

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

GUILHERME COLOMBO JACOMINI

Gestão de relacionamento de clientes utilizando métodos de decisão  
multicritério: aplicação em uma empresa de marketing digital

São Carlos

2022



GUILHERME COLOMBO JACOMINI

Gestão de relacionamento de clientes utilizando métodos de decisão multicritério: aplicação em uma organização de marketing digital

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Engenharia de Produção

Área de Concentração: Gestão de Operações

Orientador: Prof. Dr. Luiz Cesar Ribeiro Carpinetti

VERSÃO CORRIGIDA

São Carlos  
2022

AUTORIZO A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Prof. Dr. Sérgio Rodrigues Fontes da EESC/USP com os dados inseridos pelo(a) autor(a).

J15g

Jacomini, Guilherme Colombo

Gestão de relacionamento de clientes utilizando métodos de decisão multicritério: aplicação em uma empresa de marketing digital / Guilherme Colombo Jacomini; orientador Luiz Cesar Ribeiro Carpinetti. São Carlos, 2022.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Área de Concentração em Processos e Gestão de Operações -- Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2022.

1. gestão de relacionamento com clientes. 2. seleção de clientes. 3. priorização de clientes. 4. gestão de portfólio de clientes. 5. fuzzy TOPSIS. 6. PROMETHEE II. 7. inferência fuzzy. I. Título.

## FOLHA DE JULGAMENTO

Candidato: Engenheiro **GUILHERME COLOMBO JACOMINI**.

Título da dissertação: "Gestão de relacionamento de clientes utilizando métodos de decisão multicritério: aplicação em uma empresa de marketing digital".

Data da defesa: 14/06/2022.

### Comissão Julgadora

### Resultado

Prof. Titular **Luiz Cesar Ribeiro Carpinetti** (Orientador)  
(Escola de Engenharia de São Carlos/EESC-USP)

APROVADO

Prof. Dr. **Roberto Antonio Martins**  
(Universidade Federal de São Carlos/UFSCar)

APROVADO

Prof. Dr. **Adiel Teixeira de Almeida Filho**  
(Universidade Federal de Pernambuco/UFPE)

APROVADO

Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção:

Prof. Dra. **Janaina Mascarenhas Hornos da Costa**

Presidente da Comissão de Pós-Graduação:

Prof. Titular **Murilo Araujo Romero**



## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a toda minha família. Aos meus pais, Ana Lúcia Colombo Jacomini e Celso Antônio Jacomini e aos meus irmãos Leonardo e Carolina, por todo apoio e amor que sempre me proporcionaram. Agradeço também minha querida avó Assumpta, aos meus tios Celso e Ana Claudia e minha prima Laura.

Agradeço a minha namorada Lívia, pela compreensão nos momentos difíceis e a companhia especial nos momentos de felicidade, sempre me apoiando e confiando em mim.

Ao meu orientador Professor Dr. Luiz Cesar Ribeiro Carpinetti, por todo o auxílio, atenção, preocupação e ensinamentos.

A todos os meus amigos de infância, de graduação e de estágio que estão sempre comigo, conversando e apoiando nos diversos momentos da vida.

Aos amigos do grupo de pesquisa e da pós graduação que, apesar da distância devido à pandemia, sempre se prontificaram em ajudar e serviram como grandes referências durante o trabalho.

À CNPq pelo apoio financeiro na realização deste Mestrado (processo 133638/2020-0).



*“N3o existe um caminho para a felicidade. A  
felicidade 3 o caminho.”*

Thich Nhat Hanh



## RESUMO

JACOMINI, G.C. 2022. **Gestão de relacionamento de clientes utilizando métodos de decisão multicritério: aplicação em uma organização de marketing digital.** 174 f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2022.

A gestão de relacionamento com clientes (CRM) possui papel importante e já têm sido estudada há algum tempo na literatura. Neste processo, surgiu a necessidade de estabelecer uma forma de avaliar e priorizar os clientes, de acordo com critérios quantitativos e qualitativos que sejam importantes na relação entre uma organização e seus clientes. Dentre as principais atividades de CRM e avaliação de clientes estão a seleção, priorização e gestão de portfólio de clientes. Existem estudos que abordaram o agrupamento de clientes baseando-se em suas características e variados critérios, utilizando-se dos métodos que visam a definição de *cluster*. Porém, poucos estudos apontaram o uso de métodos de decisão multicritério (técnicas MCDM) para a seleção, priorização e gestão de portfólio de clientes, bem como a utilização destas técnicas associadas a teoria dos conjuntos *fuzzy* (técnicas *fuzzy* MCDM). Além disso, também foi pouco explorada a aplicação de técnicas MCDM não-compensatórias, que permitiria aproveitar as vantagens oferecidas por métodos desta natureza. Notou-se também a ausência de estudos que abrangessem as três atividades de CRM citadas em um mesmo modelo. Visando diminuir as lacunas identificadas, esta dissertação tem por objetivo principal propor um modelo de apoio à decisão para a seleção de potenciais clientes e para a gestão de portfólio e priorização de clientes atuais de uma empresa de *marketing* digital, utilizando-se diferentes técnicas MCDM e *fuzzy* MCDM nas diferentes etapas do processo, sendo elas: PROMETHEE II para seleção de potenciais clientes, garantindo mínimo desempenho em cada critério; e *fuzzy* TOPSIS para gestão de portfólio e priorização, visando classificação por meio de matrizes de portfólio. Além disso, para realizar a priorização dos projetos dos clientes, utiliza-se o sistema de inferência *fuzzy*. A proposta envolve ainda o desenvolvimento do recurso computacional, replicável, à disposição de uso da empresa e da comunidade. Por fim, o modelo foi testado por meio de aplicações de suas etapas e por meio de análise de sensibilidade para avaliar sua robustez e as possíveis alterações de seus resultados frente à alteração de parâmetros das técnicas.

Palavras-chave: gestão de relacionamento com clientes, seleção de clientes, priorização de clientes, gestão de portfólio de clientes, *fuzzy* TOPSIS, PROMETHEE II, inferência *fuzzy*.



## ABSTRACT

JACOMINI, G.C. **Customer relationship management using multicriteria decision making methods: application in a digital marketing organization.** 2022. 174f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2022.

Customer relationship management (CRM) has an important and already known role in the literature. There is a need to establish a way to evaluate and prioritize customers, according to quantitative and qualitative criteria that are important in the relationship between an organization and its customers. Customer selection, prioritization and customer portfolio management are three essential activities for CRM and evaluation. In the previous literature, there are some studies that approached grouping clients based on their characteristics and varied criteria, by using clustering methods. However, few studies have applied multicriteria decision methods (MCDM techniques) aiming customer selection, prioritization and portfolio management, as well as the use of these techniques associated with the theory of fuzzy sets (fuzzy MCDM techniques). In addition, studies did not explore using non-compensatory method to explore its advantages and characteristics. It was also noted the absence of studies covering those three highlighted CRM activities in a single model. To narrow the identified gaps, this project aims to contribute through the development of a decision support model that seeks potential customer selection and portfolio management and prioritization of current customers of a digital marketing company. This model uses different MCDM and fuzzy MCDM in the different stages of the model, namely: PROMETHEE II for selection and fuzzy TOPSIS for portfolio management and prioritization. Moreover, the model presents fuzzy inference system to prioritize customer projects. The proposal also involves the development of the computational resource, replicable, available for use by the company and the community. Finally, the model was tested through applications of its steps and also through sensitivity analysis to test its robustness and the possible changes in its results when the parameters of the techniques are changed.

**Keywords:** customer relationship management, customer selection, customer prioritization, customer portfolio management, fuzzy TOPSIS, PROMETHEE II, fuzzy inference system



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Relação entre CRM e os demais processos da GCS.....	26
Figura 2 – Etapas do projeto de Mestrado.....	30
Figura 3 – Perspectivas do CRM – Evolução.....	38
Figura 4 – Processo genérico de CRM.....	40
Figura 5 – Matriz de portfólio de clientes.....	46
Figura 6 – Frequência de uso das técnicas MCDM/fuzzy MCDM.....	51
Figura 7 – Exemplo de matriz de portfólio 1.....	56
Figura 8 – Exemplo de matriz de portfólio 2.....	56
Figura 9 – Exemplo de matriz de portfólio 3.....	57
Figura 10 – Dois números triangulares <i>fuzzy</i> .....	66
Figura 11 – Sistema de inferência <i>fuzzy</i> .....	70
Figura 12 – Overview do modelo CRM-MCDM.....	75
Figura 13 – Passos da Etapa de Seleção.....	79
Figura 14 – Passos da etapa de gestão de portfólio e priorização.....	83
Figura 15 – Matriz de Gestão de Portfólio de Clientes 1.....	84
Figura 16 – Matriz de Gestão de Portfólio de Clientes 2.....	85
Figura 17 – Passos da etapa de priorização de projetos dos clientes.....	88
Figura 18 – Números <i>fuzzy</i> triangulares (representação gráfica).....	97
Figura 19 – Classificação dos clientes nas matrizes de Portfólio.....	106
Figura 20 – Números <i>fuzzy</i> triangulares (FIS1).....	111
Figura 21 – Números <i>fuzzy</i> triangulares (FIS2).....	113
Figura 22 – Nota do parceiro em função de Relacionamento e Custo-benefício.....	116
Figura 23 – Nota do parceiro em função de Potencial de crescimento e Custo-benefício.....	116
Figura 24 – Nota do parceiro em função de Potencial de crescimento e Relacionamento.....	117
Figura 25 – Importância estratégica em função da Nota do parceiro e Importância do projeto.....	118
Figura 26 – Termos de avaliação de pesos dos critérios (caso 2.1).....	124
Figura 27 – Termos de avaliação de pesos dos critérios (caso 2.2).....	125
Figura 28 – Termos de avaliação de desempenho dos clientes (caso 2.5).....	126
Figura 29 – Gráficos do experimento fatorial para o FIS1 (Interação entre variáveis).....	128
Figura 30 – Efeitos de cada variável de entrada na saída do FIS2.....	129
Figura 31 – Gráfico do experimento fatorial para o FIS2 (Interação entre variáveis).....	130
Figura 32 – Números <i>fuzzy</i> triangulares FIS1 (Caso 3.1).....	133

## **LISTA DE ILUSTRAÇÕES (continuação)**

Figura 33 – Números <i>fuzzy</i> triangulares FIS2 (Caso 3.2).....	134
--	-----

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Buscas da RBS.....	30
Quadro 2 – Artigos resultantes RBS: CRM ( <i>String</i> de busca #1).....	36
Quadro 3 – Artigos resultantes RBS: Seleção de clientes ( <i>String</i> de busca #4).....	41
Quadro 4 – Artigos resultantes RBS: Priorização de clientes ( <i>String</i> de busca #2).....	43
Quadro 5 – Artigos resultantes RBS: Gestão de Portfólio de clientes ( <i>String</i> de busca #3).....	45
Quadro 6 – Artigos resultantes RBS: CRM-MCDM (Strings de busca #5, #6, #7).....	49
Quadro 7 – Modelos CRM-MCDM existentes na literatura.....	50
Quadro 8 – Dimensões e critérios de desempenho: Gestão de Portfólio.....	53
Quadro 9 – Critérios de desempenho – Modelos com ranking de clientes.....	54
Quadro 10 – Funções de preferência.....	62
Quadro 11 – Características gerais das etapas I e II do modelo CRM-MCDM.....	76
Quadro 12 – Características gerais da etapa III do modelo CRM-MCDM.....	76
Quadro 13 – Critérios utilizados na Seleção de clientes.....	78
Quadro 14 – Dimensões e critérios utilizados na GPC e priorização de clientes.....	81
Quadro 15 – Critérios de projetos utilizados na priorização de projetos.....	87
Quadro 16 – Base de regras FIS1.....	110
Quadro 17 – Base de regras FIS2.....	112



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resultados da RBS.....	31
Tabela 2 – Parâmetros dos critérios.....	91
Tabela 3 – Dados de audiência e avaliação de desempenho das alternativas.....	91
Tabela 4 – Valores de preferência para $C_1$ .....	92
Tabela 5 – Valores de preferência para $C_2$ .....	93
Tabela 6 – Valores de preferência para $C_3$ .....	93
Tabela 7 – Valores de sobreclassificação para os pares de alternativas.....	94
Tabela 8 – Fluxo positivo, negativo e líquido para cada alternativa.....	95
Tabela 9 – <i>Ranking</i> de potenciais clientes.....	95
Tabela 10 – Termos linguísticos e números <i>fuzzy</i> para desempenho nos critérios.....	97
Tabela 11 – Termos linguísticos e números <i>fuzzy</i> para pesos dos critérios.....	97
Tabela 12 – Avaliações dos DM para a dimensão Potencial de crescimento.....	99
Tabela 13 – Avaliações dos DM para a dimensão Relacionamento.....	99
Tabela 14 – Avaliação de pesos dos critérios para a dimensão Potencial de crescimento.....	100
Tabela 15 – Avaliação de pesos dos critérios para a dimensão Relacionamento.....	100
Tabela 16 – Dados de faturamento e investimento por cliente.....	100
Tabela 17 – Matriz de decisão dos desempenhos agregados para Potencial de crescimento	101
Tabela 18 – Matriz de decisão dos desempenhos agregados para Relacionamento.....	101
Tabela 19 – Matriz normalizada e ponderada para Potencial de crescimento.....	102
Tabela 20 – Matriz normalizada e ponderada para Relacionamento.....	102
Tabela 21 – Distância $d_i^+$ entre cada alternativa e a solução ideal positiva ( $A_{Potencial\ de\ crescimento}^+$ ).....	103
Tabela 22 – Distância $d_i^-$ entre cada alternativa e a solução ideal negativa ( $A_{Potencial\ de\ crescimento}^-$ ) ....	103
Tabela 23 – Distância $d_i^+$ entre cada alternativa e a solução ideal positiva ( $A_{Relacionamento}^+$ ).....	104
Tabela 24 – Distância $d_i^-$ entre cada alternativa e a solução ideal negativa ( $A_{Relacionamento}^-$ ).....	104
Tabela 25 – $CC_i$ para Potencial de Crescimento.....	104
Tabela 26 – $CC_i$ para Relacionamento.....	105
Tabela 27 – <i>Scores</i> para custo benefício.....	105
Tabela 28 – <i>Scores</i> dos clientes em cada dimensão de desempenho.....	106
Tabela 29 – Termos linguísticos das variáveis antecedentes e consequentes (FIS1).....	110
Tabela 30 – Saídas resultantes do FIS1.....	111
Tabela 31 – Termos linguísticos das variáveis antecedentes e consequentes (FIS2).....	113

## LISTA DE TABELAS (continuação)

Tabela 32 – Saídas resultantes do FIS2.....	113
Tabela 33 – Parâmetros dos critérios de projetos.....	114
Tabela 34 – Dados de avaliação dos projetos.....	114
Tabela 35 – <i>Ranking</i> dos projetos avaliados.....	115
Tabela 36 – Resultados da análise de sensibilidade para a Etapa I.....	120
Tabela 37 – Resultados da análise de sensibilidade da Etapa II – <i>Scores</i> em cada dimensão	123
Tabela 38 – Resultados da análise de sensibilidade da Etapa II – Classificação.....	123
Tabela 39 – Testes das variáveis de entrada e saída do FIS1.....	127
Tabela 40 – Testes das variáveis de entrada e saída do FIS2.....	129
Tabela 41 – Resultados da análise de sensibilidade da Etapa III.....	132



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AHP – *Analytic Hierarchical Process*

ANP – *Analytic Neural Process*

CRM – *Customer Relationship Management*

CPM – *Customer Portfolio Management*

DEA – *Data Envelopment Analysis*

DEMATEL – *Decision making trial and evaluation laboratory*

ELECTRE – *ELimination Et Choix Traduisant la Realite*

FIS – *Fuzzy Inference System*

GCS – *Gestão da Cadeia de Suprimentos*

GPC – *Gestão de Portfólio de Clientes*

MCDM – *Multicriteria Decision Making*

PROMETHEE – *Preference ranking organization method for enrichment evaluation*

RBS – *Revisão Básica Sistemática*

SCM – *Supply Chain Management*

TOPSIS – *Technique for Order Performance by Similarity to Ideal Solution*

# Sumário

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	25
1.1	Contextualização e lacunas de pesquisa	25
1.2	Objetivos	28
1.3	Justificativas e motivações	29
1.4	Métodos para desenvolvimento da pesquisa	30
1.5	Estrutura do texto	33
<b>2</b>	<b>GESTÃO DE RELACIONAMENTO COM CLIENTES – CRM</b>	35
2.1	Definições e evolução das propostas de CRM	35
2.2	Seleção, priorização e gestão de portfólio de clientes	41
2.2.1	Seleção de clientes	41
2.2.2	Priorização de clientes	42
2.2.3	Gestão de Portfólio de clientes	45
2.3	CRM e avaliação de clientes utilizando técnicas MCDM e <i>fuzzy</i> MCDM	48
<b>3</b>	<b>MÉTODOS DE DECISÃO MULTICRITÉRIO</b>	59
3.1	PROMETHEE	60
3.2	Teoria dos conjuntos <i>fuzzy</i>	65
3.3	<i>Fuzzy</i> TOPSIS	67
3.4	Sistema de inferência <i>fuzzy</i>	69
<b>4</b>	<b>GESTÃO DE CLIENTES DE MARKETING DIGITAL COM AUXÍLIO DE TÉCNICAS FUZZY E MCDM</b>	72
4.1	Contexto de aplicação da proposta e empresa foco do estudo	72
4.2	Modelo proposto e suas particularidades	74
4.2.1	Etapa I: Seleção de potenciais clientes	77
4.2.2	Etapa II: Gestão de portfólio e priorização de clientes	80
4.2.3	Etapa III: Priorização de projetos dos clientes	87
<b>5</b>	<b>APLICAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS</b>	90
5.1	Seleção de potenciais clientes: resultados e análise	90
5.1.1	Passo 1: Definição das entradas	90
5.1.2	Passo 2: Aplicação do PROMETHEE II	91
5.1.3	Passo 3: Seleção	94
5.2	Priorização e gestão de portfólio de clientes: resultados e análise	96
5.2.1	Passo 1: Definição das entradas	96
5.2.2	Passo 2: Aplicação de <i>fuzzy</i> TOPSIS e cálculo de custo-benefício	101

5.2.3	Passo 3: Classificação .....	105
5.2.4	Estratégias de priorização de clientes para <i>marketing digital</i> .....	108
5.3	Priorização de projetos de clientes.....	109
5.3.1	Passo 1: Definição das entradas.....	109
5.3.2	Passo 2: Aplicação de FIS e PROMETHEE II .....	109
5.3.3	Passo 3: Ordenação de projetos.....	114
5.3.4	Análise complementar dos sistemas de inferência .....	115
6	ANÁLISE DE SENSIBILIDADE.....	119
6.1	Análise de sensibilidade da Etapa de Seleção.....	119
6.2	Análise de sensibilidade da Etapa de Priorização e gestão de portfólio .....	122
6.3	Análise de sensibilidade da Etapa de Priorização de Projetos .....	126
6.3.1	Análise de sensibilidade dos sistemas de inferência fuzzy.....	126
6.3.2	Casos teste para análise de sensibilidade da Etapa de Priorização de projetos... 130	
7	CONCLUSÕES.....	135
7.1	Contribuições e principais resultados .....	135
7.2	Oportunidades de melhoria e sugestões para trabalhos futuros .....	137
	REFERÊNCIAS .....	138
	APÊNDICE A – Dados e resultados para a Etapa de Seleção (63 potenciais clientes) .....	144
	APÊNDICE B – Código da implementação computacional do método PROMETHEE II .....	146
	APÊNDICE C – Código da implementação computacional do método <i>fuzzy</i> TOPSIS.....	160

# 1 INTRODUÇÃO

O capítulo introdutório desta dissertação visa contextualizar o tema e apresentar informações iniciais que levaram à motivação para o desenvolvimento da pesquisa. Também é destacado o objetivo principal, que se desdobrou em objetivos intermediários importantes, apesar de mais específicos. Ainda neste capítulo são apontados os métodos utilizados tanto para a estruturação do projeto, quanto para a revisão bibliográfica realizada, além da caracterização teórica da pesquisa de forma mais detalhada. Ao final, é apresentada brevemente a estrutura que pauta o restante do texto.

## 1.1 Contextualização e lacunas de pesquisa

A gestão da cadeia de suprimentos, do inglês *supply chain management – SCM* é um tema de notável importância tanto na literatura quanto no mercado. Em meio ao desenvolvimento de diversos modelos sobre o assunto, Lambert e Cooper (2000) destacaram oito processos de negócio que compõem a gestão da cadeia de suprimentos, dentre eles: gestão de relacionamento com os clientes (*customer relationship management – CRM*), gestão de serviços aos clientes, gestão da demanda, dos pedidos, do fluxo de manufatura, processo de compras, desenvolvimento e comercialização de produtos e gestão de retornos. Estudos específicos abordaram cada um destes processos na literatura, desenvolvendo a visão sobre cada um deles e sobre a gestão da cadeia de suprimentos, que passou a apresentar grande proximidade com a gestão de relacionamentos. Sob este aspecto, houve considerável ganho de importância e aumento da dedicação dos estudos aos processos de CRM e também da gestão de relacionamentos com fornecedores (*supplier relationship management – SRM*), definido anteriormente por Lambert e Cooper (2000) como “processo de compras” (LAMBERT; ENZ, 2017). A **Figura 1** mostra os processos citados como principais direcionadores da gestão da cadeia de suprimentos, conectando-se aos outros processos do novo modelo proposto por Lambert e Enz (2017).

Conforme apontado por Winer (2001) a gestão de relacionamento com os clientes e suas estratégias já atraem o interesse das organizações há algum tempo, reforçando-se recentemente como processo estratégico que cria valor para o fornecedor e o cliente (LAMBERT; ENZ, 2017). Diversos modelos e estratégias de CRM foram propostos sob diversas perspectivas: o próprio Winer (2001) apresentou um modelo básico a ser seguido para o estabelecimento de uma boa estratégia de relacionamento com clientes, contendo um conjunto de sete

componentes; Payne e Frow (2005) expandiram esta perspectiva a partir do desenvolvimento de um *framework* que incluiu aspectos estratégicos da organização e seus clientes, ressaltando a característica interfuncional do processo. Lambert (2009) também ressaltou a importância estratégica do CRM, definindo o processo em duas macro-etapas: (i) estratégica, na qual devem ser definidos quais clientes mais influenciam o sucesso da organização e como os relacionamentos com estes devem ser desenvolvidos e mantidos e; (ii) operacional, na qual deve-se segmentar grupos de clientes ou avalia-los individualmente, aumentando seu valor e lealdade ao longo do tempo. Em outros estudos, além de segmentação, foram também propostas a seleção (BOHLING, 2007; MICHEL; SCHNAKENBURG; MARTENS, 2016; WINER, 2001), priorização dos clientes (HOMBURG; DROLL; TOTZEK, 2008; HUANG, 2012), ou gestão de portfólio de clientes (ENG, 2004; HOMBURG; STEINER; TOTZEK, 2009) como atividades de avaliação de clientes no processo de CRM.

**Figura 1 – Relação entre CRM e os demais processos da GCS**



Fonte: Lambert e Enz (2017).

Diante da importância de avaliar os clientes, diversos critérios e métricas voltados à clientes foram propostos e estudados na literatura, podendo-se citar: satisfação dos clientes (ZEITHAML et al., 2006), lucratividade de cada cliente, *customer lifetime value* – *CLV* (HOMBURG; STEINER; TOTZEK, 2009), lealdade (KALANTARI; RABBANI; EBADIAN, 2011a), “recência” das transações – período de tempo desde a última transação realizada pelo cliente (GÜÇDEMİR; SELIM, 2015), duração do relacionamento com o cliente (LAU et al., 2016a). Outros critérios foram explorados de acordo com as especificações dos contextos estudados, possibilitando encarar a avaliação de clientes como um problema multicritério. Nota-se também que, dentre os critérios citados anteriormente, alguns são qualitativos (à exemplo da lealdade e índice de satisfação, dentre os citados).

Com a possibilidade de avaliar clientes partindo de diversos critérios, notou-se que o CRM envolve situações de decisão multicritério (como a avaliação para seleção, priorização ou gestão de portfólio de clientes – conceitos destacados posteriormente no texto). Porém, a avaliação de clientes caracterizou-se majoritariamente pela aplicação de métodos de clusterização com objetivo de agrupá-los por meio da proximidade de suas características (BHATNAGAR et al., 2008; PEDRYCZ, 1990). Ao mesmo tempo, poucas referências da literatura utilizaram os métodos de decisão multicritério para avaliação de clientes objetivando sua seleção, priorização ou gestão de portfólio e nenhuma delas tratou estas três atividades de forma concomitante. Além disso, apesar de alguns artigos terem utilizado técnicas como o *fuzzy* TOPSIS (*Technique for Order Performance by Similarity to Ideal Solution*) e AHP (*Analytic Hierarchical Process*) (HMU TIN; LAU, 2020; LAU et al., 2016a; LEUNG; CHOY; LAM, 2019), nenhum estudo apontou o uso de mais de uma técnica em diferentes etapas de um modelo de CRM, com objetivo de explorar as lacunas de cada uma delas e buscar maior robustez e continuidade no processo de avaliação, adequando as aplicações aos objetivos das diferentes etapas presentes no CRM – por exemplo: garantindo um mínimo desempenho em cada critério para selecionar potenciais clientes. Neste cenário, não foi identificado uso de técnicas não-compensatórias das famílias ELECTRE e PROMETHEE, ou seja, técnicas nas quais um bom desempenho em critério não deve compensar baixos desempenhos nos outros (GALO et al., 2018). Além disso, existem critérios qualitativos que podem ser melhor explorados a depender do ambiente em que as técnicas são aplicadas, combinando-se as técnicas com a teoria dos conjuntos *fuzzy* (BALAJI; SANTHANAKRISHNAN; DINESH, 2019; CENGIZ TOKLU, 2017; GÜÇDEMİR, 2015; HMU TIN; LAU, 2020). Por fim, pouco foi levada em consideração a influência dos tomadores de decisão e as particularidades das técnicas aplicadas.

Hmu Tin e Lau (2020) apontaram um “forte crescimento” da indústria do *marketing* digital, sobretudo na Austrália, durante período recente (últimos 5 anos). No Brasil, até o ano de 2010 o crescimento e os investimentos do setor ainda eram tímidos, mas já apresentavam previsão de aumento (CINTRA, 2010). O uso de plataformas digitais como apoio às ferramentas e estratégias de *marketing* manteve-se ascendente, facilitando o acompanhamento das manifestações e desejos do consumidor e auxiliando em sua captação e manutenção (BOLICO DA SILVA, 2018). Recentemente, a tendência se confirmou, com o IAB Brasil (Interactive Advertising Bureau) revelando que 86% dos brasileiros com acesso à internet realizaram suas transações por meio de plataformas e-commerce, enquanto 93% assistiram à vídeos online semanalmente, havendo também um aumento de 200% na audiência de podcasts,

comprovando também o aumento do consumo de conteúdo online. Diante da relevância e impacto das atividades de *marketing* digital, o setor se consolidou e deu espaço à organizações especializadas neste tipo de serviço. O contexto prático de aplicação da proposta deste Mestrado é de uma empresa de *marketing* digital que lida com um volume controlado de clientes e mostrou-se interessada em desenvolver um processo de avaliação, tanto para potenciais quanto atuais clientes, visando auxílio na tomada de decisão para seleção de clientes, bem como para a elaboração de estratégias de priorização de clientes e de seus projetos.

## 1.2 Objetivos

Visando explorar as lacunas apontadas anteriormente, este projeto de mestrado apresenta como objetivo central a proposição de um modelo replicável de CRM para auxílio na tomada de decisão na seleção de potenciais clientes e priorização de clientes atuais, visando a gestão de portfólio de clientes (com a proposição de novas matrizes de portfólio) e a priorização dos projetos destes clientes. Para apoio à tomada de decisão, propõe-se o uso de técnicas multicritério combinadas com técnicas *fuzzy*, bastante aplicadas em vários contextos de apoio à decisão em gestão. O objetivo principal desdobrou-se em objetivos específicos de igual importância. Alguns desses objetivos são:

- Uma revisão sistemática da literatura existente no campo, a fim de detectar mais profundamente estudos similares e contribuições que possam ser incorporadas e aprimoradas;
- Definição de critérios adequados para a avaliação de clientes, levando em consideração o contexto de aplicação e suas particularidades e destacando-se a possibilidade do uso de critérios qualitativos e quantitativos;
- Detalhamento do modelo de decisão, com regras compensatórias e não compensatórias, incluindo etapas, entradas e saídas e técnicas MCDM e *fuzzy* a serem testadas;
- Implementação computacional do modelo;
- Aplicação piloto e análise de sensibilidade em função de variações em parâmetros das técnicas, entradas e outras variáveis;
- Análise dos resultados obtidos na priorização para diferentes cenários e validação com os tomadores de decisão da organização foco.

### 1.3 Justificativas e motivações

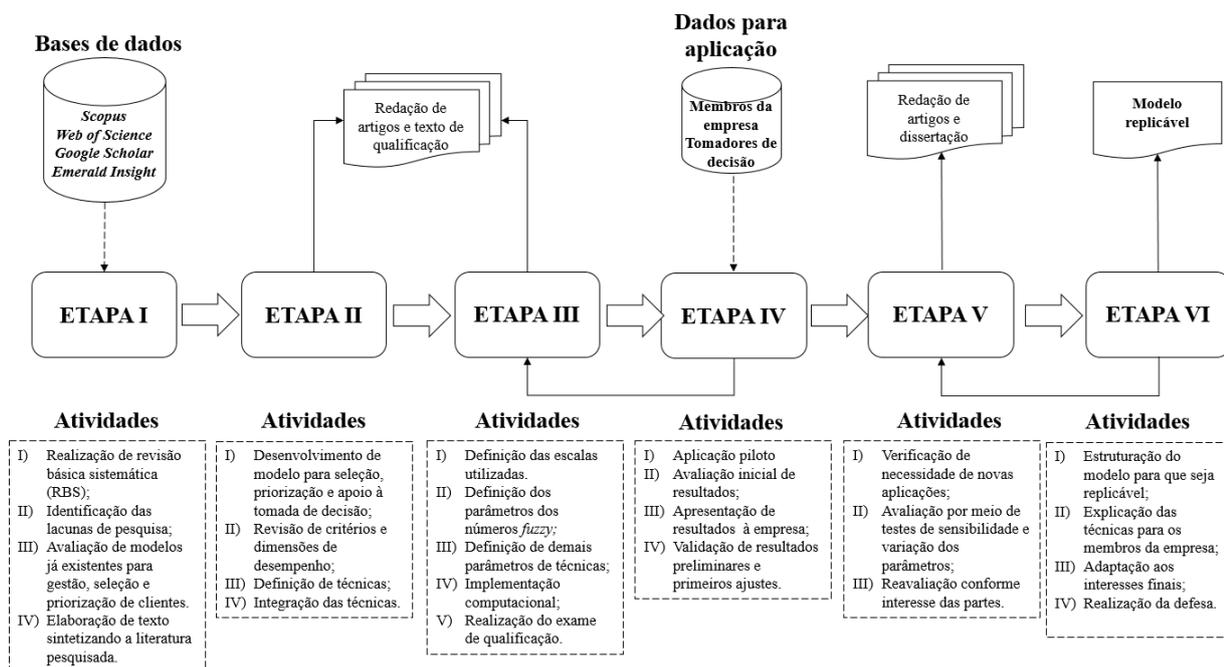
Com os objetivos traçados, a mais evidente motivação para a definição do tema apresentado anteriormente como foco deste Mestrado foi a forte relação entre CRM, avaliação de clientes e a gestão da cadeia de suprimentos, destacando-se a adequabilidade de aplicação dos métodos MCDM. Na definição do estado da arte, avaliou-se ainda o alto número de pesquisas que fizeram uso dos métodos multicritério em diferentes contextos de gestão, conforme apontado por Mardani et al. (2015), destacando a relevância destes métodos na literatura. Houve também a solicitação, por parte da organização foco deste estudo, de um modelo para a gestão e definição de seus clientes prioritários. A partir da evolução das conversas, foi diagnosticado que além desta etapa de priorização, também interessava o estudo e elaboração de um processo de CRM para a organização, expandindo razoavelmente a ideia inicial. Sendo assim, foi explorada uma possibilidade real de aplicação na qual a coleta de dados e a participação de membros da organização foco foi intensa e colaborativa. Portanto, buscou-se uma contribuição teórica alta em razão da capacidade de fazer o tratamento adequado de dados com base nas avaliações e interesses dos especialistas da organização.

A possibilidade de associação entre as técnicas MCDM e a teoria dos conjuntos *fuzzy* também foi fator de justificativa e motivação, uma vez que percebeu-se previamente a presença de critérios qualitativos como necessidade para a organização avaliar seus clientes. Paralelamente, a identificação de um número relativamente baixo de estudos com aplicação de técnicas MCDM e *fuzzy* MCDM no contexto de CRM, gestão e priorização de clientes tornou-se um desafio e motivação. O uso destas técnicas em detrimento de métodos de “clusterização” já muito utilizados na literatura, pode ser justificado pelas particularidades do contexto. Primeiramente, porque o principal objetivo consiste em avaliar os clientes na ótica da organização foco, qualificando-os de acordo com desempenho e não apenas agrupando-os conforme características; além disso, como o número de clientes não é elevado, as estratégias de priorização foram elaboradas pensando-se nas particularidades do *marketing* um-para-um, avaliando o desempenho de cada cliente de maneira individual (TERHO, 2009), focando a retenção dos clientes com melhores avaliações, além de estratégias personalizadas de acordo com a classificação de cada um deles (KOTLER; KELLER, 1967; WINER, 2001).

## 1.4 Métodos para desenvolvimento da pesquisa

O passo-a-passo da **Figura 2** resume as atividades e métodos aplicados, refletindo o planejamento presente na execução deste projeto de mestrado. Foram estabelecidas seis principais etapas desenvolvidas de acordo com a evolução da pesquisa. São mostrados também os métodos aplicados em cada fase, bem como alguns resultados obtidos na conclusão de cada uma delas.

**Figura 2 – Etapas do projeto de mestrado**



Fonte: Elaborado pelo autor.

**i) Etapa I:** aplicação de revisão básica sistemática da literatura (RBS) com base na proposta de Conforto *et al.* (2011), fazendo-se os devidos ajustes ao tema proposto nesta pesquisa. Para este processo, foram definidos dois objetivos de busca principais, os quais foram associados às *strings* de busca e palavras-chave apresentados no **Quadro 1**.

**Quadro 1 – Buscas da RBS**

Objetivo das buscas	#	Palavras-chave e <i>strings</i> de busca
Objetivo 1: revisão sobre CRM e frameworks existentes, além de formas de gestão e priorização de clientes	1	“customer relationship management” OR “CRM” + “framework”
	2	“customer prioritization” OR “prioritization of customer”
	3	“customer portfolio management”
	4	“customer selection”

**Continuação Quadro 1 – Buscas da RBS**

<b>Objetivo 2:</b> revisão de modelos existentes para definição de clientes prioritários e aplicação de métodos de decisão multicritério e teoria dos conjuntos fuzzy no CRM.	<b>5</b>	("customer prioritization" AND "multicriteria" OR "MCDM" OR "fuzzy") OR ("customer selection" AND "multicriteria" OR "MCDM" or "fuzzy")
	<b>6</b>	("customer relationship management" OR "CRM") AND ("multicriteria" OR "MCDM")
	<b>7</b>	("customer evaluation" AND ("MCDM" OR "muticriteria" OR "fuzzy"))
	<b>E</b>	Buscas extras com termos sinônimos/semelhantes

Fonte: Elaborado pelo autor.

As bases de dados consultadas foram *Web of Science* e *Scopus*. *Emerald Insight* e *Google Scholar* também foram utilizadas buscando-se possíveis referências não encontradas nas bases devido às combinações de palavras-chave e *strings* utilizadas. Por fim, esta etapa compreendeu a identificação de lacunas de pesquisa, bem como dos modelos existentes de CRM e de avaliação e priorização de clientes. A busca extra citada na última linha do **Quadro 1** foi composta por termos semelhantes aos utilizados, sendo eles: “*customer targeting*”, “*customer categorization*”, “*customer profitability*” e “MCDA” ou “*multicriteria decision aid*”. A **Tabela 1** mostra os resultados das buscas feitas nas bases de dados, revelando a quantidade de artigos utilizados para a revisão presente no capítulo 2, que se baseou na RBS. Seguindo a ideia de Conforto *et al.* (2011), foram aplicados três filtros, a partir da quantidade total inicial de artigos:

- Filtro 1: consistiu na leitura de título, resumo e palavras-chave dos artigos encontrados inicialmente.
- Filtro 2: foi feita leitura da proposta principal do artigo, focando-se nas leituras de introdução e conclusão.
- Filtro 3: caracterizado pela leitura integral dos artigos aprovados no filtro anterior.

**Tabela 1 – Resultados da RBS**

#	Palavras-chave e <i>strings</i> de busca	Total de Artigos	Filtro 1	Filtro 2	Filtro 3
<b>1</b>	“customer relationship management” OR “CRM” + “framework”	301	17	15	11
<b>2</b>	“customer prioritization” OR “prioritization of customer”	141	16	11	6
<b>3</b>	“customer portfolio management”	162	10	8	6
<b>4</b>	“customer selection”	255	10	6	6

Continuação Tabela 1 – Resultados da RBS

#	Palavras-chave e strings de busca	Total de artigos	Filtro 1	Filtro 2	Filtro 3
5	("customer prioritization" AND "multicriteria" OR "MCDM" OR "fuzzy") OR ("customer selection" AND "multicriteria" OR "MCDM" or "fuzzy")	52	12	10	9
6	("customer relationship management" OR "CRM") AND ("multicriteria" OR "MCDM")	204	5	3	3
7	("customer evaluation" AND ("MCDM" OR "multicriteria" OR "fuzzy"))	234	5	4	4
<b>E</b>	Buscas-extras com termos sinônimos	30	4	3	3
<b>Total resultante das buscas</b>		1379	79	60	48

Fonte: Elaborado pelo autor.

O baixo percentual de artigos selecionados (cerca de 3,5%) deu-se principalmente pelo descarte inicial (Filtro 1) de muitas propostas que não se adequavam aos objetivos de busca traçados inicialmente neste projeto de pesquisa (ver **Quadro 1**). Na realização do segundo filtro, alguns artigos foram descartados por estarem duplicados ou terem sido reavaliados como “fora de escopo”, ao contrário das impressões iniciais. Por fim, o Filtro 3 resultou os 48 artigos com propostas adequadas à pesquisa, as quais foram avaliadas e apresentadas no capítulo de revisão bibliográfica sobre CRM (**Capítulo 2**). Para finalizar esta primeira etapa, foi elaborado um texto sintetizando a literatura encontrada, o qual foi incorporado ao texto.

**ii) Etapa II:** elaboração do modelo de gestão de relacionamento com os clientes, objetivando seleção de possíveis clientes e priorização dos clientes que já possuem relacionamento com a organização. O modelo busca cobrir as lacunas da literatura, incorporando contribuições significativas. Esta etapa também envolveu validação com organização foco, definição dos critérios de avaliação, dimensões de desempenho, técnicas aplicadas e a respectiva integração entre elas. As técnicas escolhidas foram: I) PROMETHEE II para a fase de seleção de potenciais clientes da organização, devido à natureza não-compensatória da técnica estar de acordo com o objetivo de garantir mínimo desempenho em todos os critérios; II) *fuzzy* TOPSIS para a fase de priorização de atuais clientes da empresa (por conta da presença de critérios qualitativos), acompanhada das matrizes bidimensionais; e III) sistema de inferência *fuzzy* (*fuzzy inference system* – FIS) e novamente o PROMETHEE II para definir uma ordem prioritária de projetos dos clientes. As escolhas serão detalhadas posteriormente, no **Capítulo 4** desta dissertação.

- iii) **Etapa III:** implementação computacional das técnicas, que foi realizada utilizando o recurso VBA do Microsoft Excel® e do MATLAB®;
- iv) **Etapa IV:** coleta dos dados (julgamentos linguísticos, bases de regras e demais dados complementares) junto aos membros da empresa, para posterior aplicação piloto a partir de dados de parte dos clientes da organização, com avaliação dos resultados e apresentação aos representantes da organização, realizando primeiros ajustes conforme interesse dos mesmos;
- v) **Etapa V:** validação do modelo a partir de aplicação com ajustes (caso requisitados) e realização dos testes de sensibilidade, alterando parâmetros de entrada utilizados. Nesta etapa, também podem ser feitas avaliações comparativas entre escalas numéricas e linguísticas, caso ambas sejam utilizadas;
- vi) **Etapa VI:** tratamento do modelo para possibilidade de disponibilização para a empresa.

De acordo com Bertrand e Fransoo (2002) a natureza desta pesquisa de mestrado pode ser definida como axiomática quantitativa, por iniciar-se com descrições acerca do processo operacional e problema de decisão envolvidos, o que pode ser notado no Objetivo 1 da RBS, descrita pelo **Quadro 1**. Uma vez que o modelo tem seu desenvolvimento baseado em técnicas analíticas e também no uso de linguagem computacional, caracteriza-se também como pesquisa que utiliza simulação, justamente por apresentar algumas etapas típicas deste estilo, como a modelagem científica prévia do problema, a implementação computacional e as análises e interpretações de resultados gerados por esta aplicação. Desta forma, a pesquisa pode ser descrita como quantitativa empírica normativa (BERTRAND; FRANSOO, 2002). Enquadra-se ainda como prescritiva, por tratar uma situação prática que apresenta um problema e propor uma solução por meio do desenvolvimento e testagem do modelo desenvolvido (McElroy<sup>1</sup>, 1982 *apud* AHLEMANN *et al.*, 2013).

## 1.5 Estrutura do texto

Em relação à estrutura, esta dissertação apresenta no **Capítulo 2** a revisão da literatura acerca do processo de gestão de relacionamento com os clientes (CRM), com destaque para os conceitos de seleção e priorização de clientes, além de estudos que apontaram a gestão de portfólio de clientes, os quais foram resultantes das buscas referentes ao primeiro objetivo da RBS. Ainda neste capítulo, serão apresentados os modelos de avaliação de clientes encontrados

---

<sup>1</sup> McElroy, J.C., 1982. A typology of attribution leadership research. *The Academy of Management Review* 7 (3), 413-417.

em artigos que fizeram uso das metodologias MCDM e *fuzzy* MCDM, resultantes do segundo objetivo da revisão realizada. O **Capítulo 3** traz a revisão sobre as técnicas selecionadas para aplicação no modelo proposto neste projeto de mestrado; já o **Capítulo 4** mostra as principais características da empresa que auxiliaram em algumas escolhas, apresentando o modelo desenvolvido com todas as suas particularidades e etapas propostas. No **Capítulo 5** são apresentadas as aplicações realizadas e seus respectivos resultados, trazendo análises pertinentes à cada etapa realizada. O **Capítulo 6** apresenta a análise de sensibilidade para cada etapa, com variações e controle dos parâmetros de cada técnica utilizada em cada uma delas, testando-se a robustez do modelo e apresentando novas análises. Finalmente, o **Capítulo 7** destaca as conclusões obtidas, bem como oportunidades futuras de pesquisa.

## 2 GESTÃO DE RELACIONAMENTO COM CLIENTES – CRM

A Gestão da Cadeia de suprimentos tornou-se extremamente interligada à gestão de relacionamentos entre seus elos e partes interessadas. Neste sentido, aspectos como: pressões competitivas de mercado, necessidade de gerenciar os custos de forma eficiente, o reconhecimento de que os clientes não devem ser gerenciados todos da mesma maneira (por consumidores, tornaram o processo de CRM um dos mais críticos para as organizações atingirem um bom nível de gestão da cadeia de suprimentos (LAMBERT, 2009).

A importância atribuída ao processo de CRM e suas respectivas atividades foi muito estudada em diferentes situações. Boulding *et al.* (2005) ressaltaram que diversas definições foram propostas para CRM com base no estudo de Payne e Frow (2005), partindo desde a aplicação de métodos e tecnologias até uma metodologia de gestão com intenção de criar valor para os clientes e a própria organização.

Este capítulo tem por objetivo a apresentação de algumas definições importantes de CRM encontradas na literatura, juntamente aos principais conceitos e algumas etapas importantes da gestão de relacionamento com os clientes (contemplando o primeiro objetivo de busca). Além disso, são feitos destaques especiais para os conceitos de seleção, priorização e gestão de portfólio de clientes (complementando a revisão para o primeiro objetivo de busca). Por fim, há um destaque final para modelos de avaliação utilizando técnicas MCDM e *fuzzy* MCDM e as principais contribuições que puderam ser incorporadas nesta proposta, seguindo a ideia apresentada pelo segundo objetivo de busca existente no **Quadro 1**.

### 2.1 Definições e evolução das propostas de CRM

A gestão de relacionamento com os clientes apresenta-se como tema já muito estudado na literatura. Um dos motivos para isso foram os diferentes significados e definições já atribuídos ao CRM ao longo dos estudos, conforme revelado pela RBS realizada. Esta subseção sintetiza o conteúdo dos 11 artigos selecionados na primeira *string* de busca mostrada no **Quadro 1**. A seguir, o **Quadro 2** lista quais foram os artigos ou livros encontrados, seus respectivos autores e periódicos nos quais foram publicados.

**Quadro 2 – Artigos resultantes RBS: CRM (String de busca #1)**

<b>Autores</b>	<b>Título</b>	<b>Periódico</b>
Winer (2001)	<i>A framework for customer relationship management</i>	<i>California Management Review</i>
Payne e Frow (2005)	<i>A strategic framework for customer relationship management</i>	<i>Journal of Marketing</i>
Reinartz, Kraft e Hoyer (2004)	<i>The customer relationship management process: Its measurement and impact on performance</i>	<i>Journal of Marketing Research</i>
Boulding <i>et al.</i> (2005)	<i>A Customer Relationship Management Roadmap: What Is Known, Potential Pitfalls, and Where to Go</i>	<i>Journal of Marketing</i>
Mithas, Krishnan e Fornell (2005)	<i>Why Do Customer Relationship Management Applications Affect Customer Satisfaction?</i>	<i>Journal of Marketing</i>
Lambert (2009)	<i>Customer relationship management as a business process</i>	<i>Journal of Business &amp; Industrial Marketing</i>
Keramati, Mehrabi e Mojir (2010)	<i>A process-oriented perspective on customer relationship management and organizational performance: An empirical investigation</i>	<i>Industrial Marketing Management</i>
Öztayi, Kaya e Kahraman (2011)	<i>Performance comparison based on customer relationship management using analytic network process</i>	<i>Expert Systems with Applications</i>
Kumar e Reinartz (2012)	<i>Customer relationship management: concept, strategy, and Tools</i>	<i>Springer Science and Business Media</i>
Krishna e Ravi (2016)	<i>Evolutionary computing applied to customer relationship management: A survey</i>	<i>Engineering Applications of Artificial Intelligence</i>
Lambert e Enz (2017)	<i>Issues in Supply Chain Management: Progress and potential</i>	<i>Industrial Marketing Management</i>

Fonte: Dados da pesquisa.

