementar nº 182, de 1º de junho de 2021. institui o marco legal das startups e do empreendedorismo inovador. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp182.htm. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 2 jun. 2021. Acesso em: [data de acesso]. 8
- Chapman, C. & Ward, S. (2003). *Project Risk Management: Process, Techniques and Insights*. England: John Wiley & Sons, 2nd edition. 1, 16
- Colombelli, A. & Quatraro, F. (2019). Green start-ups and local knowledge spillovers from clean and dirty technologies. *Small Business Economics*, 52, 773–792. 3
- COSO (2017). Coso enterprise risk management: Integrating with strategy and performance. <https://www.coso.org/Documents/2017-COSO-ERM-Integrating-with-Strategy-and-Performance-Executive-Summary.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2023. 14
- Dalkey, N. & Helmer, O. (1963). An Experimental Application of the DELPHI Method to the Use of Experts. *Management Science*, 9(3), 458–467. 3

- Dalkey, N. & Helmer, O. (1969). The delphi method: An experimental study of group opinion. *Management Science*, 9, 458–467. 2, 17, 18, 29, 51
- Darko, A., Chan, A. P. C., Ameyaw, E. E., Owusu, E. K., Pärn, E., & Edwards, D. J. (2019). Review of application of analytic hierarchy process (ahp) in construction. *International Journal of Construction Management*, 19(5), 436–452. 17, 30
- Domokos, L., Nyéki, M., Jakovác, K., Németh, E., & Hatvani, C. (2015). Risk analysis and risk management in the public sector and in public auditing. *Public Finance Quarterly*, 60(1), 7–28. Acesso em: 24 mai. 2018. 16
- Dong, Y., Zhang, G., Hong, W.-C., & Xu, Y. (2010). Consensus models for AHP group decision making under row geometric mean prioritization method. *Decision Support Systems*, 49(3), 281–289. 22
- Fernandes, A. M., Santos, J. P. d. S., Vieira, F. T., Costa, R. d. O. B., & Prat, B. V. (2023). Avaliação de softwares desenvolvidos para apoio a análise de decisão multicritério (mcda). *Cuadernos de Educación y Desarrollo*, 15(11), 14897–14918. 22, 24
- Fingar, P. (2003). *Business process management: the third wave*. Meghan-Kiffer Press. 26
- Hutter, K., Gfrerer, A., & Lindner, B. (2021). From popular to profitable: incumbents' experiences and challenges with external corporate accelerators. *International Journal of Innovation Management*, 25. 4
- Instituto de Gerenciamento de Projetos (PMI) (2021). *Guia do PMBOK: um Guia do Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos*. Newtown Square, PA: Project Management Institute, 7 edition. 7, 9, 30, 46. 15
- ISO31000, ABNT (2018). *ISO 31000:2018 - Risk management – Guidelines*. International Organization for Standardization. 2, 31, 32, 38. 7, 8, 14, 15, 16, 17, 19
- ISO31010, A. (2021). Risk management - risk assessment techniques. ://www.gedweb.com.br/. ISO 31010:2021 - note = "Acesso em: 01 mar. 2023". 14, 15, 27
- ISO31073 (2022). *ISO 31073:2022 - Risk management – Vocabulary*. Geneva: ISO. 14
- ISO/IEC 27001:2013 (2013). *ISO/IEC 27001:2013 Information technology - Security techniques - Information security management systems - Requirements*. Geneva, Switzerland: ISO. Available at: <https://www.iso.org/standard/54534.html>. Accessed on: [data de acesso]. 8
- Kaiser, M. G., El Arbi, F., & Ahlemann, F. (2015). Successful project portfolio management beyond project selection techniques: Understanding the role of structural alignment. *International Journal of Project Management*, 33(1), 126–139. 2