Deve-se destacar que a concepção do processo de CRM se deu no contexto de tecnologia da informação, surgindo como um conjunto ferramentas específicas para gestão de vendas ou dados de clientes (PAYNE; FROW, 2005). Em alguns estudos, o processo foi analisado sob aspectos exclusivamente voltados ao cliente (REINARTZ; KRAFFT; HOYER, 2004; WINER, 2001). Com destaque também para a existência da perspectiva funcional e da organização acerca do CRM, REINARTZ *et al.* (2004) definiram o processo de CRM ao nível de interação com cliente como um “processo sistemático para gerenciar o início, a manutenção e finalização do relacionamento com os clientes através de todos os pontos de contato com eles, para maximizar o valor do portfólio de relacionamentos”. BOULDING *et al.* (2005) apresentou a gestão de relacionamento com clientes como um processo que vai além da ideia de foco no cliente, afirmando a inclusão de atividades de diversas áreas funcionais de uma mesma organização (*cross-functional process*), estendendo esta integração à toda a cadeia de valor com a criação de valor para a empresa, *shareholder* e os próprios clientes. Diante disso, estes autores

ainda afirmaram, em uma das proposições de seu estudo, a convergência do conceito de CRM para uma definição comum, à época de sua publicação. Neste sentido, a definição de Payne e Frow (2005) apresentada à seguir, reforça o viés interfuncional característico do processo:

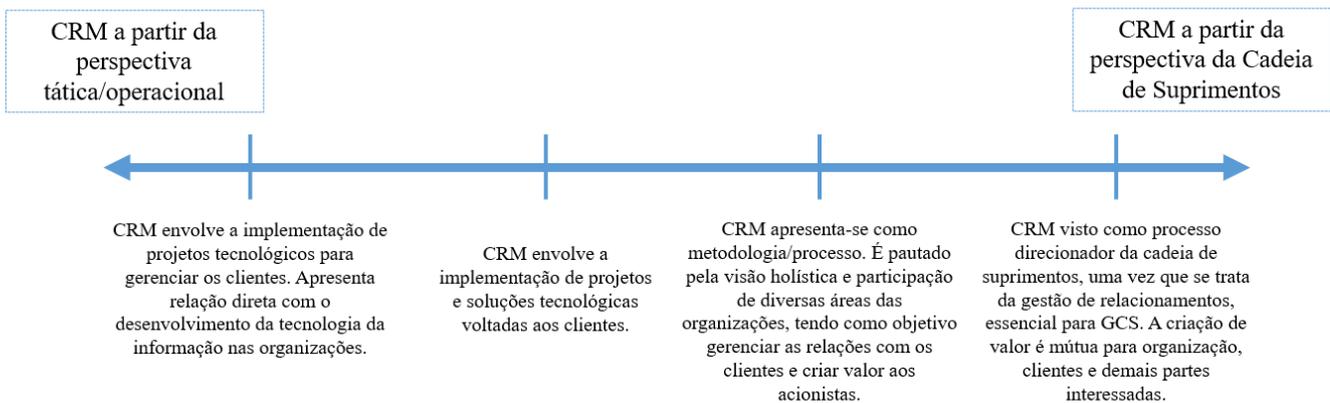
CRM é uma abordagem estratégica que se preocupa em criar maior valor para os acionistas por meio do desenvolvimento de relacionamentos apropriados com clientes-chave e segmentos de clientes. CRM une potencial de relacionamento estratégias de *marketing* e TI para criar relacionamentos lucrativos e de longo prazo com clientes e outras partes interessadas importantes. CRM oferece oportunidades aprimoradas de uso de dados e informações para entender os clientes e co-criar valor com eles. Isso requer uma integração multifuncional de processos, pessoas, operações e recursos de *marketing* que são ativados por meio de informações, tecnologia, e aplicativos. (PAYNE; FROW, 2005, p.168)

Percebe-se também, pela definição proposta, que o CRM assumiu papel estratégico fundamental para as organizações. Kumar e Reinartz (2012) reafirmaram que a gestão de relacionamentos com os clientes é um processo estratégico com a finalidade de moldar as interações com cada cliente, tendo como objetivo principal a otimização do valor dos clientes. Além disso, Krishna e Ravi (2016) destacaram o processo de CRM como método científico, responsável pela identificação de novos clientes lucrativos, a manutenção por meio de aumento e perpetuação de sua satisfação em relação aos serviços necessidades financeiras, além de aumentar a capacidade de gerenciá-los mantendo sua lucratividade e lealdade, evitando competição. Ainda para os autores, três componentes principais constituem o processo: CRM operacional – relacionado às vendas e contato com os clientes; CRM analítico – que envolve o uso de técnicas para avaliar dados e solucionar problemas de negócio relacionados aos clientes; e CRM colaborativo – componente que se refere à busca pelo atendimento dos requisitos de clientes.

Lambert (2009) apresentou o CRM como processo de negócio, possuindo um viés estratégicos, conforme destacado anteriormente, mas também possuindo um processo operacional para sua implementação. Posteriormente, a amplitude da perspectiva do CRM tornou-se ainda maior, ganhando dimensões de direcionador de cadeias de suprimentos, sendo que a Gestão de Relacionamentos passou a ser vista como base essencial para a Gestão da Cadeia de Suprimentos, ocorrendo entre todos os *links* e a cada relacionamento dentro de uma rede, seja com clientes, fornecedores, ou demais partes interessadas (LAMBERT; ENZ, 2017). A **Figura 3** combina as perspectivas apontadas no estudo de Payne e Frow (2005) ao ganho de

importância do CRM enquanto processo fundamental para a GCS, demonstrando resumida e objetivamente a evolução dos conceitos e perspectivas apresentados, desde o tático/operacional.

**Figura 3 – Perspectivas do CRM - Evolução**



Fonte: Adaptado de Lambert (2009) e Payne e Frow (2005).

Observa-se na **Figura 3** a diversificação do CRM, com a representação da perspectiva operacional em um dos extremos e a da cadeia de suprimentos no outro. Ao longo deste processo evolutivo, a gestão de relacionamento com clientes deixou de ser uma tarefa exclusiva da tecnologia de informação (TI), passando a ser interdisciplinar e interfuncional, com foco na geração de valor aos clientes e *stakeholders* da organização (PAYNE; FROW, 2005). Complementa-se com a visão disposta por Lambert e Enz (2017), de que a gestão de relacionamentos passou a ter papel decisivo na gestão da cadeia de suprimentos e criação de valor.

Com a evolução dos conceitos e da visão de processos englobando CRM, características e diferentes componentes foram estudados. Várias propostas apontaram a relação entre a definição e implementação de processos de gestão de relacionamentos com os clientes e o desempenho organizacional (BOULDING et al., 2005; KERAMATI; MEHRABI; MOJIR, 2010; LAMBERT, 2009; ÖZTAYI; KAYA; KAHRAMAN, 2011; REINARTZ; KRAFFT; HOYER, 2004). Reinartz *et al.* (2004) fizeram associação entre a implementação de processos para iniciação e manutenção de relacionamento com os clientes e o desempenho econômico das organizações. Lambert (2009) relacionou o CRM com o valor econômico adicionado (EVA – *Economic Value Added*) pelas organizações, por meio do reforço das relações com clientes mais lucrativos, da venda de produtos com maiores margens, do melhor uso dos recursos e diversos

outros fatores de impacto. Para Öztayi *et al.* (2011) os principais resultados esperados do CRM são: aumentos de eficiência, redução de custos, maiores lucros, aumentos de vendas, maior valor para o cliente, aumento da satisfação e da lealdade do cliente. Complementarmente, Boulding *et al.* (2005) elucidaram um estudo de caso que levou à conclusão que simples atividades de CRM seriam capazes de gerar benefícios à organização.

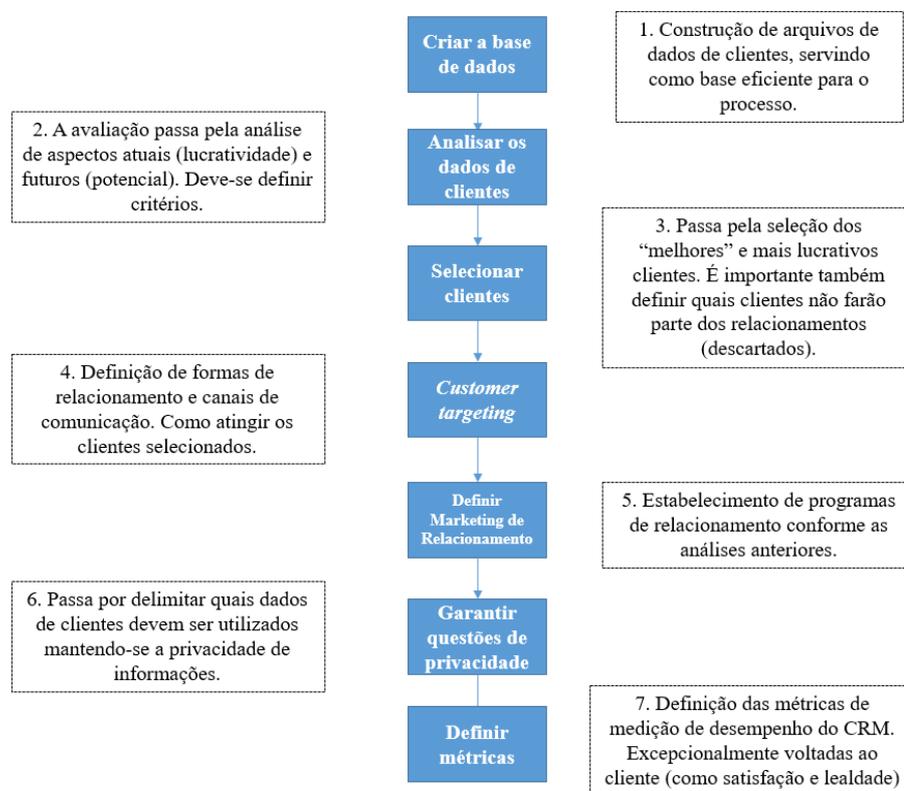
Da perspectiva da Gestão da Cadeia de suprimentos, foi destacado o efeito moderador positivo da integração de toda a cadeia e do compartilhamento de dados no conhecimento sobre o cliente e conseqüentemente na satisfação dos clientes, um dos maiores indicadores de desempenho para as atividades de CRM (MITHAS; KRISHNAN; FORNELL, 2005). Mais do que a redefinição da importância dos processos de gestão de relacionamentos, Lambert e Enz (2017) trataram das formas de operacionalização dos mesmos, apresentando duas ferramentas úteis na estruturação de relacionamentos chave em uma cadeia de suprimentos. Uma delas é o Modelo de Parcerias, que tem foco na definição do potencial de parceria, estabelecendo classificações e respectivos tipos de relacionamentos que deveriam ser firmados. A outra ferramenta proposta foi o *framework* de colaboração, a partir da qual pode-se estabelecer novos relacionamentos colaborativos e planejar parcerias em um horizonte de tempo de 18 a 24 meses, conforme as avaliações realizadas.

Winer (2001) propôs um modelo de CRM baseando-se em sete componentes, conforme apresentado na **Figura 4**. As sete etapas destacadas pelo autor foram: 1) A criação de uma base de dados; 2) Análise dos dados; 3) Seleção de clientes; 4) *Customer Targeting*; 5) Definição do *marketing* de relacionamento; 6) Avaliação de questões de privacidade dos clientes; e 7) Estabelecimento de métricas para mensurar a qualidade do processo de CRM. Payne e Frow (2005) também desenvolveram um modelo genérico, dividido em cinco processos, sendo eles: 1) Processo de desenvolvimento da estratégia; 2) Processo de criação de valor; 3) Processo de integração entre múltiplos canais; 4) Processo de gestão das informações; 5) Processo de avaliação de desempenho do CRM. Em sua vertente estratégica do CRM, Lambert (2009) propôs alguns sub-processos. Eles são descritos abaixo, conforme a definição do autor:

- 1) **Revisão da estratégia de Marketing corporativa:** passa pela identificação dos principais segmentos atendidos pela organização, bem como o direcionamento da estratégia organizacional;

- 2) **Identificar critérios para categorização de clientes:** envolve a proposição de critérios apropriados para avaliar clientes (com finalidade de classificar, selecionar ou segmentar);
- 3) **Providenciar níveis de diferenciação dos termos de produto e serviço (PSA – *Product and Service Agreements*):** reside em oferecer customizações nos produtos e serviços oferecidos de acordo com as classificações dos clientes;
- 4) **Desenvolver *framework* de métricas:** definição de métricas para mensurar o impacto dos clientes da organização nos resultados. Algumas métricas importantes e bem utilizadas já foram definidas mais cedo nesta seção 2.1.
- 5) **Desenvolver direcionamentos para compartilhar os benefícios de processos com clientes:** consiste em definir metas para melhorar o processo todo de CRM, levando à situações ganha-ganha com os clientes, por meio do compartilhamento das informações.

**Figura 4 – Processo genérico de CRM**



Fonte: Adaptado de Winer (2001).

Em meio à evolução da perspectiva do processo de CRM e ao desenvolvimento de modelos como os citados anteriormente, algumas atividades tornaram-se proeminentes e foram destacadas pela literatura, especialmente tratando-se da avaliação de clientes. Uma delas, destacada na **Figura 4**, que apresenta o modelo proposto por Winer (2001), é a seleção de clientes.

## 2.2 Seleção, priorização e gestão de portfólio de clientes

### 2.2.1 Seleção de clientes

Para melhor avaliar o processo de seleção de clientes, foi conduzido o processo de RBS com foco nesta atividade. Analogamente ao que foi realizado na **subseção 2.1** (através do **Quadro 2**), o **Quadro 3** aponta os 6 artigos encontrados e revisados sobre seleção de clientes, ressaltando-se que a *string* de busca utilizada para esta etapa foi a #4 “*customer selection*”. Percebe-se que todos os artigos foram encontrados em periódicos relacionados à área de *marketing*, apresentando grande relação com a gestão de relacionamento com clientes, conforme destacado anteriormente. Além disso, durante o processo de buscas notou-se uma boa distribuição de estudos relacionados ao tema ao longo do tempo. Muitos artigos foram descartados por tratarem sobre a seleção de requisitos de produtos por parte dos clientes e não a seleção de clientes por parte das organizações.

**Quadro 3 – Artigos resultantes RBS: Seleção de clientes (String de busca #4)**

Autores	Título	Periódico
Venkatesan, Kumar e Bohling (2007)	<i>Optimal Customer Relationship Management Using Bayesian Decision Theory: An Application for Customer Selection</i>	<i>Journal of Marketing Research</i>
Bhatnagar et al. (2008)	<i>Customer Selection and Prioritization</i>	<i>Journal of Relationship Marketing</i>
Bailey et al. (2009)	<i>Segmentation and customer insight in contemporary services marketing practice: why grouping customers is no longer enough</i>	<i>Journal of Marketing Management</i>
Michel, Schnakenburg e Martens (2016)	<i>Effective customer selection for marketing campaigns based on net scores</i>	<i>Journal of Research in Interactive Marketing</i>
Williams, Ashill e Naumann (2017)	<i>Toward a contingency theory of CRM adoption</i>	<i>Journal of Strategic Marketing</i>
Malinowski, Karwan e Sun (2021)	<i>Customer selection and incentivization for SKU rationalization in a packaged gas supply chain</i>	<i>International Journal of Production Economics</i>

Fonte: Dados da pesquisa.

Evidenciando a importância desta etapa de seleção, Williams, Ashill e Naumann (2017) apontaram que uma das principais causas de falha de implementação do CRM é a ausência de uma seleção de clientes adequada. Além disso, sob o crescimento da perspectiva de CRM, um dos principais objetivos das organizações se tornou a capacidade de servir e satisfazer os “melhores” clientes (BHATNAGAR *et al.*, 2008). Ainda sob esta perspectiva Malinowski, Karwan e Sun (2021) utilizaram a seleção de clientes no contexto possuir capacidade e recursos para atender a demanda de apenas uma parte de seus potenciais clientes. Sob outro ponto de vista, esta atividade foi destacada como etapa importante para a definição de campanhas de *marketing* diretamente voltadas à clientes específicos (MICHEL; SCHNAKENBURG; MARTENS, 2016).

Para Bhatnagar *et al.* (2008), os métodos tradicionais utilizados para agrupar os clientes em *cluster* não são tão eficazes para a seleção de clientes, pois não incorporam a avaliação da lucratividade e potencial dos clientes. Portanto, a necessidade de se estabelecer uma boa forma de mensurar assertivamente o valor futuro que determinados clientes poderiam representar para uma organização tornou-se um critério crítico para o sucesso da seleção de clientes (VENKATESAN; KUMAR; BOHLING, 2007), revelando que esta atividade não poderia ser pautada apenas pelos critérios de lucratividade e nível de receita dos clientes, por se tratarem de aspectos exclusivamente passados (WILLIAMS; ASHILL; NAUMANN, 2017). Também foi apontada a necessidade de excluir ou “demitir” alguns clientes durante o processo, ou seja, a seleção deve ser capaz de evitar os clientes custosos à organização (WINER, 2001). Neste sentido, WILLIAMS, ASHILL e NAUMANN (2017) propuseram que as atividades de CRM deveriam estar voltadas para apenas os 10-20% dos clientes selecionados, excluindo-se os demais. Finalmente, Winer (2001) apontou a tarefa de selecionar os clientes baseando-se em análises ao nível individual e em um determinado número de critérios, enquanto Bailey *et al.* (2009) diferenciaram a seleção de clientes baseadas em grupo (a qual é mais eficiente utilizando-se métodos de segmentação) e a seleção de clientes para organizações com foco nas interações individuais, a qual deve utilizar métodos de análise que possibilitem a avaliação um-a-um.

### **2.2.2 Priorização de clientes**

Além do processo de seleção e a consequente exclusão dos possíveis clientes pelas organizações, a definição de clientes prioritários passou a ser uma atividade muito visada tanto

pela literatura quanto pelo mercado. O modelo de Lambert (2009) já descrito anteriormente, por exemplo, apresentou em seu terceiro sub-processo a necessidade prover níveis de diferenciação entre os clientes, oferecendo customização de produtos e serviços de acordo com a classificação destes clientes ou segmentos de clientes. O **Quadro 4** ilustra os 6 artigos resultantes da RBS utilizados na revisão sobre a priorização de clientes, referente à *string* de busca #2 “*customer prioritization*”.

**Quadro 4 – Artigos resultantes RBS: Priorização de clientes (*String* de busca #2)**

<b>Autores</b>	<b>Título</b>	<b>Periódico</b>
Ernst e Cohen (1992)	<i>Customer Prioritization Strategies for Distribution Management</i>	<i>International journal of Operations &amp; Production Management</i>
Homburg, Droll e Totzek (2008)	<i>Customer Prioritization: Does It Pay Off, and How Should It Be Implemented?</i>	<i>Journal of Marketing</i>
Johnson, Clark e Barkzac (2012)	<i>Customer relationship management processes: How faithful are business-to-business firms to customer profitability?</i>	<i>Industrial Marketing Management</i>
Mathur e Kumar (2013)	<i>Customer Retention Through Prioritization: Integrating Time-Dependent Context of Relationship Dynamics</i>	<i>Journal of International Consumer Marketing</i>
Wetzel, Hammerschmidt e Zablah (2014)	<i>Gratitude Versus Entitlement: A Dual Process Model of the Profitability Implications of Customer Prioritization</i>	<i>Journal of Marketing</i>
Libai <i>et al.</i> (2020)	<i>Brave New World? On AI and the Management of Customer Relationships</i>	<i>Journal of Interactive Marketing</i>

Fonte: Dados da pesquisa.

A priorização de clientes não é um conceito recente, tendo sido explorado e definido em diversos contextos na literatura. Ernst e Cohen (1992) apresentaram um estudo no contexto da indústria de manufatura, no qual dividiram os clientes de uma organização em grupos de baixa e alta prioridade, visando oferecer níveis adequados de serviço de acordo com a priorização, bem como reduzir os custos de operação servindo os clientes de alta prioridade. Desta forma, a priorização de clientes passou a ser definida como o nível de diferenciação no tratamento aos diferentes clientes, de acordo com a importância de cada um à organização (HOMBURG; DROLL; TOTZEK, 2008), além de representar a capacidade a partir da qual as organizações conseguem gerenciar dinamicamente as relações com clientes e estabelecer prioridades visando potencializar resultados financeiros e aumentar o grau de retenção dos clientes (MATHUR; KUMAR, 2013). Conseqüentemente, ressalta-se que a priorização não possui caráter

excludente, ou seja, os clientes com menor prioridade não deixam de ser contemplados pelos serviços, recebendo tratamento alternativo (LIBAI *et al.*, 2020).

Diferentes táticas, estratégias e formas de priorização foram estudadas. Wetzel, Hammerschmidt e Zablah (2014) destacaram a provisão de benefícios (como o oferecimento condições especiais de pagamento ou de produtos personalizados), tratamento preferencial e elevação de *status* do cliente, enquanto Mathur e Kumar (2013) citaram a possibilidade de oferecer serviços adicionais, serviços e produtos customizados, formas de pagamento mais flexíveis e melhores preços. Diante delas, a literatura passou a apontar também os possíveis problemas de estabelecer uma ordem prioritária sobre os clientes, tratando os benefícios da priorização como condicionais, não necessariamente sendo atingidos a partir da priorização. (JOHNSON; CLARK; BARCZAK, 2012). Wetzel, Hammerschmidt e Zablah (2014) afirmaram a possibilidade de que o tratamento preferencial e a elevação de *status* de alguns clientes poderia causar dois efeitos negativos: a redução de lucratividade com clientes menos prioritários e o aumento dos custos no oferecimento de serviços à clientes de prioridade alta. No entanto, HOMBURG, DROLL, TOTZEK (2008) determinaram que não há relação estatisticamente comprovada entre a priorização e efeitos negativos em clientes de prioridade mais baixa. Quanto aos benefícios do processo, foram citados nos estudos:

- O aumento da eficiência do CRM e da lucratividade (HOMBURG; DROLL; TOTZEK, 2008);
- A melhoria nas vendas e conseqüentemente na lucratividade, a partir de um efeito denominado “gratidão dos clientes” frente às formas de priorização destacadas por Wetzel, Hammerschmidt e Zablah (2014);
- A maior retenção de clientes em um estágio de maturidade avançado do relacionamento. (MATHUR; KUMAR, 2013).

Foram ressaltados vários critérios relacionados à priorização, criando-se um cenário no qual as organizações passaram a se utilizar de bases de dados e informações sobre os clientes para tornar a priorização mais significativa e com melhores resultados (MATHUR; KUMAR, 2013). De forma complementar, o avanço da tecnologia e sistemas de inteligência artificial tornaram a priorização o principal meio de gerenciar as relações com os clientes (LIBAI *et al.*, 2020). Sendo assim, diversas técnicas computacionais foram utilizadas, dentre elas as técnicas MCDM e *fuzzy* MCDM. Alguns estudos que fizeram o uso da priorização de clientes e de

pedidos de clientes utilizando estas técnicas serão apresentados e avaliados posteriormente neste texto.

### 2.2.3 Gestão de Portfólio de clientes

Apresentando-se como etapa importante no auxílio à priorização de clientes, foi proposta e estudada a Gestão de Portfólio de clientes. A análise e gestão do portfólio de clientes de uma organização possibilita a definição de classificações dos clientes à nível individual ou de segmento, de acordo com seus desempenhos, tornando factível a priorização dos clientes tanto por meio da definição de estratégias de gestão de portfólio alinhadas aos objetivos da organização (HØJBJERG CLARKE; FREYTAG; ZOLKIEWSKI, 2017), quanto pela alocação de recursos visando aumentar o valor total da base de clientes (HOMBURG; STEINER; TOTZEK, 2009). O **Quadro 5** mostra os 6 artigos selecionados a partir da RBS e que fazem menção ao tema desta subseção, baseada na *string* de busca #3 “*customer portfolio management*”.

**Quadro 5 – Artigos resultantes RBS: Gestão de Portfólio de clientes (*String* de busca #3)**

<b>Autores</b>	<b>Título</b>	<b>Periódico</b>
Johnson e Selnes (2004)	<i>Customer Portfolio Management: Toward a Dynamic Theory of Exchange Relationships</i>	<i>Journal of Marketing</i>
Eng (2004)	<i>Does customer portfolio analysis relate to customer performance? An empirical analysis of alternative strategic perspective</i>	<i>Journal of Business and Industrial Marketing</i>
Homburg, Steiner e Totzek (2009)	<i>Managing Dynamics in a Customer Portfolio</i>	<i>Journal of Marketing</i>
Terho (2009)	<i>A Measure for Companies' Customer Portfolio Management</i>	<i>Journal of Business-to-Business Marketing</i>
Balboni e Terho (2015)	<i>Outward-looking and future-oriented customer value potential management: The sales force value appropriation role</i>	<i>Industrial Marketing Management</i>
Thakur e Workman (2016)	<i>Customer portfolio management (CPM) for improved customer relationship management (CRM): Are your customers platinum, gold, silver, or bronze?</i>	<i>Journal of Business Research</i>

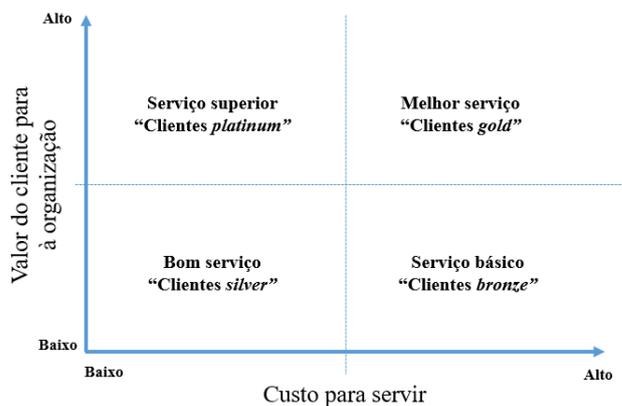
Fonte: Dados da Pesquisa.

Uma das justificativas encontradas para a atividade de gestão de portfólio foi a sua existência como consequência da necessidade de diferenciação do relacionamento com clientes distintos, ou seja, uma vez que são existentes diferentes formas de relacionamento, devem existir formas de avaliação e estratégias suficientes para lidar com todo o portfólio de clientes

(JOHNSON; SELNES, 2004). Destacou-se ainda como atividade guiada pela análise do valor presente e futuro que os clientes representam para as organizações (Terho e Halinen<sup>2</sup>, 2007 *apud* TERHO, 2009). Terho (2009) também propôs uma definição para a Gestão de Portfólio de clientes (*Customer Portfolio Management – CPM*) sob a perspectiva operacional: “As atividades da empresa na análise de seu portfólio de clientes relacionadas ao papel de fornecimento de valor futuro para a empresa focal e sua capacidade de resposta à análise realizada”.

Tornou-se evidente, portanto, a necessidade de analisar o portfólio de clientes como uma das condições para identificar clientes e segmentos de diferentes valores (HOMBURG; STEINER; TOTZEK, 2009) e minimizar os erros durante a avaliação do impacto deles na organização, sobressaindo-se o caráter dinâmico destas avaliações, ou seja, a gestão de portfólio como processo contínuo e com frequentes atualizações (TERHO, 2009). Neste contexto, uma das formas de avaliação mais bem aceitas e apresentadas na literatura foi a ilustração do *design* do portfólio por meio de matrizes bi ou tridimensionais (BALBONI; TERHO, 2016; THAKUR; WORKMAN, 2016; ZOLKIEWSKI; TURNBULL, 2002). A **Figura 5** permite visualizar o exemplo de matriz bidimensional proposto por Thakur e Workman (2016).

**Figura 5 – Matriz de portfólio de clientes**



Fonte: Adaptado de Thakur e Workman (2016).

A matriz ilustrada na **Figura 5** demonstrou algumas escolhas particulares dos autores, dentre elas: a escolha de “valor do cliente” e “custo para servir” como dimensões de desempenho; e a divisão em quatro quadrantes com classificações (*bronze*, *silver*, *gold* e

<sup>2</sup> Terho, H. and A. Halinen (2007). Customer portfolio analysis practices in different exchange contexts. *Journal of Business Research* 60(7): 720–730.

*platinum* – do mais baixo para o mais alto nível) e os respectivos níveis de serviço a serem fornecidos para cada uma. Balboni e Terho (2016) se utilizaram de estrutura matricial semelhante à destacada, mas diferentemente da proposta anterior, as dimensões utilizadas foram “*share of wallet*” e “*total size of wallet*”, focando a análise no tamanho da carteira de clientes de diferentes segmentos, ou seja, os pontos plotados na matriz representavam segmentos de clientes e não clientes individuais. Sendo assim, a gestão e análise de portfólio são adequadas para avaliar e priorizar segmentos de clientes, ou ainda, enxergar o valor individual de cada cliente à organização, além de permitir o entendimento do valor potencial do cliente no portfólio como um todo (HOMBURG; STEINER; TOTZEK, 2009).

Além da própria relevância do CPM e do uso de matrizes como forma visual de análise e gestão, a literatura tratou mais especificamente sobre a escolha das dimensões de desempenho. Eng (2004) apontou que as diversas variáveis estratégicas propostas para avaliar portfólios de clientes foram geradas por contextos específicos de aplicação, estabelecendo a necessidade da aplicação de métricas capazes de estabelecerem o potencial de valor dos clientes. Balboni e Terho (2016) e Homburg, Steiner e Totzek (2009) reforçaram que métricas orientadas à futuro devem ser empregadas como forma de avaliar o potencial de crescimento dos clientes, fundamental para a análise de portfólio. Também foi exposta a validade da definição de dimensões relacionadas ao desempenho do cliente frente à organização focal (ENG, 2004).

Em suma, a Gestão de Portfólio de clientes deve possibilitar não só a análise do valor individual dos clientes, mas seu impacto de forma holística, oferecendo também uma boa forma de avaliar o potencial de crescimento deles. Sendo assim, torna-se viável definir estratégias de priorização específicas para cada tipo de relacionamento de acordo com as classificações (ENG, 2004). Ainda, é possível planejar decisões de investimento para a priorização dos grupos de clientes mais lucrativos à organização (THAKUR; WORKMAN, 2016); ou decidir entre:

**a) estratégias de gestão de portfólio ofensivas:** são aquelas nas quais o foco reside em adquirir novos clientes para a base ou priorizar a melhoria de relacionamentos com potencial futuro (HOMBURG; STEINER; TOTZEK, 2009);

**b) estratégias de gestão de portfólio defensivas:** são aquelas que priorizam a manutenção do nível de serviço para evitar a perda de clientes que ainda representem resultados positivos para a organização (BALBONI; TERHO, 2016).

Como contribuição final desta etapa da revisão bibliográfica, foi desenvolvida uma proposta de como se relacionam as atividades de seleção, gestão de portfólio e priorização de clientes dentro de um modelo de CRM, com base nas revisões apresentadas para cada uma delas. Esta proposta será mostrada, descrita e melhor desenvolvida no **Capítulo 4** deste texto, por se tratar de uma parte principal do modelo proposto.

### 2.3 CRM e avaliação de clientes utilizando técnicas MCDM e *fuzzy* MCDM

As três etapas características de processos de CRM (seleção, priorização e gestão de portfólio de clientes) demonstraram a importância da avaliação do desempenho e potencial dos clientes de uma organização. Zeithaml *et al.* (2006) apontaram que diversas métricas foram aplicadas para análise de valor potencial dos clientes, citando a importância das métricas de CRM enquanto indicadores essenciais para determinar o valor futuro da base de clientes. Desta forma, estudos recentes passaram a integrar a aplicação de técnicas de decisão multicritério (MCDM) ao processo de CRM, visando a avaliação de clientes a partir da perspectiva de múltiplos critérios (LAU *et al.*, 2016b). Hmu Tin e Lau (2020) caracterizaram a seleção de clientes como um problema de decisão multicritério, enquanto Balaji, Santhanakrishnan e Dinesh (2019) trataram a priorização de clientes da mesma forma. A gestão de portfólio também foi tratada sob a perspectiva de problema multicritério.

Visando manter a consistência com as seções e subseções anteriores, o **Quadro 6** mostra todos os estudos encontrados na literatura que trouxeram modelos que integram o processo de CRM (ou ao menos uma de suas etapas) e o uso de técnicas MCDM, aqui denominado modelo CRM-MCDM. Foram selecionados 17 artigos, utilizando-se as seguintes *strings* da RBS:

- *String #5: ("customer prioritization" AND "multicriteria" OR "MCDM" OR "fuzzy") OR ("customer selection" AND "multicriteria" OR "MCDM" or "fuzzy");*
- *String #6: ("customer relationship management" OR "CRM") AND ("multicriteria" OR "MCDM");*
- *String #7: ("customer evaluation" AND ("MCDM" OR "multicriteria" OR "fuzzy");*
- *String Extra: busca substituindo os termos de #5, #6 e #7 por termos semelhantes encontrados na literatura (já citados anteriormente na seção 1.4).*

**Quadro 6 – Artigos resultantes RBS: CRM-MCDM (*Strings* de busca #5, #6, #7)**

<b>Autores</b>	<b>Título</b>	<b>Periódico</b>
Akyildiz, Kadaifci, Topcu (2015)	<i>A decision framework proposal for customer order prioritization: A case study for a structural steel company</i>	<i>International Journal Production Economics</i>
Balaji, Santhanakrishnan, Dinesh (2019)	<i>An Application of Analytic Hierarchy Process in Vehicle Routing Problem</i>	<i>Periodica Polytechnica Transportation Engineering</i>
Cengiz Toklu (2017)	<i>Determination of Customer Loyalty Levels by Using Fuzzy MCDM Approaches</i>	<i>ACTA PHYSICA POLONICA A</i>
Geramian e Abraham (2021)	<i>Customer classification: A Mamdani fuzzy inference system standpoint for modifying the failure mode and effect analysis based three-dimensional approach</i>	<i>Expert Systems With Applications</i>
Güçdemir e Selim (2015)	<i>Integrating multi-criteria decision making and clustering for business customer segmentation</i>	<i>Industrial Management &amp; Data Systems</i>
Hu <i>et al.</i> (2010)	<i>A new multi-perspective framework for multi-attribute decision making</i>	<i>Expert Systems with Applications</i>
Kalantari, Rabani e Ebadian (2011)	<i>A decision support system for order acceptance/rejection in hybrid MTS/MTO production systems</i>	<i>Applied Mathematical Modelling</i>
Khorramshahgol e Al-Husain (2021)	<i>A GP-AHP approach to Design Responsive Supply Chains for Pareto Customers</i>	<i>Operations Research Perspectives</i>
Lau e Hmu-Tin (2020)	<i>A business process decision model for client evaluation using fuzzy AHP and TOPSIS</i>	<i>International Journal Industrial and Systems Engineering</i>
Lau <i>et al.</i> (2016a)	<i>BPM for supporting customer relationship and profit decision</i>	<i>Business Process Management Journal</i>
Lau <i>et al.</i> (2016b)	<i>A hybrid multi-criteria decision model for supporting customerfocused profitability analysis</i>	<i>Industrial Management &amp; Data Systems</i>
Leung, Choi e Lam (2019)	<i>An intelligent order allocation system for effective order fulfilment under changing customer demand</i>	<i>EAAI Conference 2018**</i>
Mahdiraji <i>et al.</i> (2019)	<i>Marketing strategies evaluation based on big data analysis: a CLUSTERING-MCDM approach</i>	<i>Economic Research-Ekonomiska Istraživanja</i>
MahmoumGonbadi, Katebi e Doniavi (2019)	<i>A generic two-stage fuzzy inference system for dynamic prioritization of customers</i>	<i>Expert Systems With Applications</i>
Micu (2016)	<i>Modeling a fuzzy system for assisting the customer targeting decisions in retail companies</i>	<i>An. S t. Univ. Ovidius Constant a</i>
Noorizadeh, Mahdiloo e Saen (2013)	<i>Evaluating relative value of customers via data envelopment analysis</i>	<i>Journal of Business &amp; Industrial Marketing</i>
Yilmaz <i>et al.</i> (2010)	<i>A solution to customer selection problem in logistics using the analytic network process (ANP)</i>	<i>14th International Research/Expert Conference**</i>

Fonte: Dados da pesquisa.

Analisando-se os estudos presentes no **Quadro 6**, notou-se o uso de diferentes técnicas MCDM e *fuzzy* MCDM como forma de avaliar os clientes. Nestes modelos, o foco da análise variou entre: I) a avaliação dos clientes de forma individual, realizada com maior frequência em contextos que as organizações possuíam número não muito alto de clientes; ou II) a avaliação de segmentos de clientes, executada em situações nas quais o número de clientes era muito elevado, apresentando necessidade de agrupá-los para gerar informações mais relevantes às organizações foco. Além disso, cada modelo apresentou uma ou mais etapas de CRM dentre as três destacadas nesta dissertação. O **Quadro 7** mostra estas informações de maneira mais concisa, relacionando cada artigo encontrado às principais características apresentadas.

**Quadro 7 – Modelos CRM-MCDM existentes na literatura**

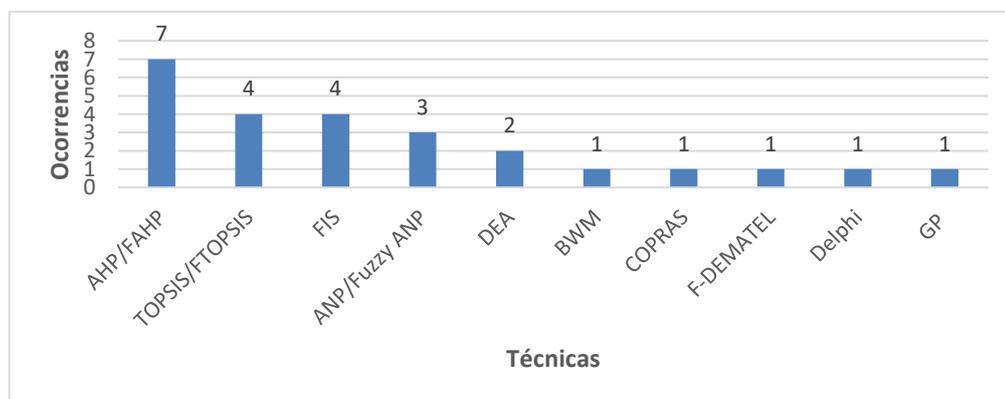
Autor(es)	Foco da Análise	Técnicas MCDM	Etapas CRM		
			Seleção	Priorização	Gestão de Portfólio
Akyildiz, Kadaifci, Topcu (2015)	Clientes individuais	ANP	✓	✓	
Balaji, Santhanakrishnan, Dinesh (2018)	Clientes individuais	Fuzzy AHP		✓	
Cengiz Toklu (2017)	Clientes individuais	Fuzzy DEMATEL, Fuzzy ANP	✓	✓	
Geramian e Abraham (2021)	Clientes individuais	Sistema de Inferência Fuzzy	✓	✓	
Güçdemir e Selim (2015)	Segmentos de clientes	Fuzzy AHP		✓	
Hu <i>et al.</i> (2010)	Segmentos de clientes	DEA, Sistema de Inferência Fuzzy (FIS)		✓	✓
Kalantari, Rabani e Ebadian (2011)	Clientes individuais	Fuzzy TOPSIS	✓	✓	
Khorramshahgol e Al-Husain (2021)	Clientes individuais	Delphi, AHP, GP		✓	✓
Lau e Hmu-Tin (2020)	Clientes individuais	Fuzzy AHP, TOPSIS	✓	✓	
Lau <i>et al.</i> (2016a)	Clientes individuais	Fuzzy AHP, TOPSIS	✓	✓	
Lau <i>et al.</i> (2016b)	Clientes individuais	Fuzzy AHP, TOPSIS	✓	✓	
Leung, Choi e Lam (2019)	Clientes individuais	Fuzzy AHP	✓	✓	
Mahdiraji <i>et al.</i> (2019)	Segmentos de clientes	BWM, COPRAS		✓	
MahmoumGonbadi, Katebi e Doniavi (2019)	Clientes individuais	Sistema de Inferência Fuzzy		✓	
Micu (2016)	Clientes individuais	Sistema de Inferência Fuzzy		✓	✓
Noorizadeh, Mahdilo e Saen (2013)	Clientes individuais	DEA		✓	
Yilmaz <i>et al.</i> (2010)	Clientes individuais	ANP	✓		

Fonte: Dados da pesquisa.

De maneira geral, pode-se afirmar que os estudos que trouxeram a avaliação de segmentos de clientes (GÜÇDEMİR; SELIM, 2015; HU *et al.*, 2010; MAHDIRAJI *et al.*, 2019) também realizaram a segmentação de clientes utilizando-se de métodos de *clustering*, tendo em vista a importância de agrupar os clientes de acordo com a similaridade de suas características (MAHDIRAJI *et al.*, 2019) em situações de elevado número de clientes. Sendo assim, estes estudos trouxeram, na verdade, a avaliação e priorização de segmentos de clientes, em detrimento da análise individualizada. Outra característica geral observada é que todos os modelos encontrados são datados de 2010 em diante, destacando a relevância atual do tema, assim como sua aplicabilidade. Apesar disso, o tema foi pouco explorado quando comparado, por exemplo, à avaliação e seleção de fornecedores (LIMA-JUNIOR; CARPINETTI, 2016). Outra característica notável no **Quadro 7** é que nenhum dos modelos encontrados na literatura abrange as três etapas de forma concomitante.

A **Figura 6** ilustra graficamente a frequência da aplicação dos diversos métodos que já foram propostos na literatura. Dentre os 17 modelos do **Quadro 7**, dez utilizaram apenas uma técnica MCDM para todo o processo de CRM, com maior frequência do uso da *fuzzy* AHP (BALAJI; SANTHANAKRISHNAN; DINESH, 2019; GÜÇDEMİR; SELIM, 2015; LEUNG; CHOY; LAM, 2019). Geramian e Abraham (2021), Mahmoumgonbadi, Katebi e Doniavi (2019) e Micu (2016) apontaram o uso do sistema de inferência *fuzzy* (FIS – *Fuzzy Inference System*), enquanto o método ANP (*Analytic Network Process*) foi testado em dois modelos (AKYILDIZ; KADAIFCI; TOPCU, 2015; CRUISE; YILMAZ; GÜNERI, 2010). Também foram utilizados o DEA - *Data Envelopment Analysis* (NOORIZADEH; MAHDILOO; SAEN, 2013), que não é uma técnica de decisão multicritério, mas foi importante na associação à outros métodos; e *fuzzy* TOPSIS (KALANTARI; RABBANI; EBADIAN, 2011a).

**Figura 6 – Frequência de uso das técnicas MCDM/fuzzy MCDM**



Fonte: Dados da pesquisa,

Outros sete estudos fizeram uso da associação de dois ou mais métodos, com destaque para a presença da combinação *fuzzy* AHP e TOPSIS em três estudos, que foi efetuada da seguinte maneira: primeiramente, a técnica *fuzzy* AHP foi usada para definir os pesos dos critérios e posteriormente, a técnica TOPSIS foi utilizada para resultar em uma pontuação para o desempenho dos clientes (HMU TIN; LAU, 2020; LAU et al., 2016b, 2016a). Os demais artigos que propuseram combinação de métodos caracterizaram-se de maneiras distintas. Hu *et al.* (2010) dividiu os critérios de avaliação em duas dimensões de desempenho: valor atual do cliente, caracterizada por critérios quantitativos e uso de DEA; e valor potencial dos clientes, marcada por critérios qualitativos e aplicação do FIS (*Fuzzy Inference System*). Khorramshahgol e Al-Husain (2021) aplicaram a técnica Delphi para encontrar o conjunto de critérios do problema de decisão, para depois gerar uma classificação com o uso de AHP e por fim alocar os recursos aos clientes por meio de GP (*Goal Programming*). Mahdiraji *et al.* (2019), analogamente aos estudos que combinaram *fuzzy* AHP e TOPSIS, utilizaram o método BWM (*Best Worst Method*) para derivar os pesos dos critérios e posteriormente aplicar COPRAS (*Complex Proportional Assessment*) para estabelecer uma relação de clientes, possibilitando a priorização. Cengiz Toklu (2017) fez uso do método *fuzzy* DEMATEL (*Decision making trial and evaluation laboratory*) para encontrar as relações entre os critérios de decisão, combinando-o com *fuzzy* ANP para encontrar os pesos de cada um deles. Desta forma, é possível perceber que apesar desses estudos apresentarem combinações entre as técnicas, nenhum deles fez o uso de diferentes técnicas em etapas distintas do processo de CRM.

Apesar do amplo uso de AHP e *fuzzy* AHP (ver **Figura 6**), Khorramshahgol e Al-Husain (2021) ressaltaram uma dificuldade apresentada por estes métodos: a necessidade de determinar muitas entradas para preencher as matrizes de comparação par-a-par das alternativas. Essa característica faz com que estas técnicas tenham uma demanda por um alto número de julgamentos por parte dos tomadores de decisão, fazendo com que haja uma necessidade de interação por maior período de tempo, tornando o processo de decisão menos ágil e mais complexo quando comparado às técnicas TOPSIS e *fuzzy* TOPSIS, por exemplo (LIMA JUNIOR; OSIRO; CARPINETTI, 2014). Paralelamente, estes estudos MCDM-CRM não testaram as técnicas de natureza não compensatória das famílias PROMETHEE e ELECTRE (*ELimination Et Choix Traduisant la Realite*) como alternativa ao AHP e *fuzzy* AHP, para buscar evitar os problemas citados. Esta é uma das propostas do presente estudo, descrita posteriormente no texto.

Quanto à forma de análise dos resultados, notou-se que os modelos que apresentaram a gestão de portfólio do clientes em algum momento do processo de CRM (HU et al., 2010; KHORRAMSHAHGOL; AL-HUSAIN, 2021; NOORIZADEH; MAHDILOO; SAEN, 2013), resultaram em *outputs* representados por matrizes bidimensionais de portfólio de clientes que permitiram classifica-los em diferentes grupos de acordo com seus desempenhos, caracterizando uma problemática de classificação. O **Quadro 8** sintetiza as principais informações referentes aos casos que realizaram a gestão de portfólio, descrevendo as dimensões apresentadas nas matrizes, seus respectivos critérios e as possíveis classificações (*output* do modelo). No entanto, apesar da importância da gestão de portfólio, a maior parte dos artigos revisados não apresentou esta etapa do processo de CRM. Nestes casos, o principal *output* dos modelos foi a exibição de um *ranking* de clientes com seus respectivos *scores*, possibilitando selecionar ou priorizar os mais bem posicionados. Sendo assim, estes modelos trataram mais enfaticamente a problemática de ordenação e seleção. O **Quadro 9** mostra as características gerais destes modelos, também destacando os critérios utilizados e os objetivos de decisão diante dos modelos de negócio estudados.

**Quadro 8 – Dimensões e critérios de desempenho: Gestão de Portfólio**

<b>Autores</b>	<b>Dimensões da matriz de portfólio</b>	<b>Crítérios</b>	<b>Possíveis Classificações</b>
Hu et al. (2010)	<b>Valor atual do cliente</b>	Preço médio por caixa, taxa de lucro bruto, receita de vendas, market share, proporção de compras/não-compras, estrutura de gestão, taxa de novas marcas, proporção marcas locais/não-locais, taxa de crescimento, dependência, grau de cooperação	>3000 clientes Classificação em <i>cluster</i> (15 segmentos)
	<b>Valor potencial do cliente</b>	Taxa de crescimento, dependência, grau de cooperação, capital intelectual, complacência, credibilidade de preço	
Khorramshahgol e Al-Husain (2021)	<b>Importância do cliente</b>	Receita anual gerada pelo cliente, lealdade, potencial de crescimento e potencial de venda cruzada	<b>Quatro quadrantes:</b> I - Selecionar o cliente II - Necessita de maior análise
	<b>Incerteza de demanda implícita</b>	<i>Lead time</i> , frequência na mudança de pedidos e frequência na mudança de quantidades	III - Reconsiderar e Reavaliar cliente IV - Considerar apenas se houver recursos sobrando
Micu (2016)	<b>Receita (\$)</b>	Não subdividiu em critérios	<b>Quatro quadrantes:</b>
	<b>"Seniority" – Lealdade</b>	Não subdividiu em critérios	Classes I, II, III e IV

Fonte: Dados da pesquisa.

**Quadro 9 – Critérios de desempenho – Modelos com *ranking* de clientes**

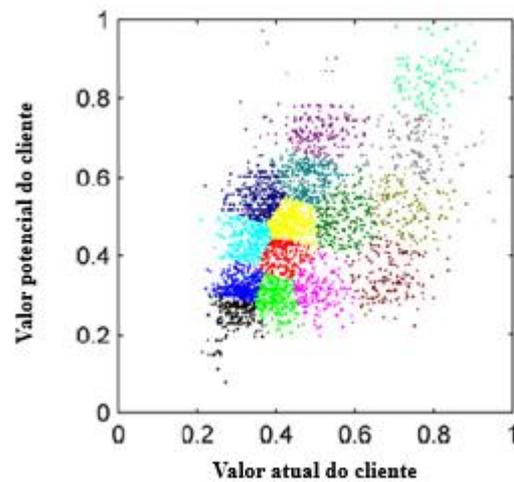
<b>Autores</b>	<b>Critérios</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Modelo de Negócio</b>
Akyildiz, Kadaifci, Topcu (2015)	Taxa de potencial de lucro por tempo, compatibilidade de potencial pedido com a capacidade da organização, potencial de pedido futuro com maior lucro, Crédito ao cliente, Nível de negociabilidade	Selecionar e priorizar o atendimento de pedidos (entrega de produtos)	Indústria de aço estrutural no sistema MTO
Balaji, Santhanakrishnan, Dinesh (2018)	Crédito ao cliente em futuros negócios, taxa de potencial de lucro por tempo, nível de negociabilidade, grau de confiança	Priorizar clientes para traçar rota de entregas	Indústria têxtil, produção e entrega dos produtos
Cengiz Toklu (2017)	Atividades de compra, fator emocional, barreiras de troca, atitude do cliente, satisfação do cliente	Selecionar clientes baseando-se no nível de lealdade	Empresa de pequeno/médio porte não especificada
Geramian e Abraham (2021)	Valor de compra pelo cliente, Frequência de transação, lealdade	Classificar e priorizar clientes por meio de um índice de lealdade	Comparação de clientes genéricos considerando-se mercados com características distintas
Güçdemir e Selim (2015)	"Recência", lealdade, demanda anual média, vendas anuais (média), frequência de transação, potencial de relacionamento de longo-prazo, % de mudança na demanda anual, % de mudança nas vendas anuais	Priorizar o atendimento de pedidos (produtos)	Indústria de manufatura de equipamentos originais
Kalantari, Rabani e Ebadian (2011)	Valor das transações cliente-organização, frequência de transação, reputação do cliente, lealdade, comunicação	Aceitar ou rejeitar pedidos (produtos)	Indústria em sistema híbrido de MTS/MTO
Lau e Hmu-Tin (2020)	Lucratividade de longo prazo, Receita mensal (média), Nível de serviço exigido, Taxa de retenção, Crescimento do cliente	Entender o perfil dos clientes, selecionar e priorizar por meio de oferecimento de serviço superior	Oferecimento de serviços de <i>marketing</i> digital
Lau <i>et al.</i> (2016a)	Relacionamento, comunicação, fatores do cliente, conflitos, comprometimento, dinâmica competitiva	Desenvolver processo de negócio para priorizar clientes	Oferecimento de serviços aos clientes de companhia aérea
Lau <i>et al.</i> (2016b)	Relacionamento, comunicação, fatores do cliente, conflitos, comprometimento, dinâmica competitiva	Selecionar os melhores clientes e posteriormente priorizá-los	Oferecimento de serviços aos clientes de companhia aérea
Leung, Choi e Lam (2019)	Relacionamento, custos de atraso na entrega, lucratividade	Selecionar e priorizar clientes para alocar recursos	Indústria em sistema híbrido MTS/MTO
Mahdiraji <i>et al.</i> (2019)	"Recência", frequência, valor monetário	Definir ordem de prioridade para oferecer melhores serviços digitais	Oferecimento de serviços digitais de um banco
MahmoumGonbadi, Katebi e Doniavi (2019)	Duração do serviço, valor do serviço, lealdade do cliente e tolerância do cliente	Definir prioridades para atender mais rápido os clientes em filas	Sistema de atendimento com fila de espera
Noorizadeh, Mahdilo e Saen (2013)	Tempo de pagamento, crédito do cliente, lucratividade, pagamentos na data combinada, conversão pedidos-compras, potencial de compras	Priorizar os clientes	Vendas de produtos manufaturados
Yilmaz <i>et al.</i> (2010)	Reputação, número de fornecedores que o cliente possui, regularidade de pedidos, quantidade de pedidos, frequência de pedidos, posição do cliente em seu setor, lucratividade, confiabilidade	Selecionar clientes para alocar recursos	Oferecimento de serviços de logística terceirizados

Fonte: Dados da pesquisa.

A variedade de critérios exibida por meio do **Quadro 8** e **Quadro 9** se deu por conta dos diferentes contextos em que se inseriram os estudos e os diferentes objetivos e estratégias de seleção ou priorização. Alguns destes objetivos foram: I) a priorização de pedidos em sistemas de produção (MTS – *make to stock* e MTO *make to order*), visando fornecer os produtos aos clientes prioritários frente às restrições de recursos (AKYILDIZ; KADAIICI; TOPCU, 2015; GÜÇDEMİR; SELIM, 2015; KALANTARI; RABBANI; EBADIAN, 2011a); II) a priorização visando oferecer vantagens de serviço (HMU TIN; LAU, 2020; LAU et al., 2016b; MAHDIRAJI et al., 2019); III) priorização visando atender aos clientes de maneira mais rápida – por meio de estabelecimento de prioridades em filas (MAHMOUMGONBADI; KATEBI; DONIAVI, 2019) ou rota de entrega (BALAJI; SANTHANAKRISHNAN; DINESH, 2019). Apesar dos diferentes critérios aplicados, pôde-se observar a relevância de alguns deles mesmo sob diferentes contextos. O **Quadro 8** mostrou que o potencial dos clientes é uma variável importante quando se trata de avaliar o desempenho dos mesmos, uma vez que Hu *et al.* (2010) apresentou “Valor potencial do cliente” como uma de suas dimensões de desempenho da matriz de portfólio, enquanto Khorramshahgol e Al-Husain (2021) utilizaram como um de seus critérios o “potencial de crescimento”. O **Quadro 9**, por sua vez, trouxe diversos estudos que apontaram o critério de “Relacionamento” como variável importante na análise do valor dos clientes (GÜÇDEMİR; SELIM, 2015; LAU et al., 2016b, 2016a; LEUNG; CHOY; LAM, 2019). Também foi apontado com frequência o uso de critérios relacionados à métricas financeiras, especialmente a lucratividade (CRUISE; YILMAZ; GÜNERI, 2010; HMU TIN; LAU, 2020; LEUNG; CHOY; LAM, 2019) e receita (HMU TIN; LAU, 2020) gerada pelos diferentes clientes. Outros fatores importantes na relação das organizações com os clientes foram destacados, como a exigência dos clientes ou “nível de serviço exigido” apontado por Hmu tin e Lau (2020) e fatores de comunicação (KALANTARI; RABBANI; EBADIAN, 2011b).

Para os modelos apresentados pelo **Quadro 8**, a classificação final representada por matrizes de portfólio se dividiu entre: a definição de classes ou *cluster* (HU et al., 2010; MICU, 2016) ou a definição de ações que deveriam ser tomadas de acordo com o posicionamento dos clientes nos quadrantes de classificação (KHORRAMSHAHGOL; AL-HUSAIN, 2021). Além disso, as matrizes foram seccionadas de maneiras distintas. A **Figura 7** ilustra a matriz proposta por Hu *et al.* (2010), em que os pontos representam os clientes e as diferentes cores apontam os *cluster* aos quais eles pertencem, gerando a classificação proposta pelos autores.

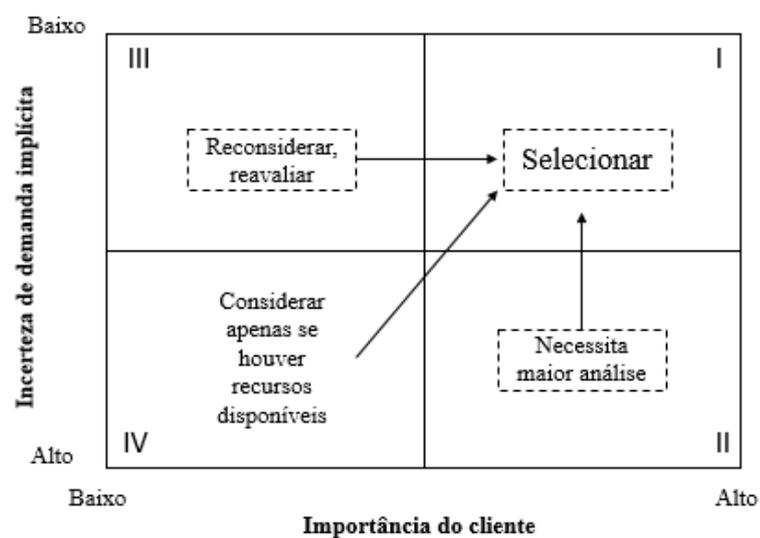
**Figura 7 – Exemplo de matriz de portfólio 1**



Fonte: Adaptado de Hu *et al.* (2010).

A **Figura 8** mostra a proposta de Khorramshahgol e Al-Husain (2021), na qual a matriz de portfólio foi seccionada em quatro quadrantes e cada um dos eixos (Horizontal – importância dos clientes e Vertical – Incerteza de demanda implícita) foi delimitado pelas classes “baixo” à “alto”. Além disso, cada quadrante foi atribuído a uma ação a ser tomada em relação aos clientes, conforme pode-se observar na própria matriz.

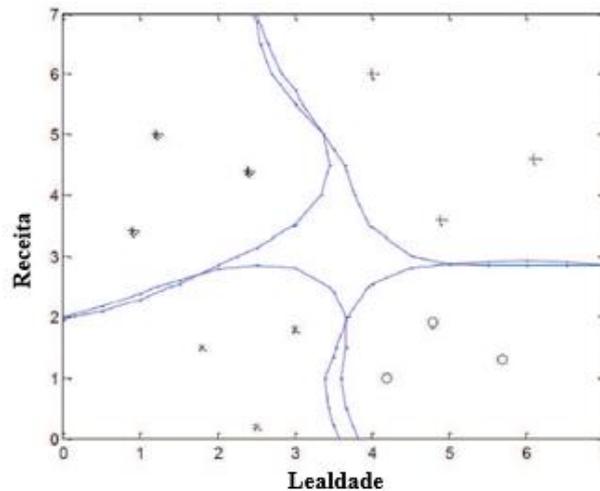
**Figura 8 – Exemplo de matriz de portfólio 2**



Fonte: Adaptado de Khorramshahgol e Al-Husain (2021).

A **Figura 9** ilustra a matriz considerada por Micu (2016), a partir da qual observou-se a divisão em quatro classes de desempenho, seccionadas a partir dos segmentos e dados apresentados na proposta. Na matriz, observa-se que a melhor classe está no quadrante superior direito, onde há maior valor para receita e lealdade, mas não abrange todo o quadrante

**Figura 9 – Exemplo de matriz de portfólio 3**



Fonte: Adaptado de Micu (2016).

Em meio aos diversos contextos explorados, Hmu tin e Lau (2020) fizeram a análise de clientes em uma organização do setor de *marketing* digital, o mesmo da organização foco da presente proposta. Os autores destacaram a importância de definir pesos para os critérios e atribuir pontuações aos clientes, possibilitando estabelecer quais os clientes com maior potencial e conseqüentemente mais atraentes para desempenhar uma relação lucrativa à longo-prazo. Porém, o estudo de Hmu tin e Lau (2020) não considerou diferentes dimensões de desempenho, agrupando critérios de naturezas distintas – Exemplo: indicadores financeiros como “lucratividade de longo prazo” e “receita média”, indicadores de relacionamento como “nível de serviço exigido” e indicador de “potencial de crescimento” do cliente – em uma mesma avaliação global de pontuação por meio do método TOPSIS, assim permitindo a compensação entre estes critérios. Além disso, o estudo não apresentou formas visuais de gestão de portfólio de clientes e utilizou critérios diferentes daqueles considerados nesta dissertação, os quais serão apresentados posteriormente. Desta forma, o foco de Hmu tin e Lau (2020) foi a definição de um indicador global de desempenho para selecionar potenciais clientes e/ou priorizar clientes da organização com a melhor avaliação no indicador, mas pouco tratou-se sobre a tomada de decisão baseada no portfólio de clientes da organização, não considerando

diferentes perspectivas de avaliação, que podem ser representadas pelas dimensões de desempenho do portfólio.

### 3 MÉTODOS DE DECISÃO MULTICRITÉRIO

Segundo CHAI *et al.* (2013), um problema de decisão multicritério caracteriza-se pela descrição da situação ou modelo de decisão, o qual pode ser descrito estrutural, não-estrutural ou semiestrutural, a depender da quantidade e da natureza das informações disponíveis. Em todos estes casos, a decisão depende das avaliações e julgamentos de um ou mais tomadores de decisão (*Decision Maker* – DM), os quais podem avaliar sob diferentes perspectivas e inserir ou não um grau de incerteza e até discordância em relação às demais avaliações, revelando a preferência destes decisores (ROY, 1990). Paralelamente, deve-se considerar as características do ambiente de decisão, bem como as principais restrições existentes, para posteriormente decidir qual o método de tomada de decisão mais adequado para o contexto (CHAI; LIU; NGAI, 2013).

Os métodos de decisão multicritério têm sido aplicado e estudados há um tempo considerável (ROY, 1990). Em meio a evolução da aplicação e estudos destes métodos, diversos contextos e campos de pesquisa foram explorados, conforme destacado por Zavadskas, Turskis e Kildienė (2014) em sua revisão de literatura sobre as técnicas de decisão multicritério. Estas técnicas MCDM podem ser utilizadas visando atingir diferentes objetivos, como a definição de uma (ou mais) alternativa preferida, a classificação de alternativas em um pequeno número de grupos (categorias), ou a ordenação das alternativas por meio de um *ranking* que revela ordem de preferência (MARDANI *et al.*, 2015). Algumas classificações foram propostas para as diferentes metodologias MCDM conforme suas principais características. Chai, Liu e Ngai (2013) destacaram os métodos de utilidade multiatributo (AHP e ANP), métodos de sobreclassificação (ELECTRE e PROMETHEE), métodos de compromisso (TOPSIS e VIKOR). Kahraman, Onar e Oztaysi (2015) analisaram a classificação de forma semelhante, destacando a característica de comparação par-a-par dos métodos AHP e ANP e do método baseado em distâncias adotado por TOPSIS e VIKOR. Além destas diferenças de procedimento e etapas de cálculo que permitiram denominar as classificações apontadas, as técnicas MCDM diferenciam-se pela sua natureza compensatória ou não-compensatória. Os métodos de natureza compensatória permitem que um baixo desempenho em um dos critérios seja compensado por bons desempenhos em outros critérios, refletindo-se na ordenação final das alternativas (LIMA-JUNIOR; CARPINETTI, 2016), o que não é possibilitado pelos métodos de natureza não-compensatória.

Diante do alto número de técnicas MCDM existentes, suas classificações e diferentes possibilidades de uso, este Capítulo tem por objetivo apresentar a revisão bibliográfica apenas

dos métodos selecionados, visando contextualizar e descrever as principais características e etapas de cálculo dos métodos selecionados. Sendo assim, primeiramente apresenta-se o método PROMETHEE, com posterior introdução da teoria dos conjuntos *fuzzy* para, ao final do **Capítulo 3**, caracterizar as metodologias *fuzzy* TOPSIS e sistema de inferência *fuzzy*.

### 3.1 PROMETHEE

A família de métodos PROMETHEE (*Preference Ranking Organization METHod for Enrichment: Evaluations*) foi proposta por Brans, Vincke e Mareschal (1986) como método de decisão multicritério pertencente à família dos métodos de sobreclassificação, caracterizados principalmente pela comparação par-a-par de alternativas e a definição de relações de superação entre elas (ALMEIDA, 2013; BRANS; VINCKE, 1985). Almeida (2013) evidenciou as principais diferenças entre os métodos de agregação por critério único de síntese e os métodos de sobreclassificação, enfatizando que estes apresentam natureza não-compensatória e que os pesos dos critérios podem ser vistos como “grau de importância” de cada critério. Além disso, os métodos da família PROMETHEE permitem a avaliação par-a-par das relações de sobreclassificação das alternativas. Brans e Vincke (1985) afirmaram que os métodos de sobreclassificação caracterizam-se, de maneira geral, por duas fases: I) a construção das relações de superação entre alternativas; e II) a exploração dessa relação para auxiliar a tomada de decisão. Almeida (2013) apresentou os métodos propostos na família PROMETHEE:

- PROMETHEE I – cria *rankings* parciais a partir dos índices de indiferença e preferência – pré-ordem parcial (BRANS; VINCKE, 1985)
- PROMETHEE II – cria um *ranking* completo das alternativas – ordenação total das alternativas (BRANS; VINCKE, 1985);
- PROMETHEE III – adequado à problemas de decisão que envolvem componentes estocásticos;
- PROMETHEE IV – cria um *ranking* completo ou parcial quando o conjunto de soluções é contínuo;
- PROMETHEE V – considera a inserção de restrições e gargalos;
- PROMETHEE VI – possibilita a definição de critérios com pesos intervalares.

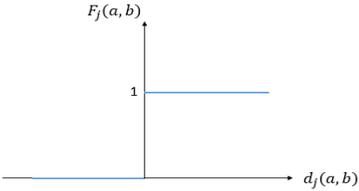
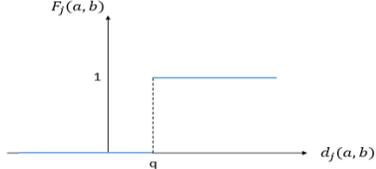
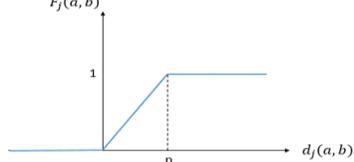
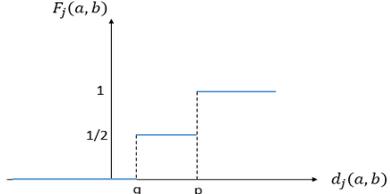
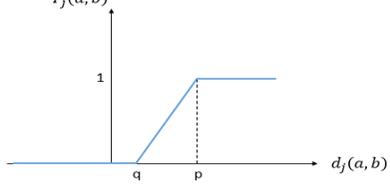
Frente aos diferentes métodos e suas particularidades, o foco desta subseção recai especificamente sobre o PROMETHEE II, escolhido para aplicação no modelo proposto

justamente por oferecer uma pré-ordem de todas as alternativas a partir de avaliações par-a-par e também por não existirem restrições ou gargalos para se considerar no contexto. Behzadian *et al.* (2010) apontou duas etapas prévias essenciais para a execução do passo-a-passo do procedimento de cálculos do PROMETHEE II, que são:

- A definição dos pesos  $W_j$  dos critérios  $C_j$  (onde o índice  $j = 1, 2, 3, \dots, m$  representa cada um dos critérios de decisão determinados pelos decisores), em que  $\sum w_j = 1$ ;
- A escolha da função de preferência para cada um dos critérios  $j$ . Estas funções são responsáveis por determinar um grau de preferência entre duas alternativas por meio da comparação par-a-par, resultando um valor entre 0 e 1.

O grau de preferência entre duas alternativas  $a$  e  $b$ , em um determinado critério  $j$ , pode ser denotado por  $F_j(a, b)$  e, como afirmado anteriormente, é determinado por uma função de preferência. Seis tipos de função foram propostos: I) critério usual; II) quase critério; III) limiar de preferência; IV) pseudo critério; V) área de indiferença; e VI) critério *gaussiano* (BRANS; VINCKE; MARESCHAL, 1986). O **Quadro 10** mostra as principais funções e suas respectivas curvas.

Quadro 10 – Funções de preferência

Tipo	Parâmetro(s)	Funções	Curva
I	-	$F_j(a, b) \begin{cases} 1, & \text{se } g_j(a) - g_j(b) > 0 \\ 0, & \text{se } g_j(a) - g_j(b) \leq 0 \end{cases}$	
II	Indiferença ( <b>q</b> )	$F_j(a, b) \begin{cases} 1, & \text{se } g_j(a) - g_j(b) > q \\ 0, & \text{se } g_j(a) - g_j(b) \leq q \end{cases}$	
III	Preferência ( <b>p</b> )	$F_j(a, b) \begin{cases} 1, & \text{se } g_j(a) - g_j(b) > p \\ \frac{g_j(a) - g_j(b)}{p}, & \text{se } g_j(a) - g_j(b) \leq p \\ 0, & \text{se } g_j(a) - g_j(b) < 0 \end{cases}$	
IV	Indiferença ( <b>q</b> ) Preferência ( <b>p</b> )	$F_j(a, b) \begin{cases} 1, & \text{se } g_j(a) - g_j(b) > p \\ 1/2, & \text{se } q < g_j(a) - g_j(b) \leq p \\ 0, & \text{se } g_j(a) - g_j(b) \leq q \end{cases}$	
V	Indiferença ( <b>q</b> ) Preferência ( <b>p</b> )	$F_j(a, b) \begin{cases} 1, & \text{se } g_j(a) - g_j(b) > p \\ \frac{g_j(a) - g_j(b) - q}{p - q}, & \text{se } q < g_j(a) - g_j(b) \leq p \\ g_j(a) - g_j(b), & \text{se } g_j(a) - g_j(b) \leq q \end{cases}$	
VI	Desvio-padrão ( <b>s</b> )	$F_j(a, b)$ aumenta seguindo uma distribuição normal	Curva de distribuição normal

Fonte: Adaptado de Brans, Vincke e Mareschal (1986).



$$\begin{array}{c}
\pi \\
A_1 \\
A_2 \\
\vdots \\
A_i \\
\vdots \\
A_n
\end{array}
\begin{array}{ccccccc}
A_1 & A_2 & \dots & A_i & \dots & A_n \\
\left[ \begin{array}{cccccc}
- & \pi(1,2) & \dots & \pi(1,i) & \dots & \pi(1,n) \\
\pi(2,1) & - & \dots & \pi(2,i) & \dots & \pi(2,n) \\
\vdots & \vdots & \dots & \vdots & \dots & \vdots \\
\pi(i,1) & \pi(i,2) & \dots & - & \dots & \pi(i,n) \\
\vdots & \vdots & \dots & \vdots & \dots & \vdots \\
\pi(n,1) & \pi(n,2) & \dots & \pi(n,i) & \dots & -
\end{array} \right]
\end{array}
\quad (4)$$

(iv) Calcular os fluxos de sobreclassificação positivo e negativo de cada alternativa  $A_i$  seguindo-se as **Equações (5) e (6)**, respectivamente.

$$\emptyset^+(a) = \sum_{i=1}^n \pi(a, i) \quad (5)$$

$$\emptyset^-(a) = \sum_{i=1}^n \pi(i, a) \quad (6)$$

nas quais o fluxo positivo denotado por  $\emptyset^+(a)$  representa a “intensidade de preferência” da alternativa  $a$  sobre as demais, enquanto o fluxo negativo  $\emptyset^-(a)$  representa a “intensidade de preferência” de todas as outras alternativas sobre a alternativa  $a$  (ALMEIDA, 2013). De acordo com Brans e Mareschal (2005) estes fluxos podem ser normalizados dividindo-se os valores encontrados por  $n - 1$ , ou seja, o número de alternativas à qual  $a$  é comparada.

(v) Por fim, é preciso calcular os fluxos líquidos  $\emptyset(a)$  para cada alternativa utilizando-se a **Equação (7)**:

$$\emptyset(a) = \emptyset^+(a) - \emptyset^-(a) \quad (7)$$

Obtendo-se os resultados de fluxo líquido, pode-se estabelecer o *ranking* completo das alternativas, principal *output* do método PROMETHEE II. Para isso, estabelece-se uma pré-ordem completa resultante das relações de preferência e indiferença mostradas na **Equação (8)** (ALMEIDA, 2013):

$$\begin{cases}
\text{Preferência: } aPb \text{ se } \emptyset(a) > \emptyset(b) \\
\text{Indiferença: } alb \text{ se } \emptyset(a) = \emptyset(b)
\end{cases}
\quad (8)$$

Sendo assim, quanto maior o fluxo líquido de uma alternativa, melhor será sua posição no *ranking* final do PROMETHEE II.

### 3.2 Teoria dos conjuntos *fuzzy*

A possibilidade de existência de critérios qualitativos em problemas de decisão multicritério, bem como a necessidade dos tomadores de decisão expressarem suas preferências por meio de termos ou expressões linguísticas fez com que a teoria dos conjuntos *fuzzy* (e consequentemente os números *fuzzy*) surgisse como alternativa interessante na aplicação de métodos de decisão multicritério, denominando-se portanto, os métodos *fuzzy* MCDM – *fuzzy Multiple Criteria Decision Making* (MARDANI; JUSOH; ZAVADSKAS, 2015). De acordo com Kahraman, Onar e Oztaysi (2015), modelos *fuzzy* MCDM são aqueles em que a importância dos critérios ou o desempenho das alternativas podem ser expressos por meio de valores linguísticos (ou termos linguísticos), representados por números *fuzzy*. Por fim, variáveis linguísticas são aquelas avaliadas por meio de palavras ou sentenças representadas por meio de linguagem natural ou artificial (Zadeh<sup>3</sup>, 1975 *apud* Kahraman, Onar e Oztaysi, 2015).

Zadeh (1965) definiu a teoria dos conjuntos *fuzzy* como uma nova teoria de conjuntos envolvendo propriedades diferentes da usual. De acordo com o autor, um conjunto *fuzzy*  $\tilde{A}$  em  $X$  pode ser matematicamente denotado por:

$$\tilde{A} = (x, \mu_A(x)), \quad x \in X \quad (9)$$

em que o valor de  $\mu_A(x)$  é a função de pertinência de um valor  $x$  no conjunto  $\tilde{A}$ . Se  $\mu_A(x) = 0$ , então  $x$  não pertence ao conjunto *fuzzy*  $\tilde{A}$ , se  $\mu_A(x) = 1$ ,  $x$  tem total pertinência ao conjunto. Porém, diferentemente da teoria dos conjuntos tradicional, se o valor da pertinência é dado por um valor dentro do intervalo de 0 à 1,  $x$  pertence parcialmente ao conjunto *fuzzy*  $\tilde{A}$  (ZADEH, 1965; ZANON *et al.*, 2020).

Chang (1996) apresentou em seu estudo algumas das propriedades dos números *fuzzy*, sobretudo definindo os números *fuzzy* triangulares. Deve-se ressaltar que a representação triangular não é a única forma de definir os conjuntos de números *fuzzy*. No entanto, devido à aplicabilidade deste tipo de representação ao presente trabalho, foram destacadas suas principais características e propriedades. Um número *fuzzy* triangular pode ser representado, de maneira genérica, pelas **Equações (10)** a seguir:

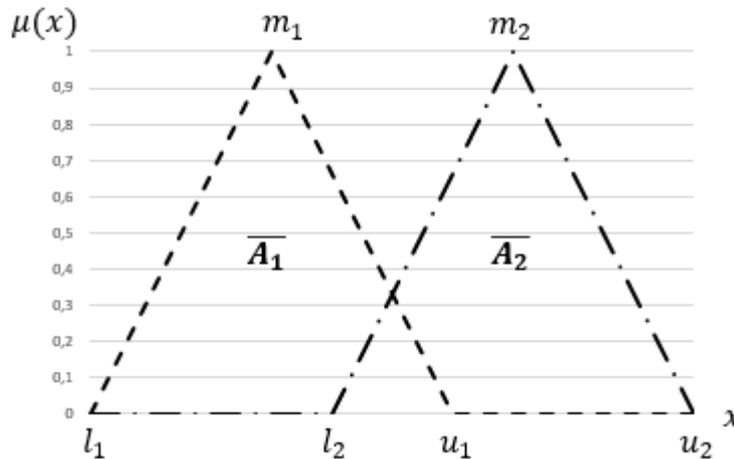
---

<sup>3</sup> Zadeh, L.: ‘The concept of a linguistic variable and its applications to approximate reasoning’, Inform Sciences, 1975

$$\mu_x \begin{cases} 0, \text{ se } x \leq l \\ \frac{x-l}{m-l}, \text{ se } x \in [l, m] \\ \frac{u-x}{u-m}, \text{ se } x \in [m, u] \\ 0, \text{ se } x \geq u \end{cases} \quad (10)$$

em que o número *fuzzy* triangular é definido por  $(l, m, u)$ , em que  $l$  representa o menor valor de  $x$ , com pertinência igual a zero,  $m$  representa um valor intermediário de  $x$ , com pertinência igual a um e  $u$  o valor mais alto, a partir do qual a pertinência volta a ser zero, então  $l < m < u$ . Sendo assim, quando  $x < l$  ou  $x > u$  o grau de pertinência de  $x$  no conjunto *fuzzy* é igual a zero. A **Figura 10** ilustra genericamente dois números *fuzzy* triangulares.

**Figura 10 – Dois números triangulares *fuzzy***



Fonte: Elaborado pelo autor.

Zadeh (1965) também propôs algumas propriedades dos conjuntos e números *fuzzy*, bem como algumas operações algébricas envolvendo dois conjuntos denotados por  $\bar{A}_1$  e  $\bar{A}_2$ , como os ilustrados na **Figura 10**. Algumas delas, envolvendo números *fuzzy* triangulares, foram detalhadas na literatura e estão apresentadas na sequência (CHEN, 2000; OSIRO; LIMA-JUNIOR; CARPINETTI, 2014):

(a) Soma de dois números *fuzzy*:

$$\bar{A}_1 + \bar{A}_2 = (l_1 + l_2, m_1 + m_2, u_1 + u_2) \quad l_1 \geq 0, l_2 \geq 0 \quad (11)$$

(b) Diferença de dois números *fuzzy*:

$$\bar{A}_1 - \bar{A}_2 = (l_1 - u_2, m_1 - m_2, u_1 - l_2) \quad l_1 \geq 0, l_2 \geq 0 \quad (12)$$

(c) Multiplicação por constante:

$$k * \bar{A}_1 = (k * l_1, k * m_1, k * u_1) \quad l_1 \geq 0, k \geq 0 \quad (13)$$

(d) Divisão por constante:

$$\frac{\bar{A}_1}{k} = \left(\frac{l_1}{k}, \frac{m_1}{k}, \frac{u_1}{k}\right) \quad l_1 \geq 0, k \geq 0 \quad (14)$$

(e) Multiplicação de dois números *fuzzy*:

$$\bar{A}_1 * \bar{A}_2 = (l_1 * l_2, m_1 * m_2, u_1 * u_2) \quad l_1 \geq 0, l_2 \geq 0 \quad (15)$$

(e) Divisão de dois números *fuzzy*:

$$\bar{A}_1 \div \bar{A}_2 = (l_1 \div u_2, m_1 \div m_2, u_1 \div l_2) \quad l_1 \geq 0, l_2 \geq 0 \quad (16)$$

### 3.3 Fuzzy TOPSIS

Chen (2000) propôs o método *fuzzy* TOPSIS como extensão à metodologia TOPSIS para se tornar adequado aos ambientes caracterizados por incertezas nas avaliações. A técnica envolve julgamentos linguísticos por parte dos tomadores de decisão, tanto para avaliar os pesos dos critérios, quanto o desempenho das alternativas em cada critério estabelecido. Para envolver avaliações numéricas, cada julgamento é relacionado a um número *fuzzy*, formando uma escala de avaliação composta por números *fuzzy*. A definição escalas e dos critérios  $C_j$  possibilita a avaliação dos pesos  $w_j$  e alternativas  $A_i$  em termos de julgamentos linguísticos. Baseando-se nessas informações, o método propõe:

(i) Se houver mais de um tomador de decisão (supondo  $k$  decisores, por exemplo), agregar os termos linguísticos utilizados por cada um deles nas avaliações de alternativas e pesos dos critérios (se aplicável). Essa agregação é feita utilizando-se as **Equações (17) e (18)**:

$$\tilde{g}_{ij} = \frac{1}{k} [g_{ij}^1 + g_{ij}^r + \dots + g_{ij}^k] \quad (17)$$

em que  $g_{ij}^r$  representa as avaliações de desempenho das alternativas  $A_i$  (o índice  $i=1, 2, 3, \dots, n$  representa o número de alternativas do problema de decisão) em cada um dos critérios  $C_j$  (em que o índice  $j=1, 2, 3, \dots, m$  representa os critérios do problema de decisão) feitas por cada um dos decisores (onde o índice  $r=1, 2, 3, \dots, k$  representa cada um destes decisores ou avaliadores). Além disso  $\tilde{g}_{ij}$  representa cada elemento da matriz de decisão agregada. Também é calculado o vetor de peso dos critérios (se aplicável):

$$\tilde{w}_j = \frac{1}{k} [\tilde{w}_j^1 + \tilde{w}_j^2 + \dots + \tilde{w}_j^k] \quad (18)$$

em que  $\tilde{w}_j^r$  descreve as avaliações dos decisores em relação aos pesos dos critérios e  $\tilde{w}_j$  representa cada elemento do vetor peso, após a execução do procedimento de agregação.

(ii) Compor a matriz de decisão *fuzzy*  $\bar{D}$  para os desempenhos das alternativas, bem como o vetor de pesos *fuzzy*  $\bar{W}$  a partir dos resultados obtidos na agregação, resultando em:

$$\bar{D} = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \dots & C_j & \dots & C_m \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_i \\ \vdots \\ A_n \end{matrix} & \begin{bmatrix} \tilde{g}_{11} & \tilde{g}_{21} & \dots & \tilde{g}_{1j} & \dots & \tilde{g}_{1m} \\ \tilde{g}_{21} & \tilde{g}_{22} & \dots & \tilde{g}_{2j} & \dots & \tilde{g}_{2m} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots & \dots & \vdots \\ \tilde{g}_{i1} & \tilde{g}_{i2} & \dots & \tilde{g}_{ij} & \dots & \tilde{g}_{im} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots & \dots & \vdots \\ \tilde{g}_{n1} & \tilde{g}_{n2} & \dots & \tilde{g}_{nj} & \dots & \tilde{g}_{nm} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (19)$$

$$\bar{W} = [\tilde{w}_1, \tilde{w}_2, \dots, \tilde{w}_j, \dots, \tilde{w}_m] \quad (20)$$

(iii) Normalizar a matriz  $\bar{D}$  usando uma escala linear e obter a matriz normalizada  $\tilde{R}$  de acordo com as seguintes equações:

$$\tilde{R} = [r_{ij}]_{m \times n} \quad (21)$$

$$r_{ij} = \left( \frac{l_{ij}}{u_j^+}, \frac{m_{ij}}{u_j^+}, \frac{u_{ij}}{u_j^+} \right) \quad (22)$$

$$r_{ij} = \left( \frac{l_j^-}{u_{ij}}, \frac{l_j^-}{m_{ij}}, \frac{l_j^-}{l_{ij}} \right) \quad (23)$$

das quais a **Equação (22)** é aplicada para critérios de benefício, ou seja, quanto maior a avaliação, melhor o desempenho. Já a **Equação (23)** deve ser aplicada a critérios de custo, ou seja, quanto maior a avaliação, pior o desempenho.

(iv) Obter a matriz normalizada e ponderada  $\tilde{V}$  seguindo as **Equações (24)** e **(25)**:

$$\tilde{V} = [v_{ij}]_{m \times n} \quad (24)$$

$$v_{ij} = r_{ij} * \tilde{w}_j \quad (25)$$

(v) Definir a solução ideal positiva  $A^+$  e a solução ideal negativa  $A^-$  a partir do uso do método proposto por Chen, Lin e Huang (2006):

$$A^+ = \{\tilde{v}_1^+, \tilde{v}_j^+, \dots, \tilde{v}_m^+\} \text{ onde } \tilde{v}_j^+ = \max \{u_{vij}\} \quad (26)$$

$$A^- = \{\tilde{v}_1^-, \tilde{v}_j^-, \dots, \tilde{v}_m^-\} \text{ onde } \tilde{v}_j^- = \min \{l_{vij}\} \quad (27)$$

(vi) Calcular as distâncias Euclidianas entre  $A^+$  e  $A^-$  e cada uma das alternativas com o uso das **Equações (28), (29) e (30)**:

$$D_i^+ = \sum_{j=1}^m d_v(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^+) \quad (28)$$

$$D_i^- = \sum_{j=1}^m d_v(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^-) \quad (29)$$

$$d(\tilde{x}, \tilde{z}) = \sqrt{\frac{1}{3} * [(l_x - l_z)^2 + (m_x - m_z)^2 + (u_x - u_z)^2]} \quad (30)$$

(vii) Encontrar os coeficientes de proximidade (CC) para obter uma ordenação entre as alternativas, de acordo com a **Equação (31)**:

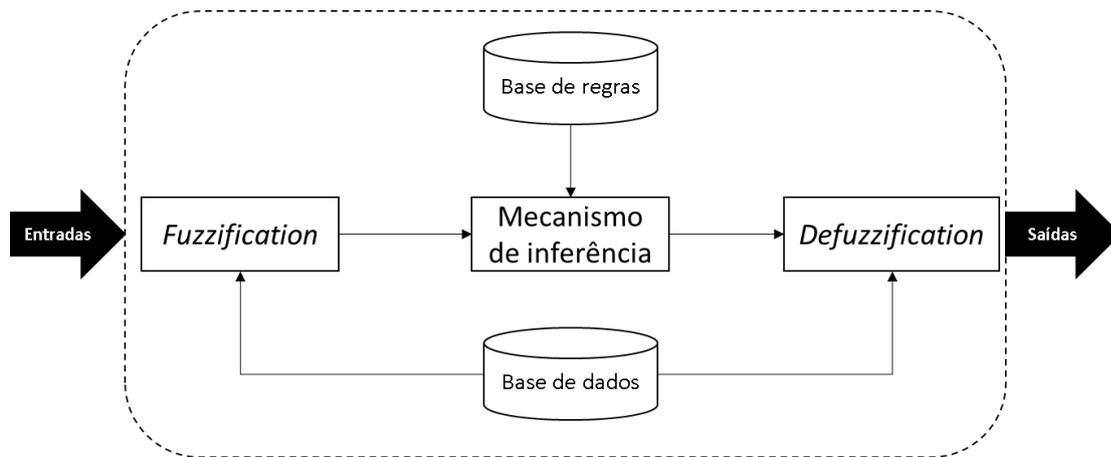
$$CC_i = \frac{D_i^-}{D_i^+ + D_i^-} \quad (31)$$

(viii) Definir a ordenação gerada pelo método *fuzzy* TOPSIS, na qual quanto maiores os coeficientes de aproximação, melhor a classificação da alternativa, devido à sua proximidade com a solução ideal positiva.

### 3.4 Sistema de inferência *fuzzy*

Os sistemas de inferência *fuzzy* foram inicialmente utilizados por Mamdani e Assilian (1975), que utilizaram uma série de operadores lógicos e regras de inferência seguindo o formato (*if...then...*) a partir da definição de conjuntos *fuzzy* para as variáveis de entrada e saída de um sistema de inferência. O sistema de Mamdani e Assilian (1975) conta com cinco elementos principais: *fuzzification*, base de regras, mecanismo de inferência, base de dados e *defuzzification*. A **Figura 11**, proposta por Zimmermann (2010) apresenta a relação entre os elementos deste sistema de inferência, chamado “controlador *fuzzy*”.

**Figura 11 – Sistema de inferência *fuzzy***



Fonte: Zimmermann (2010).

O sistema de inferência *fuzzy* requer uma base de dados que contenha os conjuntos *fuzzy* relacionados aos dados de entrada e saída (OSIRO; LIMA-JUNIOR; CARPINETTI, 2014). O termo *fuzzification* (ou “fuzzificação”) representa o processo de conversão dos valores *crisp* (numéricos) de entrada no grau de preferência dos termos relativos aos conjuntos *fuzzy* das variáveis de entrada; o mecanismo de inferência consiste em operações de implicação e composição e agregação para gerar os conjuntos *fuzzy* da variável de saída; por fim, *defuzzification* (ou “defuzzificação”) refere-se ao processo de transformação dos termos ativados das variáveis de saída novamente em números do formato *crisp* (OSIRO; LIMA-JUNIOR; CARPINETTI, 2014; ZANON et al., 2020). O passo-a-passo deste sistema é descrito a seguir.

Cada etapa do sistema de inferência possui operadores que devem ser utilizados a partir dos graus de pertinência dos termos de entrada e saída. Para isso, são utilizadas as bases de regras no formato (*if...then...*) destacado anteriormente, que podem ser representadas conforme mostrado em um exemplo genérico a partir da proposta de Mamdani e Assilian (1975) na **Equação (32)**:

$$\text{If Variável1 = "Baixo" AND Variável2 = "Baixo" then Saída = "Baixo"} \quad (32)$$

em que existe o “conjunto de condições antecedentes” (referente às variáveis de entrada) e as “condições consequentes” (referente à variável de saída). No exemplo, nota-se o uso do conector lógico “AND”, que indica o uso do operador t-norma (mínimo), que pode ser representado pela **Equação (33)**:

$$\mu_A(x) \text{ AND } \mu_B(y) = \text{Min} \{\mu_A(x), \mu_B(y)\} \quad (33)$$

O uso do operador t-norma é comum a situações de tomada de decisão e caracteristicamente usado em situações de não-compensação. Existem ainda os operadores t-conorma, que utilizam o conector lógico “OR” no relacionamento entre as variáveis de entrada e podem ser consultados em outros estudos (MAMDANI; ASSILIAN, 1975; OSIRO; LIMA-JUNIOR; CARPINETTI, 2014).

Após a aplicação do operador, define-se a relação de implicação entre o conjunto *fuzzy* que resulta das operações lógicas efetuadas e o consequente (termo de saída) das regras ativadas a partir dos dados de entrada (formato *crisp*). A relação de implicação R entre o conjunto antecedente  $\tilde{A}$  e o consequente  $\tilde{B}$  comumente utilizada (ZANON et al., 2020) é representada pela **Equação (34)**:

$$\mu_{R_{A \rightarrow B}} = \text{Min} \{\mu_A(x), \mu_B(y)\} \quad (34)$$

Posteriormente, uma relação de composição entre um *fuzzy singleton* S e a relação de implicação resulta no conjunto *fuzzy* de saída para para cada uma das regras. Nesta etapa, o uso mais comum é do operador MAX-MIN, representado na **Equação (35)**:

$$S \cdot R(x, y) = \text{Max} \{\text{Min} \{\mu_A(x, y), \mu_B(y, z)\}\} \quad (35)$$

As saídas são agregadas em um único conjunto *fuzzy* utilizando-se um operador de agregação compondo todas as regras ativadas, representando o último passo do mecanismo de inferência (OSIRO; LIMA-JUNIOR; CARPINETTI, 2014). Diversos operadores de agregação são propostos e podem ser consultados na literatura citada anteriormente. Porém, o operador de agregação mais utilizado é o MAX, o qual permite compensação entre as variáveis de entrada (ZANON et al., 2020). A **Equação (36)** apresenta o operador de agregação MAX:

$$AG(.) = \text{MAX}\{\mu_{r1}(x), \mu_{r2}(x) \dots \mu_{rn}(x)\} \quad (36)$$

Finalmente, é utilizado um operador de defuzzificação para gerar a saída em formato *crisp*. ZIMMERMANN (2010) destacou o uso do operador *Center of Area (CoA)*, apresentado na **Equação (37)**, ressaltando a existência de outros operadores que também podem ser utilizados para a mesma finalidade.

$$CoA = \frac{\sum_{k=1}^n \mu_A(x_k) x_k}{\sum_{k=1}^n \mu_A(x_k)} \quad (37)$$

## 4 GESTÃO DE CLIENTES DE MARKETING DIGITAL COM AUXÍLIO DE TÉCNICAS *FUZZY* E MCDM

A partir deste capítulo, são incorporadas ao texto as principais contribuições estudadas e propostas pelo autor. Primeiramente, visando contextualizar e caracterizar a organização foco deste estudo, a qual está inserida no setor de *marketing* digital, são apresentadas algumas informações e suas principais características. Posteriormente, é proposto o modelo CRM-MCDM em etapas – I) seleção de potenciais clientes; II) gestão de portfólio e priorização dos clientes; e III) priorização de projetos dos clientes – apontando e descrevendo os critérios e dimensões de desempenho utilizados, bem como as técnicas MCDM selecionadas para cada uma das etapas, com as respectivas justificativas. Por fim, são descritos alguns detalhes da coleta de dados e da preparação necessária para aplicação de maneira adequada.

### 4.1 Contexto de aplicação da proposta e empresa foco do estudo

O crescimento do *marketing* enquanto área funcional, bem como do processo de CRM e MCDM já foi amplamente tratado neste e em outros estudos. Outra tendência que vem sendo explorada pela literatura e pelas organizações é o desenvolvimento do *marketing* digital, conceito que representa não apenas o uso de canais digitais para oferecimento de produtos e serviços, mas também um conjunto de atividades e processos que utilizam as tecnologias digitais com a finalidade de criar e entregar maior valor aos clientes e *stakeholders* (KANNAN; LI, 2017). Outros objetivos do *marketing* digital e de mídias sociais citados por Felix Rauschnabel e Hinsch (2017) foram o estímulo às vendas, o aumento do conhecimento sobre a marca, a expansão do tráfego de clientes para plataformas *online*, a otimização dos custos de *marketing* e o aumento do engajamento dos clientes/usuários nas interações com publicações.