- Kalogeras, N., Baourakis, G., Zopounidis, C., & van Dijk, G. (2005). Evaluating the financial performance of agri-food firms: a multicriteria decision-aid approach. *Journal of Food Engineering*, 70(3), 365–371. Operational Research and Food Logistics. 20
- Kasperczyk, N. & Knickel, K. (2006). Analytic hierarchy process (ahp). <https://www.iied.org/sites/default/files/pdfs>. International Institute for Environment and Development. 22
- Keeney, S. & Hasson, F. (2015). The delphi technique in nursing and health research. *Journal of Advanced Nursing*, 71, 1951–1960. 30
- Keller, H., Massart, D., & Brans, J. (1991). Multicriteria decision making: A case study. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, 11(2), 175–189. 57
- Kollmann, T. (2006). What is e-entrepreneurship? fundamentals of company founding in the net economy. *International Journal of Technology Management*, 33(4), 322–340. 4
- Kuenz Murphy, C. (1993). Limits on the analytic hierarchy process from its consistency index. *European Journal of Operational Research*, 65(1), 138–139. 22
- Landeta, J. (2006). Current validity of the delphi method in social sciences. *Technological Forecasting and Social Change*, 73, 467–482. 17, 29
- Li, L., Mao, C., Sun, H., & Yuan, Y. (2020). Digital twin driven green performance evaluation methodology of intelligent manufacturing: Hybrid model based on fuzzy rough-sets ahp, multistage weight synthesis, and promethee ii. *Complexity*. 17
- Likert, R., Roslow, S., & Murphy, G. (1934). A simple and reliable method of scoring the thurstone attitude scales. *The Journal of Social Psychology*, 5, 228–238. 40
- Lin, C. & Kou, G. (2015). Bayesian revision of the individual pair-wise comparison matrices under consensus in ahp-gdm. *Applied soft computing*, 35, 802–811. 2, 20, 31, 32, 33, 44, 82
- Lin, C., Kou, G., Peng, Y., & Alsaadi, F. E. (2022). Aggregation of the nearest consistency matrices with the acceptable consensus in ahp-gdm. *ANNALS OF OPERATIONS RESEARCH*, 316(1, SI), 179–195. 18, 33
- Linstone, H. A. & Turoff, M. (1975). The delphi method: Techniques and applications. *Addison-Wesley*. 30
- Liu, H.-C., Wang, L.-E., Li, Z., & Hu, Y.-P. (2018). Improving risk evaluation in fmea with cloud model and hierarchical topsis method. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 27(1), 84–95. 14

- Macharis, C., Springael, J., De Brucker, K., & Verbeke, A. (2004). Promethee and ahp: The design of operational synergies in multicriteria analysis.: Strengthening promethee with ideas of ahp. *European Journal of Operational Research*, 153(2), 307–317. Management of the Future MCDA: Dynamic and Ethical Contributions. 20, 21
- Markmann, C., Spickermann, A., von der Gracht, H. A., & Brem, A. (2021). Improving the question formulation in delphi-like surveys: Analysis of the effects of abstract language and amount of information on response behavior. *FUTURES & FORESIGHT SCIENCE*, 3(1), e56. 30
- Mazurek, J., Perzina, R., Strzalka, D., Kowal, B., & Kuras, P. (2021). A numerical comparison of iterative algorithms for inconsistency reduction in pairwise comparisons. *IEEE ACCESS*, 9, 62553–62561. 32
- Mimovic, P., Stankovic, J., & Milic, V. J. (2015). Decision-making under uncertainty - the integrated approach of the ahp and bayesian analysis. *ECONOMIC RESEARCH-EKONOMSKA ISTRAZIVANJA*, 28(1), 868–878. 31
- Mousavi, S. M., Tavakkoli-Moghaddam, R., Heydar, M., & Ebrahimnejad, S. (2013). Multi-criteria decision making for plant location selection: An integrated delphi-ahp-promethee methodology. *ARABIAN JOURNAL FOR SCIENCE AND ENGINEERING*, 38(5), 1255–1268. 30
- Neto, I. R. (2003). *Gestão Estratégica de Conhecimento e Competências, Tecnologia Social e Universidade*, volume 2. Atlas. 3
- Niederberger, M., Köberich, S., & members of the DeWiss Network (2021). Coming to consensus: the delphi technique. *European Journal of Cardiovascular Nursing*, 20(7), 692–695. 30
- Niederberger, M. & Spranger, J. (2020). Delphi technique in health sciences: A map. *Frontiers in Public Health*, 8. 29
- PMI, P. M. I. (2018). Pmbok® guide: A guide to the project management body of knowledge, six edition, pennsylvania: Pmi, 2018. 7. 1, 8, 14
- PMI, P. M. I. (2021). Pmbok® guide: A guide to the project management body of knowledge, seventh edition, pennsylvania: Pmi, 2021. 7. 3, 8, 14, 18
- Polzin, F., Sanders, M., & Stavlöt, U. (2018). Do investors and entrepreneurs match? – evidence from the netherlands and sweden. *Technological Forecasting and Social Change*. 5
- Renn, O. (1992). *Concepts of risk: A classification*, (pp. 53–79). Praeger: Westport, Conn. <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bsz:93-opus-54165>. 3
- Rios, A. M., Santos, R. D., & Souza, Joao Carlos Felix e Grubisic, V. V. F. e. M. S. B. S. (2023). Prioritization of criteria for evaluating the accountability process of civil social organizations using the multicriteria model. *Iberian Conference on*