Como já destacado no **Capítulo 1**, Hmu Tin e Lau (2020) destacaram o “forte crescimento” da indústria do *marketing* digital. Também foi observado o crescimento deste setor no Brasil de acordo com os dados do IAB Brasil (Interactive Advertising Bureau, 2020), com expansão da importância dos canais de comunicação por meio do aumento do consumo dos principais conteúdos *online*.

A organização foco deste estudo enquadra-se como uma empresa prestadora de serviços de *marketing* digital, situada na cidade de São Carlos-SP. Inicialmente, uma coleta de informações sobre o funcionamento e modelo de negócio foi realizada por meio de processo de entrevista não-estruturada com seus diretores, de forma a deixá-los desenvolver as respostas

livremente, sem focar na obtenção de dados quantitativos ou definir um número e sequência de questões, tratando do funcionamento da organização com mais liberdade e flexibilidade (DE OLIVEIRA, 2011). Concluiu-se que:

- O público-alvo dos serviços da empresa é: outras organizações (*business-to-business*) ou influenciadores de redes sociais que oferecem “infoproduto”, ou seja, produtos que não são tangíveis e podem ser fornecidos como informação digital (Exemplo: cursos *online*). Este público-alvo é encontrado em diferentes plataformas *online* como: *Instagram, Youtube, Hotmart, Twitch*, entre outras;
- A organização é especializada em fornecer consultoria sobre *marketing* digital, além de auxiliar a produção de conteúdo de seus clientes;
- Trabalha com prospecção passiva (os clientes são apresentados à empresa por alguém da *Hotmart*, que possui parceria com a organização) e semi-ativa de clientes (a *Hotmart* fornece alguns perfis de clientes aos membros da empresa foco, que ficam responsáveis por fazer uma breve avaliação sobre suas principais características), não apresentando prospecção ativa atualmente;
- Não existe um processo de CRM estruturado, apesar da empresa prezar pelo alinhamento estratégico com seus clientes;
- A organização trabalha com a manutenção de um número de clientes limitado, uma vez que não tem ampla disposição de recursos humanos para lidar com um volume elevado e sendo assim, manifestou sua necessidade em selecionar seus clientes de forma assertiva, além de gerenciar seu portfólio de maneira bem orientada.
- O faturamento obtido com cada cliente é dado por um percentual (estabelecido em contrato) relativo ao aumento das receitas de cada um. A organização consegue controlar bem seu faturamento por cliente, mas optou por não detalhar seus custos fixos e custo por cliente. Portanto, não se apresenta um cálculo efetivo de lucro por cliente.
- Os clientes já contemplados pelos serviços da empresa são chamados pelos membros de “parceiros” da organização;
- Cada parceiro da organização apresenta algumas oportunidades de projetos. Exemplificando: um mesmo cliente pode querer divulgar um novo produto (ou tipo de conteúdo), ou melhorar alcance e retorno de um conteúdo já produzido. Portanto, além de uma ordem prioritária de clientes, pode-se estabelecer também uma ordem prioritária relativa aos projetos que eles possibilitam.

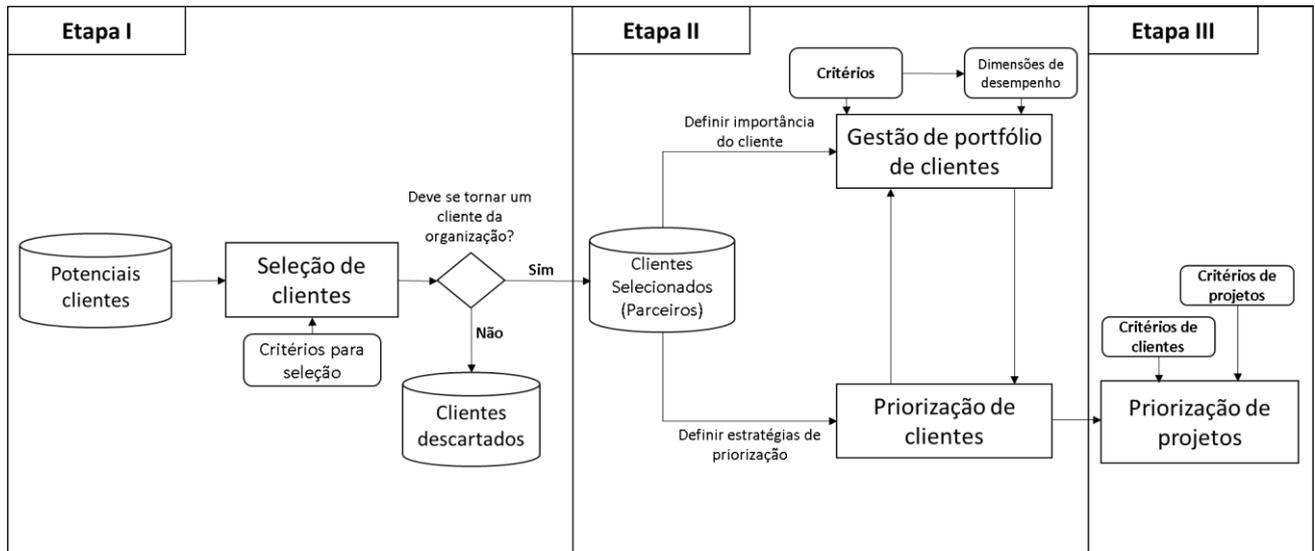
Com estas informações, desenvolveu-se uma proposta de modelo CRM para seleção, gestão de portfólio e priorização de clientes da organização, utilizando para isso os métodos de decisão multicritério. Ressalta-se ainda que devido à restrição de recursos humanos, no momento da pesquisa a empresa passava por um processo de reavaliação de alguns de seus clientes, o que tornou ainda mais adequado – tanto na visão de seus membros, quanto do autor deste projeto – o desenvolvimento da proposta de modelo CRM-MCDM.

## 4.2 Modelo proposto e suas particularidades

A **Figura 12** ilustra a relação entre as atividades de seleção, gestão de portfólio e priorização de clientes, com base nas revisões apresentadas para cada uma delas. Representa também uma visão geral acerca do modelo CRM-MCDM proposto, no qual pode-se perceber três blocos de atividades, ou etapas principais: I) Seleção de potenciais clientes, II) Gestão de portfólio e priorização de cliente e III) Priorização de projetos de clientes. Pode-se descrever brevemente cada uma das etapas:

- I. Etapa de Seleção de potenciais clientes:** consiste na prospecção e identificação de quais clientes podem vir a se tornar parceiros da organização. Os clientes que não apresentarem características e desempenho adequado são temporariamente descartados, enquanto os que forem aceitos na etapa de seleção, tornam-se parte da base de clientes da empresa, também chamada neste texto de portfólio de clientes.
- II. Etapa de Gestão de Portfólio e priorização de clientes:** etapa que representa a análise e avaliação dos clientes já contemplados pelos serviços da empresa (parceiros), ou seja, influenciadores digitais e empresas que já são parceiros da organização foco, recebendo consultoria e auxílio na produção de conteúdo. Tem como objetivo a classificação dos clientes para definir estratégias de priorização que a organização deve tomar para mantê-los, priorizá-los e até mesmo descartá-los caso necessário.
- III. Etapa de priorização de projetos dos clientes:** caracterizada por ser uma das possíveis estratégias de priorização de clientes da organização. Esta etapa consiste na avaliação e determinação dos projetos de clientes parceiros que são mais relevantes à organização foco. Sendo assim, tem como objetivo determinar a ordem prioritária de execução dos projetos, levando em consideração a priorização de clientes e os principais aspectos de cada projeto avaliado.

**Figura 12 – Overview do modelo CRM-MCDM**



Fonte: Elaborado pelo autor.

Também se nota na **Figura 12** que diferentes decisões devem ser tomadas com suporte de cada uma das etapas do modelo, o que exigiu a avaliação sob diferentes critérios e perspectivas. Desta forma, decidiu-se que diferentes técnicas de decisão multicritério devem ser aplicadas, de acordo com a adequação ao problema encontrado em cada uma das etapas. Os **Quadro 11 e 12** mostram, resumidamente, as proposições de critérios e dimensões de avaliação, assim como as técnicas e a forma de análise a serem usadas em cada uma das etapas.

Quadro 11 – Características gerais das etapas I e II do modelo CRM-MCDM

Etapa de Seleção			Etapa de priorização e gestão de portfólio			
Critérios	Técnica	Análise	Critérios	Dimensão de desempenho	Técnica	Análise
Audiência, plataforma utilizada, relevância do nicho	PROMETHEE II	Ranking de clientes	Foco, crescimento da audiência, produção de conteúdo, qualidade de conteúdo e crescimento do faturamento	Potencial de crescimento	Fuzzy TOPSIS	Matriz de portfólio
			Empatia, abertura, cumprimento de prazos e grau de exigência	Relacionamento	Fuzzy TOPSIS	
			Faturamento (últimos 3 meses) e investimento	Custo-benefício	Não se aplica	

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quadro 12 – Características gerais da etapa III do modelo CRM-MCDM

Etapa de priorização de projetos				
Dados dos clientes	Sub-critérios	Critérios de projetos	Técnica	Análise
Potencial de crescimento, Relacionamento e Custo-benefício	Nota do parceiro, grau de importância	Importância estratégica do projeto	Sistema de inferência fuzzy e PROMETHEE II	Ranking de projetos
-	-	Retorno financeiro		
-	-	Grau de autonomia		

Fonte: Elaborado pelo autor.

Analisando-se o modelo e as características apresentadas nos **Quadros 11 e 12**, nota-se que este estudo buscou explorar algumas das lacunas da literatura citadas durante a RBS dos demais modelos encontrados, delimitadas anteriormente na **subseção 2.3**. A principal delas foi o desenvolvimento de um único modelo CRM contendo as três atividades de avaliação de clientes: seleção, priorização e gestão de portfólio de clientes. Além disso, trouxe a aplicação de uma técnica de natureza não-compensatória da família PROMETHEE. Também houve o uso de técnicas diferentes de acordo com a etapa de análise: enquanto a etapa de seleção utilizou o PROMETHEE II, a gestão de portfólio e priorização foi marcada pela escolha de aplicação do *fuzzy* TOPSIS em duas das três dimensões de desempenho. O sistema de inferência *fuzzy* foi utilizado na etapa de ordenação dos projetos de clientes. Portanto, o modelo caracteriza-se por atingir as perspectivas estratégica e operacional propostas por Lambert (2009), sendo também um modelo de CRM analítico na definição de Krishna e Ravi (2016), devido às aplicações de técnicas para análise de dados. Por fim, duas formas de análise foram utilizadas: para a seleção de potenciais clientes, o *output* é um *ranking* das alternativas. Esta mesma forma de análise é utilizada para ordenar os projetos de clientes; já para a gestão de portfólio e priorização, o principal *output* são matrizes de portfólio bidimensionais. Estas características e diferenciais estão descritas e justificadas de maneira mais específica com o detalhamento das etapas nas subseções **4.2.1**, **4.2.2** e **4.2.3**.

#### **4.2.1 Etapa I: Seleção de potenciais clientes**

A Etapa de Seleção abrange a prospecção dos possíveis clientes da organização foco, como revelado anteriormente. Portanto, trata-se de importante etapa no processo do funil de vendas da empresa. Analisando-se o *framework* de aquisição e seleção de clientes proposto por D’Haen e Van Den Poel (2013) e adaptado por Järvinen e Taiminen (2016), a seleção de clientes desta proposta representa a conversão de *leads* – que são clientes potenciais qualificados a ser contatados, com base em uma série de critérios pré-definidos – em *deals* – que são os clientes já convertidos por meio de negociação e venda (JÄRVINEN; TAIMINEN, 2016). Os critérios propostos para esta etapa foram definidos com base nas entrevistas com os diretores da organização e validados com base na observação e estudo dos modelos da literatura, nos quais diversos tipos de métricas foram propostos de acordo com os contextos em que cada estudo esteve inserido. Os critérios já foram brevemente apresentados no **Quadro 11**; o **Quadro 13** apresenta suas descrições e detalhamento.

**Quadro 13 – Critérios utilizados na Seleção de potenciais clientes**

<b>Critério</b>	<b>Descrição</b>	<b>Tipo</b>	<b>Escala</b>
Audiência	Número de seguidores que o possível cliente possui nas redes sociais	Benefício	Numérica
Plataforma utilizada	Expressa qual a plataforma utilizada pelo cliente na divulgação dos conteúdos, uma vez que a organização tem uma ordem preferencial	Benefício	Numérica
Relevância do nicho	Cada cliente possui produção de conteúdo voltada à diferentes nichos (Exemplo: educação financeira, esportes, cursos, dentre outros.), sendo que estes nichos podem atrair quantidades diferentes de interessados. Este critério expressa a importância do nicho em que o potencial cliente produz seus conteúdos	Benefício	Numérica

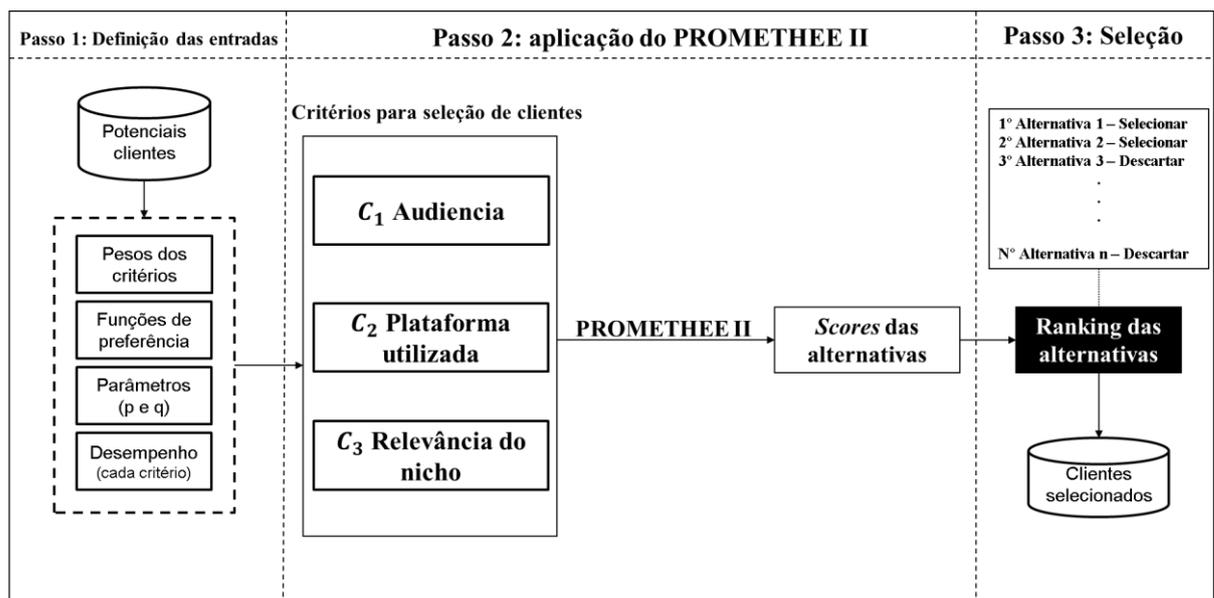
Fonte: Dados da pesquisa.

A definição dos critérios da etapa de seleção foi feita seguindo as informações consideradas como mais importantes pelos membros da organização foco, de acordo com o contexto em que está inserida. Sendo assim, os critérios desta etapa são dependentes do contexto de aplicação, o que foi comum nos modelos encontrados na literatura e apresentados nos **Quadros 8 e 9**. Todos os critérios apresentados foram de benefício, ou seja, quanto maiores as avaliações, melhor o desempenho da alternativa. O critério “Audiência” foi definido com escala numérica de avaliação, a ser mensurada em quantidade de seguidores. Também se destacou a escolha pela escala numérica nos casos do critério “Plataforma utilizada” e “Relevância do nicho”, os quais foram definidos por meio de “notas” considerando-se o intervalo numérico de 0 à 10. Nota-se a ausência do critério CLV, o que ocorreu devido à dificuldade da organização em coletar dados que possibilitassem estimar o *lifetime value* de potenciais clientes, durante esta etapa do processo.

Por se tratar de uma etapa de seleção ou descarte dos potenciais clientes, optou-se pela aplicação de um método não-compensatório, buscando tornar selecionáveis apenas as alternativas que apresentassem um desempenho desejável em cada um dos critérios e excluindo-se a possibilidade de compensação, ou seja, casos em que uma alta avaliação em um dos critérios pudesse compensar baixas avaliações nos demais. A relação entre critérios foi outra motivação decisiva na escolha da racionalidade não-compensatória, podendo-se exemplificar na prática: por mais relevante que um nicho seja, ele não deve compensar a audiência que uma

alternativa de nicho distinto possui. Desta forma, devido aos critérios apresentarem naturezas distintas, além de possuírem avaliações baseadas em diferentes escalas, decidiu-se pela aplicação do método PROMETHEE II, o qual possibilita a seleção de diferentes funções de preferência e seus parâmetros, de acordo com as características particulares de avaliação de cada critério. Outro fator decisivo na escolha do PROMETHEE II foi a comparação par-a-par realizada nas etapas de cálculos, uma vez que a análise comparativa é fundamental para escolher uma alternativa em detrimento a outra. Por fim, o PROMETHEE II foi preferível aos outros métodos da mesma família por resultar em uma pré-ordem total das alternativas por meio do indicador de fluxo líquido, possibilitando a obtenção de visão geral entre todas elas e minimizando-se a possibilidade de incomparabilidade. Para a execução desta seleção de potenciais clientes, foi proposto o passo-a-passo ilustrado na **Figura 13**, descrito em seguida.

**Figura 13 – Passos da Etapa de Seleção**



Fonte: Elaborado pelo autor.

- 1) **Definição das entradas:** definir os pesos dos critérios da etapa de seleção; estabelecer a função de preferência e os respectivos parâmetros (preferência ou indiferença) exigidos para a execução do PROMETHEE II (**ver 3.1**); determinar o número de alternativas, que são os possíveis clientes que deseja-se avaliar; e, por fim, inserir os dados de desempenho das alternativas em cada um dos critérios.
- 2) **Aplicação do PROMETHEE II:** utilizar as etapas de cálculo do método PROMETHEE II para obter o *score* das alternativas por meio dos fluxos líquidos de cada uma delas, conforme apresentado em **3.1**. Por meio de implementação

computacional e uso do recurso VBA do Excel, esta etapa foi automatizada para tornar o modelo replicável, permitindo seu uso aos gestores da organização sem que haja necessidade de realizar o passo-a-passo de cálculos do método.

- 3) **Seleção dos melhores clientes:** analisar o resultado fornecido pelo PROMETHEE II para gerar um *ranking* das alternativas e decidir entre selecionar ou descartar os clientes de acordo com a posição ocupada por eles na ordenação resultante.

#### 4.2.2 Etapa II: Gestão de portfólio e priorização de clientes

A segunda etapa, denominada de gestão de portfólio e priorização, caracteriza-se pela avaliação de clientes que já são contemplados pelos serviços da organização foco, ou seja, a análise do portfólio de clientes. Por meio deste processo, os clientes podem ser classificados em diferentes grupos, tornando possível a definição de ações de priorização para cada um deles. Definiu-se o uso de matrizes de portfólio como forma adequada para estabelecer classificações e facilitar a gestão visual para os tomadores de decisão. No entanto, para elaborar estas matrizes, foi necessário determinar suas dimensões de desempenho, bem como os critérios associados a cada uma, os quais já foram apresentados anteriormente (**Quadro 11**), sendo retomados e detalhados no **Quadro 14**. Além da importância das dimensões de desempenho na representação do *design* de matrizes de portfólio, ressalta-se que elas foram essenciais no agrupamento dos critérios de naturezas semelhantes. Sendo assim:

- **Potencial de crescimento:** definido com base na proposta de dimensão de desempenho de HU *et al.* (2010) e no critério de potencial estabelecido por Khorramshahgol e Al-Husain (2021) agrupou critérios focados em características que podem expressar o crescimento dos clientes, de acordo com o contexto de *marketing* digital e o modelo de negócio apresentado;
- **Relacionamento:** agrupou critérios que expressam como a organização foco enxerga seus clientes e como isso pode influenciar em um bom relacionamento. Diferentemente de estudos como Lau *et al.* (2016a) e Leung, Choy e Lam (2019), neste estudo o relacionamento foi definido como uma dimensão de desempenho (não apenas um critério), justamente por agregar diferentes critérios importantes para a organização foco;
- **Custo-benefício:** agrupou métricas financeiras de faturamento e investimento para cada um dos clientes avaliados. Nota-se que, assim como Hmu Tin e Lau (2020), optou-se por utilizar a métrica financeira de receita gerada pelos diferentes clientes, em

detrimento do lucro, apresentado em várias outras propostas citadas e descritas na RBS. Esta decisão foi tomada devido à semelhança entre os contextos estudados e também porque a organização foco decidiu por compartilhar apenas os dados de faturamento, uma vez que não possui um cálculo de lucro por cliente bem estruturado. Sendo assim, optou-se por manter maior fidelidade entre o modelo e os dados fornecidos, sem propor alterações nos indicadores atualmente utilizados pela organização.

**Quadro 14 – Dimensões e critérios utilizados na GPC e priorização de clientes**

<b>Dimensão</b>	<b>Crítérios</b>	<b>Descrição</b>	<b>Tipo</b>	<b>Escala</b>
Potencial de crescimento	Foco	Expressa se o infoproduto oferecido pelo cliente é um dos principais negócios dele	Benefício	Termos linguísticos
	Crescimento da audiência	Grau de crescimento do número de seguidores dos clientes	Benefício	Termos linguísticos
	Produção de conteúdo	Caracteriza a quantidade de conteúdo produzida pelo cliente	Benefício	Termos linguísticos
	Qualidade de conteúdo	Caracteriza a qualidade do conteúdo produzida pelo cliente	Benefício	Termos linguísticos
	Crescimento do faturamento	Expressa uma projeção de crescimento do faturamento dos clientes baseando-se em dados passados e conhecimento dos decisores	Benefício	Numérica
Relacionamento	Empatia	Nível de empatia que os membros da organização foco tem pelos clientes	Benefício	Termos linguísticos
	Abertura	Expressa se o cliente é mais propenso a aceitar novas ideias e contribuir com elas	Benefício	Termos linguísticos
	Cumprimento de prazos	Expressa se o cliente age rapidamente quando é solicitado pela organização foco	Benefício	Termos linguísticos
	Grau de exigência	Caracteriza se o cliente faz muitas cobranças e exige frequentemente melhor serviço	Custo	Termos linguísticos
Custo-benefício	Faturamento	Média de faturamento do cliente nos últimos 3 meses	Benefício	Valor em R\$
	Investimento	Valor investido pela organização foco no cliente, representado apenas pelo produto entre horas trabalhadas e salário dos funcionários	Custo	Valor em R\$

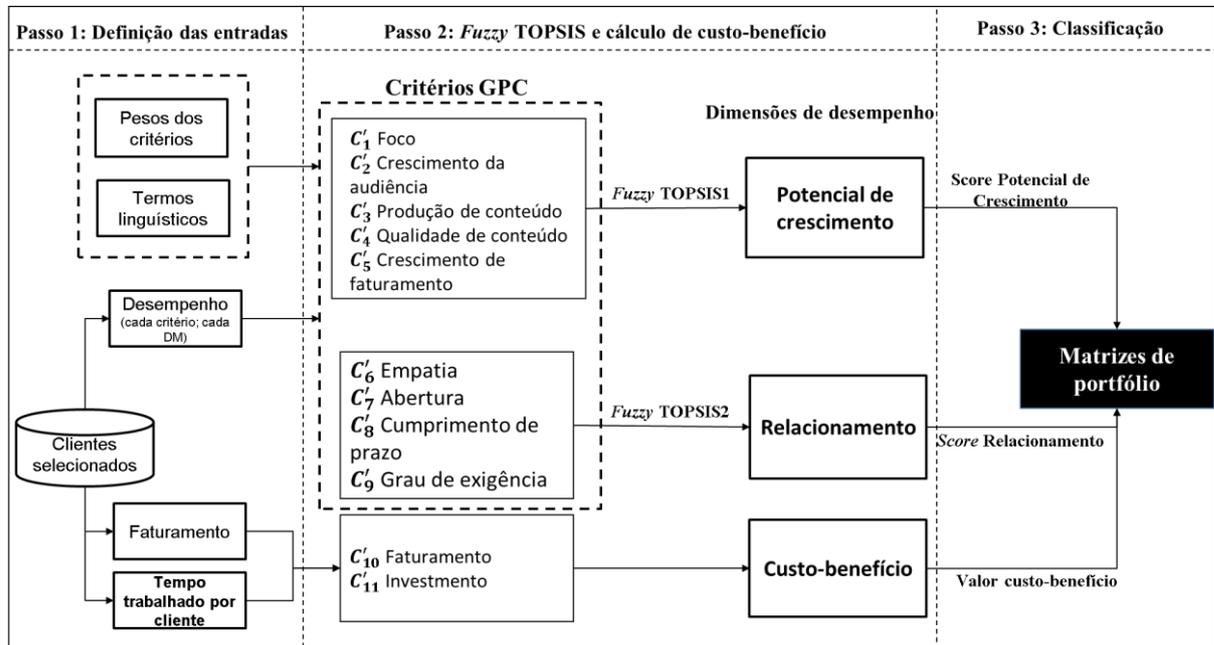
Fonte: Dados da pesquisa.

A maior parte dos critérios representou métricas de benefício. No entanto, o “Grau de exigência” – métrica da dimensão de relacionamento – e o “Investimento” – métrica da dimensão custo-benefício – foram estabelecidos como critérios de custo, ou seja, quanto mais altas suas avaliações, pior o desempenho das alternativas. Os critérios que adotaram escala linguística tiveram avaliações com base nos termos “Muito baixo”, “Baixo”, “Médio”, “Alto” e “Muito Alto”, enquanto o “Crescimento de faturamento” utilizou escala numérica. Por fim, os critérios do custo-benefício foram definidos em termos de unidade monetária (R\$). Nesta etapa, deve-se ressaltar a ausência de critério visando estabelecer a chance de perder um cliente para um concorrente direto (ou *churn*), que não foi considerado por falta de dados, uma vez que não se trata de uma métrica utilizada ou dimensionada pelos membros da organização foco, que optam por não quantificar nem estimar essa métrica, porque estabelecem contratos de longa duração e com multa rescisória pré-acordada, reduzindo este tipo de risco. Ainda assim, levando em consideração que este poderia ser um critério inserido pelos tomadores de decisão futuramente, a implementação computacional foi feita garantindo a possibilidade de inserção de novos critérios na análise dos clientes.

Diante da existência de critérios qualitativos que devem ser julgados por meio de termos linguísticos, assumindo-se assim determinado grau de incerteza, a primeira necessidade relacionada ao método MCDM desta etapa foi a possibilidade de considerar essas incertezas no processo de avaliação. Portanto, optou-se pela aplicação de uma técnica *fuzzy* MCDM, ou seja, uma técnica de decisão multicritério associada à teoria dos conjuntos *fuzzy*. Como os critérios foram separados em dimensões de desempenho, houve definição pela aplicação de um método compensatório, justamente para permitir a compensação entre os critérios no cálculo final do desempenho da alternativa na respectiva dimensão. Desta forma, a técnica escolhida para aplicação na etapa de gestão de portfólio e priorização de clientes foi o *fuzzy* TOPSIS. Outra razão para essa escolha foi o fato de a etapa não priorizar análise comparativa, mas sim a avaliação individual de cada um dos clientes, baseando-se nos desempenhos deles em cada uma das dimensões de desempenho. Além disso, o principal motivo para escolher o *fuzzy* TOPSIS e não um método de classificação (como o *fuzzy* TOPSIS-Class) foi a preferência por definir as saídas numericamente (*scores* em um intervalo de 0 a 1), possibilitando ordenar as alternativas a partir de seus *scores* e não apenas classificá-las em diferentes grupos de desempenho, gerando como resultados medidas desagregadas em cada uma das dimensões e não apenas *insights* gerais, mas também possibilitando o entendimento de quais melhorias possíveis para cada

cliente. A **Figura 14** ilustra o passo-a-passo das atividades para esta segunda etapa do modelo, descrito em seguida.

**Figura 14 – Passos da etapa de gestão de portfólio e priorização**



Fonte: Elaborado pelo autor.

- 1) **Definição das entradas:** definir os pesos dos critérios, validar os termos linguísticos de avaliação para os critérios qualitativos e atribuir os respectivos números *fuzzy* a cada um deles, determinar o número de alternativas, determinar o número de decisores que avaliam cada alternativa e realizar as avaliações por meio dos termos linguísticos, nos casos das dimensões de potencial de crescimento e relacionamento. Já para a dimensão de custo-benefício, as únicas entradas necessárias são os dados de retorno financeiro, tempo de mão-de-obra disponibilizada para cada cliente e seus respectivos custos.
- 2) **Aplicação do *fuzzy* TOPSIS e da fórmula para custo-benefício:** utilizar as etapas de cálculo do método *fuzzy* TOPSIS para obter o *score* das dimensões potencial de crescimento e relacionamento (ver 3.3). Tal como na etapa de seleção, a implementação computacional e uso do recurso VBA do Excel permitiu a automatização desta etapa, tornando o modelo replicável e possibilitando seu uso aos gestores da organização de forma autônoma, sem que haja necessidade de realizar o passo-a-passo de cálculos do método. Para a dimensão de custo-benefício, a seguinte fórmula foi utilizada para cálculo:

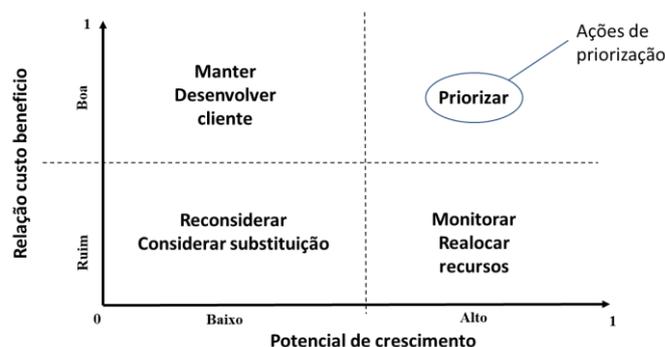
$$\text{Custo} - \text{Benefício} = \frac{\text{Faturamento (média dos últimos 3 meses)}}{\text{Investimento}} \quad (38)$$

Sendo assim, estabeleceu-se uma relação de retorno sobre o investimento, tornando-se uma métrica de benefício, em que quanto mais alto o valor, melhor o desempenho.

- 3) **Classificação:** Normalizar os coeficientes de aproximação resultantes do *fuzzy* TOPSIS dividindo-os pelo coeficiente máximo dentre as alternativas e posicioná-las nas matrizes de portfólio. Esta forma de cálculo (utilizando *fuzzy* TOPSIS) e consequente classificação resultante por meio de matriz obteve sucesso na classificação e desenvolvimento de fornecedores (LIMA-JUNIOR; CARPINETTI, 2016), tornando-se mais um motivo para aplicação no presente estudo, feitas as devidas adaptações e guardando-se as particularidades de cada caso.

Por se tratarem de três dimensões de desempenho, duas possibilidades foram avaliadas: uma única matriz tridimensional ou duas matrizes bidimensionais. Visando maior facilidade de visualização e análise para os tomadores de decisão da empresa, além de permitir a combinação entre dimensões e ser uma característica mais difundida na literatura, escolheu-se a representação de portfólio por meio de duas matrizes bidimensionais. Apesar do grande uso na literatura, as matrizes propostas apresentaram originalidade na definição de suas dimensões de desempenho, sendo inovativas. A primeira delas, formada por potencial de crescimento x custo-benefício, é ilustrada por meio da **Figura 15**. A matriz foi dividida em quatro quadrantes, sendo que cada um deles expressa a classificação dos clientes no portfólio e permite definir as ações que devem ser tomadas visando melhorar o posicionamento dos clientes na matriz, ou então mantê-los em posições estratégicas e favoráveis à organização. Por fim, a classificação permite decidir quais clientes devem ter máxima prioridade, levando ao desenvolvimento de estratégias de priorização mais adequadas.

**Figura 15 – Matriz de Gestão de Portfólio de Clientes 1**

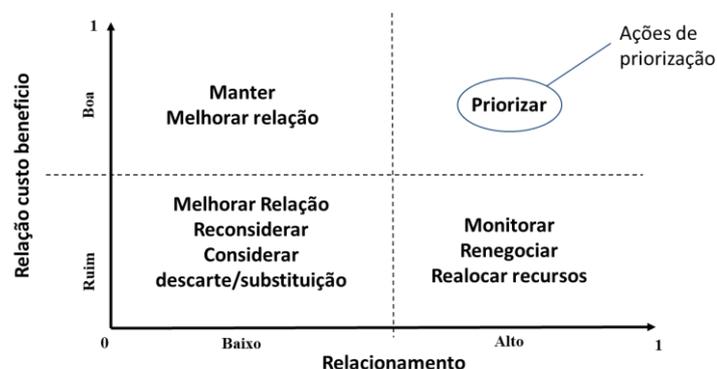


Fonte: Elaborado pelo Autor com base em dados da pesquisa.

A **Figura 15** mostra que os clientes definidos como prioritários são aqueles que apresentam boa relação de custo-benefício e alto potencial de crescimento. Clientes com bom custo-benefício e baixo potencial de crescimento devem ser mantidos ou passar por processo de desenvolvimento, a depender principalmente do tipo e qualidade de conteúdo produzido. Já os clientes com bom potencial de crescimento e baixo custo-benefício, devem ser monitorados e/ou passar por uma realocação de recursos humanos que permita potencializar o aspecto financeiro, mas mantendo atendimento e nível de serviço suficiente ao cliente. Por fim, clientes com baixos desempenhos nas duas dimensões devem passar por processo de reconsideração e reavaliação frequente e, em caso de recorrência desta classificação, pode-se até mesmo considerar o descarte deste cliente, com substituição por novos selecionados.

A segunda matriz de portfólio foi formada pelas dimensões de relacionamento x custo-benefício e é apresentada por meio da **Figura 16**. A divisão em duas matrizes favoreceu a avaliação em partes e o foco do desenvolvimento dos clientes nas dimensões de desempenho específicas. Além disso, optou-se por utilizar a dimensão de custo-benefício nas duas matrizes devido à relevância desta dimensão de desempenho para a organização. De maneira semelhante à primeira matriz, houve a divisão em quatro quadrantes que expressam a classificação dos clientes e apresentam algumas ações que podem ser tomadas tanto para a manutenção de clientes estratégicos quanto para a busca de melhoria do posicionamento de clientes. Esta segunda matriz também permitiu o estabelecimento de um grupo de clientes prioritários, a partir dos quais deve-se elaborar estratégias e formas de priorização adequadas. Ela também pode ser utilizada para complementar as análises da matriz anterior.

**Figura 16 – Matriz de Gestão de Portfólio de Clientes 2**



Fonte: Elaborado pelo Autor com base em dados da pesquisa.

A matriz de portfólio da **Figura 16** mostra que o grupo de clientes prioritários é representado pelas alternativas com alto desempenho na dimensão relacionamento e bom custo-benefício. Já os clientes de boa relação custo-benefício, porém com baixo desempenho em relacionamento, devem ser mantidos ou ter relacionamento aperfeiçoado, caso a organização identifique esta possibilidade. Os clientes com bom relacionamento e baixo custo-benefício representam boa oportunidade para renegociação, uma vez que podem apresentar menos barreiras neste sentido. Também devem ser monitorados ou passar por realocação de recursos, visando maximizar o custo-benefício. Por fim, clientes com desempenho baixo nas duas dimensões tem que ser reavaliados e podem passar por descarte e substituição, caso mantenham-se nesta posição por algum tempo.

Ressalta-se que para realizar as análises, as matrizes não devem ser completamente isoladas, uma vez que compartilham de um mesmo eixo (ou dimensão de desempenho), o custo-benefício. Sendo assim, tratam-se de avaliações complementares:

- Para bom custo-benefício e mais uma dimensão bem avaliada (quadrante superior direito): os clientes serão prioritários caso apresentem uma das demais dimensões de desempenho bem avaliadas, podendo até ter a outra dimensão de desempenho mantida mesmo em caso de avaliação não tão boa. Exemplo: cliente com bom custo-benefício e alto potencial de crescimento, mas com baixo índice de relacionamento.
- Para bom custo-benefício e as demais dimensões com baixo desempenho (quadrante superior esquerdo em ambas): são clientes de alta importância que caso a organização veja potencial, podem ser desenvolvidos ou ter a relação melhorada, para que se tornem prioritários. Tratam-se de clientes estratégicos para a organização.
- Para custo-benefício ruim e as demais dimensões com alto desempenho (quadrante inferior direito em ambas): não devem ser tratados como clientes prioritários, mas podem ser monitorados e realocar recursos para melhorar a relação custo-benefício. Podem se tornar clientes estratégicos.
- Para custo-benefício ruim e apenas uma dimensão bem avaliada: não são clientes prioritários, devem ser monitorados com maior frequência e reavaliados para que não se mantenham no quadrante inferior. Exemplo: cliente de baixo custo-benefício e alto relacionamento, mas baixo potencial de crescimento.
- Para custo-benefício ruim e as demais dimensões com baixo desempenho (quadrante inferior esquerdo em ambas): clientes de menor prioridade e pior desempenho, a

avaliação deve ser contínua e pode-se descartá-los ou substituí-los por novos clientes que venham a surgir como boas alternativas na etapa de seleção.

#### 4.2.3 Etapa III: Priorização de projetos dos clientes

A terceira etapa do modelo denomina-se priorização de projetos dos clientes (parceiros), envolvendo uma sequência de passos que visa ordenar os projetos que podem ser mais benéficos à organização e conseqüentemente definir ordem prioritária para sua execução. Trata-se, portanto, de uma das formas que a organização possui para priorizar seus clientes, utilizando-se de urgência para execução nos casos de maior importância. A primeira definição importante desta etapa foi o uso dos *scores* das dimensões de desempenho da Etapa II como parte dos dados de entrada, sendo mencionados anteriormente (**Quadro 12**) como “Critérios de clientes”, por representar avaliações sobre cada um deles. Além disso, foram definidos dois “Subcritérios”:

- Nota do parceiro: resultante da agregação dos *scores* das dimensões Potencial de crescimento, Relacionamento e Custo-benefício, definido por meio de escala numérica;
- Importância do projeto: representa o quão importante o projeto é na visão do parceiro, sendo resultado de uma coleta de dados na relação entre o cliente e a empresa, representado por indicador numérico ordinal, considerando uma escala de 0 a 1.

Por fim, foram definidos “Critérios de projetos”, os quais são retomados e descritos no **Quadro 15**.

**Quadro 15 – Critérios de projetos utilizados na priorização de projetos**

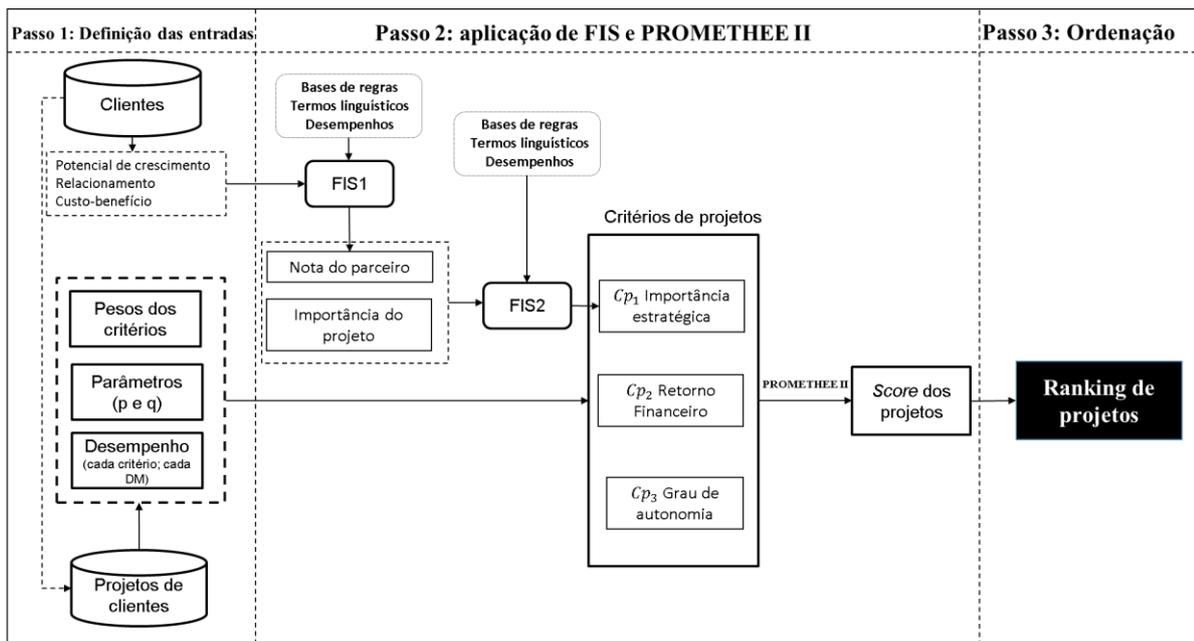
<b>Critérios de projetos</b>	<b>Descrição</b>	<b>Tipo</b>	<b>Escala</b>
Importância estratégica	Resultado da agregação dos subcritérios mencionados anteriormente	Benefício	Numérica
Retorno financeiro	Expressa o retorno financeiro estimado que cada projeto oferece	Benefício	Numérica
Grau de autonomia	Representa quanta autonomia os membros da organização focos recebem do parceiro na execução do projeto e utilização de dados, afetando diretamente a execução e os resultados do projeto	Benefício	Numérica

Fonte: Dados da pesquisa.

Os critérios apresentados foram todos de benefício e utilizaram escalas numéricas. Os critérios de importância estratégica e grau de autonomia consideraram escala ordinal no intervalo de 0 a 1, enquanto o Retorno financeiro foi considerado em termos de unidade monetária (R\$).

Para esta etapa, duas técnicas diferentes foram selecionadas para aplicação. Em um primeiro momento, o sistema de inferência *fuzzy* (FIS) foi utilizado: I) **FIS1** para agregar os *scores* dos clientes nas dimensões de desempenho, resultando na “Nota do parceiro”; II) **FIS2** para agregar os subcritérios “Nota do parceiro” e “Importância do projeto”, resultando na “Importância estratégica” do projeto. A escolha pode ser justificada devido à capacidade do sistema de inferência trabalhar com entradas numéricas (formato *crisp*) e realizar procedimentos de “fuzzificação”, garantindo a consideração de incertezas no processo. Houve ainda um bom encaixe para utilizar as saídas numéricas geradas pelo *fuzzy* TOPSIS da Etapa II. Outro motivo para o uso do sistema de inferência foi a possibilidade de criar as bases de regras e utilizar diferentes operadores para guiar a compensação ou não-compensação durante o procedimento. Por fim, o PROMETHEE II foi novamente utilizado, justamente para gerar uma ordenação dos projetos a partir dos três critérios apontados pelo **Quadro 15**. A **Figura 17** ilustra o passo-a-passo da Etapa III, caracterizando a aplicação das técnicas e as demais atividades.

**Figura 17 – Passos da etapa de priorização de projetos dos clientes**



Fonte: Elaborado pelo autor.

- 1) **Definição das entradas:** definir quais clientes terão projetos avaliados e coletar seus dados das dimensões de desempenho calculados na Etapa II; determinar os projetos avaliados e estabelecer os parâmetros dos dois sistemas de inferência *fuzzy*, que são: termos linguísticos de avaliação, bases de regras e desempenhos em cada um dos critérios. O primeiro sistema de inferência (FIS1) é utilizado para obter uma nota do parceiro, enquanto o segundo (FIS2) tem como objetivo estabelecer a importância estratégica do projeto. Também devem ser definidos os dados de entrada e parâmetros do PROMETHEE II, considerando como critérios a importância estratégica, retorno financeiro e grau de autonomia.
- 2) **Aplicação de FIS e PROMETHEE II:** utilizar as etapas de cálculo do sistema de inferência *fuzzy* (ver 3.4) para executar as duas inferências citadas e explicadas anteriormente. Posteriormente, utilizar as etapas de cálculo do PROMETHEE II para obter o *score* global relacionado a cada projeto.
- 3) **Ordenação dos projetos:** avaliar os fluxos líquidos resultantes do método PROMETHEE II para gerar a ordenação dos projetos e criar uma lista de prioridades para sua execução.

## 5 APLICAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS

Este capítulo apresenta a aplicação piloto do modelo desenvolvido, a qual foi realizada junto à organização foco descrita no **Capítulo 4** da dissertação. Foram efetuadas três aplicações distintas: a primeira considerando a seleção de potenciais clientes para a organização, representando a Etapa I; a segunda foi realizada baseando-se em clientes atuais da empresa, caracterizando a Etapa II; já a terceira, envolveu a ordenação e priorização de projetos destes clientes, conforme descrito na Etapa III. Também são apresentadas as análises referentes a cada uma das etapas, a partir dos resultados obtidos com a aplicação das técnicas MCDM utilizadas em cada uma delas. Ressalta-se que as aplicações foram feitas baseando-se nos critérios estabelecidos anteriormente, mas deixando aberta a possibilidade de inserção ou retirada de novos critérios e parâmetros em aplicações futuras, devido à flexibilidade na implementação computacional.

### 5.1 Seleção de potenciais clientes: resultados e análise

A etapa seleção de potenciais clientes envolveu a avaliação de 63 alternativas consideradas pela organização foco. Visando adequar os dados ao texto da dissertação, garantindo melhor ilustração do passo-a-passo, uma pré-seleção de 21 potenciais clientes foi realizada juntamente aos membros da organização foco (os dados e rankings finais das 63 alternativas podem ser vistos no **Apêndice A**). Nesta etapa do modelo, as avaliações das alternativas foram realizadas apenas pelo diretor da empresa de *marketing* digital, caracterizando decisor único (i.e.  $DM = 1$ ). Os critérios avaliados foram os apresentados no **Quadro 13**.

#### 5.1.1 Passo 1: Definição das entradas

Inicialmente, o decisor definiu os pesos de cada um dos critérios e as funções de preferência associadas a cada um deles, com seus respectivos parâmetros definidos. A **Tabela 2** apresenta essas informações. Nota-se que o único critério utilizou uma função de preferência distinta da preferência estrita foi a audiência, no qual foi definido um limiar  $p = 10000$ , seguindo a função tipo III (apresentada no **Quadro 10**). Posteriormente, os membros da organização coletaram e repassaram os dados de audiência ( $C_1$ ) de cada uma das 21 alternativas, obtidos a partir das redes sociais de cada uma delas. Por fim, foi solicitado ao tomador de decisão que avaliasse o desempenho das alternativas nos critérios Plataforma utilizada ( $C_2$ ) Relevância de

Nicho ( $C_3$ ) seguindo as escalas definidas anteriormente (ver 4.2.1). A Tabela 3 apresenta tanto os dados coletados para audiência quanto as avaliações realizadas para os demais critérios.

**Tabela 2 – Parâmetros dos critérios**

Critério	$C_1$ -Audiência	$C_2$ - Plataforma	$C_3$ - Relevância do nicho
Peso	0.4	0.3	0.3
Função de preferência - Tipo	III	I	I
Parâmetro	$\rho = 10000$	-	-

Fonte: Dados da pesquisa.

**Tabela 3 – Dados de audiência e avaliação de desempenho das alternativas**

Alternativas (potenciais clientes)	$C_1$	$C_2$	$C_3$
A <sub>1</sub>	362000	3.00	4.00
A <sub>2</sub>	348000	3.00	2.00
A <sub>3</sub>	191000	3.00	5.00
A <sub>4</sub>	216000	3.00	5.00
A <sub>5</sub>	18100	3.00	3.00
A <sub>6</sub>	155000	3.00	5.00
A <sub>7</sub>	100000	3.00	4.00
A <sub>8</sub>	772	3.00	5.00
A <sub>9</sub>	485000	3.00	4.00
A <sub>10</sub>	8790	1.00	2.00
A <sub>11</sub>	160000	3.00	2.00
A <sub>12</sub>	1300000	3.00	4.00
A <sub>13</sub>	871	1.00	5.00
A <sub>14</sub>	50000	4.00	3.00
A <sub>15</sub>	267000	4.00	4.00
A <sub>16</sub>	41800	4.00	4.00
A <sub>17</sub>	22500	5.00	2.00
A <sub>18</sub>	64000	5.00	4.00
A <sub>19</sub>	112000	5.00	4.00
A <sub>20</sub>	64000	5.00	4.00
A <sub>21</sub>	31000	5.00	4.00

Fonte: Dados da pesquisa.

### 5.1.2 Passo 2: Aplicação do PROMETHEE II

O segundo passo consistiu na aplicação do método PROMETHEE II partindo-se dos dados apresentados nas Tabelas 2 e 3. Para isso, foram utilizadas as etapas de cálculo características do método, as quais foram implementadas computacionalmente, conforme mencionado anteriormente nesta dissertação. O código, desenvolvido por meio de linguagem característica do VBA Excel, pode ser encontrado no Apêndice B.

Iniciando-se a aplicação do PROMETHEE II, foram calculados os valores de preferência entre os pares de alternativas, em relação a cada um dos três critérios, utilizando as funções apresentadas no **Quadro 10**. Os cálculos resultaram em três matrizes de preferência (uma para cada critério), as quais estão representadas nas **Tabelas 4, 5 e 6**. A partir dos valores de preferência, foi utilizada a **Equação (3)** para calcular o grau de sobreclassificação  $\pi$  para cada par de alternativas, resultando nos valores mostrados na **Tabela 7**.

**Tabela 4 – Valores de preferência para  $C_1$**

$F_1$	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$	$A_5$	$A_6$	$A_7$	$A_8$	$A_9$	$A_{10}$	$A_{11}$	$A_{12}$	$A_{13}$	$A_{14}$	$A_{15}$	$A_{16}$	$A_{17}$	$A_{18}$	$A_{19}$	$A_{20}$	$A_{21}$
$A_1$	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
$A_2$	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
$A_3$	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
$A_4$	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
$A_5$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.93	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$A_6$	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
$A_7$	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00
$A_8$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$A_9$	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
$A_{10}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$A_{11}$	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.50	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
$A_{12}$	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
$A_{13}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$A_{14}$	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.82	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
$A_{15}$	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
$A_{16}$	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
$A_{17}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.44	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$A_{18}$	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
$A_{19}$	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00
$A_{20}$	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
$A_{21}$	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 5 – Valores de preferência para  $C_2$ 

$F_2$	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$	$A_5$	$A_6$	$A_7$	$A_8$	$A_9$	$A_{10}$	$A_{11}$	$A_{12}$	$A_{13}$	$A_{14}$	$A_{15}$	$A_{16}$	$A_{17}$	$A_{18}$	$A_{19}$	$A_{20}$	$A_{21}$
$A_1$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
$A_2$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
$A_3$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
$A_4$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
$A_5$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
$A_6$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
$A_7$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
$A_8$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
$A_9$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
$A_{10}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$A_{11}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
$A_{12}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
$A_{13}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$A_{14}$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
$A_{15}$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
$A_{16}$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
$A_{17}$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
$A_{18}$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
$A_{19}$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
$A_{20}$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
$A_{21}$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 6 – Valores de preferência para  $C_3$ 

$F_3$	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$	$A_5$	$A_6$	$A_7$	$A_8$	$A_9$	$A_{10}$	$A_{11}$	$A_{12}$	$A_{13}$	$A_{14}$	$A_{15}$	$A_{16}$	$A_{17}$	$A_{18}$	$A_{19}$	$A_{20}$	$A_{21}$
$A_1$	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
$A_2$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$A_3$	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
$A_4$	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
$A_5$	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
$A_6$	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
$A_7$	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
$A_8$	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
$A_9$	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
$A_{10}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$A_{11}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$A_{12}$	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
$A_{13}$	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
$A_{14}$	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
$A_{15}$	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
$A_{16}$	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
$A_{17}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$A_{18}$	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
$A_{19}$	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
$A_{20}$	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
$A_{21}$	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0

Fonte: Elaborado pelo autor.

**Tabela 7 – Valores de sobreclassificação para os pares de alternativas**

$\pi$	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>	A <sub>7</sub>	A <sub>8</sub>	A <sub>9</sub>	A <sub>10</sub>	A <sub>11</sub>	A <sub>12</sub>	A <sub>13</sub>	A <sub>14</sub>	A <sub>15</sub>	A <sub>16</sub>	A <sub>17</sub>	A <sub>18</sub>	A <sub>19</sub>	A <sub>20</sub>	A <sub>21</sub>
A <sub>1</sub>	0	0.7	0.4	0.4	0.7	0.4	0.4	0.4	0	1	0.7	0	0.7	0.7	0.4	0.4	0.7	0.4	0.4	0.4	0.4
A <sub>2</sub>	0	0	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0	0.7	0.4	0	0.7	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
A <sub>3</sub>	0.3	0.3	0	0	0.7	0.4	0.7	0.4	0.3	1	0.7	0.3	0.7	0.7	0.3	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
A <sub>4</sub>	0.3	0.3	0.4	0	0.7	0.4	0.7	0.4	0.3	1	0.7	0.3	0.7	0.7	0.3	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
A <sub>5</sub>	0	0.3	0	0	0	0	0	0.4	0	0.9724	0.3	0	0.7	0	0	0	0.3	0	0	0	0
A <sub>6</sub>	0.3	0.3	0	0	0.7	0	0.7	0.4	0.3	1	0.3	0.3	0.7	0.7	0.3	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
A <sub>7</sub>	0	0.3	0	0	0.7	0	0	0.4	0	1	0.3	0	0.7	0.7	0	0.4	0.7	0.4	0	0.4	0.4
A <sub>8</sub>	0.3	0.3	0	0	0.3	0	0.3	0	0.3	0.6	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
A <sub>9</sub>	0.4	0.7	0.4	0.4	0.7	0.4	0.4	0.4	0	1	0.7	0	0.7	0.7	0.4	0.4	0.7	0.4	0.4	0.4	0.4
A <sub>10</sub>	0	0	0	0	0	0	0	0.32072	0	0	0	0	0.31676	0	0	0	0	0	0	0	0
A <sub>11</sub>	0	0	0	0	0.4	0.2	0.4	0.4	0	0.7	0	0	0.7	0.4	0	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
A <sub>12</sub>	0.4	0.7	0.4	0.4	0.7	0.4	0.4	0.4	0.4	1	0.7	0	0.7	0.7	0.4	0.4	0.7	0.4	0.4	0.4	0.4
A <sub>13</sub>	0.3	0.3	0	0	0.3	0	0.3	0.00396	0.3	0.3	0.3	0.3	0	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
A <sub>14</sub>	0.3	0.6	0.3	0.3	0.7	0.3	0.3	0.7	0.3	1	0.6	0.3	0.7	0	0	0.328	0.7	0	0	0	0.4
A <sub>15</sub>	0.3	0.6	0.7	0.7	1	0.7	0.7	0.7	0.3	1	1	0.3	0.7	0.7	0	0.4	0.7	0.4	0.4	0.4	0.4
A <sub>16</sub>	0.3	0.6	0.3	0.3	1	0.3	0.3	0.7	0.3	1	0.6	0.3	0.7	0.3	0	0	0.7	0	0	0	0.4
A <sub>17</sub>	0.3	0.3	0.3	0.3	0.476	0.3	0.3	0.7	0.3	0.7	0.3	0.3	0.7	0.3	0.3	0.3	0	0	0	0	0
A <sub>18</sub>	0.3	0.6	0.3	0.3	1	0.3	0.3	0.7	0.3	1	0.6	0.3	0.7	1	0.3	0.7	0.7	0	0	0	0.4
A <sub>19</sub>	0.3	0.6	0.3	0.3	1	0.3	0.7	0.7	0.3	1	0.6	0.3	0.7	1	0.3	0.7	0.7	0.4	0	0.4	0.4
A <sub>20</sub>	0.3	0.6	0.3	0.3	1	0.3	0.3	0.7	0.3	1	0.6	0.3	0.7	1	0.3	0.7	0.7	0	0	0	0.4
A <sub>21</sub>	0.3	0.6	0.3	0.3	1	0.3	0.3	0.7	0.3	1	0.6	0.3	0.7	0.6	0.3	0.3	0.64	0	0	0	0

Fonte: Elaborado pelo autor.

Prosseguindo a aplicação do método, as **Equações (5) e (6)** foram utilizadas para obter os fluxos positivos ( $\emptyset^+$ ) e negativos ( $\emptyset^-$ ) de cada alternativa. Por meio da **Equação (7)**, foi calculado também o fluxo líquido ( $\emptyset$ ) das alternativas, representando a pontuação final de cada potencial cliente ao final da aplicação do método de decisão multicritério da etapa. A **Tabela 8** apresenta estes fluxos para cada uma das alternativas avaliadas.

### 5.1.3 Passo 3: Seleção

Conforme mencionado anteriormente, os fluxos líquidos mostrados na **Tabela 8** representaram as pontuações globais de cada potencial cliente, resultando na ordenação das alternativas de maneira decrescente, ou seja, as alternativas com maior valor de fluxo líquido representam os potenciais clientes com melhor desempenho global. Portanto, a **Tabela 9** apresenta o *ranking* dos potenciais clientes avaliados na etapa de seleção, de acordo com os valores obtidos. Trata-se do principal *output* da etapa, a partir do qual foram feitas algumas análises e discussões como diretor da organização foco, visando validação. Ainda, é o principal insumo para a tomada de decisão entre seleção ou descarte das alternativas. Algumas análises sobre as **Tabelas 8 e 9** são apresentadas a seguir.

**Tabela 8 – Fluxo positivo, negativo e líquido para cada alternativa**

Alternativas	$\phi^+(a)$	$\phi^-(a)$	$\phi(a)$
A <sub>1</sub>	9.60	4.70	4.90
A <sub>2</sub>	7.40	8.70	-1.30
A <sub>3</sub>	11.00	4.80	6.20
A <sub>4</sub>	11.40	4.40	7.00
A <sub>5</sub>	2.97	13.48	-10.50
A <sub>6</sub>	10.20	5.40	4.80
A <sub>7</sub>	6.40	7.90	-1.50
A <sub>8</sub>	5.40	9.92	-4.52
A <sub>9</sub>	10.00	4.30	5.70
A <sub>10</sub>	0.64	17.97	-17.33
A <sub>11</sub>	5.60	10.30	-4.70
A <sub>12</sub>	10.40	3.90	6.50
A <sub>13</sub>	4.80	13.22	-8.41
A <sub>14</sub>	7.83	11.20	-3.37
A <sub>15</sub>	12.10	4.60	7.50
A <sub>16</sub>	8.10	8.53	-0.43
A <sub>17</sub>	6.18	11.44	-5.26
A <sub>18</sub>	9.80	5.90	3.90
A <sub>19</sub>	11.00	5.10	5.90
A <sub>20</sub>	9.80	5.90	3.90
A <sub>21</sub>	8.54	7.50	1.04

Fonte: Elaborado pelo autor.

**Tabela 9 – Ranking de potenciais clientes**

Alternativas	Ranking final
A <sub>15</sub>	1º
A <sub>4</sub>	2º
A <sub>12</sub>	3º
A <sub>3</sub>	4º
A <sub>19</sub>	5º
A <sub>9</sub>	6º
A <sub>1</sub>	7º
A <sub>6</sub>	8º
A <sub>18</sub>	9º
A <sub>20</sub>	10º
A <sub>21</sub>	11º
A <sub>16</sub>	12º
A <sub>2</sub>	13º
A <sub>7</sub>	14º
A <sub>14</sub>	15º
A <sub>8</sub>	16º
A <sub>11</sub>	17º
A <sub>17</sub>	18º
A <sub>13</sub>	19º
A <sub>5</sub>	20º
A <sub>10</sub>	21º

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os potenciais clientes que estiveram mais bem posicionados na **Tabela 9** são preferíveis aos que ficaram em posições inferiores do *ranking*, justamente por apresentarem os melhores desempenhos. Quanto ao aspecto de tomada de decisão, o maior interesse da organização foco deve ser o oferecimento de seus serviços aos clientes mais bem posicionados, seguindo a ordem determinada, descartando-se os demais. No entanto, deve-se ressaltar que o número de potenciais clientes a ser selecionados depende dos interesses da organização, bem como de sua disponibilidade de recursos humanos (possibilitando trabalhar tempo suficiente com cada um dos clientes, mantendo a qualidade de serviço). No caso desenvolvido, a organização não chegou a negociar a venda de serviços às alternativas, mas declarou interesse em selecionar um dos três potenciais clientes mais bem posicionados, para seleção posterior. Outra característica importante do modelo é que mesmo os clientes descartados em um primeiro momento de avaliação podem ser reutilizados em análises futuras.

## 5.2 Priorização e gestão de portfólio de clientes: resultados e análise

Nesta etapa, a avaliação de nove clientes atuais da organização foco foi realizada. Destaca-se que estes não possuem relação alguma com os potenciais clientes avaliados na etapa de seleção, ou seja, os potenciais clientes não chegaram a ser selecionados e desta maneira, a aplicação da priorização e gestão de portfólio considerou outros clientes que já eram contemplados pelos serviços de *marketing* digital oferecidos. É importante ressaltar, no entanto, que o modelo apresenta viabilidade em realizar uma análise contínua e sequencial, conforme mostrado na **Figura 12**.

Diferentemente da aplicação realizada na Etapa I, esta etapa foi contemplada pela presença de oito tomadores de decisão (portanto,  $DM = 8$ ), funcionários da empresa (incluindo desde alta gestão até analistas). Dentre estes, nem todos avaliaram todos os oito clientes, uma vez que foi solicitado para que avaliassem apenas aqueles clientes com os quais trabalhassem diretamente, visando-se evitar que avaliadores com pouco conhecimento sobre um cliente causassem alterações indesejadas nos resultados, garantindo apenas avaliações de especialistas. Conforme já apresentado no **Quadro 14**, os critérios foram divididos em três dimensões de desempenho, as quais foram avaliadas separadamente.

### 5.2.1 Passo 1: Definição das entradas

O primeiro passo começou pela definição dos números triangulares *fuzzy* associados aos termos linguísticos previamente definidos na **subseção 4.2.2**. Também foram definidos os

termos linguísticos para a avaliação dos pesos dos critérios, para os quais a representação escolhida foram números *fuzzy* triangulares. A **Tabela 10** apresenta os termos e números *fuzzy* determinados para avaliação de desempenho nos critérios, enquanto a **Tabela 11** mostra estas informações para a avaliação dos pesos dos critérios. A **Figura 18** ilustra graficamente esses números *fuzzy* triangulares e os respectivos graus de pertinência de cada um dos termos, tanto para as avaliações de desempenho nos critérios, quanto para avaliação dos pesos deles. Percebe-se, por meio da **Figura 18**, que não houve interseção entre os números *fuzzy* triangulares, reduzindo-se o grau de incerteza para os pesos dos critérios. Esta decisão foi tomada porque os membros da organização foco não julgaram que havia incerteza suficiente quanto aos pesos dos critérios, tendo a preferência em estabelecer-los por meio de uma escala numérica simples e desta forma, esta foi a alternativa para manter a consistência de aplicação do método *fuzzy* TOPSIS.

**Tabela 10 – Termos linguísticos e números *fuzzy* para desempenho nos critérios**

Avaliação de desempenho nos critérios	
Termos	Números <i>fuzzy</i> triangulares
Muito Baixo (MB)	(0.0, 0.0, 2.5)
Baixo (B)	(0.0, 2.5, 5.0)
Médio (M)	(2.5, 5.0, 7.5)
Alto (A)	(5.0, 7.5, 10.0)
Muito Alto (MA)	(7.5, 10.0, 10.0)

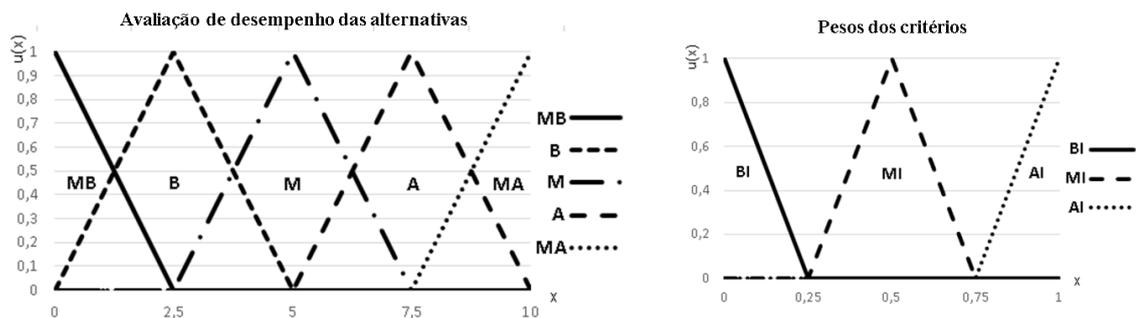
Fonte: Elaborado pelo autor.

**Tabela 11 – Termos linguísticos e números *fuzzy* para pesos dos critérios**

Pesos dos critérios	
Termos	Números <i>fuzzy</i> triangulares
Baixa Importância (BI)	(0.0, 0.0, 0.25)
Média Importância (MI)	(0.25, 0.5, 0.75)
Alta importância (AI)	(0.75, 1.0, 1.0)

Fonte: Elaborado pelo autor.

**Figura 18 – Números *fuzzy* triangulares (representação gráfica)**



Fonte: Elaborado pelo autor.

Após essas definições, os decisores avaliaram por meio dos termos linguísticos determinados, os desempenhos das alternativas nos critérios das dimensões de potencial de crescimento e relacionamento. A **Tabela 12** revela as avaliações de cada decisor para cada uma das alternativas, em relação aos critérios de potencial de crescimento. É possível notar que o critério de crescimento do faturamento  $c'_5$  foi avaliado apenas por um dos tomadores de decisão, o diretor da organização foco, como forma de garantir um peso diferenciado na avaliação (representado na última coluna da **Tabela 12**, separadamente). Todos os demais critérios foram avaliados por mais de um deles, de acordo com o envolvimento com o cliente, conforme mencionado anteriormente. A **Tabela 13**, por sua vez, apresenta os dados de entrada relativos à dimensão de Relacionamento. As avaliações permitem notar que, apesar de aberta a possibilidade de cada decisor supervalorizar seus próprios clientes avaliados, vários termos relacionados a baixo desempenho foram utilizados (sobretudo para os clientes  $A'_3$  e  $A'_6$ ). Ainda assim, métodos de decisão em grupo poderiam ser utilizados para minimizar tal possibilidade e evitar enviesamento das análises.

**Tabela 12 – Avaliações dos DM para a dimensão Potencial de crescimento**

Alternativas	DM1				DM2				DM3				DM4				DM5				DM6				DM7				DM8				Principal DM				
	C'1	C'2	C'3	C'4	C'1	C'2	C'3	C'4	C'1	C'2	C'3	C'4	C'1	C'2	C'3	C'4	C'1	C'2	C'3	C'4	C'1	C'2	C'3	C'4	C'1	C'2	C'3	C'4	C'1	C'2	C'3	C'4	C'1	C'2	C'3	C'4	C'5
A'1	A	M	B	MA									A	M	M	A	M	M	MA	MA	A	M	A	A	B	M	M	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	M
A'2	A	B	B	MA									M	A	M	M	A	A	A	A	M	A	B	B	A	A	M	M	MA	A	M	MA	A	M	MA	MA	MA
A'3	MB	MB	MB	M									B	B	MB	M	M	B	B	B	B	B	MB	M	B	MB	MB	MB	M	M	B	B	B	B	MB	MB	MB
A'4					A	A	MA	A	MA	MA	MA	MA	A				MA	MA	MA	MA					MA	M	MA	MA	MA	A	A	A	A	A	A	A	A
A'5					A	A	A	M	MA	M	A	M					A	M	A	A					A	MB	B	MB	A	A	A	A	A	A	A	A	M
A'6					B	B	MB	M	MB	M	B	A					M	M	B	M					MB	MB	MB	A	M	M	M	M	M	M	M	M	B
A'7					MA	A	MA	A	MA	A	MA	A					A	M	MA	MA					MA	B	MA	M	A	M	A	A	A	A	A	A	MA
A'8					M	B	M	M	A	M	A	A					M	M	A	A					MA	M	B	B	A	A	A	A	A	A	A	A	MB
A'9	MA	A	MA	A									A	M	A	A	MA	A	MA	MA	M	M	A	A	MA	M	A	A	MA	M	MA	MA	MA	MA	MA	MA	A

Fonte: Dados da pesquisa.

**Tabela 13 – Avaliações dos DM para a dimensão Relacionamento**

Alternativas	DM1				DM2				DM3				DM4				DM5				DM6				DM7				DM8							
	C'6	C'7	C'8	C'9	C'6	C'7	C'8	C'9	C'6	C'7	C'8	C'9	C'6	C'7	C'8	C'9	C'6	C'7	C'8	C'9	C'6	C'7	C'8	C'9	C'6	C'7	C'8	C'9	C'6	C'7	C'8	C'9	C'6	C'7	C'8	C'9
A'1	A	A	B	A									A	B	A	MA	A	A	A	MA	A	M	MA	A	A	B	M	A	MA	M	A	MA	M	A	MA	MA
A'2	A	M	B	A									A	A	M	M	MA	A	M	A	M	A	MB	B	A	A	B	A	A	A	A	B	MA	A	MA	MA
A'3	M	M	MB	MA									B	M	B	B	M	M	MB	M	M	A	MB	MA	B	A	MB	MA	M	B	M	M	M	M	M	M
A'4					MA	MA	A	A	MA	MA	MA	A					MA	MA	MA	A					MA	MA	MA	M	A	A	MA	M	A	A	MA	M
A'5					A	A	A	A	A	MA	MA	A					A	MA	M	A					MA	MA	M	B	A	A	A	A	M	A	MA	M
A'6					M	M	MB	A	M	B	MB	A					M	M	M	M					MB	B	MB	A	M	M	B	M	M	M	M	M
A'7					A	MA	MA	A	MA	A	MA	A					MA	A	MA	A					B	A	MA	A	A	A	A	A	M	A	MA	M
A'8					M	M	M	A	MA	M	M	B					M	M	M	M					A	A	M	M	A	M	A	M	A	M	A	M
A'9	MA	A	MA	A									A	MA	MA	M	MA	MA	MA	A	MA	MA	A	MB	MA	MA	A	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA

Fonte: Dados da pesquisa.

Ao final da avaliação dos clientes, foi pedido aos avaliadores a definição dos pesos dos critérios. Visando acelerar o processo de decisão, o diretor principal da organização optou por definir os pesos dos critérios, sem a participação dos demais membros que avaliaram os desempenhos em cada critério. As **Tabelas 14 e 15** revelam os pesos para os critérios das respectivas dimensões.

**Tabela 14 – Avaliação de pesos dos critérios para a dimensão Potencial de crescimento**

Potencial de crescimento					
Critérios	$c'_1$	$c'_2$	$c'_3$	$c'_4$	$c'_5$
Pesos (w)	AI	AI	AI	AI	AI

Fonte: Dados da pesquisa.

**Tabela 15 – Avaliação de pesos dos critérios para a dimensão Relacionamento**

Relacionamento				
Critérios	$c'_6$	$c'_7$	$c'_8$	$c'_9$
Pesos (w)	MI	MI	AI	BI

Fonte: Dados da pesquisa.

Para finalizar a definição das entradas, os membros da organização foco coletaram os dados referentes aos critérios da dimensão custo-benefício, ou seja, informações sobre faturamento e o tempo trabalhado por cliente. Os dados de faturamento ( $c'_{10}$ ) foram utilizados integralmente da forma que foram coletados, enquanto o tempo trabalhado por cliente foi utilizado para encontrar o valor monetário para o critério de investimento ( $c'_{11}$ ). A **Tabela 16** apresenta estes dados para cada uma das alternativas, destacando-se que  $A'_7$  não teve este dado coletado por falta de informações.

**Tabela 16 – Dados de faturamento e investimento por cliente**

Alternativas	Receita (média 3 meses)	Investimento
$A'_1$	R\$ 15.326,45	R\$ 5.040,00
$A'_2$	R\$ 45.950,00	R\$ 8.450,00
$A'_3$	R\$ 1.937,23	R\$ 2.620,00
$A'_4$	R\$ 9.071,89	R\$ 2.500,00
$A'_5$	R\$ 917,18	R\$ 2.220,00
$A'_6$	R\$ 893,35	R\$ 710,00
$A'_7$	R\$ 0,00	R\$ 1.610,00
$A'_8$	R\$ 1.371,25	R\$ 920,00
$A'_9$	R\$ 14.403,33	R\$ 11.210,00

Fonte: Dados da pesquisa.

### 5.2.2 Passo 2: Aplicação de *fuzzy* TOPSIS e cálculo de custo-benefício

Após a definição das entradas, foi feita a aplicação do método do método *fuzzy* TOPSIS para o potencial de crescimento e relacionamento. A técnica foi implementada computacionalmente por meio dos recursos do Excel. O **Apêndice C** contém o código desenvolvido para a aplicação. Para aplicação do método, o primeiro passo foi a transformação dos termos linguísticos definidos pelos decisores em números *fuzzy*, de acordo com as escalas determinadas nas **Tabelas 10 e 11** (para avaliação de desempenho e pesos dos critérios, respectivamente). Seguindo-se, foi feita a agregação dos desempenhos por meio da **Equação (17)**. Já os pesos dos critérios não precisaram passar por essa etapa, já que foi decidido por um único tomador de decisão. A **Tabela 17** apresenta a matriz de decisão dos desempenhos agregados das alternativas na dimensão potencial de crescimento e o vetor de peso dos critérios, seguindo os formatos apresentados em (18) e (19). A **Tabela 18** apresenta a matriz para a dimensão de Relacionamento.

**Tabela 17 – Matriz de decisão dos desempenhos agregados para Potencial de crescimento**

Alternativas	$c'_1$	$c'_2$	$c'_3$	$c'_4$	$c'_5$
$A'_1$	(4.167, 6.667, 8.75)	(3.333, 5.833, 7.917)	(4.167, 6.667, 8.333)	(6.667, 9.167, 10.0)	(2.50, 5.00, 7.50)
$A'_2$	(4.583, 7.083, 9.167)	(4.167, 6.667, 9.167)	(2.083, 4.583, 7.038)	(4.167, 6.667, 8.333)	(7.50, 7.50, 10.0)
$A'_3$	(0.833, 2.917, 5.417)	(0.417, 2.083, 4.583)	(0.00, 0.833, 3.333)	(1.25, 3.333, 5.833)	(0.00, 0.00, 2.50)
$A'_4$	(7.00, 9.50, 10.0)	(5.50, 8.00, 9.50)	(7.00, 9.50, 10.0)	(6.00, 8.50, 10.0)	(5.00, 7.50, 10.0)
$A'_5$	(5.50, 8.00, 10.0)	(3.00, 5.00, 7.50)	(4.00, 6.50, 9.00)	(3.00, 5.00, 7.50)	(2.50, 5.00, 7.50)
$A'_6$	(1.00, 2.50, 5.00)	(1.50, 3.50, 6.00)	(0.50, 2.00, 4.50)	(3.50, 6.00, 8.50)	(0.00, 2.50, 5.00)
$A'_7$	(6.50, 9.00, 10.0)	(3.00, 5.50, 8.00)	(7.00, 9.50, 10.0)	(5.00, 7.50, 9.50)	(7.50, 10.0, 10.0)
$A'_8$	(4.50, 7.00, 9.00)	(2.50, 5.00, 7.50)	(3.50, 6.00, 8.50)	(3.50, 6.00, 8.50)	(0.00, 0.00, 2.50)
$A'_9$	(6.25, 8.75, 9.583)	(3.333, 5.833, 8.333)	(6.25, 8.75, 10.0)	(5.833, 8.333, 10.0)	(5.00, 7.50, 10.0)
Pesos dos critérios	(0.75, 1.00, 1.00)	(0.75, 1.00, 1.00)	(0.75, 1.00, 1.00)	(0.75, 1.00, 1.00)	(0.75, 1.00, 1.00)

Fonte: Elaborado pelo autor.

**Tabela 18 – Matriz de decisão dos desempenhos agregados para Relacionamento**

Alternativas	$c'_6$	$c'_7$	$c'_8$	$c'_9$
$A'_1$	(5.417, 7.917, 10.0)	(2.50, 5.00, 7.50)	(4.167, 6.667, 8.75)	(6.25, 8.75, 10.0)
$A'_2$	(5.00, 7.50, 9.583)	(4.583, 7.083, 9.583)	(0.833, 2.917, 5.417)	(4.617, 6.667, 8.75)
$A'_3$	(1.667, 4.167, 6.667)	(2.917, 5.417, 7.917)	(0.417, 1.25, 3.75)	(4.583, 7.083, 8.333)
$A'_4$	(7.00, 9.50, 10.0)	(7.00, 9.50, 10.0)	(7.00, 9.50, 10.0)	(4.00, 6.50, 9.00)
$A'_5$	(5.50, 8.00, 10.0)	(6.50, 9.00, 10.0)	(4.50, 7.00, 9.00)	(3.50, 6.00, 8.50)
$A'_6$	(2.00, 4.00, 6.50)	(1.50, 4.00, 6.50)	(0.50, 1.50, 4.00)	(4.00, 6.50, 9.00)
$A'_7$	(5.50, 8.00, 9.50)	(5.50, 8.00, 10.0)	(7.00, 9.50, 10.0)	(4.50, 7.00, 9.50)
$A'_8$	(4.50, 7.00, 9.00)	(3.00, 5.50, 8.00)	(3.00, 5.50, 8.00)	(2.50, 5.00, 7.50)
$A'_9$	(7.083, 9.583, 10.0)	(7.083, 9.583, 10.0)	(6.667, 9.167, 10.0)	(4.583, 6.667, 8.333)
Pesos dos critérios	(0.25, 0.50, 0.75)	(0.25, 0.50, 0.75)	(0.75, 1.00, 1.00)	(0.00, 0.00, 0.25)

Fonte: Elaborado pelo autor.

Prosseguindo a aplicação do *fuzzy* TOPSIS, foram aplicados os procedimentos de normalização das matrizes de decisão utilizando-se as **Equações (21) a (23)** de acordo com a natureza dos critérios (custo ou benefício). Neste aspecto, apenas o grau de exigência ( $c'_9$ ) representou critério de custo, portanto utilizando a **Equação (23)**. Também foi feita a ponderação das matrizes de decisão por meio dos pesos dos critérios, utilizando as **Equações (24) e (25)**. Portanto, foram obtidas as matrizes de decisão normalizadas, agregadas e ponderadas para as dimensões de potencial de crescimento e relacionamento, as quais estão representadas nas **Tabelas 19 e 20**, respectivamente.

**Tabela 19 – Matriz normalizada e ponderada para Potencial de crescimento**

Alternativas	$c'_1$	$c'_2$	$c'_3$	$c'_4$	$c'_5$
$A'_1$	(0.313, 0.667, 0.875)	(0.263, 0.614, 0.833)	(0.313, 0.667, 0.833)	(0.50, 0.917, 1.00)	(0.188, 0.50, 0.75)
$A'_2$	(0.344, 0.708, 0.917)	(0.329, 0.702, 0.965)	(0.156, 0.458, 0.708)	(0.313, 0.667, 0.833)	(0.563, 0.75, 1.00)
$A'_3$	(0.063, 0.292, 0.542)	(0.033, 0.219, 0.482)	(0.00, 0.083, 0.333)	(0.094, 0.333, 0.583)	(0.00, 0.00, 0.25)
$A'_4$	(0.525, 0.950, 1.00)	(0.434, 0.842, 1.00)	(0.525, 0.95, 1.00)	(0.45, 0.85, 1.00)	(0.375, 0.75, 1.00)
$A'_5$	(0.413, 0.80, 1.00)	(0.237, 0.526, 0.789)	(0.30, 0.65, 0.90)	(0.225, 0.50, 0.75)	(0.188, 0.50, 0.75)
$A'_6$	(0.075, 0.250, 0.50)	(0.118, 0.368, 0.632)	(0.038, 0.20, 0.45)	(0.263, 0.60, 0.85)	(0.00, 0.25, 0.50)
$A'_7$	(0.488, 0.90, 1.00)	(0.237, 0.579, 0.842)	(0.525, 0.95, 1.00)	(0.375, 0.75, 0.95)	(0.563, 1.00, 1.00)
$A'_8$	(0.338, 0.70, 0.90)	(0.197, 0.526, 0.789)	(0.263, 0.60, 0.85)	(0.263, 0.60, 0.85)	(0.00, 0.00, 0.25)
$A'_9$	(0.469, 0.875, 0.958)	(0.263, 0.614, 0.877)	(0.469, 0.875, 1.00)	(0.438, 0.833, 1.00)	(0.375, 0.750, 1.00)

Fonte: Elaborado pelo autor.

**Tabela 20 – Matriz normalizada e ponderada para Relacionamento**

Alternativas	$c'_6$	$c'_7$	$c'_8$	$c'_9$
$A'_1$	(0.135, 0.369, 0.75)	(0.063, 0.250, 0.563)	(0.313, 0.667, 0.875)	(0.00, 0.00, 0.100)
$A'_2$	(0.125, 0.375, 0.719)	(0.115, 0.354, 0.719)	(0.063, 0.292, 0.542)	(0.00, 0.00, 0.150)
$A'_3$	(0.042, 0.208, 0.50)	(0.073, 0.271, 0.594)	(0.031, 0.125, 0.375)	(0.00, 0.00, 0.136)
$A'_4$	(0.175, 0.475, 0.75)	(0.175, 0.475, 0.75)	(0.525, 0.95, 1.00)	(0.00, 0.00, 0.156)
$A'_5$	(0.138, 0.40, 0.75)	(0.163, 0.450, 0.75)	(0.338, 0.70, 0.90)	(0.00, 0.00, 0.179)
$A'_6$	(0.050, 0.20, 0.488)	(0.038, 0.20, 0.488)	(0.038, 0.15, 0.40)	(0.00, 0.00, 0.156)
$A'_7$	(0.138, 0.40, 0.713)	(0.138, 0.40, 0.75)	(0.525, 0.95, 1.00)	(0.00, 0.00, 0.139)
$A'_8$	(0.113, 0.35, 0.675)	(0.075, 0.275, 0.60)	(0.225, 0.55, 0.80)	(0.00, 0.00, 0.250)
$A'_9$	(0.177, 0.479, 0.75)	(0.177, 0.479, 0.75)	(0.50, 0.917, 1.00)	(0.00, 0.00, 0.136)

Fonte: Elaborado pelo autor.

Foram calculadas as soluções ideais positiva ( $A^+$ ) e negativa ( $A^-$ ) por meio das **Equações (26) e (27)**. A seguir encontram-se os vetores das soluções positiva e negativa para cada dimensão:

$$A^+_{\text{Potencial de crescimento}} = [(1.00, 1.00, 1.00), (1.00, 1.00, 1.00), (1.00, 1.00, 1.00), (1.00, 1.00, 1.00), (1.00, 1.00, 1.00)]$$

$$A_{Potencial\ de\ crescimento}^- = [(0,063, 0,063, 0,063), (0,033, 0,033, 0,033), (0,00, 0,00, 0,00), (0,094, 0,094, 0,094), (0,00, 0,00, 0,00)]$$

$$A_{Relacionamento}^+ = [(0,75, 0,75, 0,75), (0,75, 0,75, 0,75), (1,00, 1,00, 1,00), (0,25, 0,25, 0,25)]$$

$$A_{Relacionamento}^- = [(0,042, 0,042, 0,042), (0,038, 0,038, 0,038), (0,031, 0,031, 0,031), (0,0, 0,0, 0,0)]$$

As distâncias Euclidianas  $d_i^+$  e  $d_i^-$  entre cada uma das alternativas e as soluções ideais positiva e negativa foram posteriormente calculadas para cada dimensão, seguindo as **Equações (28), (29) e (30)**, resultando nas **Tabelas 21 e 22** para a dimensão potencial de crescimento; e as **Tabelas 23 e 24** para relacionamento.

**Tabela 21 – Distância  $d_i^+$  entre cada alternativa e a solução ideal positiva ( $A_{Potencial\ de\ crescimento}^+$ )**

Alternativas	$c'_1$	$c'_2$	$c'_3$	$c'_4$	$c'_5$	d+
$A'_1$	0,447	0,490	0,451	0,293	0,569	2,250
$A'_2$	0,417	0,424	0,603	0,451	0,291	2,187
$A'_3$	0,728	0,777	0,873	0,693	0,924	3,995
$A'_4$	0,276	0,339	0,276	0,329	0,389	1,608
$A'_5$	0,358	0,533	0,456	0,552	0,569	2,468
$A'_6$	0,746	0,661	0,789	0,492	0,777	3,466
$A'_7$	0,301	0,511	0,276	0,390	0,253	1,731
$A'_8$	0,424	0,552	0,492	0,492	0,924	2,884
$A'_9$	0,316	0,485	0,315	0,339	0,389	1,844

Fonte: Elaborado pelo autor.

**Tabela 22 – Distância  $d_i^-$  entre cada alternativa e a solução ideal negativa ( $A_{Potencial\ de\ crescimento}^-$ )**

Alternativas	$c'_1$	$c'_2$	$c'_3$	$c'_4$	$c'_5$	d-
$A'_1$	0,602	0,586	0,642	0,745	0,532	3,107
$A'_2$	0,639	0,684	0,495	0,555	0,791	3,165
$A'_3$	0,307	0,281	0,198	0,315	0,144	1,245
$A'_4$	0,792	0,764	0,852	0,712	0,753	3,873
$A'_5$	0,718	0,535	0,664	0,452	0,532	2,900
$A'_6$	0,275	0,399	0,285	0,534	0,323	1,816
$A'_7$	0,766	0,576	0,852	0,644	0,879	3,716
$A'_8$	0,628	0,530	0,620	0,534	0,144	2,456
$A'_9$	0,737	0,607	0,814	0,704	0,753	3,614

Fonte: Elaborado pelo autor.

**Tabela 23 – Distância  $d_i^+$  entre cada alternativa e a solução ideal positiva ( $A_{Relacionamento}^+$ )**

Alternativas	$c'_6$	$c'_7$	$c'_8$	$c'_9$	d+
$A'_1$	0,410	0,503	0,447	0,222	1,581
$A'_2$	0,421	0,433	0,728	0,212	1,794
$A'_3$	0,535	0,487	0,836	0,214	2,072
$A'_4$	0,368	0,368	0,276	0,211	1,223
$A'_5$	0,407	0,381	0,424	0,208	1,420
$A'_6$	0,536	0,541	0,818	0,211	2,107
$A'_7$	0,408	0,407	0,276	0,214	1,305
$A'_8$	0,437	0,484	0,530	0,204	1,655
$A'_9$	0,366	0,366	0,293	0,214	1,239

Fonte: Elaborado pelo autor.

**Tabela 24 – Distância  $d_i^-$  entre cada alternativa e a solução ideal negativa ( $A_{Relacionamento}^-$ )**

Alternativas	$c'_6$	$c'_7$	$c'_8$	$c'_9$	d-
$A'_1$	0,460	0,327	0,631	0,058	1,477
$A'_2$	0,438	0,436	0,331	0,087	1,292
$A'_3$	0,282	0,349	0,206	0,079	0,915
$A'_4$	0,486	0,489	0,822	0,090	1,887
$A'_5$	0,462	0,481	0,657	0,103	1,703
$A'_6$	0,273	0,276	0,224	0,090	0,863
$A'_7$	0,443	0,465	0,822	0,080	1,810
$A'_8$	0,409	0,353	0,547	0,144	1,453
$A'_9$	0,487	0,491	0,805	0,079	1,861

Fonte: Elaborado pelo autor.

Com os resultados obtidos, foi aplicada a **Equação (31)** para obter os coeficientes de proximidade ( $CC_i$ ) entre cada uma das alternativas e a solução ideal positiva, para cada uma das dimensões. Na **Tabela 25** podem ser encontrados os valores dos coeficientes para a dimensão potencial de crescimento, enquanto na **Tabela 26**, encontram-se os valores relativos a dimensão relacionamento.

**Tabela 25 –  $CC_i$  para Potencial de Crescimento**

Alternativas	CCi
$A'_1$	0.580
$A'_2$	0.591
$A'_3$	0.238
$A'_4$	0.707
$A'_5$	0.540
$A'_6$	0.344
$A'_7$	0.682
$A'_8$	0.460
$A'_9$	0.662

Fonte: Elaborado pelo autor.

**Tabela 26 –  $CC_i$  para Relacionamento**

Cientes	Cci
$A'_1$	0.483
$A'_2$	0.419
$A'_3$	0.306
$A'_4$	0.607
$A'_5$	0.545
$A'_6$	0.291
$A'_7$	0.581
$A'_8$	0.468
$A'_9$	0.600

Fonte: Elaborado pelo autor.

Finalmente, foram calculados os valores referentes à dimensão de custo-benefício. Para isso, os dados apresentados na **Tabela 16** foram aplicados à **Equação (38)**, resultando nos *scores* apresentados na **Tabela 27** a seguir.

**Tabela 27 – *Scores* para custo benefício**

Alternativas	<i>Scores</i>
$A'_1$	3.04
$A'_2$	5.44
$A'_3$	0.74
$A'_4$	3.63
$A'_5$	0.41
$A'_6$	1.26
$A'_7$	0.00
$A'_8$	1.49
$A'_9$	1.25

Fonte: Elaborado pelo autor.

### 5.2.3 Passo 3: Classificação

Após a realização das etapas de cálculo do Passo 2, foi feita a normalização tanto dos coeficientes apresentados nas **Tabelas 25 e 26**, quanto dos *scores* mostrados na **Tabela 27**. Para isso, foi escolhido o método de divisão pelo máximo em todas as três dimensões, dividindo-se o valor de cada alternativa pelo maior valor encontrado na respectiva dimensão de desempenho. Essa escolha foi feita com a finalidade de melhorar a disposição das alternativas nos quadrantes das matrizes de gestão de portfólio, facilitando a gestão visual e o processo de tomada de decisão, além de determinar escalas iguais. A **Tabela 28** apresenta os valores obtidos a

normalização, que representaram os *scores* finais de cada cliente nas diferentes dimensões de desempenho.

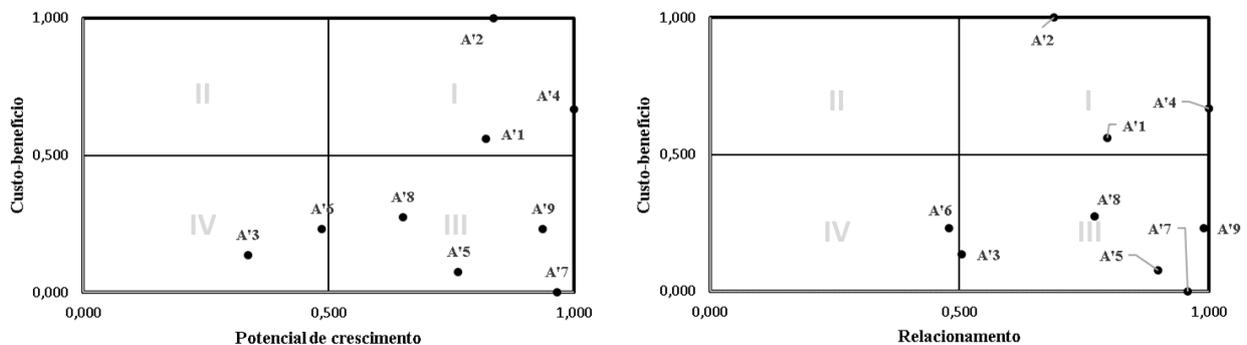
**Tabela 28 – Scores dos clientes em cada dimensão de desempenho**

Clientes	Dimensão de desempenho		
	Potencial de crescimento	Relacionamento	Custo-benefício
A' <sub>1</sub>	0.821	0.796	0.559
A' <sub>2</sub>	0.837	0.690	1.000
A' <sub>3</sub>	0.336	0.505	0.136
A' <sub>4</sub>	1.000	1.000	0.667
A' <sub>5</sub>	0.765	0.899	0.076
A' <sub>6</sub>	0.487	0.479	0.231
A' <sub>7</sub>	0.966	0.958	0.000
A' <sub>8</sub>	0.651	0.771	0.274
A' <sub>9</sub>	0.937	0.989	0.230

Fonte: Elaborado pelo autor.

Com os valores determinados, foi possível distribuir as alternativas nas duas matrizes de gestão de portfólio de clientes, ilustradas inicialmente nas **Figuras 15 e 16**. Após a distribuição, os clientes ficaram posicionados conforme mostrado na **Figura 19**, ilustrada na sequência do texto.

**Figura 19 – Classificação dos clientes nas matrizes de Portfólio**



Fonte: Elaborado pelo autor.