- Information Systems and Technologies, CISTI*. 2, 3, 13, 17, 18, 19, 22, 24, 26, 30, 31, 32, 33, 41, 43, 44, 67, 82
- Roush, F. W. (1993). Multicriteria decision-aid.: Philippe vincke, chichester: John wiley, 1992, 154 pages, [uk pound]29.95. *Mathematical Social Sciences*, 25(2), 204–204. 21
- Roy, B. (1968). Classement et choix en présence de points de vue multiples. *Revue française d'informatique et de recherche opérationnelle*, 2(8), 57–75. 21
- Roy, B. (1996). Multicriteria methodology for decision aiding. 48
- Saaty, R. W. (1987). The analytic hierarchy process-what it is and how it is used. *Mathematical Modelling*, 9. 19, 23, 43, 45
- Saaty, T. L. (1980). The analytic hierarchy process. *New York, NY, USA: McGraw-Hill*. 3, 19, 32
- Saaty, T. L. (1990). Decision making for leaders: the analytic hierarchy process for decisions in a complex world. *Pittsburgh, PA: RWS Publications*. 43
- Saaty, T. L. & Vargas, L. G. (1987). Uncertainty and rank order in the analytic hierarchy process. *European Journal of Operational Research*, 32(1), 107–117. 44
- Santos, R. D., Rios, A. M., & Souza, J. C. F. (2024a). App make decision(versão 1.2). <https://app.makedecision.com.br>. 3, 5, 25
- Santos, R. D., Rios, A. M., & Souza, J. C. F. (2024b). Prioritization of criteria in project selection using the multicriteria model. *Iberian Conference on Information Systems and Technologies, CISTI*. 2, 18, 19, 20, 22, 24, 26, 30, 31, 32, 33, 41, 42, 43, 44, 82
- Sen, D., Datta, S., & Mahapatra, S. (2016). Extension of promethee for robot selection decision making: Simultaneous exploration of objective data and subjective (fuzzy) data. *Benchmarking: An International Journal*, 23, 983–1014. 20
- Souza, J., Souza, J., Neumann, C., Santos, M., Porto, M., & Ribeiro, I. (2020). Modelo de análise multicritério de apoio à decisão aplicado as eleições para presidência de 2018. *RISTI - Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao*, 3, 423–432. 19
- Sup (2024). Superdecisions. Acesso em: 01 mar. 2024. 23
- Tidd, J., Bessant, J., & Pavitt, K. (2008). *Gestão da inovação*. Porto Alegre: Bookman, 3 edition. 4
- VDA, A. . (2019). *FMEA Handbook: Failure Mode and Effects Analysis for Automotive, 1st Edition*. Southfield, MI: AIAG (Automotive Industry Action Group) VDA (Verband der Automobilindustrie). 14, 26, 27

- Vidal, L.-A., Marle, F., & Bocquet, J.-C. (2011). Using a delphi process and the analytic hierarchy process (ahp) to evaluate the complexity of projects. *Expert Systems with Applications*, 38(5), 5388–5405. 29, 30, 51
- Walrave, B., Talmar, M., Podoynitsyna, K. S., Romme, A. G. L., & Verbong, G. P. (2018). A multi-level perspective on innovation ecosystems for path-breaking innovation. *Technological Forecasting and Social Change*, 136(C), 103–113. 2
- Wibowo, S., Grandhi, S., Wells, M., & Balasooriya, P. (2016). : (pp. 1071 – 1076). Cited by: 3. 21
- Wu, Y., Zhang, T., & Yi, L. (2020). An internal type-2 trapezoidal fuzzy sets-promethee-ii based investment decision framework of compressed air energy storage project in china under the perspective of different investors. *JOURNAL OF ENERGY STORAGE*, 30. 20
- Zhang, C., Kwon, S., Oh, J., & Park, K. (2023). An integrated ahp-promethee ii ranking method to evaluate the resilience of sewer networks considering urban flood and ground collapse risks. *Water Science and Technology*, 87(6), 1438–1453. 49
- Željko Stević, Pamučar, D., Puška, A., & Chatterjee, P. (2020). Sustainable supplier selection in healthcare industries using a new mcdm method: Measurement of alternatives and ranking according to compromise solution (marcos). *Computers Industrial Engineering*, 140, 106231. 17