Visando facilitar a identificação e a análise de resultados, os quadrantes foram enumerados (I, II, III e IV) para demonstrar a ordem de prioridade. Além disso, houve a definição da matriz de potencial de crescimento e custo-benefício como Matriz 1; a matriz de relacionamento e custo-benefício foi definida como Matriz 2. Analisando-se os resultados, nota-se que:

- Os clientes representados pelas alternativas A'<sub>1</sub>, A'<sub>2</sub> e A'<sub>4</sub> obtiveram a melhor classificação, estando posicionados no quadrante superior direito (I) em ambas as

matrizes de gestão de portfólio. Sendo assim, a organização foco deve buscar meios de mantê-los com boas avaliações nas três dimensões, definindo estratégias de priorização como o oferecimento de benefícios, preferências, maior alocação de recursos e melhor nível de serviço;

- O cliente  $A'_6$  apresentou baixos desempenhos nas três dimensões, sendo posicionado no quadrante inferior esquerdo (IV) das duas matrizes de portfólio. Neste caso, o objetivo principal da alta gestão da organização foco deve ser monitorar frequentemente os desempenhos desta alternativa, visando substituí-la ou mesmo descartá-la, caso se mantenha por muito tempo nesta posição. Mesmo estando posicionado no quadrante III na Matriz 2, a análise para o cliente  $A'_3$  é a mesma, pois apresentou um desempenho de relacionamento não muito alto, além de estar posicionada no quadrante IV na matriz 1;
- Os clientes  $A'_5$ ,  $A'_7$ ,  $A'_8$  e  $A'_9$  obtiveram altos desempenhos nas dimensões de potencial de crescimento e relacionamento, mas não apresentaram boa avaliação para custo-benefício. Com isso, estiveram posicionados no quadrante inferior direito (III) de ambas as matrizes. Desta forma, não podem ser considerados clientes prioritários, porém devem ser priorizados em relação aos clientes  $A'_3$  e  $A'_6$ . Uma das formas de melhorar os posicionamentos destes clientes é a realocação de recursos humanos, visando melhorar o custo-benefício deles;
- Os resultados não apresentaram clientes posicionados no quadrante superior esquerdo (II) das matrizes, ou seja, clientes com um bom custo-benefício e baixos desempenhos nas demais dimensões. Caso existissem alternativas com estas características, também não seriam de máxima prioridade, mas deveriam ser avaliadas para que se pudesse desenvolvê-las explorando o bom relacionamento e principalmente o alto Potencial de crescimento;
- Os resultados obtidos mostraram que quase todos os clientes foram classificados no mesmo quadrante de cada uma das matrizes, o que não é uma característica mandatória do modelo, já que os clientes podem apresentar um baixo potencial de crescimento, paralelamente a um bom relacionamento, ou vice-versa.
- Os clientes com alto custo-benefício apresentaram altos desempenhos nas duas outras dimensões, o que poderia representar certo viés no momento de definição dos desempenhos ou ser apenas consequência dos bons desempenhos dos clientes. Nesta situação, a investigação por meio de métodos de tomada de decisão em grupo também

poderia auxiliar a comparar resultados e garantir menor possibilidade de enviesamento das avaliações.

#### 5.2.4 Estratégias de priorização de clientes para *marketing* digital

Diante da classificação dos clientes parceiros da organização em diferentes grupos prioritários, existe também a necessidade de definir estratégias de priorização adequadas para cada um deles, tendo em vista que cada grupo apresenta diferentes retornos e benefícios à organização. Dentro do mercado que engloba as agências de *marketing* digital, a empresa destacou algumas estratégias que podem ser utilizadas para priorizar clientes:

- Aumento de disponibilidade de horas trabalhadas: os funcionários da organização disponibilizam um percentual de suas horas da jornada de trabalho semanal para cada cliente. Caso um cliente seja ou se torne prioritário, há maior disponibilização de horas de trabalho para suportar suas demandas e melhorar o serviço prestado.
- Aumento de recursos investidos: além do número de horas trabalhadas, a organização investe recursos financeiros advindos de seus lucros para impulsionar campanhas de *marketing* nas diferentes plataformas e redes sociais. Clientes com maior prioridade e potencial podem receber maiores investimentos.
- Melhoria de nível de serviço: algumas outras atitudes podem ser tomadas para melhorar o nível de serviço aos clientes prioritários. Dentre elas: atendimento mais rápido, maior frequência de reuniões, busca constante por *feedback* e maior participação dos clientes nos planejamentos e detalhamentos de campanhas.
- Estratégias de gestão de portfólio ofensivas: dentre as estratégias ofensivas de gestão de portfólio, a empresa enfatiza a priorização dos clientes com potencial e bom relacionamento. A busca por novos clientes geralmente é pontual, acontecendo mediante a “demissão” (encerramento de contrato) com algum dos clientes da base.
- Estratégias de gestão de portfólio defensivas: em relação às estratégias defensivas de gestão de portfólio, a organização preza pela manutenção de clientes estratégicos apenas em caso de elevado potencial de crescimento e bom relacionamento.
- Priorização dos projetos: como cada parceiro apresenta algumas oportunidades de projeto, esta é a principal estratégia de priorização adotada pela organização. Clientes prioritários podem receber maior urgência na execução de seus projetos, mas há outros fatores e critérios que podem ser considerados para o estabelecimento desta ordem

prioritária de execução de projetos. Portanto, este processo foi definido como uma das etapas do modelo CRM apresentado na dissertação.

### 5.3 Priorização de projetos de clientes

Para esta etapa do processo CRM-MCDM, foram selecionados três projetos de diferentes clientes dentre os nove que foram avaliados na etapa anterior. Esta etapa foi conduzida levando em consideração apenas um tomador de decisão, ressaltando-se, porém, que a construção das bases de regras dos dois sistemas de inferência *fuzzy* foi feita com validação de todos os membros da alta gestão.

As aplicações do sistema de inferência *fuzzy* foram realizadas com auxílio do MATLAB®, devido às funcionalidades apresentadas e a maior facilidade de implementação e alteração de parâmetros. Já para o PROMETHEE II, houve adaptação da implementação realizada na Etapa de seleção.

#### 5.3.1 Passo 1: Definição das entradas

Os clientes que tiveram projetos selecionados para avaliação nesta etapa foram  $A'_1$ ,  $A'_2$  e  $A'_9$ . Apesar da alta prioridade, o cliente  $A'_4$  não apresentava projetos a serem avaliados durante a aplicação. Inicialmente, foram coletados os dados de desempenho dos clientes em cada dimensão de desempenho, mostrados anteriormente na **Tabela 28**. Foram definidas as bases de regras dos sistemas de inferência *fuzzy* FIS1 e FIS2, os termos linguísticos das variáveis de entrada e saída (ou antecedentes e consequentes) e os demais parâmetros do mecanismo de inferência. Por fim, foram definidos os parâmetros dos critérios utilizados no PROMETHEE II e coletados os dados de desempenho no subcritério “Importância do projeto para o parceiro” e dos critérios de projetos “Retorno financeiro” e “Grau de Autonomia”. Estes dados de entrada serão apresentados conforme as aplicações demonstradas por meio do Passo 2.

#### 5.3.2 Passo 2: Aplicação de FIS e PROMETHEE II

##### Aplicação FIS 1

Para aplicação do primeiro sistema de inferência *fuzzy* (FIS1), foi definida a base de regras apresentada no **Quadro 16**, que mostra a relação entre os termos dos antecedentes e consequentes, utilizando o conector lógico “AND”. Para isso, ainda foram estabelecidos os

termos linguísticos e respectivos números *fuzzy* triangulares para avaliação destas variáveis de entrada e saída, os quais são apresentados por meio da **Tabela 29**. Destaca-se que, tanto as variáveis antecedentes quanto as consequentes, consideraram os mesmos três termos linguísticos (“Baixo”, “Médio” e “Alto”). A **Figura 20** ilustra graficamente estes números *fuzzy*. A definição desta base de regras foi feita pelos membros da organização e validada por meio da análise de sensibilidade do sistema de inferência no **Capítulo 6** da dissertação.

**Quadro 16 – Base de regras FIS1**

Regra #	<i>If</i>				<i>then</i>	
	Potencial de crescimento	Operador	Relacionamento	Operador	Custo-benefício	Nota do parceiro
1	Baixo	AND	Baixo	AND	Baixo	Baixo
2	Baixo	AND	Baixo	AND	Médio	Baixo
3	Baixo	AND	Baixo	AND	Alto	Baixo
4	Baixo	AND	Médio	AND	Baixo	Baixo
5	Baixo	AND	Médio	AND	Médio	Baixo
6	Baixo	AND	Médio	AND	Alto	Médio
7	Baixo	AND	Alto	AND	Baixo	Baixo
8	Baixo	AND	Alto	AND	Médio	Médio
9	Baixo	AND	Alto	AND	Alto	Médio
10	Médio	AND	Baixo	AND	Baixo	Baixo
11	Médio	AND	Baixo	AND	Médio	Baixo
12	Médio	AND	Baixo	AND	Alto	Baixo
13	Médio	AND	Médio	AND	Baixo	Médio
14	Médio	AND	Médio	AND	Médio	Médio
15	Médio	AND	Médio	AND	Alto	Médio
16	Médio	AND	Alto	AND	Baixo	Médio
17	Médio	AND	Alto	AND	Médio	Médio
18	Médio	AND	Alto	AND	Alto	Médio
19	Alto	AND	Baixo	AND	Baixo	Baixo
20	Alto	AND	Baixo	AND	Médio	Baixo
21	Alto	AND	Baixo	AND	Alto	Médio
22	Alto	AND	Médio	AND	Baixo	Alto
23	Alto	AND	Médio	AND	Médio	Alto
24	Alto	AND	Médio	AND	Alto	Alto
25	Alto	AND	Alto	AND	Baixo	Médio
26	Alto	AND	Alto	AND	Médio	Alto
27	Alto	AND	Alto	AND	Alto	Alto

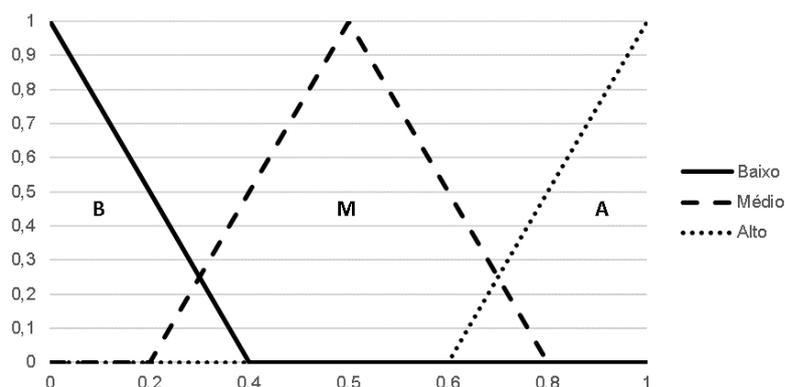
Fonte: Dados da pesquisa.

**Tabela 29 – Termos linguísticos das variáveis antecedentes e consequentes (FIS1)**

Termos	Números fuzzy triangulares
Baixo (B)	(0,0, 0,0, 0,4)
Médio (M)	(0,2, 0,5, 0,8)
Alto (A)	(0,6, 1,0, 1,0)

Fonte: Elaborado pelo autor.

**Figura 20 – Números fuzzy triangulares (FIS1)**



Fonte: Elaborado pelo autor.

Como citado anteriormente, os dados de entrada do FIS1 foram aqueles apresentados por meio da **Tabela 28**. Após os procedimentos do mecanismo de inferência e a defuzzificação, representados pelas **Equações (32)-(37)**, foram obtidas as “Notas do parceiro” para cada cliente. A **Tabela 30** revela as notas de todos os clientes avaliados na Etapa II, associando-os aos quadrantes ocupados em cada uma das matrizes. Os clientes  $A'_1$ ,  $A'_2$  e  $A'_9$  estão destacados por serem os que tiveram projetos avaliados na continuação da aplicação.

**Tabela 30 – Saídas resultantes do FIS1**

Nota dos parceiros		Quadrantes ocupados	
Cliente	Nota	Matriz 1	Matriz 2
<b>A'1</b>	<b>0.846</b>	<b>I</b>	<b>I</b>
<b>A'2</b>	<b>0.836</b>	<b>I</b>	<b>I</b>
A'3	0.442	IV	III
A'4	0.843	I	I
A'5	0.5	III	III
A'6	0.5	IV	IV
A'7	-	III	III
A'8	0.56	III	III
<b>A'9</b>	<b>0.539</b>	<b>III</b>	<b>III</b>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Analisando-se os resultados, percebe-se a consistência entre as classificações nos quadrantes das matrizes e os *outputs* obtidos. Os clientes mais bem classificados, que ocuparam o quadrante prioritário (I) em ambas as matrizes, tiveram notas próximas e acima de 0.83 (casos de  $A'_1$ ,  $A'_2$  e  $A'_4$ ). Já os clientes que ocuparam quadrantes inferiores, obtiveram notas mais baixas. A pior nota foi do cliente  $A'_3$ , devido especialmente ao seu baixo custo-benefício. Os demais clientes apresentaram notas próximas ou superiores a 0.5, condizente com seus desempenhos

nas dimensões e respectivas classificações. Mesmo estando no quadrante IV das duas matrizes,  $A'_6$  obteve nota maior que  $A'_3$  por ter um melhor custo-benefício.

## Aplicação FIS 2

Os valores de entrada para os termos antecedentes do segundo sistema de inferência foram as notas obtidas pelos clientes  $A'_1$ ,  $A'_2$  e  $A'_9$ , reveladas na **Tabela 30**. Sendo assim, as saídas (ou consequentes) do FIS1 serviram como entradas para o FIS2, que contou ainda com a definição de desempenhos no subcritério “Importância do projeto”, a partir de dados coletados com os membros da organização foco. A base de regras definida para este FIS foi definida também utilizando-se o conector lógico “AND”, conforme apresentado no **Quadro 17**. Neste sistema de inferência, os termos linguísticos adotados para as variáveis antecedentes e consequentes também foram os mesmos. No entanto, desta vez foram considerados quatro termos (“Baixo”, “Médio-Baixo”, “Médio-Alto”, “Alto”), com objetivo de aumentar a granularidade do sistema, já que três termos linguísticos representariam 9 regras, enquanto quatro possibilitaram 16 regras. Os números *fuzzy* de cada termo são apresentados na **Tabela 31** e ilustrados por meio da **Figura 21**. Da mesma forma que no FIS 1, a base de regras foi definida pelos membros da organização e validadas na análise de sensibilidade.

**Quadro 17 – Base de regras FIS2**

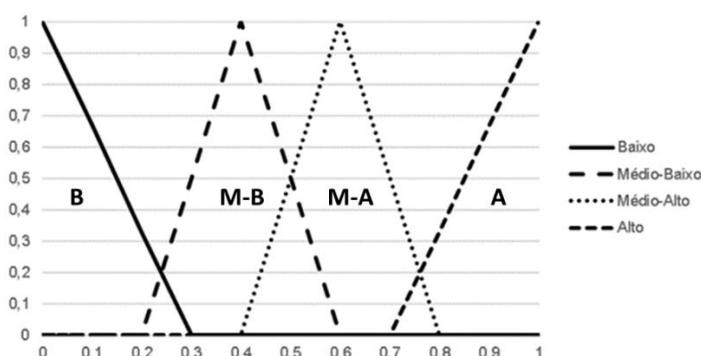
Regra #	If			then
	Nota do parceiro	Operador	Importância do projeto	Importância estratégica
1	Baixo	AND	Baixo	Baixo
2	Baixo	AND	Médio-baixo	Baixo
3	Baixo	AND	Médio-alto	Baixo
4	Baixo	AND	Alto	Baixo
5	Médio-baixo	AND	Baixo	Baixo
6	Médio-baixo	AND	Médio-baixo	Médio-baixo
7	Médio-baixo	AND	Médio-alto	Médio-baixo
8	Médio-baixo	AND	Alto	Médio-baixo
9	Médio-alto	AND	Baixo	Baixo
10	Médio-alto	AND	Médio-baixo	Médio-baixo
11	Médio-alto	AND	Médio-alto	Médio-alto
12	Médio-alto	AND	Alto	Médio-alto
13	Alto	AND	Baixo	Baixo
14	Alto	AND	Médio-baixo	Médio-baixo
15	Alto	AND	Médio-alto	Médio-alto
16	Alto	AND	Alto	Alto

Fonte: Dados da pesquisa.

**Tabela 31 – Termos linguísticos das variáveis antecedentes e consequentes (FIS2)**

Termos	Números fuzzy triangulares
Baixo (B)	(0.0, 0.0, 0.3)
Médio-Baixo (M-B)	(0.2, 0.4, 0.6)
Médio-Alto (M-A)	(0.4, 0.6, 0.8)
Alto (A)	(0.7, 1.0, 1.0)

Fonte: Elaborado pelo autor.

**Figura 21 – Números fuzzy triangulares (FIS2)**

Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme mencionado, o FIS2 utilizou como entradas os dados de saída do FIS1 dos três clientes selecionados, além dos dados de “Importância do projeto” coletados. Os projetos avaliados foram denominados genericamente por  $P_1$ ,  $P_2$  e  $P_9$ , associados aos respectivos clientes. Os mesmos mecanismos de inferência e procedimento de defuzzificação do FIS1 foram utilizados e a **Tabela 32** aponta as entradas e os dados de saída obtidos com a aplicação da inferência.

**Tabela 32 – Saídas resultantes do FIS2**

Projeto	Entradas		Saída
	Nota do parceiro	Importância do projeto	Importância estratégica
P1	0.846	1	0.885
P2	0.836	0.8	0.876
P9	0.539	0.9	0.531

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os resultados mostraram que os projetos  $P_1$  e  $P_2$  possuem maior importância estratégica para a organização, enquanto  $P_9$  possui um valor inferior obtido a partir da inferência. Estes valores foram utilizados como o desempenho no primeiro dos três critérios de projetos considerados no modelo, a “Importância estratégica” ( $Cp_1$ ). Portanto, foi uma das entradas utilizadas na aplicação do PROMETHEE II.

## PROMETHEE II

Para a aplicação do PROMETHEE II, o mesmo código apresentado no **Apêndice B** foi utilizado, apenas fazendo-se adaptações no Excel, conforme necessário. Um único decisor foi responsável por determinar os pesos dos critérios, as funções de preferência associadas a cada um deles e seus respectivos parâmetros, apresentados na **Tabela 33**. Também foram coletados dados de Retorno Financeiro ( $Cp_2$ ) e o Grau de autonomia ( $Cp_3$ ). A **Tabela 34** apresenta os desempenhos de cada projeto nos três critérios de projetos.

**Tabela 33 – Parâmetros dos critérios de projetos**

<b>Critério</b>	<b><math>Cp_1</math></b>	<b><math>Cp_2</math></b>	<b><math>Cp_3</math></b>
Peso	0.35	0.4	0.25
Função de preferência - Tipo	III	III	1
Parâmetro	0.05	5000	-

Fonte: Elaborado pelo autor.

**Tabela 34 – Dados de avaliação dos projetos**

<b>Projeto</b>	<b><math>Cp_1</math></b>	<b><math>Cp_2</math></b>	<b><math>Cp_3</math></b>
$P_1$	0.885	R\$ 75.000,00	0.7
$P_2$	0.876	R\$ 225.000,00	0.7
$P_9$	0.531	R\$ 17.000,00	1.0

Fonte: Elaborado pelo autor.

As etapas de cálculo seguiram o mesmo padrão apresentado em **3.1** e demonstradas de forma prática na aplicação do PROMETHEE II da Etapa de seleção de potenciais clientes.

### 5.3.3 Passo 3: Ordenação de projetos

A **Tabela 35** mostra os resultados finais da aplicação do PROMETHEE II, ou seja, os fluxos líquidos obtidos por cada alternativa a partir de suas relações de sobreclassificação. De forma similar ao que foi realizado na Etapa I, os projetos foram ordenados de maneira decrescente (quanto maior o fluxo, melhor o projeto). Os resultados permitiram observar uma relação  $P_2 > P_1 > P_9$ . Sendo assim, a equipe de trabalho da organização foco deveria priorizar a execução do projeto do Cliente 2 ( $A_2$ ). Portanto, notou-se a influência marcante do retorno financeiro do projeto na ordem de priorização. Ademais, a própria diferença destes valores de retorno ocasionou a alta diferença entre os fluxos obtidos.

**Tabela 35 – Ranking dos projetos avaliados**

<b>Projeto</b>	$\phi(P)$	<b>Ranking</b>
$P_1$	0.163	2°
$P_2$	0.837	1°
$P_9$	-1.0	3°

Fonte: Elaborado pelo autor.

### 5.3.4 Análise complementar dos sistemas de inferência

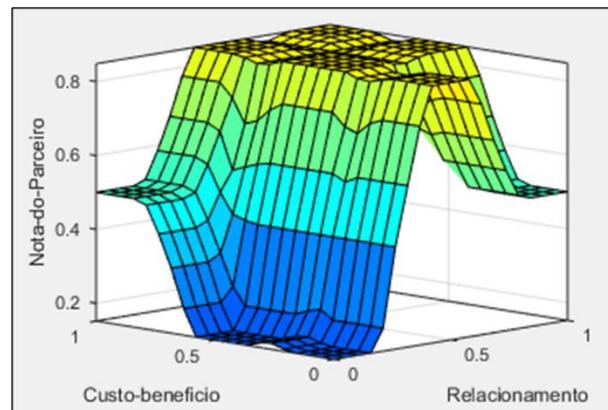
Após a obtenção de resultados e sua validação mediante à apresentação aos tomadores de decisão que participaram da Etapa III, algumas características dos sistemas de inferência foram retomadas e aprofundadas, explorando-se melhor os resultados fornecidos por meio do *fuzzy Logic Designer* do MATLAB®.

#### Análise FIS1

Primeiramente, destaca-se a definição do número de regras do primeiro sistema de inferência (apresentadas no **Quadro 16**) em sua base, que foi resultado do número de termos linguísticos (3) e variáveis antecedentes adotadas (3), obtendo-se  $3^3 = 27$  regras. Esta base de regras foi mantida sem alterações durante toda a avaliação do sistema de inferência. Além disso, visando compreender os efeitos de cada variável de entrada (potencial de crescimento, relacionamento e custo-benefício) no resultado de saída (nota do parceiro), foram tomados como referência de entrada os *scores* do cliente  $A'_1$ , isto é (0.821, 0.796, 0.559). Utilizando-se estes valores *crisp* de entrada e as regras definidas, foram obtidas as superfícies geradas pelo *fuzzy Logic Designer*, permitindo analisar a influência de cada variável na Nota do Parceiro.

A **Figura 22** ilustra a superfície gerada considerando-se variáveis relacionamento e custo-benefício, fixando-se o valor de potencial de crescimento em 0.821. Já a **Figura 23**, mostra a superfície gerada para a nota do parceiro em função do potencial de crescimento e custo-benefício, desta vez fixando o valor de relacionamento em 0.796. A **Figura 24** ilustra a nota do parceiro em função de potencial de crescimento e relacionamento, fixando-se neste caso, o valor de custo-benefício em 0.559. Nota-se, portanto, que os valores tomados como constantes foram aqueles do cliente  $A'_1$ , como citado anteriormente. A nota do parceiro obtida para este cliente foi 0.846, conforme mostrado na **Tabela 30**.

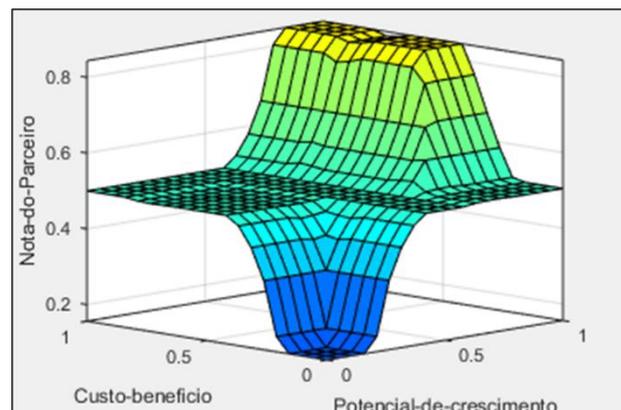
**Figura 22 – Nota do parceiro em função de Relacionamento e Custo-benefício**



Fonte: *fuzzy Logic Designer* do MATLAB®.

A **Figura 22** revelou algumas tendências interessantes da relação entre as variáveis. Primeiramente, percebe-se que altos valores de relacionamento e custo-benefício isoladamente não possibilitam bons valores para a nota do parceiro. Além disso, é possível analisar que altos valores de custo-benefício são substancialmente mais influentes para a obtenção de altas notas aos clientes. Além disso, boa parte da superfície tangenciou o valor máximo possível mostrado pela **Figura 22**, revelando que o alto valor de potencial de crescimento (0.821) tem grande influência na nota do parceiro.

**Figura 23 – Nota do parceiro em função de Potencial de crescimento e Custo-benefício**

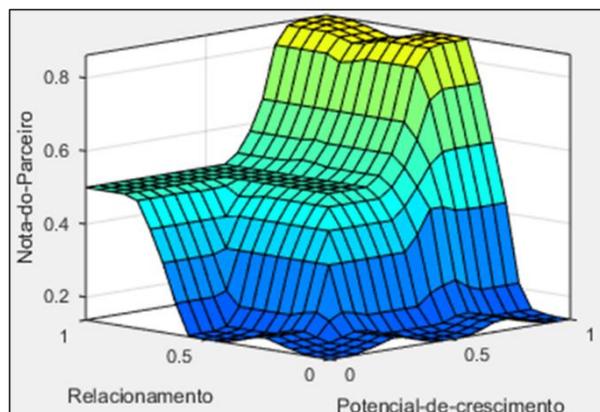


Fonte: *fuzzy Logic Designer* do MATLAB®.

A **Figura 23** apresentou mais algumas influências de cada variável, podendo-se perceber que baixos valores para potencial de crescimento (principalmente abaixo de 0.5) não permitem a obtenção de boa nota do parceiro, limitando-as expressivamente à valores abaixo de 0.5. Concomitantemente, alto potencial de crescimento aliado a um baixo custo-benefício

também não permite valores elevados de nota do parceiro, revelando certa limitação. Esta superfície mostrou a importância de ambas as variáveis na obtenção de altas notas, principalmente do potencial de crescimento.

**Figura 24 – Nota do parceiro em função de Potencial de crescimento e Relacionamento**



Fonte: *fuzzy Logic Designer* do MATLAB®.

Já na **Figura 24**, notou-se novamente que altos valores isoladamente não permitem boas Notas do Parceiro, enquanto altos valores de potencial de crescimento parecem ser substancialmente mais relevantes à obtenção de Notas do parceiro mais altas pelos clientes.

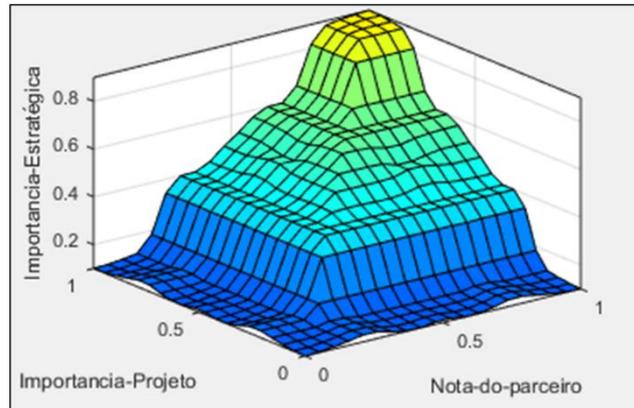
Portanto, as análises das **Figuras 22, 23 e 24** possibilitaram, além de entender o resultado de nota do parceiro obtido para o cliente  $A'_1$ , compreender quais as variáveis mais influentes na obtenção de melhores ou piores resultados de saída. Desta forma, apesar de o cliente citado ser um dos mais bem avaliados, as superfícies servem como boa forma de auxílio na definição de como “melhorar” a nota do parceiro, auxiliando no monitoramento e até mesmo na possibilidade de criar planos de ação para melhoria.

### **Análise FIS2**

Para o segundo sistema de inferência, o número de regras (apresentadas no **Quadro 17**) em sua base foi resultante do número de termos linguísticos (4) e variáveis antecedentes adotadas (2), obtendo-se  $2^4 = 16$  regras. Analogamente ao que foi realizado para avaliar o FIS1, utilizou-se o *fuzzy Logic Designer* do MATLAB® para gerar a superfície que permitiu a análise dos resultados. No entanto, diferentemente do FIS1, este segundo sistema de inferência gerou uma única superfície devido à existência de apenas duas variáveis de entrada (nota do parceiro e importância do projeto para o parceiro). A variável de saída analisada foi a Importância estratégica do projeto. Desta forma, a **Figura 25** representa graficamente a superfície que

mostra a Importância estratégica do projeto em função da nota do parceiro e Importância do projeto para o parceiro.

**Figura 25 – Importância estratégica em função da Nota do parceiro e Importância do projeto**



Fonte: *fuzzy Logic Designer* do MATLAB®.

A **Figura 25** revelou a necessidade de se obter boas avaliações em ambas variáveis para resultar em uma alta Importância estratégica de projetos (*output*). De acordo com a análise superficial, a influência de cada uma delas no resultado final foi equilibrada, o que também pôde ser avaliado através dos três projetos inseridos na análise (resultados da **Tabela 32**), em que as alternativas de projeto com maiores notas nas variáveis de entrada, obtiveram maiores importâncias estratégicas.

## 6 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

O Capítulo 6 apresenta a análise de sensibilidade do modelo proposto, visando mostrar como a variação de parâmetros das técnicas multicritério pode afetar os resultados obtidos a partir das aplicações iniciais. Para isso, foram criados diferentes cenários para cada uma das etapas do modelo apresentado. O principal objetivo foi demonstrar sua robustez e comparar, quando existentes, as variações de resultados, justificando as diferenças entre cada caso testado. Na Etapa I, foram realizadas alterações nos parâmetros de entrada do PROMETHEE II, visando avaliar as alterações finais no *ranking* de seleção de potenciais clientes; na Etapa II, os parâmetros de avaliação de clientes e critérios do *fuzzy* TOPSIS sofreram variações buscando analisar as diferenças de classificação ao final da etapa; já na Etapa III, foram realizadas análises de sensibilidade para os dois sistemas de inferência apresentados e posteriormente realizados alguns testes variando-se parâmetros de cada FIS e do PROMETHEE II.

### 6.1 Análise de sensibilidade da Etapa de Seleção

Para a Etapa I, cinco casos de teste foram realizados alterando-se os parâmetros de entrada do PROMETHEE II do caso original, apresentados na **Tabela 2**. Dentre eles, três apresentaram variações nos pesos dos critérios envolvidos na avaliação, enquanto outros dois envolveram a alteração do parâmetro do limiar de preferência  $p$  utilizado para o critério de audiência ( $c_1$ ). Todas as etapas de cálculo do método foram realizadas para cada um dos casos, resultando na **Tabela 36**, que revela as alterações de parâmetros realizadas em cada um deles, bem como os *scores* de cada alternativa ao final da aplicação, representadas pelos fluxos líquidos de cada uma delas, comparando as posições finais entre as alternativas no *ranking* de potenciais clientes.

Também foi conduzida uma análise mais detalhada sobre cada caso, analisando e justificando alterações de resultado em relação ao caso denominado como “Caso original”, aquele apresentado no **Capítulo 5** desta dissertação. Nos casos 1.1 a 1.3, onde foram alterados os pesos dos critérios, notou-se maior influência na variação de *scores* e conseqüentemente do *ranking* de cada potencial cliente. Nos casos 1.4 e 1.5, essas alterações foram mais suaves, revelando menor influência da alteração do parâmetro  $p$  nos resultados finais. Mesmo com algumas alterações, a aplicação da Etapa I mostrou-se robusta e não tão sensível às mudanças.

Tabela 36 – Resultados da análise de sensibilidade para a Etapa I

Ranking	Caso original			Caso 1.1			Caso 1.2			Caso 1.3			Caso 1.4			Caso 1.5		
	Alternativas	Scores	Var.	Alternativas	Scores	Var.	Alternativas	Scores	Var.	Alternativas	Scores	Var.	Alternativas	Scores	Var.	Alternativas	Scores	Var.
1°	A15	7.50		A12	11.00	2	A15	6.93	0	A19	7.20	4	A15	7.50	0	A15	7.50	0
2°	A4	7.00		A9	9.80	4	A4	6.60	0	A18	6.20	7	A4	6.80	0	A4	7.00	0
3°	A12	6.50		A15	9.00	-2	A19	6.27	2	A20	6.20	7	A12	6.50	0	A12	6.50	0
4°	A3	6.20		A1	8.60	3	A3	5.94	0	A4	6.00	-2	A3	6.14	0	A3	6.20	0
5°	A19	5.90		A4	8.00	-3	A12	4.95	-2	A15	6.00	-4	A9	5.70	1	A19	5.90	0
6°	A9	5.70		A3	6.80	-2	A6	4.79	2	A3	5.60	-2	A19	5.64	-1	A9	5.70	0
7°	A1	4.90		A6	4.70	1	A18	4.62	2	A6	4.90	1	A6	5.02	1	A1	4.90	0
8°	A6	4.80		A19	4.60	-3	A20	4.62	2	A21	4.77	3	A1	4.61	-1	A6	4.60	0
9°	A18	3.90		A2	3.80	4	A9	4.29	-3	A16	2.04	3	A18	3.28	0	A18	3.90	0
10°	A20	3.90		A18	1.60	-1	A1	3.63	-3	A12	2.00	-7	A20	3.28	0	A20	3.90	0
11°	A21	1.04		A20	1.60	-1	A21	2.26	0	A9	1.60	-5	A21	0.77	0	A21	1.10	0
12°	A16	-0.43		A7	-1.00	2	A16	0.39	0	A1	1.20	-5	A16	-0.77	0	A16	-0.50	0
13°	A2	-1.30		A11	-1.30	4	A7	-1.65	1	A8	0.24	3	A2	-1.01	0	A2	-1.30	0
14°	A7	-1.50		A21	-2.69	-3	A8	-2.91	2	A7	-2.00	0	A7	-1.42	0	A7	-1.50	0
15°	A14	-3.37		A16	-2.89	-3	A2	-2.97	-2	A14	-2.44	0	A8	-3.54	1	A14	-3.30	0
16°	A8	-4.52		A14	-4.31	-1	A14	-3.03	-1	A17	-2.88	2	A14	-3.71	-1	A11	-4.50	1
17°	A11	-4.70		A17	-7.65	1	A17	-4.43	1	A13	-4.96	2	A11	-4.72	0	A8	-4.62	-1
18°	A17	-5.26		A8	-9.29	-2	A11	-5.78	-1	A2	-6.40	-5	A17	-5.31	0	A17	-5.10	0
19°	A13	-8.41		A5	-11.51	1	A13	-7.19	0	A11	-8.10	-2	A13	-7.43	0	A13	-8.48	0
20°	A5	-10.50		A13	-11.87	-1	A5	-10.07	0	A5	-9.50	0	A5	-10.47	0	A5	-10.70	0
21°	A10	-17.33		A10	-17.00	0	A10	-17.27	0	A10	-17.67	0	A10	-16.83	0	A10	-17.20	0

Fonte: Elaborado pelo autor.

### Caso 1.1

No caso 1.1,  $A_9$  foi a alternativa que mais subiu posições (junto à  $A_2$  e  $A_{11}$ ) por ter o 2º maior número de seguidores (a segunda melhor avaliação em  $C_1$  – audiência), evidenciando o efeito do aumento de peso para este critério. Ao mesmo tempo, outra tendência notada no *ranking* evidenciou a não compensação presente no método PROMETHEE II, tais como as alternativas  $A_4$ ,  $A_{19}$ ,  $A_{21}$  e  $A_{16}$ , em que bons desempenhos em  $C_2$  e  $C_3$  não permitiram a sua presença em posições elevadas do *ranking*. Mesmo com as mudanças citadas, as alterações não foram tão significativas a ponto de causar variações drásticas de ordem, como inversão entre alternativas posicionadas muito abaixo e alternativas mais bem classificadas.

### Caso 1.2

Entre os casos com alterações de pesos dos critérios, este foi o que obteve menor variação de resultados das posições no *ranking*. Uma das justificativas é que foi justamente o cenário em que houve a menor variação dos pesos, aproximando-os ao mesmo valor. Sendo assim, igualar os pesos dos critérios não causou alterações significativas, trazendo poucas mudanças. Mais significativamente,  $A_9$  e  $A_1$  tiveram a maior queda dentre todas as alternativas, por conta de não possuírem avaliações muito boas nos critérios  $C_2$  e  $C_3$ , as quais tiveram seus pesos ligeiramente aumentados.

### Caso 1.3

No caso 1.3, as alterações de peso foram realizadas para inverter a importância dos critérios, tornando  $C_1$  o mais baixo entre os três. Neste caso, as alterações mostraram-se relativamente mais significativas, especialmente na parte superior do *ranking*, onde  $A_{19}$ ,  $A_{18}$  e  $A_{20}$  passaram a figurar como as três melhores alternativas de potenciais clientes, devido aos seus bons desempenhos nos critérios  $C_2$  e  $C_3$ , juntamente a uma audiência aceitável. A parte inferior do *ranking*, por sua vez, não apresentou grandes mudanças de posicionamentos das alternativas. Portanto, este cenário trouxe maior variação, mas ainda assim manteve parte do padrão do caso original, distanciando-se um pouco mais justamente pela inversão dos pesos de critérios.

### Caso 1.4

Neste caso, o parâmetro de preferência  $p$  para o critério de audiência foi aumentado em cinco vezes, para  $p = 50000$ . Esta alteração foi realizada para manter o desejo do tomador de decisão em utilizar a curva de preferência tipo III, mas também observar as possíveis mudanças

de resultados ao alterar seu parâmetro de entrada. Os resultados obtidos não mostraram alterações significativas do *ranking*, revelando baixa sensibilidade ao aumento do parâmetro.

### Caso 1.5

O caso 1.5 apresentou a diminuição de  $p$  em cinco vezes, para  $p = 2000$ ; esta mudança revelou ainda menos alterações no *ranking*, justamente por diminuir o intervalo, fazendo com que houvesse maior número de alternativas tendo preferência estrita sobre as demais. Este caso reforçou que esta etapa do modelo se mostra pouco sensível à mudança do parâmetro  $p$ , com poucas variações, nenhuma delas sendo significativa ao final da análise.

## 6.2 Análise de sensibilidade da Etapa de Priorização e gestão de portfólio

Para a Etapa II do modelo proposto, cinco novos casos de teste foram realizados, desta vez controlando-se os parâmetros de entrada do método *fuzzy* TOPSIS (para o caso original, ver 5.2). Novamente, os dados passaram por todas as etapas de cálculo características do respectivo método de decisão multicritério, resultando primeiramente na **Tabela 37**, que apresenta as variações conduzidas em cada caso e os *scores* de cada uma das nove alternativas nas três dimensões de desempenho propostas; e posteriormente na **Tabela 38**, a qual mostra as classificações finais de cada alternativa nas duas matrizes de portfólio propostas, destacando as alterações em relação ao caso original.

Dentre os cenários testados, dois foram conduzidos alterando-se os números *fuzzy* relacionados aos termos linguísticos utilizados para definir os pesos dos critérios e outros dois casos apresentaram a alteração de pesos dos critérios das dimensões de Potencial de crescimento e relacionamento; por fim, um caso envolveu a alteração dos números *fuzzy* dos termos relacionados a avaliação de desempenho das alternativas nos critérios. As **Tabelas 37 e 38** apresentam as mudanças de resultados e posteriormente cada caso é analisado de forma particular com detalhamento das alterações de parâmetros. De forma geral, notou-se que as alterações que aumentaram as incertezas dos termos linguísticos causaram variações na classificação de alternativas próximas às fronteiras dos quadrantes das matrizes, enquanto a diminuição de incertezas mostrou afetar menos as classificações finais. As alterações de pesos dos critérios também não causaram grandes mudanças na classificação final. Em geral, as únicas alternativas que sofreram alterações foram aquelas posicionadas próximas às fronteiras dos quadrantes e mesmo com as mudanças, não houve grande influência na priorização e/ou tomada de decisão final, caracterizando a robustez da aplicação realizada na Etapa II.

**Tabela 37 – Resultados da análise de sensibilidade da Etapa II – Scores em cada dimensão**

Alternativas	Caso 2.1			Caso 2.2			Caso 2.3			Caso 2.4			Caso 2.5		
	Aumentando incerteza para os pesos dos critérios			Diminuindo incerteza para os pesos dos critérios			Variando pesos dos critérios (1)			Variando pesos dos critérios (2)			Diminuindo incerteza para avaliação das alternativas		
	Potencial de crescimento	Relacionamento	Custo-benefício	Potencial de crescimento	Relacionamento	Custo-benefício	Potencial de crescimento	Relacionamento	Custo-benefício	Potencial de crescimento	Relacionamento	Custo-benefício	Potencial de crescimento	Relacionamento	Custo-benefício
<b>A<sub>1</sub>'</b>	0.846	0.806	0.559	0.806	0.754	0.559	0.856	0.746	0.559	0.837	0.719	0.559	0.796	0.748	0.559
<b>A<sub>2</sub>'</b>	0.858	0.727	1.000	0.823	0.621	1.000	0.868	0.713	1.000	0.905	0.658	1.000	0.803	0.620	1.000
<b>A<sub>3</sub>'</b>	0.374	0.543	0.136	0.315	0.423	0.136	0.416	0.501	0.136	0.375	0.493	0.136	0.231	0.405	0.136
<b>A<sub>4</sub>'</b>	1.000	1.000	0.667	1.000	1.000	0.667	1.000	1.000	0.667	0.994	1.000	0.667	1.000	1.000	0.667
<b>A<sub>5</sub>'</b>	0.796	0.921	0.076	0.746	0.865	0.076	0.815	0.909	0.076	0.776	0.904	0.076	0.718	0.871	0.076
<b>A<sub>6</sub>'</b>	0.528	0.522	0.231	0.462	0.396	0.231	0.566	0.470	0.231	0.561	0.441	0.231	0.401	0.375	0.231
<b>A<sub>7</sub>'</b>	0.969	0.956	0.000	0.963	0.944	0.000	0.970	0.926	0.000	1.000	0.952	0.000	0.953	0.944	0.000
<b>A<sub>8</sub>'</b>	0.686	0.816	0.274	0.630	0.702	0.274	0.711	0.775	0.274	0.619	0.721	0.274	0.601	0.709	0.274
<b>A<sub>9</sub>'</b>	0.948	0.988	0.230	0.930	0.990	0.230	0.953	0.989	0.230	0.954	0.989	0.230	0.925	0.990	0.230

Fonte: Elaborado pelo autor.

**Tabela 38 – Resultados da análise de sensibilidade da Etapa II – Classificação**

Alternativas	Caso original		Caso 2.1		Caso 2.2		Caso 2.3		Caso 2.4		Caso 2.5	
	Matriz 1	Matriz 2	Matriz 1	Matriz 2	Matriz 1	Matriz 2	Matriz 1	Matriz 2	Matriz 1	Matriz 2	Matriz 1	Matriz 2
<b>A<sub>1</sub>'</b>	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
<b>A<sub>2</sub>'</b>	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
<b>A<sub>3</sub>'</b>	IV	III	IV	III	IV	IV	IV	III	IV	IV	IV	IV
<b>A<sub>4</sub>'</b>	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
<b>A<sub>5</sub>'</b>	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III
<b>A<sub>6</sub>'</b>	IV	IV	III	III	IV	IV	III	IV	III	IV	IV	IV
<b>A<sub>7</sub>'</b>	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III
<b>A<sub>8</sub>'</b>	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III
<b>A<sub>9</sub>'</b>	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III

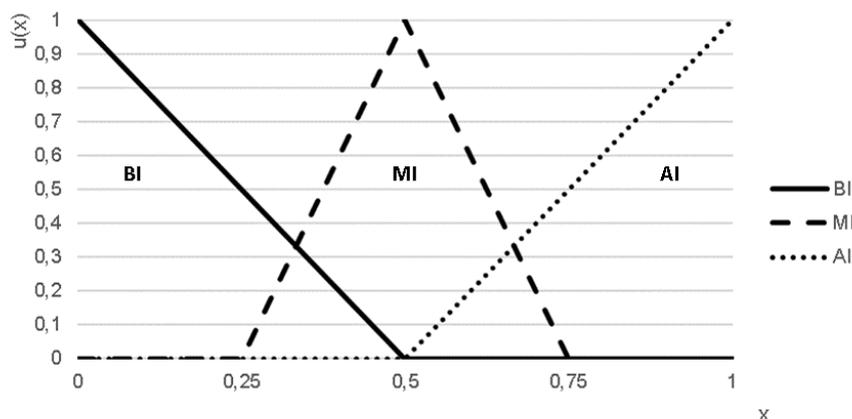
Fonte: Elaborado pelo autor.

### Caso 2.1

No caso 2.1, os números *fuzzy* triangulares para os termos de avaliação dos pesos dos critérios foram alterados de maneira a aumentar a incerteza dos termos “Baixa Importância (BI)” e “Alta Importância (AI)”, conforme ilustrado na **Figura 26**. Todos os demais parâmetros foram mantidos os mesmos do caso original. Por meio das classificações obtidas na **Tabela 38**, notou-se que apenas a alternativa  $A'_6$  apresentou variações em suas classificações nas matrizes, movendo-se para o quadrante III em ambas. Sendo assim, nesta situação,  $A'_6$  não estaria mais em situação de descarte/substituição ou reavaliação constante, porém continuaria não sendo uma alternativa prioritária, apresentando desempenhos ainda baixos.

Analisando-se o motivo para esta alteração de classificação, destaca-se a proximidade entre a alternativa e as fronteiras estabelecidas nas matrizes (valor 0.5). Notou-se, portanto, certa sensibilidade deste tipo de classificação às alterações de parâmetros do *fuzzy* TOPSIS, especialmente ao aumento das incertezas presentes no modelo. Ainda assim, esta mudança não afetaria a tomada de decisão de maneira drástica. Para continuar avaliando a robustez do modelo e melhor entender como essa variação de parâmetros poderia afetar o modelo, outros casos de teste foram desenvolvidos, como já citado anteriormente.

**Figura 26 – Termos de avaliação de pesos dos critérios (caso 2.1)**



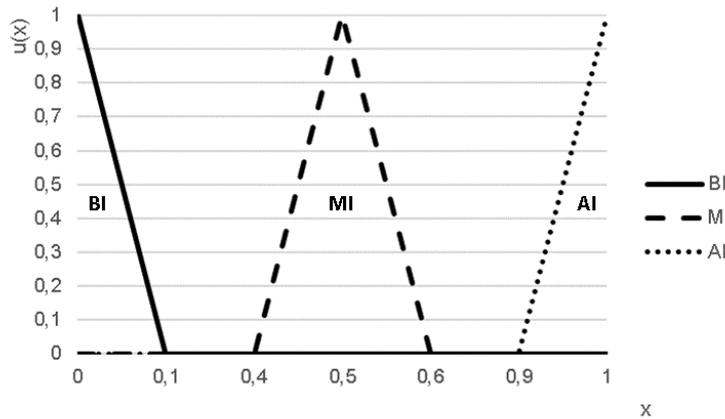
Fonte: Elaborado pelo autor.

### Caso 2.2

Para este caso, os números *fuzzy* triangulares para os termos de avaliação dos pesos dos critérios foram alterados visando reduzir a incerteza de todos os termos, visando torna-la mínima, conforme ilustrado na **Figura 27**. Neste cenário, apenas uma mudança foi notada:  $A'_3$  passou a estar posicionada no quadrante IV de ambas as matrizes. Esta alteração de classificação não foi tão significativa para a análise final, uma vez que a alternativa já não

apresentava bons desempenhos e manteve-se com baixa prioridade e necessidade de constante monitoramento. De maneira geral, esta etapa do modelo mostrou-se menos sensível a redução de incertezas, sem alterações significativas para a tomada de decisão e análise de resultados.

**Figura 27 – Termos de avaliação de pesos dos critérios (caso 2.2)**



Fonte: Elaborado pelo autor.

### Caso 2.3

No caso 2.3, os pesos dos critérios foram modificados, utilizando-se todos os termos linguísticos e demais parâmetros do caso original. Em primeiro lugar, todos os critérios da dimensão potencial de crescimento tiveram a sua importância reduzida à “Média Importância (MI)”, quando comparados ao caso original (todos com alta importância). Já os critérios da dimensão de relacionamento tiveram a sua importância aumentada para “Alta importância (AI)” (nos casos dos critérios  $c'_6$ ,  $c'_7$  e  $c'_8$ ) ou “Média Importância (MI)” (para o critério  $c'_9$ ). Neste caso, o cliente  $A'_6$  mudou a sua classificação apenas na Matriz 1 (ver **Tabela 38**), mesmo assim não se tornando um cliente prioritário. Um novo teste foi realizado para melhor avaliar o efeito dos pesos dos critérios na classificação final.

### Caso 2.4

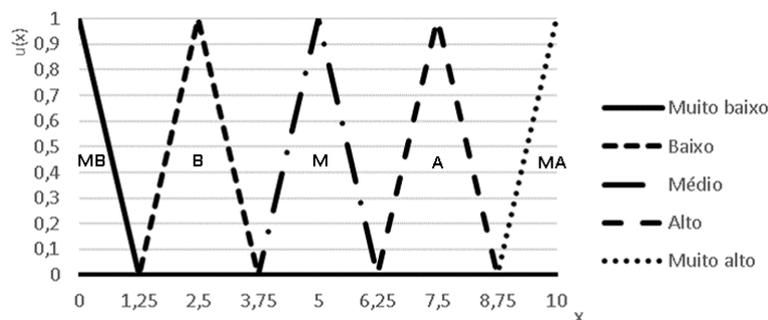
O cenário do caso 2.4 foi desenvolvido alterando-se os pesos dos critérios de forma aleatória. Para a dimensão de potencial de crescimento, os novos pesos de critérios foram:  $c'_1 = BI$ ;  $c'_2 = MI$ ;  $c'_3 = MI$ ;  $c'_4 = MI$ ; e  $c'_5 = AI$ , mantendo-se apenas o  $c'_5$  como critério de alta importância. Já os critérios da dimensão de relacionamento foram alterados para:  $c'_6 = BI$ ;  $c'_7 = AI$ ;  $c'_8 = AI$ ; and  $c'_9 = BI$ . Por meio da **Tabela 38**, nota-se que neste caso,  $A'_6$  melhorou seu

desempenho na dimensão de potencial de crescimento, classificando-se no quadrante III da matriz 1; enquanto isso  $A'_3$  passou a estar posicionada no quadrante IV de ambas as matrizes. Novamente, apenas  $A'_3$  e  $A'_6$  tiveram diferentes classificações, justamente pela já citada proximidade às fronteiras das matrizes.

### Caso 2.5

No caso 2.5, as incertezas dos termos de avaliação de desempenho dos clientes foram reduzidas conforme ilustrado na **Figura 28**. Mais uma vez, a diminuição de incertezas levou a poucas alterações de resultados, conforme mostrado na **Tabela 38**, em que apenas  $A'_3$  passou a estar classificada no quadrante IV de ambas as matrizes, com os demais resultados mantendo-se iguais ao caso original.

**Figura 28 – Termos de avaliação de desempenho dos clientes (caso 2.5)**



Fonte: Elaborado pelo autor.

## 6.3 Análise de sensibilidade da Etapa de Priorização de Projetos

### 6.3.1 Análise de sensibilidade dos sistemas de inferência fuzzy

Na Etapa III do modelo, a análise de sensibilidade foi conduzida utilizando-se as técnicas estatísticas de experimentos fatoriais completos (MONTGOMERY, 2013), visando avaliar as interações entre as variáveis de entrada e saída de cada sistema de inferência, além de reforçar a importância relativa entre as variáveis de entrada de cada um deles (OSIRO; LIMA-JUNIOR; CARPINETTI, 2014; ZANON et al., 2020).

#### Sensibilidade FIS1

Para o primeiro sistema de inferência, foi conduzido um experimento fatorial completo  $3^k$  (MONTGOMERY, 2013), considerando-se como fatores as três variáveis de entrada

(potencial de crescimento, relacionamento e custo-benefício) que possuem três níveis cada (Baixo, Médio e Alto), resultando em  $3^3 = 27$  combinações das variáveis a serem testadas. Utilizando-se o intervalo de escala adotado (0 a 1), os níveis foram parametrizados nos valores (0.0, 0.7, 1.0) para cada um dos termos. Para realização do experimento, o *software* Minitab® foi utilizado. Após a realização dos testes em sequenciamento aleatório, foram obtidos os resultados mostrados na **Tabela 39**.

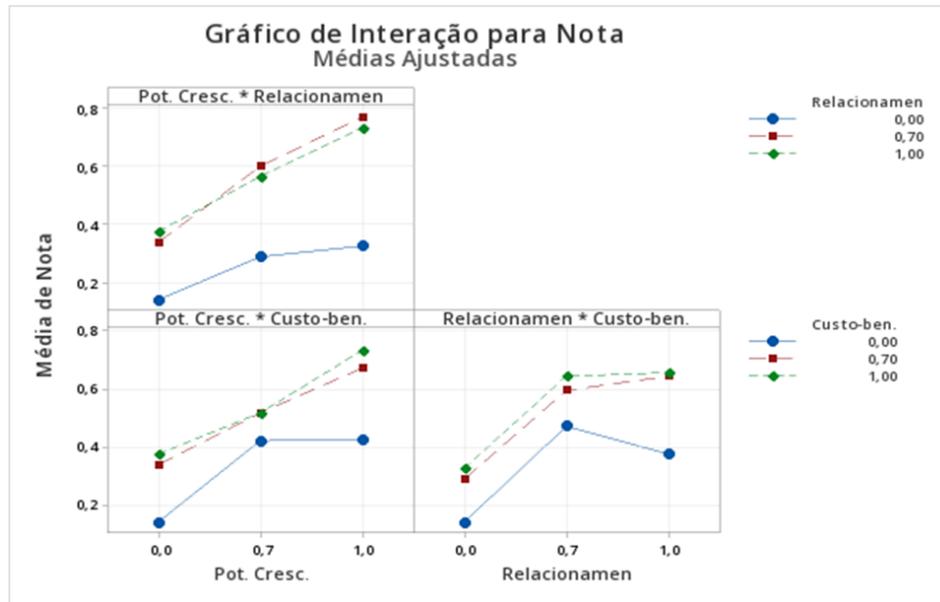
**Tabela 39 – Testes das variáveis de entrada e saída do FIS1**

Teste #	Potencial de Crescimento	Relacionamento	Custo-benefício	Nota do parceiro
1	0.7	0.0	0.7	0.352
2	1.0	0.7	0.7	0.834
3	0.0	0.0	1.0	0.130
4	0.0	0.7	0.7	0.352
5	0.0	0.7	1.0	0.500
6	1.0	1.0	0.7	0.834
7	0.0	1.0	0.7	0.500
8	0.7	0.7	0.7	0.602
9	1.0	0.0	0.7	0.352
10	1.0	0.7	0.0	0.648
11	0.7	1.0	1.0	0.602
12	0.7	1.0	0.0	0.500
13	0.0	0.7	0.0	0.166
14	0.7	1.0	0.7	0.602
15	0.0	1.0	0.0	0.130
16	0.7	0.0	0.0	0.166
17	0.0	0.0	0.0	0.130
18	1.0	1.0	1.0	0.870
19	0.7	0.7	1.0	0.602
20	1.0	0.0	1.0	0.500
21	0.0	0.0	0.7	0.166
22	0.0	1.0	1.0	0.500
23	1.0	0.0	0.0	0.130
24	1.0	1.0	0.0	0.500
25	0.7	0.7	0.0	0.602
26	1.0	0.7	1.0	0.834
27	0.7	0.0	1.0	0.352

Fonte: Elaborado pelo autor.

A **Figura 29** ilustra os gráficos que mostram os efeitos de interação entre as variáveis de entrada do primeiro sistema de inferência e a saída representada pela “Nota do parceiro”. Nela, a “Nota do parceiro” é representada por meio do eixo y do gráfico, enquanto os valores adotados para os termos linguísticos são mostrados no eixo x. Cada gráfico mostra as interações entre as diferentes variáveis de entrada, as quais estão escritas de forma abreviada.

**Figura 29 – Gráficos do experimento fatorial para o FIS1 (Interação entre variáveis)**



Fonte: Ferramentas estatísticas do Minitab ®.

Analisando-se os gráficos de interação das variáveis, foi possível perceber que não houve interação entre elas. Isso pode ser explicado pelo comportamento das curvas apresentadas: quando as retas são paralelas (ou estão próximas de um paralelismo), o significado é que não ocorre interação entre as variáveis de entrada, não se estabelecendo relação de *trade-off* (ZANON et al., 2020). Por outro lado, se as retas não fossem paralelas, poderia ser analisado o efeito de interação entre as variáveis. Os gráficos da **Figura 29** também permitiram reforçar a análise iniciada na **Seção 5.3.4**, indicando o impacto alto do potencial de crescimento na nota do parceiro.

### Sensibilidade FIS2

Para o segundo sistema de inferência, foi conduzido o experimento fatorial  $2^k$  (MONTGOMERY, 2013), já que foram consideradas duas variáveis de entrada (nota do parceiro e importância estratégica do projeto) testadas em quatro níveis (Baixo, Médio-Baixo, Médio-Alto, Alto), o que resultou em  $2^4 = 16$  combinações testadas. Mais uma vez, foi utilizado o intervalo adotado (0 a 1), parametrizando os diferentes níveis nos valores (0,0, 0,4, 0,6, 1,0). Analogamente ao FIS1, o Minitab ® foi utilizado como ferramenta de auxílio, gerando a realização dos testes em sequenciamento aleatório e obtendo-se os resultados apresentados na **Tabela 40**.

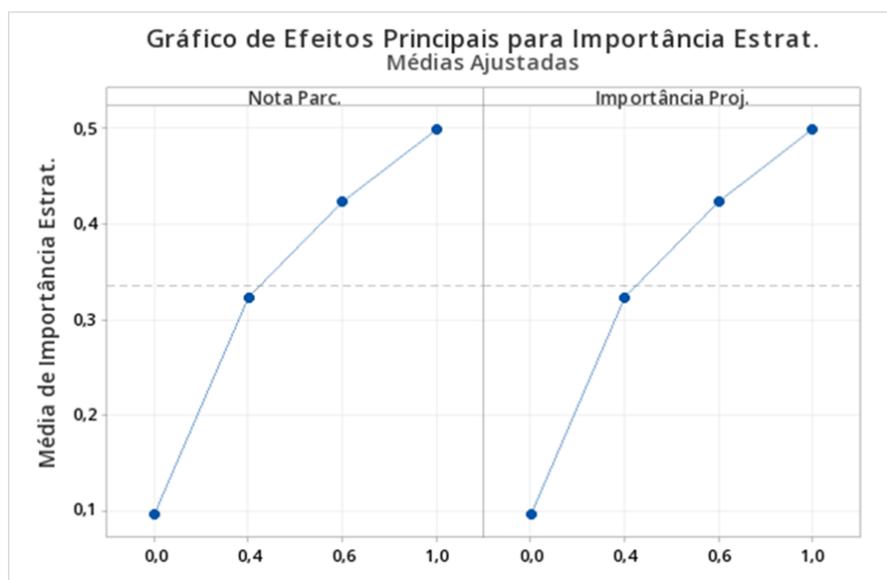
Tabela 40 – Testes das variáveis de entrada e saída do FIS2

Teste #	Nota do Parceiro	Importância do projeto	Importância Estratégica
1	0.6	0.6	0.6
2	0.0	0.6	0.0967
3	0.6	0.4	0.4
4	0.6	1.0	0.6
5	1.0	0.0	0.0967
6	0.4	1.0	0.4
7	1.0	1.0	0.9030
8	0.4	0.0	0.0967
9	0.6	0.0	0.0967
10	1.0	0.4	0.4
11	0.0	0.0	0.0967
12	0.0	1.0	0.0967
13	1.0	0.6	0.6
14	0.4	0.6	0.4
15	0.4	0.4	0.4
16	0.0	0.4	0.0967

Fonte: Elaborado pelo autor.

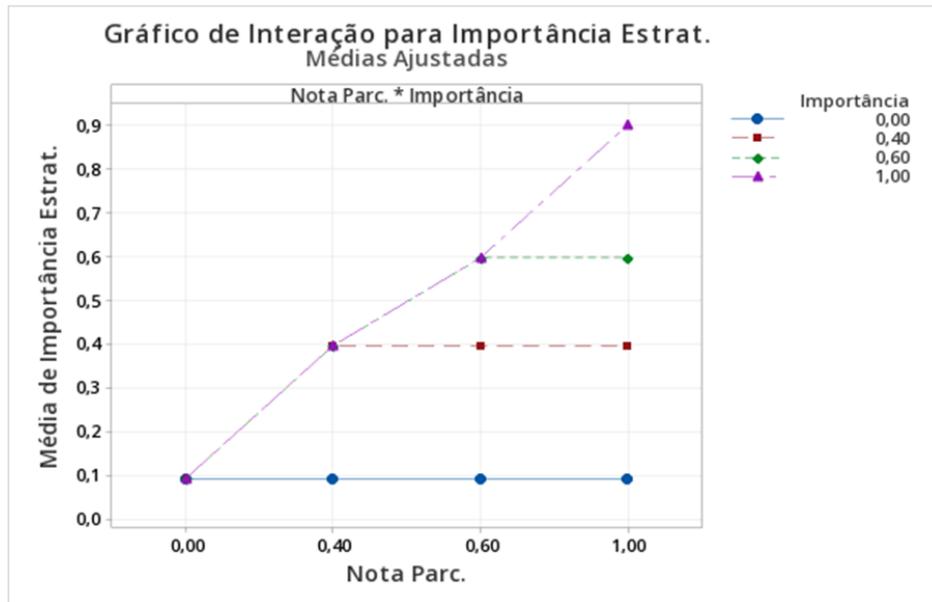
A **Figura 30** ilustra um gráfico que mostra os efeitos de cada variável na Importância estratégica do projeto, enquanto a **Figura 31** ilustra o gráfico que mostra os efeitos de interação entre as variáveis de entrada do segundo sistema de inferência e a saída deste, a Importância estratégica do Projeto. Novamente, há abreviação das variáveis.

Figura 30 – Efeitos de cada variável de entrada na saída do FIS 2



Fonte: Ferramentas estatísticas do Minitab ®.

**Figura 31 – Gráfico do experimento fatorial para o FIS2 (Interação entre variáveis)**



Fonte: Ferramentas estatísticas do Minitab ®.

A **Figura 30** permitiu observar a proximidade dos efeitos de cada variável de entrada na Importância estratégica do projeto, conforme já havia sido observado em **5.3.4**. Já a **Figura 31**, possibilita novamente concluir a ausência de interação e relação de *trade-off* entre as variáveis de entrada, devido ao paralelismo entre as retas, mesmo motivo apontado anteriormente (em certo ponto do gráfico, as curvas tornaram-se paralelas e concorrentes, dificultando a visualização).

### 6.3.2 Casos teste para análise de sensibilidade da Etapa de Priorização de projetos

Para finalizar a análise de sensibilidade da Etapa III, três casos de teste foram realizados, variando-se, a cada vez, parâmetros de um dos sistemas de inferência ou do PROMETHEE II. Ressalta-se ainda que, nestes testes, apenas os dados dos clientes que tiveram projetos analisados ( $A'_1$ ,  $A'_2$  e  $A'_9$ ) foram levados em consideração. Foi realizada a aplicação de todos os cálculos das técnicas envolvidas na Etapa III e a **Tabela 41** mostra os parâmetros alterados em cada caso e seus respectivos resultados. Destaca-se que foram apresentados apenas os valores de prioridade do projeto obtidos após a aplicação final do PROMETHEE II, junto às suas respectivas classificações (*ranking*). Apesar das variações nos *scores* de prioridade de projetos, nenhuma delas foi suficiente para causar alterações no resultado final deste *ranking*. Destaca-se ainda que, em nenhum momento, foram alterados os operadores lógicos e a base de regras,

visando manter as decisões dos especialistas tomadas no caso original. Analogamente às demais etapas, os casos e suas particularidades são descritos na sequência da dissertação.

Tabela 41 – Resultados da análise de sensibilidade da Etapa III

Projeto	Caso original		Caso 3.1		Caso 3.2		Caso 3.3	
	Parâmetros originais		Diminuindo incerteza dos termos FIS1		Aumentando incerteza dos termos FIS2		Variando parâmetro do PROMETHEE II $p = 0,01$	
	$\emptyset(P)$	Ranking	$\emptyset(P)$	Ranking	$\emptyset(P)$	Ranking	$\emptyset(P)$	Ranking
$P_1$	0.163	2°	<b>0.219</b>	2°	<b>0.205</b>	2°	<b>0.415</b>	2°
$P_2$	0.837	1°	<b>0.781</b>	1°	<b>0.795</b>	1°	<b>0.585</b>	1°
$P_9$	-1	3°	-1	3°	-1	3°	-1	3°

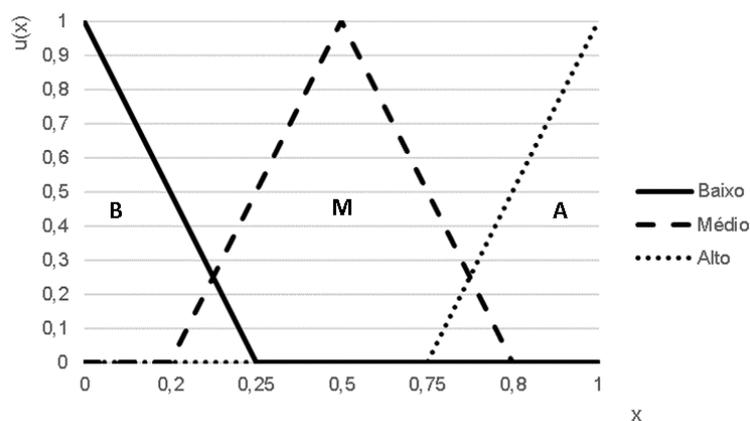
Fonte: Elaborado pelo autor.

### Caso 3.1

Para este cenário, foram realizadas alterações apenas nos parâmetros de entrada do FIS1, mantendo-se os parâmetros de aplicação do FIS2 e PROMETHEE II iguais ao do caso original (ver 5.3). A mudança realizada envolveu a diminuição dos intervalos dos números triangulares *fuzzy* dos termos linguísticos “Baixo (B)” e “Alto (A)”, reduzindo-se suas incertezas. Isso foi realizado para os termos das variáveis antecedentes (entradas) e consequentes (saídas) do sistema de inferência. A **Figura 32** ilustra graficamente os números triangulares *fuzzy* utilizados no caso 3.1.

Observando-se os resultados do caso 3.1 apresentados na **Tabela 41**, notou-se que houve pequena variação nos *scores* de Prioridade de projetos. Estas alterações foram insuficientes para afetar o *ranking* dos projetos e, conseqüentemente, não alteraram sua ordem prioritária e nem a decisão a ser tomada.

**Figura 32 – Números *fuzzy* triangulares FIS1 (Caso 3.1)**



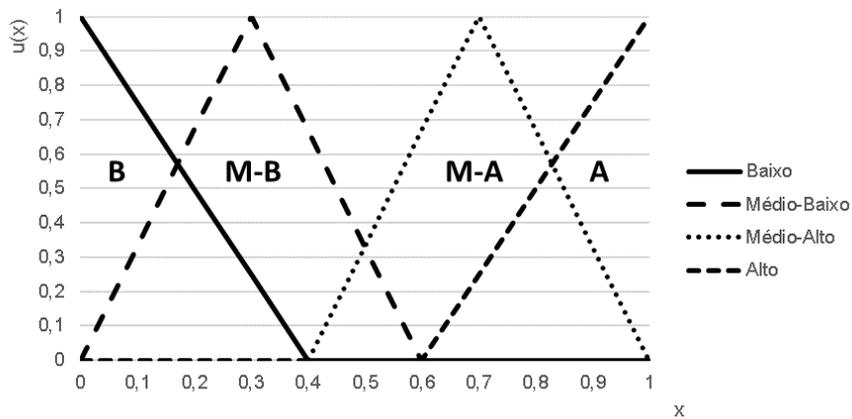
Fonte: Elaborado pelo autor.

### Caso 3.2

No caso 3.2, foram feitas alterações nos parâmetros do FIS2, retornando os parâmetros do FIS1 aos da aplicação do caso original e mantendo as entradas do PROMETHEE II. Neste caso, houve aumento dos intervalos dos números *fuzzy* triangulares de todos os termos linguísticos dos antecedentes e consequentes do FIS2, sendo eles: “Baixo (B)”, “Médio-Baixo (M-B)”, “Médio-Alto (M-A)” e “Alto (A)”. Sendo assim, a nova configuração gráfica dos números *fuzzy* foi a ilustrada na **Figura 33**.

A partir dos resultados observados na **Tabela 41**, notou-se novamente uma pequena alteração dos *scores*, o que não afetou o resultado final e a tomada de decisão.

**Figura 33 – Números *fuzzy* triangulares FIS2 (Caso 3.2)**



Fonte: Elaborado pelo autor.

### Caso 3.3

No caso 3.3, todos os parâmetros dos sistemas de inferência foram retornados ao caso original e a alteração realizada foi a redução do parâmetro de preferência  $p$  do critério de projeto Importância estratégica do projeto ( $Cp_1$ ) de  $p=0.05$  para  $p=0.01$ , reduzindo-se o intervalo adotado inicialmente. Este foi o caso que apresentou a maior alteração para os valores de prioridade de projeto, justamente por afetar as relações de sobreclassificação par-a-par entre as alternativas na execução do PROMETHEE II. No entanto, esta alteração também não causou mudanças na ordem prioritária, nem na decisão a ser tomada, mostrando a consistência e robustez da aplicação realizada na Etapa III.

## 7 CONCLUSÕES

O capítulo final desta dissertação retoma as principais características do modelo e da aplicação realizada, ressaltando algumas de suas vantagens e os principais pontos positivos. Por outro lado, também são destacadas algumas oportunidades de melhoria que podem servir como motivação e sugestão para trabalhos futuros, explorando-se novos métodos de decisão multicritério e até mesmo outros contextos ou técnicas de aplicação.

### 7.1 Contribuições e principais resultados

A dissertação apresentou um modelo CRM-MCDM, ou seja, a gestão de relacionamento com clientes a partir do uso de técnicas de decisão multicritério. O modelo mostrou-se sólido para auxílio na tomada de decisão em todos os momentos de avaliação de clientes em um processo de CRM, essencial à gestão de cadeias de suprimentos. O desenvolvimento e a proposição do modelo contaram com um procedimento de avaliação de clientes e definição de critérios com base na literatura e no contexto da aplicação, estruturando uma base de dados para a organização foco do estudo. Durante as avaliações, diversos cuidados foram tomados para evitar enviesamento que poderia prejudicar a obtenção de informações e conseqüentemente afetar resultados. Pouco encontrado na literatura, o uso de métodos de decisão multicritério permitiu a avaliação de um considerável número de clientes de forma simultânea, tornando o processo mais rápido e eficiente. Sob este aspecto, a implementação computacional realizada para as técnicas MCDM foi fundamental para possibilitar a realização de aplicações futuras, almejando a modificação de parâmetros de aplicação e até mesmo a base de potenciais clientes, clientes e/ou projetos avaliados. Ainda, o uso de métodos científicos de cálculo auxilia os tomadores de decisão a obter maior assertividade em suas escolhas, decidindo com base em dados agregados em *scores* finais e não apenas em opiniões ou dados pouco estruturados.

Três principais atividades relacionadas ao CRM foram abordadas em um único modelo, o que não havia sido estudado na literatura sobre o tema. Para abordar estas atividades, a proposta dividiu-se em três etapas que utilizaram diferentes métodos MCDM, de acordo com os objetivos de cada uma delas, com as seguintes particularidades e benefícios apresentados:

- A Etapa I consistiu na aplicação do PROMETHEE II, que ainda não havia sido utilizado neste contexto, para selecionar potenciais clientes em busca de serviços de *marketing* digital, por meio da definição de *scores* globais para cada uma das alternativas,

seguindo-se da ordenação a partir deles. Nesta etapa, a não-compensação característica do método utilizado foi essencial para garantir desempenhos mínimos aceitáveis em cada critério, além de não permitir incomparabilidade entre alternativas.

- A Etapa II foi realizada para avaliar os atuais clientes (parceiros) da organização foco, agrupando-se diferentes critérios em três dimensões de desempenho (potencial de crescimento, relacionamento e custo-benefício), aplicando o *fuzzy* TOPSIS para obter *scores* em duas delas e realizando um cálculo para custo-benefício. A obtenção destes *scores* permitiu classificar os clientes em duas matrizes de portfólio desenvolvidas pelo autor, estabelecendo-se diferentes grupos prioritários de clientes, a partir da definição de quatro quadrantes por matriz. Também foram definidas as principais ações de priorização utilizadas pela organização foco, passíveis de aplicação aos resultados obtidos. Dentre elas, destacou-se a priorização de projetos dos parceiros.
- A Etapa III apresentou a priorização de projetos dos parceiros, determinando uma ordem prioritária para sua execução. Nesta etapa, duas técnicas distintas foram utilizadas: FIS e PROMETHEE II. O primeiro sistema (FIS1) agregou os *scores* dos clientes nas dimensões de desempenho da Etapa II, obtendo uma nota para cada um; o FIS2 para agregou os sub-critérios “Nota do parceiro” e “Importância do projeto”, resultando na “Importância estratégica” do projeto. Por fim, três critérios de projetos foram utilizados para gerar as pontuações e a ordenação final deles. O uso do sistema de inferência mostrou-se positivo diante da possibilidade de utilizar as saídas da Etapa II do modelo para complementar as análises e gerar os *insights* necessários para priorizar os projetos.

Para comprovar a eficácia e robustez do modelo e das aplicações realizadas, foi conduzida uma análise de sensibilidade que contribuiu revelando para cada uma das etapas:

- Etapa I: foi a mais sensível a mudanças, mas as alterações causadas não afetaram as partes mais importantes do *ranking* de potenciais clientes, o que pouco modificaria os *insights* da tomada de decisão;
- Etapa II: mostrou-se robusta e pouco sensível a mudanças de parâmetros do *fuzzy* TOPSIS, causando poucas alterações de classificação e ainda menos na tomada de decisão/priorização de clientes;
- Etapa III: análise dos sistemas de inferência mostrou que não houve interferência e relação de *trade-off* entre as variáveis de entrada; a análise de sensibilidade da etapa mostrou que nenhuma alteração de parâmetros foi capaz de alterar a ordem prioritária de projetos e nem a tomada de decisão (consequência).

De forma geral, o desenvolvimento e a proposição do modelo permitiram que diversas lacunas identificadas na literatura fossem preenchidas; além disso, por meio da realização da aplicação do modelo, implicações práticas e gerenciais importantes à organização e à gestão da cadeia de suprimentos também se destacaram.

## 7.2 Oportunidades de melhoria e sugestões para trabalhos futuros

Durante e após o desenvolvimento da pesquisa e análise dos resultados, algumas oportunidades de melhoria surgiram como alternativas interessantes, além de algumas outras sugestões para trabalhos futuros.

- A primeira sugestão consiste na busca pela aplicação do modelo em um contexto diferente do apresentado nesta dissertação, adaptando as etapas e os critérios utilizados conforme necessário. Diferentes métodos de decisão multicritério podem ser utilizados, buscando-se manter consistência nas aplicações, de acordo com as necessidades do contexto a ser explorado;
- Outras métricas de CRM frequentemente citadas na literatura podem e devem ser utilizadas, algumas delas destacadas durante a revisão e que tiveram sua ausência justificadas pela aplicação na presente proposta;
- Para definir uma métrica de custo-benefício, idealmente deve-se utilizar dados de lucratividade de uma organização, o que não foi possível durante esta aplicação. Sendo assim, recomenda-se que pesquisas futuras optem pela obtenção de dados de lucratividade por cliente, caso possível;
- Diante da necessidade de avaliar clientes sob a ótica de critérios qualitativos (sobretudo na Etapa II), os decisores poderiam adotar posturas tendenciosas, supervalorizando aqueles clientes com os quais possuem relação direta e afetando a obtenção de resultados e tomada de decisão. Desta forma, pesquisas futuras podem explorar os métodos de tomada de decisão em grupo como forma de evitar esse possível problema. Além disso, técnicas que consideram hesitação nas avaliações também podem ser inseridas;
- Por fim, mais testes podem ser realizados testando parâmetros das diferentes técnicas já utilizadas, especialmente os operadores lógicos e métodos de defuzzificação dos sistemas de inferência *fuzzy*.

## REFERÊNCIAS

AHLEMANN, F. et al. A process framework for theoretically grounded prescriptive research in the project management field. **International Journal of Project Management**, v. 31, n. 1, p. 43–56, 2013.

AKYILDIZ, B.; KADAIICI, C.; TOPCU, I. A decision framework proposal for customer order prioritization: A case study for a structural steel company. **International Journal of Production Economics**, v. 169, p. 21–30, 2015.

ALMEIDA, A. T. **Processo de decisão nas organizações: construindo modelos de decisão multicritério**. 1<sup>a</sup> ed. 256p: Atlas, 2013.

BAILEY, C. et al. Segmentation and customer insight in contemporary services marketing practice: Why grouping customers is no longer enough. **Journal of Marketing Management**, v. 25, n. 3–4, p. 227–252, 2009.

BALAJI, M.; SANTHANAKRISHNAN, S.; DINESH, S. N. An application of analytic hierarchy process in vehicle routing problem. **Periodica Polytechnica Transportation Engineering**, v. 47, n. 3, p. 196–205, 2019.

BALBONI, B.; TERHO, H. Outward-looking and future-oriented customer value potential management: The sales force value appropriation role. **Industrial Marketing Management**, v. 53, n. December 2017, p. 181–193, 2016.

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

BERTRAND, J. W. M.; FRANSOO, J. C. Operations management research methodologies using quantitative modeling. **International Journal of Operations and Production Management**, v. 22, n. 2, p. 241–264, 2002.

BHATNAGAR, N. et al. Customer Selection and Prioritization The Optimal Resource Allocation Approach to Maximizing Customer Value Customer Selection and Prioritization : The Optimal Resource Allocation Approach to Maximizing Customer Value. v. 2667, 2008.

BOHLING, T. Optimal Customer Relationship Management Using Bayesian Decision Theory : An Application for Customer Selection. v. XLIV, n. November, p. 579–594, 2007.

BOLICO DA SILVA, V. Marketing digital como ferramenta estratégica e as oportunidades nas redes sociais. **E3**, v. 2, n. 1, p. 42–61, 2018.

BOULDING, W. et al. Management Roadmap : What Is Known , Potential Pitfalls ,. v. 69, n. October, p. 155–166, 2005.

BRANS, J. P.; MARESCHAL, B. Chapter 5 : PROMETHEE methods Chapter 5. **MULTIPLE CRITERIA DECISION ANALYSIS**, n. May, p. 164–195, 2005.

BRANS, J. P.; VINCKE, P. Note — A Preference Ranking Organisation Method. n. April 2021, 1985.

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

CENGİZ TOKLU, M. Determination of customer loyalty levels by using fuzzy MCDM approaches. **Acta Physica Polonica A**, v. 132, n. 3, p. 650–654, 2017.

CHAI, J.; LIU, J. N. K.; NGAI, E. W. T. **Application of decision-making techniques in supplier selection: A systematic review of literature** *Expert Systems with Applications*, 2013.

CHANG, D. Y. Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP. **European Journal of Operational Research**, v. 95, n. 3, p. 649–655, 1996.

CHEN, C. T. Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment. **Fuzzy Sets and Systems**, v. 114, n. 1, p. 1–9, 2000.

CHEN, C. T.; LIN, C. T.; HUANG, S. F. A fuzzy approach for supplier evaluation and selection in supply chain management. **International Journal of Production Economics**, v. 102, n. 2, p. 289–301, 2006.

CONFORTO, E. C.; AMARAL, D. C.; SILVA, S. L. DA. Roteiro para revisão bibliográfica sistemática : aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos. **8º Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto - CNGDP 2011**, n. 1998, p. 1–12, 2011.

CRUISE, M.; YILMAZ, O.; GÜNERI, A. F. a Solution To Customer Selection Problem in Logistics Using the Analytic Network Process ( Anp ). n. September, p. 257–260, 2010.

ENG, T. Y. Does customer portfolio analysis relate to customer performance? An empirical analysis of alternative strategic perspective. **Journal of Business and Industrial Marketing**, v. 19, n. 1, p. 49–67, 2004.

ERNST, R.; COHEN, M. A. Customer Prioritization Strategies for Distribution Management. **International journal of Operations & Production Management**, v. 12, n. 3, p. 25–37, 1992.

FELIX, R.; RAUSCHNABEL, P. A.; HINSCH, C. Elements of strategic social media marketing: A holistic framework. **Journal of Business Research**, v. 70, p. 118–126, 2017.

GERAMIAN, A.; ABRAHAM, A. Customer classification: A Mamdani fuzzy inference system standpoint for modifying the failure mode and effect analysis based three dimensional approach. **Expert Systems with Applications**, v. 186, n. July, p. 115753, 2021.

GÜÇDEMİR, H. Integrating multi-criteria decision making and clustering for business customer segmentation. 2015.

GÜÇDEMİR, H.; SELİM, H. Integrating multi-criteria decision making and clustering for business customer segmentation. **Industrial Management and Data Systems**, v. 115, n. 6, p. 1022–1040, 2015.

HMU TIN, K. M. M.; LAU, H. A business process decision model for client evaluation using fuzzy AHP and TOPSIS. **International Journal of Industrial and Systems Engineering**, v. 35, n. 1, p. 80–99, 2020.

HØJBJERG CLARKE, A.; FREYTAG, P. V.; ZOLKIEWSKI, J. Customer portfolios – challenges of internal and external alignment. **IMP Journal**, v. 11, n. 1, p. 109–126, 2017.

HOMBURG, C.; DROLL, M.; TOTZEK, D. Customer prioritization: Does it pay off, and how should it be implemented? **Journal of Marketing**, v. 72, n. 5, p. 110–130, 2008.

HOMBURG, C.; STEINER, V. V.; TOTZEK, D. Managing dynamics in a customer portfolio. **Journal of Marketing**, v. 73, n. 5, p. 70–89, 2009.

HU, F. H. et al. A new multi-perspective framework for multi-attribute decision making. **Expert Systems with Applications**, v. 37, n. 12, p. 8575–8582, 2010.

HUANG, C. To model , or not to model : Forecasting for customer prioritization. **International Journal of Forecasting**, v. 28, n. 2, p. 497–506, 2012.

JOHNSON, D. S.; CLARK, B. H.; BARCZAK, G. Customer relationship management processes: How faithful are business-to-business firms to customer profitability? **Industrial Marketing Management**, v. 41, n. 7, p. 1094–1105, 2012.

JOHNSON, M. D.; SELNES, F. Customer Portfolio Management: Toward a Dynamic Theory of Exchange Relationships. **Journal of Marketing**, v. 68, n. 2, p. 1–17, 2004.

KAHRAMAN, C.; ONAR, S. C.; OZTAYSI, B. RTICLE Fuzzy Multicriteria Decision-Making: A Literature Review \*. v. 8, n. 4, p. 637–666, 2015.

KALANTARI, M.; RABBANI, M.; EBADIAN, M. A decision support system for order acceptance/rejection in hybrid MTS/MTO production systems. **Applied Mathematical Modelling**, v. 35, n. 3, p. 1363–1377, 2011a.

KALANTARI, M.; RABBANI, M.; EBADIAN, M. A decision support system for order acceptance / rejection in hybrid MTS / MTO production systems. **Applied Mathematical Modelling**, v. 35, n. 3, p. 1363–1377, 2011b.

KANNAN, P. K.; LI, H. “ALICE”. Digital marketing: A framework, review and research agenda. **International Journal of Research in Marketing**, v. 34, n. 1, p. 22–45, 2017.

KERAMATI, A.; MEHRABI, H.; MOJIR, N. Industrial Marketing Management A process-oriented perspective on customer relationship management and organizational performance : An empirical investigation. **Industrial Marketing Management**, v. 39, n. 7, p. 1170–1185, 2010.

KHORRAMSHAHGOL, R.; AL-HUSAIN, R. A GP-AHP approach to Design Responsive Supply Chains for Pareto Customers. **Operations Research Perspectives**, v. 8, p. 100172, 2021.

KOTLER; KELLER. **Administração de Marketing** 776p Pearson, , 1967.

KRISHNA, G. J.; RAVI, V. Evolutionary computing applied to customer relationship management: A survey. **Engineering Applications of Artificial Intelligence**, v. 56, p. 30–59, 2016.

LAMBERT, D. M. Customer relationship management as a business process. **Journal of Business & Industrial Marketing**, v. 25, n. 1, p. 4–17, 2009.

LAMBERT, D. M.; COOPER, M. C. Issues in supply chain management. **Industrial Marketing Management**, v. 29, p. 65–83, 2000.

LAMBERT, D. M.; ENZ, M. G. Issues in Supply Chain Management: Progress and potential.

**Industrial Marketing Management**, v. 62, p. 1–16, 2017.

LAU, H. et al. A hybrid multi-criteria decision model for supporting customer-focused profitability analysis. **Industrial Management and Data Systems**, v. 116, n. 6, p. 1105–1130, 2016a.

LAU, H. et al. BPM for supporting customer relationship and profit decision. **Business Process Management Journal**, v. 22, n. 1, p. 231–255, 2016b.

LEUNG, K. H.; CHOY, K. L.; LAM, H. Y. An intelligent order allocation system for effective order fulfilment under changing customer demand. **MATEC Web of Conferences**, v. 255, p. 02002, 2019.

LIBAI, B. et al. Brave New World? On AI and the Management of Customer Relationships. **Journal of Interactive Marketing**, v. 51, p. 44–56, 2020.

LIMA-JUNIOR, F. R.; CARPINETTI, L. C. R. Combining SCOR® model and fuzzy TOPSIS for supplier evaluation and management. **International Journal of Production Economics**, v. 174, p. 128–141, 2016.

LIMA JUNIOR, F. R.; OSIRO, L.; CARPINETTI, L. C. R. A comparison between Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS methods to supplier selection. **Applied Soft Computing Journal**, v. 21, p. 194–209, 2014.

MAHDIRAJI, H. A. et al. Marketing strategies evaluation based on big data analysis: a CLUSTERING-MCDM approach. **Economic Research-Ekonomska Istrazivanja**, v. 32, n. 1, p. 2882–2898, 2019.

MAHMOUMGONBADI, A.; KATEBI, Y.; DONIAVI, A. A generic two-stage fuzzy inference system for dynamic prioritization of customers. **Expert Systems with Applications**, v. 131, p. 240–253, 2019.

MALINOWSKI, E.; KARWAN, M. H.; SUN, L. Customer selection and incentivization for SKU rationalization in a packaged gas supply chain. **International Journal of Production Economics**, v. 234, n. November 2020, p. 108008, 2021.

MAMDANI, E. H.; ASSILIAN, S. An experiment in linguistic synthesis with a fuzzy logic controller. **International Journal of Man-Machine Studies**, v. 7, n. 1, p. 1–13, 1975.

MARDANI, A. et al. Multiple criteria decision-making techniques and their applications - A review of the literature from 2000 to 2014. **Economic Research-Ekonomska Istrazivanja**, v. 28, n. 1, p. 516–571, 2015.

MARDANI, A.; JUSOH, A.; ZAVADSKAS, E. K. Fuzzy multiple criteria decision-making techniques and applications - Two decades review from 1994 to 2014. **Expert Systems with Applications**, v. 42, n. 8, p. 4126–4148, 2015.

MATHUR, M.; KUMAR, S. Customer retention through prioritization: Integrating time-dependent context of relationship dynamics. **Journal of International Consumer Marketing**, v. 25, n. 5, p. 332–343, 2013.

MAXWELL FERREIRA DE OLIVEIRA. Metodologia Científica: um manual para a realização de pesquisas em administração. **Metodologia Científica**, p. 72p., 2011.

MICHEL, R.; SCHNAKENBURG, I.; MARTENS, T. VON. Effective customer selection for marketing campaigns based on net scores. 2016.

MICU, A. E. Modeling a fuzzy system for assisting the customer targeting decisions in retail companies. **Analele Stiintifice ale Universitatii Ovidius Constanta, Seria Matematica**, v. 24, n. 3, p. 259–274, 2016.

MITHAS, S.; KRISHNAN, M. S.; FORNELL, C. Customer Satisfaction ? v. 2429, 2005.

MONTGOMERY, D. C. **Design and Analysis of Experiments Eighth Edition. Arizona State University**. [s.l: s.n.]. v. 2009

NOORIZADEH, A.; MAHDILOO, M.; SAEN, R. F. Evaluating relative value of customers via data envelopment analysis. **Journal of Business and Industrial Marketing**, v. 28, n. 7, p. 577–588, 2013.

OSIRO, L.; LIMA-JUNIOR, F. R.; CARPINETTI, L. C. R. A fuzzy logic approach to supplier evaluation for development. **International Journal of Production Economics**, v. 153, p. 95–112, 2014.

ÖZTAYI, B.; KAYA, T.; KAHRAMAN, C. Performance comparison based on customer relationship management using analytic network process. **Expert Systems with Applications**, v. 38, n. 8, p. 9788–9798, 2011.

PAYNE, A.; FROW, P. A strategic framework for customer relationship management. **Journal of Marketing**, v. 69, n. 4, p. 167–176, 2005.

REINARTZ, W.; KRAFFT, M.; HOYER, W. D. The customer relationship management process: Its measurement and impact on performance. **Journal of Marketing Research**, v. 41, n. 1, p. 293–305, 2004.

ROY, B. Decision-aid and decision-making. **European Journal of Operational Research**, v. 45, n. 2–3, p. 324–331, 1990.

TERHO, H. A measure for companies' customer portfolio management. **Journal of Business-to-Business Marketing**, v. 16, n. 4, p. 374–411, 2009.

THAKUR, R.; WORKMAN, L. Customer portfolio management (CPM) for improved customer relationship management (CRM): Are your customers platinum, gold, silver, or bronze? **Journal of Business Research**, v. 69, n. 10, p. 4095–4102, 2016.

VENKATESAN, R.; KUMAR, V.; BOHLING, T. Optimal customer relationship management using bayesian decision theory: An application for customer selection. **Journal of Marketing Research**, v. 44, n. 4, p. 579–594, 2007.

WETZEL, H. A.; HAMMERSCHMIDT, M.; ZABLAH, A. R. Gratitude versus entitlement: A dual process model of the profitability implications of customer prioritization. **Journal of Marketing**, v. 78, n. 2, p. 1–19, 2014.

WILLIAMS, P.; ASHILL, N.; NAUMANN, E. Toward a contingency theory of CRM adoption. **Journal of Strategic Marketing**, v. 25, n. 5–6, p. 454–474, 2017.

WINER, R. S. A framework for customer relationship management. **California Management Review**, v. 43, n. 4, p. 89–105, 2001.

ZADEH, L. A. Fuzzy sets. **Information and Control**, v. 8, n. 3, p. 338–353, 1965.

ZANON, L. G. et al. A decision making model based on fuzzy inference to predict the impact of SCOR® indicators on customer perceived value. **International Journal of Production Economics**, v. 223, p. 60008088, 2020.

ZAVADSKAS, E. K.; TURSKIS, Z.; KILDIENĖ, S. STATE OF ART SURVEYS OF OVERVIEWS ON MCDM / MADM METHODS. v. 20, n. 1, p. 165–179, 2014.

ZEITHAML, V. A. et al. Forward-Looking Focus Can Firms Have Adaptive Foresight ? v. 9, n. 2, p. 168–183, 2006.

ZIMMERMANN, H. J. Fuzzy set theory. **Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics**, v. 2, n. 3, p. 317–332, 2010.

ZOLKIEWSKI, J.; TURNBULL, P. Do relationship portfolios and networks provide the key to successful relationship management? **Journal of Business & Industrial Marketing**, v. 17, n. 7, p. 575–597, 2002.

### APÊNDICE A – Dados e resultados para a Etapa de Seleção (63 potenciais clientes)

Alternativas	C1	C2	C3
A1	362000	3,00	4,00
A2	348000	3,00	2,00
A3	191000	3,00	5,00
A4	216000	3,00	5,00
A5	18100	3,00	3,00
A6	155000	3,00	5,00
A7	100000	3,00	4,00
A8	772	3,00	5,00
A9	485000	3,00	4,00
A10	8790	1,00	2,00
A11	160000	3,00	2,00
A12	1300000	3,00	4,00
A13	871	1,00	5,00
A14	50000	4,00	3,00
A15	267000	4,00	4,00
A16	41800	4,00	4,00
A17	22500	5,00	2,00
A18	64000	5,00	4,00
A19	112000	5,00	4,00
A20	64000	5,00	4,00
A21	31000	5,00	4,00
A22	40800	5,00	3,00
A23	5857	5,00	2,00
A24	179000	5,00	4,00
A25	107000	5,00	2,00
A26	1200000	5,00	4,00
A27	2000	5,00	2,00
A28	279000	5,00	4,00
A29	159000	5,00	1,00
A30	578000	5,00	4,00
A31	62300	5,00	4,00
A32	6247	5,00	3,00
A33	186000	5,00	3,00
A34	122000	5,00	5,00
A35	172000	5,00	4,00
A36	19300	5,00	5,00
A37	166000	5,00	2,00
A38	8500	5,00	4,00
A39	167000	5,00	4,00
A40	1000000	4,00	4,00
A41	15000	4,00	2,00
A42	468000	4,00	4,00
A43	163000	4,00	5,00
A44	90400	4,00	4,00
A45	23100	4,00	5,00
A46	134000	0,00	5,00
A47	17400	4,00	5,00
A48	11400	4,00	3,00
A49	82100	4,00	3,00
A50	97800	4,00	3,00
A51	39000	4,00	2,00
A52	52700	4,00	2,00
A53	146000	4,00	2,00
A54	162000	4,00	1,00
A55	85700	4,00	4,00
A56	118000	4,00	3,00
A57	104000	4,00	3,00
A58	679000	4,00	5,00
A59	143000	4,00	4,00
A60	21600	4,00	4,00
A61	59600	4,00	2,00
A62	22600	2,00	2,00
A63	14500	4,00	4,00

Alternativas	$\emptyset(a)$	Ranking
A1	40,20	1º
A2	37,80	2º
A3	35,30	3º
A4	33,80	4º
A5	31,06	5º
A6	29,80	6º
A7	28,72	7º
A8	27,40	8º
A9	25,00	9º
A10	22,90	10º
A11	21,80	11º
A12	20,18	12º
A13	18,60	13º
A14	18,48	14º
A15	18,10	15º
A16	17,10	16º
A17	15,80	17º
A18	12,00	18º
A19	11,80	19º
A20	11,24	20º
A21	11,24	21º
A22	10,96	22º
A23	10,20	23º
A24	9,90	24º
A25	9,42	25º
A26	7,64	26º
A27	4,86	27º
A28	2,54	28º
A29	1,54	29º
A30	0,04	30º
A31	-0,13	31º
A32	-0,64	32º
A33	-0,86	33º
A34	-3,26	34º
A35	-3,84	35º
A36	-4,50	36º
A37	-5,42	37º
A38	-7,58	38º
A39	-7,93	39º
A40	-8,30	40º
A41	-8,97	41º
A42	-9,11	42º
A43	-9,74	43º
A44	-11,02	44º
A45	-11,58	45º
A46	-12,56	46º
A47	-15,50	47º
A48	-15,88	48º
A49	-15,96	49º
A50	-16,50	50º
A51	-17,58	51º
A52	-21,41	52º
A53	-21,70	53º
A54	-23,25	54º
A55	-23,31	55º
A56	-24,64	56º
A57	-25,76	57º
A58	-25,88	58º
A59	-27,97	59º
A60	-33,30	60º
A61	-35,32	61º
A62	-44,26	62º
A63	-51,76	63º

## APÊNDICE B – Código da implementação computacional do método PROMETHEE II

```

1  Sub PROMETHEE ()
2  'Este módulo contém o código desenvolvido para o método PROMETHEE'
3
4  'Definição de variáveis auxiliares iniciais'
5  linha = 14
6  linha_fim = Range("B14").End(xlDown).Row
7
8  coluna = 3
9  coluna_fim = Range("C13").End(xlToRight).Column
10
11 'Apagar dados anteriores'
12 Range("A" & linha_fim + 4).Select
13 Range(Selection, Selection.End(xlDown)).Select
14 Range(Selection, Selection.End(xlToRight)).Select
15 Selection.Clear
16
17 'Estruturar as matrizes de sobreclassificação'
18 'Matriz para primeiro critério'
19 Range("B14:B" & linha_fim).Copy
20 Range("B" & linha_fim + 6).PasteSpecial
21 Range("C" & linha_fim + 5).PasteSpecial Paste:=xlPasteAll, Operation:=xlNone,
SkipBlanks:=
22     False, Transpose:=True
23 Range("B" & linha_fim + 5).Select
24 ActiveCell.FormulaLocal = "=C6"
25 Application.CutCopyMode = False
26 Range(Selection, Selection.End(xlToRight)).Select
27 Range(Selection, Selection.End(xlDown)).Select
28 Selection.Borders.LineStyle = 1
29 Selection.Copy
30
31 'matriz para segundo critério'
32 linha_fim2 = Range("B" & linha_fim + 6).End(xlDown).Row
33 Range("B" & linha_fim2 + 2).PasteSpecial
34 Range("B" & linha_fim2 + 2).Select
35 ActiveCell.FormulaLocal = "=D6"
36 Application.CutCopyMode = False
37 Range(Selection, Selection.End(xlToRight)).Select
38 Range(Selection, Selection.End(xlDown)).Select
39 Selection.Borders.LineStyle = 1
40 Selection.Copy
41
42 'Matriz para terceiro critério'
43 linha_fim3 = Range("B" & linha_fim2 + 2).End(xlDown).Row
44 Range("B" & linha_fim3 + 2).PasteSpecial
45 Range("B" & linha_fim3 + 2).Select
46 ActiveCell.FormulaLocal = "=E6"
47 Application.CutCopyMode = False
48 Range(Selection, Selection.End(xlToRight)).Select
49 Range(Selection, Selection.End(xlDown)).Select
50 Selection.Borders.LineStyle = 1
51 Selection.Copy
52
53 'Matriz para quarto critério'
54 linha_fim4 = Range("B" & linha_fim3 + 2).End(xlDown).Row
55 Range("B" & linha_fim4 + 2).PasteSpecial
56 Range("B" & linha_fim4 + 2).Select
57 ActiveCell.FormulaLocal = "=F6"
58 Application.CutCopyMode = False
59 Range(Selection, Selection.End(xlToRight)).Select
60 Range(Selection, Selection.End(xlDown)).Select
61 Selection.Borders.LineStyle = 1
62 Selection.Copy
63
64 'Matriz para quinto critério'
65 linha_fim5 = Range("B" & linha_fim4 + 2).End(xlDown).Row
66 Range("B" & linha_fim5 + 2).PasteSpecial
67 Range("B" & linha_fim5 + 2).Select
68 ActiveCell.FormulaLocal = "=G6"
69 Application.CutCopyMode = False
70 Range(Selection, Selection.End(xlToRight)).Select
71 Range(Selection, Selection.End(xlDown)).Select
72 Selection.Borders.LineStyle = 1

```

```

73 Selection.Copy
74
75 'Matriz para sexto critério'
76 linha_fim6 = Range("B" & linha_fim5 + 2).End(xlDown).Row
77 Range("B" & linha_fim6 + 2).PasteSpecial
78 Range("B" & linha_fim6 + 2).Select
79 ActiveCell.FormulaLocal = "=H6"
80 Application.CutCopyMode = False
81 Range(Selection, Selection.End(xlToRight)).Select
82 Range(Selection, Selection.End(xlDown)).Select
83 Selection.Borders.LineStyle = 1
84 Selection.Copy
85
86 'Matriz para sétimo critério'
87 linha_fim7 = Range("B" & linha_fim6 + 2).End(xlDown).Row
88 Range("B" & linha_fim7 + 2).PasteSpecial
89 Range("B" & linha_fim7 + 2).Select
90 ActiveCell.FormulaLocal = "=I6"
91 Application.CutCopyMode = False
92 Range(Selection, Selection.End(xlToRight)).Select
93 Range(Selection, Selection.End(xlDown)).Select
94 Selection.Borders.LineStyle = 1
95 Selection.Copy
96
97 'Matriz para oitavo critério'
98 linha_fim8 = Range("B" & linha_fim7 + 2).End(xlDown).Row
99 Range("B" & linha_fim8 + 2).PasteSpecial
100 Range("B" & linha_fim8 + 2).Select
101 ActiveCell.FormulaLocal = "=J6"
102 Application.CutCopyMode = False
103 Range(Selection, Selection.End(xlToRight)).Select
104 Range(Selection, Selection.End(xlDown)).Select
105 Selection.Borders.LineStyle = 1
106 Application.CutCopyMode = False
107
108 'Definindo linha final da ultima matriz'
109
110 linha_fim9 = Range("B" & linha_fim8 + 2).End(xlDown).Row
111
112 'Passo 1: Preencher as matrizes de sobreclassificação - PROMETHEE'
113
114 'Matriz do critério 1'
115 coluna = 3
116 coluna_fim = Range("B" & linha_fim + 5).End(xlToRight).Column
117 linha2 = linha_fim + 6
118 a = 14
119
120 'Curva I'
121
122 If Cells(8, 3) = "I" Then
123
124     While coluna <= coluna_fim
125         While linha2 <= linha_fim2
126
127             If Cells(linha, 3) - Cells(a, 3) > 0 Then
128                 Cells(linha2, coluna) = 1
129             Else
130                 Cells(linha2, coluna) = 0
131             End If
132
133             linha = linha + 1
134             linha2 = linha2 + 1
135         Wend
136         linha = 14
137         linha2 = linha_fim + 6
138         coluna = coluna + 1
139         a = a + 1
140     Wend
141 End If
142
143 'Curva II'
144 coluna = 3
145 coluna_fim = Range("B" & linha_fim + 5).End(xlToRight).Column

```

```

143 linha2 = linha_fim + 6
147 a = 14
148
149 If Cells(8, 3) = "II" Then
150
151     While coluna <= coluna_fim
152         While linha2 <= linha_fim2
153
154             If Cells(linha, 3) - Cells(a, 3) <= Cells(9, 3) Then
155                 Cells(linha2, coluna) = 0
156             Else
157                 Cells(linha2, coluna) = 1
158             End If
159
160             linha = linha + 1
161             linha2 = linha2 + 1
162         Wend
163         linha = 14
164         linha2 = linha_fim + 6
165         coluna = coluna + 1
166         a = a + 1
167     Wend
168 End If
169
170 'Curva III'
171 coluna = 3
172 coluna_fim = Range("B" & linha_fim + 5).End(xlToRight).Column
173 linha2 = linha_fim + 6
174 a = 14
175
176 If Cells(8, 3) = "III" Then
177
178     While coluna <= coluna_fim
179         While linha2 <= linha_fim2
180
181             If Cells(linha, 3) - Cells(a, 3) > Cells(9, 3) Then
182                 Cells(linha2, coluna) = 1
183
184             ElseIf Cells(linha, 3) - Cells(a, 3) < 0 Then
185                 Cells(linha2, coluna) = 0
186
187             ElseIf Cells(linha, 3) - Cells(a, 3) <= Cells(9, 3) Then
188                 Cells(linha2, coluna) = WorksheetFunction.Product((1 / Cells(9,
3)), (Cells(linha, 3) - Cells(a, 3)))
189
190             End If
191
192             linha = linha + 1
193             linha2 = linha2 + 1
194         Wend
195         linha = 14
196         linha2 = linha_fim + 6
197         coluna = coluna + 1
198         a = a + 1
199     Wend
200 End If
201
202 'Matriz do critério 2'
203
204 coluna = 3
205 coluna_fim = Range("B" & linha_fim + 5).End(xlToRight).Column
206 linha3 = linha_fim2 + 3
207 a = 14
208
209 'Curva I'
210
211 If Cells(8, 4) = "I" Then
212
213     While coluna <= coluna_fim
214         While linha3 <= linha_fim3
215
216             If Cells(linha, 4) - Cells(a, 4) > 0 Then
217                 Cells(linha3, coluna) = 1

```

```

218         Else
219             Cells(linha3, coluna) = 0
220         End If
221
222         linha = linha + 1
223         linha3 = linha3 + 1
224     Wend
225     linha = 14
226     linha3 = linha_fim2 + 3
227     coluna = coluna + 1
228     a = a + 1
229 Wend
230 End If
231
232 'Curva II'
233 coluna = 3
234 coluna_fim = Range("B" & linha_fim + 5).End(xlToRight).Column
235 linha3 = linha_fim2 + 3
236 a = 14
237
238 If Cells(8, 4) = "II" Then
239
240     While coluna <= coluna_fim
241         While linha3 <= linha_fim3
242
243             If Cells(linha, 4) - Cells(a, 4) <= Cells(9, 4) Then
244                 Cells(linha3, coluna) = 0
245             Else
246                 Cells(linha3, coluna) = 1
247             End If
248
249             linha = linha + 1
250             linha3 = linha3 + 1
251         Wend
252         linha = 14
253         linha3 = linha_fim2 + 3
254         coluna = coluna + 1
255         a = a + 1
256     Wend
257 End If
258
259 'Curva III'
260 coluna = 3
261 coluna_fim = Range("B" & linha_fim + 5).End(xlToRight).Column
262 linha3 = linha_fim2 + 3
263 a = 14
264
265 If Cells(8, 4) = "III" Then
266
267     While coluna <= coluna_fim
268         While linha3 <= linha_fim3
269
270             If Cells(linha, 4) - Cells(a, 4) > Cells(9, 4) Then
271                 Cells(linha3, coluna) = 1
272
273             ElseIf Cells(linha, 4) - Cells(a, 4) < 0 Then
274                 Cells(linha3, coluna) = 0
275
276             ElseIf Cells(linha, 4) - Cells(a, 4) <= Cells(9, 4) Then
277                 Cells(linha3, coluna) = WorksheetFunction.Product((1 / Cells(9,
278                     4)), (Cells(linha, 4) - Cells(a, 4)))
279
280             End If
281
282             linha = linha + 1
283             linha3 = linha3 + 1
284         Wend
285         linha = 14
286         linha3 = linha_fim2 + 3
287         coluna = coluna + 1
288         a = a + 1
289     Wend
290 End If

```

```

288
289 'Matriz do critério 3'
292
293 coluna = 3
294 coluna_fim = Range("B" & linha_fim + 5).End(xlToRight).Column
295 linha4 = linha_fim3 + 3
296 a = 14
297
298 'Curva I'
299
300 If Cells(8, 5) = "I" Then
301
302     While coluna <= coluna_fim
303         While linha4 <= linha_fim4
304
305             If Cells(linha, 5) - Cells(a, 5) > 0 Then
306                 Cells(linha4, coluna) = 1
307             Else
308                 Cells(linha4, coluna) = 0
309             End If
310
311             linha = linha + 1
312             linha4 = linha4 + 1
313         Wend
314         linha = 14
315         linha4 = linha_fim3 + 3
316         coluna = coluna + 1
317         a = a + 1
318     Wend
319 End If
320
321 'Curva II'
322 coluna = 3
323 coluna_fim = Range("B" & linha_fim + 5).End(xlToRight).Column
324 linha4 = linha_fim3 + 3
325 a = 14 'a é uma variável auxiliar que fixa a alternativa comparada com
todas as demais'
326
327 If Cells(8, 5) = "II" Then
328
329     While coluna <= coluna_fim
330         While linha4 <= linha_fim4
331
332             If Cells(linha, 5) - Cells(a, 5) <= Cells(9, 5) Then
333                 Cells(linha4, coluna) = 0
334             Else
335                 Cells(linha4, coluna) = 1
336             End If
337
338             linha = linha + 1
339             linha4 = linha4 + 1
340         Wend
341         linha = 14
342         linha4 = linha_fim3 + 3
343         coluna = coluna + 1
344         a = a + 1
345     Wend
346 End If
347
348 'Curva III'
349 coluna = 3
350 coluna_fim = Range("B" & linha_fim + 5).End(xlToRight).Column
351 linha4 = linha_fim3 + 3
352 a = 14
353
354 If Cells(8, 5) = "III" Then
355
356     While coluna <= coluna_fim
357         While linha4 <= linha_fim4
358
359             If Cells(linha, 5) - Cells(a, 5) > Cells(9, 5) Then
360                 Cells(linha4, coluna) = 1
361

```

```

359         ElseIf Cells(linha, 5) - Cells(a, 5) < 0 Then
360             Cells(linha4, coluna) = 0
361
362         ElseIf Cells(linha, 5) - Cells(a, 5) <= Cells(9, 5) Then
363             Cells(linha4, coluna) = WorksheetFunction.Product((1 / Cells(9,
364                 5)), (Cells(linha, 5) - Cells(a, 5)))
365
366         End If
367
368         linha = linha + 1
369         linha4 = linha4 + 1
370     Wend
371     linha = 14
372     linha4 = linha_fim3 + 3
373     coluna = coluna + 1
374     a = a + 1
375 Wend
376 End If
377
378 'Matriz do critério 4'
379
380 coluna = 3
381
382 coluna_fim = Range("B" & linha_fim + 5).End(xlToRight).Column
383
384 linha5 = linha_fim4 + 3
385 a = 14
386
387 'Curva I'
388
389 If Cells(8, 6) = "I" Then
390
391     While coluna <= coluna_fim
392         While linha5 <= linha_fim5
393
394             If Cells(linha, 6) - Cells(a, 6) > 0 Then
395                 Cells(linha5, coluna) = 1
396             Else
397                 Cells(linha5, coluna) = 0
398             End If
399
400             linha = linha + 1
401             linha5 = linha5 + 1
402         Wend
403         linha = 14
404         linha5 = linha_fim4 + 3
405         coluna = coluna + 1
406         a = a + 1
407     Wend
408 End If
409
410 'Curva II'
411 coluna = 3
412 coluna_fim = Range("B" & linha_fim + 5).End(xlToRight).Column
413 linha5 = linha_fim4 + 3
414 a = 14 'a é uma variável auxiliar que fixa a alternativa comparada com
415 todas as demais'
416
417 If Cells(8, 6) = "II" Then
418
419     While coluna <= coluna_fim
420         While linha5 <= linha_fim5
421
422             If Cells(linha, 6) - Cells(a, 6) <= Cells(9, 6) Then
423                 Cells(linha5, coluna) = 0
424             Else
425                 Cells(linha5, coluna) = 1
426             End If
427
428             linha = linha + 1
429             linha5 = linha5 + 1
430         Wend
431         linha = 14
432         linha5 = linha_fim4 + 3
433         coluna = coluna + 1

```

```

433         a = a + 1
434     Wend
435 End If
436
437 'Curva III'
438 coluna = 3
439 coluna_fim = Range("B" & linha_fim + 5).End(xlToRight).Column
440 linha5 = linha_fim4 + 3
441 a = 14
442
443 If Cells(8, 6) = "III" Then
444
445     While coluna <= coluna_fim
446         While linha5 <= linha_fim5
447
448             If Cells(linha, 6) - Cells(a, 6) > Cells(9, 6) Then
449                 Cells(linha5, coluna) = 1
450
451             ElseIf Cells(linha, 6) - Cells(a, 6) < 0 Then
452                 Cells(linha5, coluna) = 0
453
454             ElseIf Cells(linha, 6) - Cells(a, 6) <= Cells(9, 6) Then
455                 Cells(linha5, coluna) = WorksheetFunction.Product((1 / Cells(9,
456                     6)), (Cells(linha, 6) - Cells(a, 6)))
457
458             End If
459
460             linha = linha + 1
461             linha5 = linha5 + 1
462         Wend
463         linha = 14
464         linha5 = linha_fim4 + 3
465         coluna = coluna + 1
466         a = a + 1
467     Wend
468 End If
469
470 'Matriz do critério 5'
471
472 coluna = 3
473 coluna_fim = Range("B" & linha_fim + 5).End(xlToRight).Column
474 linha6 = linha_fim5 + 3
475 a = 14
476
477 'Curva I'
478
479 If Cells(8, 7) = "I" Then
480
481     While coluna <= coluna_fim
482         While linha6 <= linha_fim6
483
484             If Cells(linha, 7) - Cells(a, 7) > 0 Then
485                 Cells(linha6, coluna) = 1
486             Else
487                 Cells(linha6, coluna) = 0
488             End If
489
490             linha = linha + 1
491             linha6 = linha6 + 1
492         Wend
493         linha = 14
494         linha6 = linha_fim5 + 3
495         coluna = coluna + 1
496         a = a + 1
497     Wend
498 End If
499
500 'Curva II'
501
502 coluna = 3
503 coluna_fim = Range("B" & linha_fim + 5).End(xlToRight).Column
504 linha6 = linha_fim5 + 3
505 a = 14 'a é uma variável auxiliar que fixa a alternativa comparada com
506 todas as demais'

```

```

499
500 If Cells(8, 7) = "II" Then
506
507     While coluna <= coluna_fim
508         While linha6 <= linha_fim6
509
510             If Cells(linha, 7) - Cells(a, 7) <= Cells(9, 7) Then
511                 Cells(linha6, coluna) = 0
512             Else
513                 Cells(linha6, coluna) = 1
514             End If
515
516             linha = linha + 1
517             linha6 = linha6 + 1
518         Wend
519         linha = 14
520         linha6 = linha_fim5 + 3
521         coluna = coluna + 1
522         a = a + 1
523     Wend
524 End If
525
526 'Curva III'
527 coluna = 3
528 coluna_fim = Range("B" & linha_fim + 5).End(xlToRight).Column
529 linha6 = linha_fim5 + 3
530 a = 14
531
532 If Cells(8, 7) = "III" Then
533
534     While coluna <= coluna_fim
535         While linha6 <= linha_fim6
536
537             If Cells(linha, 7) - Cells(a, 7) > Cells(9, 7) Then
538                 Cells(linha6, coluna) = 1
539             ElseIf Cells(linha, 7) - Cells(a, 7) < 0 Then
540                 Cells(linha6, coluna) = 0
541             ElseIf Cells(linha, 7) - Cells(a, 7) <= Cells(9, 7) Then
542                 Cells(linha6, coluna) = WorksheetFunction.Product((1 / Cells(9,
543                     7)), (Cells(linha, 7) - Cells(a, 7)))
544
545             End If
546
547             linha = linha + 1
548             linha6 = linha6 + 1
549         Wend
550         linha = 14
551         linha6 = linha_fim5 + 3
552         coluna = coluna + 1
553         a = a + 1
554     Wend
555 End If
556
557 'Matriz do critério 6'
558
559
560 coluna = 3
561 coluna_fim = Range("B" & linha_fim + 5).End(xlToRight).Column
562 linha7 = linha_fim6 + 3
563 a = 14
564
565 'Curva I'
566
567 If Cells(8, 8) = "I" Then
568
569     While coluna <= coluna_fim
570         While linha7 <= linha_fim7
571
572             If Cells(linha, 8) - Cells(a, 8) > 0 Then
573                 Cells(linha7, coluna) = 1
574             Else
575                 Cells(linha7, coluna) = 0

```

```

572             End If
573
574             linha = linha + 1
575             linha7 = linha7 + 1
576         Wend
577         linha = 14
578         linha7 = linha_fim6 + 3
579         coluna = coluna + 1
584         a = a + 1
585     Wend
586 End If
587
588 'Curva II'
589 coluna = 3
590 coluna_fim = Range("B" & linha_fim + 5).End(xlToRight).Column
591 linha7 = linha_fim6 + 3
592 a = 14 'a é uma variável auxiliar que fixa a alternativa comparada com
        todas as demais'
593
594 If Cells(8, 8) = "II" Then
595
596     While coluna <= coluna_fim
597         While linha7 <= linha_fim7
598
599             If Cells(linha, 8) - Cells(a, 8) <= Cells(9, 8) Then
600                 Cells(linha7, coluna) = 0
601             Else
602                 Cells(linha7, coluna) = 1
603             End If
604
605             linha = linha + 1
606             linha7 = linha7 + 1
607         Wend
608         linha = 14
609         linha7 = linha_fim6 + 3
610         coluna = coluna + 1
611         a = a + 1
612     Wend
613 End If
614
615 'Curva III'
616 coluna = 3
617 coluna_fim = Range("B" & linha_fim + 5).End(xlToRight).Column
618 linha7 = linha_fim6 + 3
619 a = 14
620
621 If Cells(8, 8) = "III" Then
622
623     While coluna <= coluna_fim
624         While linha7 <= linha_fim7
625
626             If Cells(linha, 8) - Cells(a, 8) > Cells(9, 8) Then
627                 Cells(linha7, coluna) = 1
628
629             ElseIf Cells(linha, 8) - Cells(a, 8) < 0 Then
630                 Cells(linha7, coluna) = 0
631
632             ElseIf Cells(linha, 8) - Cells(a, 8) <= Cells(9, 8) Then
633                 Cells(linha7, coluna) = WorksheetFunction.Product((1 / Cells(9,
634                     8)), (Cells(linha, 8) - Cells(a, 8)))
635
636             End If
637
638             linha = linha + 1
639             linha7 = linha7 + 1
640         Wend
641         linha = 14
642         linha7 = linha_fim6 + 3
643         coluna = coluna + 1
644         a = a + 1
645     Wend
646 End If

```

```

647 'Matriz do critério 7'
648
649 coluna = 3
650 coluna_fim = Range("B" & linha_fim + 5).End(xlToRight).Column
651 linha8 = linha_fim7 + 3
652 a = 14
653
654 'Curva I'
655
656 If Cells(8, 9) = "I" Then
657
658     While coluna <= coluna_fim
659         While linha8 <= linha_fim8
660
661             If Cells(linha, 9) - Cells(a, 9) > 0 Then
662                 Cells(linha8, coluna) = 1
663             Else
664                 Cells(linha8, coluna) = 0
665             End If
666
667             linha = linha + 1
668             linha8 = linha8 + 1
669         Wend
670         linha = 14
671         linha8 = linha_fim7 + 3
672         coluna = coluna + 1
673         a = a + 1
674     Wend
675 End If
676
677 'Curva II'
678 coluna = 3
679 coluna_fim = Range("B" & linha_fim + 5).End(xlToRight).Column
680 linha8 = linha_fim7 + 3
681 a = 14 'a é uma variável auxiliar que fixa a alternativa comparada com
todas as demais'
682
683 If Cells(8, 9) = "II" Then
684
685     While coluna <= coluna_fim
686         While linha8 <= linha_fim8
687
688             If Cells(linha, 9) - Cells(a, 9) <= Cells(9, 9) Then
689                 Cells(linha8, coluna) = 0
690             Else
691                 Cells(linha8, coluna) = 1
692             End If
693
694             linha = linha + 1
695             linha8 = linha8 + 1
696         Wend
697         linha = 14
698         linha8 = linha_fim7 + 3
699         coluna = coluna + 1
700         a = a + 1
701     Wend
702 End If
703
704 'Curva III'
705 coluna = 3
706 coluna_fim = Range("B" & linha_fim + 5).End(xlToRight).Column
707 linha8 = linha_fim7 + 3
708 a = 14
709
710 If Cells(8, 9) = "III" Then
711
712     While coluna <= coluna_fim
713         While linha8 <= linha_fim8
714
715             If Cells(linha, 9) - Cells(a, 9) > Cells(9, 9) Then
716                 Cells(linha8, coluna) = 1
717
718             ElseIf Cells(linha, 9) - Cells(a, 9) < 0 Then

```

```

719         Cells(linha8, coluna) = 0
720
721         ElseIf Cells(linha, 9) - Cells(a, 9) <= Cells(9, 9) Then
722             Cells(linha8, coluna) = WorksheetFunction.Product((1 / Cells(9,
              9)), (Cells(linha, 9) - Cells(a, 9)))
723
724         End If
725
726         linha = linha + 1
727         linha8 = linha8 + 1
728     Wend
729     linha = 14
730     linha8 = linha_fim7 + 3
731     coluna = coluna + 1
732     a = a + 1
733     Wend
734 End If
735
736 'Matriz do critério 8'
737
738 coluna = 3
739 coluna_fim = Range("B" & linha_fim + 5).End(xlToRight).Column
740 linha9 = linha_fim8 + 3
741 a = 14
742
743 'Curva I'
744
745 If Cells(8, 10) = "I" Then
746
747     While coluna <= coluna_fim
748         While linha9 <= linha_fim9
749
750             If Cells(linha, 10) - Cells(a, 10) > 0 Then
751                 Cells(linha9, coluna) = 1
752             Else
753                 Cells(linha9, coluna) = 0
754             End If
755
756             linha = linha + 1
757             linha9 = linha9 + 1
758         Wend
759         linha = 14
760         linha9 = linha_fim8 + 3
761         coluna = coluna + 1
762         a = a + 1
763     Wend
764 End If
765
766 'Curva II'
767 coluna = 3
768 coluna_fim = Range("B" & linha_fim + 5).End(xlToRight).Column
769 linha9 = linha_fim8 + 3
770 a = 14 'a é uma variável auxiliar que fixa a alternativa comparada com
todas as demais'
771
772 If Cells(8, 10) = "II" Then
773
774     While coluna <= coluna_fim
775         While linha9 <= linha_fim9
776
777             If Cells(linha, 10) - Cells(a, 10) <= Cells(9, 10) Then
778                 Cells(linha9, coluna) = 0
779             Else
780                 Cells(linha9, coluna) = 1
781             End If
782
783             linha = linha + 1
784             linha9 = linha9 + 1
785         Wend
786         linha = 14
787         linha9 = linha_fim8 + 3
788         coluna = coluna + 1
789         a = a + 1

```

```

790     Wend
791 End If
792
793 'Curva III'
794 coluna = 3
795 coluna_fim = Range("B" & linha_fim + 5).End(xlToRight).Column
796 linha9 = linha_fim8 + 3
797 a = 14
798
799 If Cells(8, 10) = "III" Then
800
801     While coluna <= coluna_fim
802         While linha9 <= linha_fim9
803
804             If Cells(linha, 10) - Cells(a, 10) > Cells(9, 10) Then
805                 Cells(linha9, coluna) = 1
806
807             ElseIf Cells(linha, 10) - Cells(a, 10) < 0 Then
808                 Cells(linha9, coluna) = 0
809
810             ElseIf Cells(linha, 10) - Cells(a, 10) <= Cells(9, 10) Then
811                 Cells(linha9, coluna) = WorksheetFunction.Product((1 / Cells(9,
310             10)), (Cells(linha, 10) - Cells(a, 10)))
812
813             End If
814
815             linha = linha + 1
816             linha9 = linha9 + 1
817         Wend
818         linha = 14
819         linha9 = linha_fim8 + 3
820         coluna = coluna + 1
821         a = a + 1
822     Wend
823 End If
824
825 'Passo 2: Calcular a matriz de sobreclassificação geral entre alternativas'
826
827 'Passo 2.1: Montar a estrutura da matriz'
828 Selection.Copy
829 Range("B" & linha_fim9 + 5).PasteSpecial
830 Range("B" & linha_fim9 + 5).Select
831 ActiveCell.FormulaLocal = "Sobreclassificação"
832 Application.CutCopyMode = False
833 Range(Selection, Selection.End(xlToRight)).Select
834 Range(Selection, Selection.End(xlDown)).Select
835 Selection.Borders.LineStyle = 1
836
837 'Passo 2.2: Apagar o que está dentro'
838 Range("C" & linha_fim9 + 6).Select
839 Range(Selection, Selection.End(xlToRight)).Select
840 Range(Selection, Selection.End(xlDown)).Select
841 Selection.Clear
842 Selection.Borders.LineStyle = 1
843
844 'Passo 2.3: Inserir as fórmulas e valores'
845 'Variáveis auxiliares'
846 coluna = 3
847 coluna_fim = Range("B" & linha_fim + 5).End(xlToRight).Column
848 linha_GS = linha_fim9 + 6
849 linha_GS_fim = Range("B" & linha_GS).End(xlDown).Row
850
851 'Passo a passo para inserir valores por meio das fórmulas'
852 While coluna <= coluna_fim
853     While linha_GS <= linha_GS_fim
854
855         Cells(linha_GS, coluna) = (Cells(linha2, coluna) * Cells(7, 3)) +
(Cells(linha3, coluna) * Cells(7, 4)) + (Cells(linha4, coluna) *
Cells(7, 5)) + (Cells(linha5, coluna) * Cells(7, 6)) + (Cells(linha6,
coluna) * Cells(7, 7)) + (Cells(linha7, coluna) * Cells(7, 8)) +
(Cells(linha8, coluna) * Cells(7, 9)) + (Cells(linha9, coluna) *
Cells(7, 10))

```

856

```

857         linha_GS = linha_GS + 1
858         linha2 = linha2 + 1
859         linha3 = linha3 + 1
860         linha4 = linha4 + 1
861         linha5 = linha5 + 1
862         linha6 = linha6 + 1
863         linha7 = linha7 + 1
864         linha8 = linha8 + 1
865         linha9 = linha9 + 1
866
867     Wend
868
869     coluna = coluna + 1
870     linha_GS = linha_fim9 + 6
871     linha2 = linha_fim + 6
872     linha3 = linha_fim2 + 3
873     linha4 = linha_fim3 + 3
874     linha5 = linha_fim4 + 3
875     linha6 = linha_fim5 + 3
876     linha7 = linha_fim6 + 3
877     linha8 = linha_fim7 + 3
878     linha9 = linha_fim8 + 3
879
880     Wend
881
882     'Passo 2.4 Somar fluxo positivo e negativo'
883
884     coluna = 3
885     coluna_fim = Range("B" & linha_fim + 5).End(xlToRight).Column
886     linha_GS = linha_fim9 + 6
887     linha_GS_fim = Range("B" & linha_GS).End(xlDown).Row
888
889     Cells(linha_GS - 1, coluna_fim + 1).Select
890     ActiveCell.FormulaLocal = "Fluxo +"
891
892     Cells(linha_GS_fim + 1, coluna - 1).Select
893     ActiveCell.FormulaLocal = "Fluxo -"
894
895     'Fluxo Negativo de cada alternativa'
896     While coluna <= coluna_fim
897         Cells(linha_GS_fim + 1, coluna) =
898             WorksheetFunction.Sum(Range(Cells(linha_GS, coluna), Cells(linha_GS_fim,
899                 coluna)))
900         coluna = coluna + 1
901     Wend
902
903     coluna = 3
904     coluna_fim = Range("B" & linha_fim + 5).End(xlToRight).Column
905     linha_GS = linha_fim9 + 6
906     linha_GS_fim = Range("B" & linha_GS).End(xlDown).Row
907
908     'Fluxo Positivo de cada alternativa'
909     While linha_GS <= linha_GS_fim - 1
910         Cells(linha_GS, coluna_fim + 1) =
911             WorksheetFunction.Sum(Range(Cells(linha_GS, coluna), Cells(linha_GS,
912                 coluna_fim)))
913         linha_GS = linha_GS + 1
914     Wend
915
916     'Tabela de fluxos líquidos'
917     'Montar estrutura da matriz'
918
919     linha_GS = linha_fim9 + 6
920     linha_FL = linha_GS_fim + 6
921     Range(Cells(linha_GS, 2), Cells(linha_GS_fim - 1, 2)).Select
922     Selection.Copy
923     Range("B" & linha_FL).Select
924     ActiveCell.PasteSpecial
925     Application.CutCopyMode = False
926
927     'Fazer os cálculos'
928     linha_FL_fim = Range("B" & linha_FL).End(xlDown).Row
929

```

```
926 While linha_FL <= linha_FL_fim
927     Cells(linha_FL, 3) = Cells(linha_GS, coluna_fim + 1) - Cells(linha_GS_fim,
928         coluna)
929     linha_FL = linha_FL + 1
930     coluna = coluna + 1
931     linha_GS = linha_GS + 1
932
933 Wend
934
935 Range(Selection, Selection.End(xlToRight)).Select
936 Selection.Borders.LineStyle = 1
937
938 'Ajustar o ranking final'
939 linha_FL = linha_GS_fim + 6
940 Range("B" & linha_FL - 1, "C" & linha_FL - 1).Select
941 Selection.Merge
942 ActiveCell.FormulaLocal = "Ranking"
943 Selection.HorizontalAlignment = xlCenter
944
945 End Sub
946
947
```

## APÊNDICE C – Código da implementação computacional do método *fuzzy* TOPSIS

```

1  Sub FuzzyTOPSISPC()
2  'Este módulo calcula o desempenho dos clientes na dimensão Potencial de
   Crescimento'
3
4  'Definição de variáveis auxiliares'
5  linha = 16
6  linha_fim = Range("B16").End(xlDown).Row
7
8  coluna = 3
9  coluna_fim = Range("C15").End(xlToRight).Column
10
11 'b é uma variável para apoiar a transformação dos termos em números fuzzy'
12 b = 40
13 b_fim = Range("AN15").End(xlToRight).Column
14
15 'Excluir resultados anteriores'
16 Range("AN16:EE" & linha_fim).Clear
17 Range("AN16:EE" & linha_fim).Borders.LineStyle = 1
18 Range("EH16:EV" & linha_fim).Clear
19 Range("EH16:EV" & linha_fim).Borders.LineStyle = 1
20 Range("EY16:FM16").Clear
21 Range("EY16:FM16").Borders.LineStyle = 1
22 Range("FP16:GD" & linha_fim).Clear
23 Range("FP16:GD" & linha_fim).Borders.LineStyle = 1
24 Range("GG16:GU16").Clear
25 Range("GG16:GU16").Borders.LineStyle = 1
26 Range("GG17:GU17").Clear
27 Range("GG17:GU17").Borders.LineStyle = 1
28 Range("GX16:HC" & linha_fim).Clear
29 Range("GX16:HC" & linha_fim).Borders.LineStyle = 1
30 Range("HF16:HK" & linha_fim).Clear
31 Range("HF16:HK" & linha_fim).Borders.LineStyle = 1
32 Range("HN16:HN" & linha_fim).Clear
33 Range("HN16:HN" & linha_fim).Borders.LineStyle = 1
34
35 'Excluir tudo que estiver fora da planilha'
36 Rows(linha_fim + 1).Select
37 Range(Selection, Selection.End(xlDown)).Select
38 Selection.Clear
39
40 'Copiar e colar o número de clientes'
41 Range("B16:B" & linha_fim).Copy
42 Range("AM16:AM" & linha_fim).PasteSpecial
43 Range("EG16:EG" & linha_fim).PasteSpecial
44 Range("FO16:FO" & linha_fim).PasteSpecial
45 Range("GW16:GW" & linha_fim).PasteSpecial
46 Range("HE16:HE" & linha_fim).PasteSpecial
47 Range("HM16:HM" & linha_fim).PasteSpecial
48
49 'Transformação dos termos linguísticos em números fuzzy triangulares'
50 While coluna <= coluna_fim
51
52     While linha <= linha_fim
53
54         If Cells(linha, coluna) = "MB" Then
55             Cells(linha, b) = 0
56             Cells(linha, b + 1) = 0
57             Cells(linha, b + 2) = 2.5
58         End If
59
60         If Cells(linha, coluna) = "B" Then
61             Cells(linha, b) = 0
62             Cells(linha, b + 1) = 2.5
63             Cells(linha, b + 2) = 5
64         End If
65
66         If Cells(linha, coluna) = "M" Then
67             Cells(linha, b) = 2.5
68             Cells(linha, b + 1) = 5
69             Cells(linha, b + 2) = 7.5
70         End If
71
72         If Cells(linha, coluna) = "A" Then

```

```

73         Cells(linha, b) = 5
74         Cells(linha, b + 1) = 7.5
75         Cells(linha, b + 2) = 10
76     End If
77
78     If Cells(linha, coluna) = "MA" Then
79         Cells(linha, b) = 7.5
80         Cells(linha, b + 1) = 10
81         Cells(linha, b + 2) = 10
82     End If
83
84     If Cells(linha, coluna) = " " Then
85         Cells(linha, b) = " "
86         Cells(linha, b + 1) = " "
87         Cells(linha, b + 2) = " "
88     End If
89
90     linha = linha + 1
91
92     Wend
93
94     b = b + 3
95     linha = 16
96     coluna = coluna + 1
97
98 Wend
99
100 'Definição de variáveis auxiliares'
101 linha = 16
102
103 coluna = 40
104 coluna_fim = Range("AN15").End(xlToRight).Column
105
106 b = 138
107 b_fim = Range("EH15").End(xlToRight).Column
108
109 'Agregação dos julgamentos dos decisores'
110
111 Range("EH16").FormulaLocal = "=SOMASES (AN16:EE16; $AN$14:$EE$14; $EH$14;
112 $AN$15:$EE$15; $EH$15) / (8 - (CONTAR.VAZIO (C16:AH16) / 4))"
113
114 Range("EH16").AutoFill Range("EH16:EH" & linha_fim)
115
116 Range("EI16").FormulaLocal = "=SOMASES (AN16:EE16; $AN$14:$EE$14; $EH$14;
117 $AN$15:$EE$15; $EI$15) / (8 - (CONTAR.VAZIO (C16:AH16) / 4))"
118
119 Range("EI16").AutoFill Range("EI16:EI" & linha_fim)
120
121 Range("EJ16").FormulaLocal = "=SOMASES (AN16:EE16; $AN$14:$EE$14; $EH$14;
122 $AN$15:$EE$15; $EJ$15) / (8 - (CONTAR.VAZIO (C16:AH16) / 4))"
123
124 Range("EJ16").AutoFill Range("EJ16:EJ" & linha_fim)
125
126 Range("EK16").FormulaLocal = "=SOMASES (AN16:EE16; $AN$14:$EE$14; $EK$14;
127 $AN$15:$EE$15; $EK$15) / (8 - (CONTAR.VAZIO (C16:AH16) / 4))"
128
129 Range("EK16").AutoFill Range("EK16:EK" & linha_fim)
130
131 Range("EL16").FormulaLocal = "=SOMASES (AN16:EE16; $AN$14:$EE$14; $EK$14;
132 $AN$15:$EE$15; $EL$15) / (8 - (CONTAR.VAZIO (C16:AH16) / 4))"
133
134 Range("EL16").AutoFill Range("EL16:EL" & linha_fim)
135
136 Range("EM16").FormulaLocal = "=SOMASES (AN16:EE16; $AN$14:$EE$14; $EK$14;
137 $AN$15:$EE$15; $EM$15) / (8 - (CONTAR.VAZIO (C16:AH16) / 4))"
138
139 Range("EM16").AutoFill Range("EM16:EM" & linha_fim)
140
141 Range("EN16").FormulaLocal = "=SOMASES (AN16:EE16; $AN$14:$EE$14; $EN$14;
142 $AN$15:$EE$15; $EN$15) / (8 - (CONTAR.VAZIO (C16:AH16) / 4))"
143
144 Range("EN16").AutoFill Range("EN16:EN" & linha_fim)

```

```

139 Range("EO16").FormulaLocal = "=SOMASES (AN16:EE16; $AN$14:$EE$14; $EN$14;
140 $AN$15:$EE$15; $EO$15) / (8- (CONTAR.VAZIO (C16:AH16) / 4) )"
141 Range("EO16").AutoFill Range("EO16:EO" & linha_fim)
142
143 Range("EP16").FormulaLocal = "=SOMASES (AN16:EE16; $AN$14:$EE$14; $EN$14;
144 $AN$15:$EE$15; $EP$15) / (8- (CONTAR.VAZIO (C16:AH16) / 4) )"
145 Range("EP16").AutoFill Range("EP16:EP" & linha_fim)
146
147 Range("EQ16").FormulaLocal = "=SOMASES (AN16:EE16; $AN$14:$EE$14; $EQ$14;
148 $AN$15:$EE$15; $EQ$15) / (8- (CONTAR.VAZIO (C16:AH16) / 4) )"
149 Range("EQ16").AutoFill Range("EQ16:EQ" & linha_fim)
150
151 Range("ER16").FormulaLocal = "=SOMASES (AN16:EE16; $AN$14:$EE$14; $EQ$14;
152 $AN$15:$EE$15; $ER$15) / (8- (CONTAR.VAZIO (C16:AH16) / 4) )"
153 Range("ER16").AutoFill Range("ER16:ER" & linha_fim)
154
155 Range("ES16").FormulaLocal = "=SOMASES (AN16:EE16; $AN$14:$EE$14; $EQ$14;
156 $AN$15:$EE$15; $ES$15) / (8- (CONTAR.VAZIO (C16:AH16) / 4) )"
157 Range("ES16").AutoFill Range("ES16:ES" & linha_fim)
158
159 'Definição dos valores do critério numérico - decisor único'
160 Range("ET16").FormulaLocal = "=AJ16"
161 Range("ET16").AutoFill Range("ET16:ET" & linha_fim)
162
163 Range("EU16").FormulaLocal = "=AJ16"
164 Range("EU16").AutoFill Range("EU16:EU" & linha_fim)
165
166 Range("EV16").FormulaLocal = "=AJ16"
167 Range("EV16").AutoFill Range("EV16:EV" & linha_fim)
168
169 'Definição dos pesos dos critérios'
170 Range("EY16").FormulaLocal =
171 "=SE (EY14=$M$3; $O$3; SE (EY14=$M$4; $O$4; SE (EY14=$M$5; $O$5; SE (EY14=$M$6; $O$6; SE (EY14=
172 $M$7; $O$7; 0)))))"
173 Range("EY16").AutoFill Range("EY16:FM16")
174
175 'Ponderação da matriz de decisão'
176 '1'
177
178 linha = 16
179
180 coluna = Range("EH15").Column
181 coluna_fim = Range("EH15").End(xlToRight).Column
182
183 b = Range("FP15").Column
184 b_fim = Range("FP15").End(xlToRight).Column
185
186 aux = Range("EJ16").Column
187 aux_fim = Range("EJ16").End(xlToRight).Column
188
189 peso = Range("EY15").Column
190
191 While coluna <= coluna_fim
192     Maximo = WorksheetFunction.Max (Columns (aux))
193
194     While linha <= linha_fim
195         Cells (linha, b) = (Cells (linha, coluna) / Maximo) * Cells (16, peso)
196
197         linha = linha + 1
198
199     Wend
200
201     b = b + 3
202     linha = 16
203     coluna = coluna + 3
204     aux = aux + 3

```

```

202         peso = peso + 3
203
204     Wend
205
206     'm'
207
208     linha = 16
209
210     coluna = Range("EI15").Column
211     coluna_fim = Range("EI15").End(xlToRight).Column
212
213     b = Range("FQ15").Column
214     b_fim = Range("FQ15").End(xlToRight).Column
215
216     aux = Range("EJ16").Column
217     aux_fim = Range("EJ16").End(xlToRight).Column
218
219     peso = Range("EZ15").Column
220
221     While coluna <= coluna_fim
222
223         Maximo = WorksheetFunction.Max(Columns(aux))
224
225         While linha <= linha_fim
226
227             Cells(linha, b) = (Cells(linha, coluna) / Maximo) * Cells(16, peso)
228
229             linha = linha + 1
230
231         Wend
232
233         b = b + 3
234         linha = 16
235         coluna = coluna + 3
236         aux = aux + 3
237         peso = peso + 3
238
239     Wend
240
241     'u'
242
243     linha = 16
244
245     coluna = Range("EJ15").Column
246     coluna_fim = Range("EJ15").End(xlToRight).Column
247
248     b = Range("FR15").Column
249     b_fim = Range("FR15").End(xlToRight).Column
250
251     aux = Range("EJ16").Column
252     aux_fim = Range("EJ16").End(xlToRight).Column
253
254     peso = Range("FA15").Column
255
256     While coluna <= coluna_fim
257
258         Maximo = WorksheetFunction.Max(Columns(aux))
259
260         While linha <= linha_fim
261
262             Cells(linha, b) = (Cells(linha, coluna) / Maximo) * Cells(16, peso)
263
264             linha = linha + 1
265
266         Wend
267
268         b = b + 3
269         linha = 16
270         coluna = coluna + 3
271         aux = aux + 3
272         peso = peso + 3
273
274     Wend
275
276
277

```

```

272
273 'Definição das soluções ideais positivas'
280
281 'l'
282 linha = 16
283
284 coluna = Range("FP15").Column
285 coluna_fim = Range("FP15").End(xlToRight).Column
286
287 b = Range("GG15").Column
288 b_fim = Range("GG15").End(xlToRight).Column
289
290 aux = Range("FR16").Column
291 aux_fim = Range("FR16").End(xlToRight).Column
292
293 While coluna <= coluna_fim
294
295     Cells(linha, b) = WorksheetFunction.Max(Columns(aux))
296
297     b = b + 3
298     coluna = coluna + 3
299     aux = aux + 3
300
301 Wend
302
303 'm'
304 coluna = Range("FP15").Column
305 coluna_fim = Range("FP15").End(xlToRight).Column
306
307 b = Range("GH15").Column
308 b_fim = Range("GH15").End(xlToRight).Column
309
310 aux = Range("FR16").Column
311 aux_fim = Range("FR16").End(xlToRight).Column
312
313 While coluna <= coluna_fim
314
315     Cells(linha, b) = WorksheetFunction.Max(Columns(aux))
316
317     b = b + 3
318     coluna = coluna + 3
319     aux = aux + 3
320
321 Wend
322
323 'u'
324 coluna = Range("FP15").Column
325 coluna_fim = Range("FP15").End(xlToRight).Column
326
327 b = Range("GI15").Column
328 b_fim = Range("GI15").End(xlToRight).Column
329
330 aux = Range("FR16").Column
331 aux_fim = Range("FR16").End(xlToRight).Column
332
333 While coluna <= coluna_fim
334
335     Cells(linha, b) = WorksheetFunction.Max(Columns(aux))
336
337     b = b + 3
338     coluna = coluna + 3
339     aux = aux + 3
340
341 Wend
342
343 'definição das soluções ideais negativas'
344
345 linha = 17
346
347 'l'
348 coluna = Range("FP15").Column
349 coluna_fim = Range("FP15").End(xlToRight).Column
350

```

```

351 b = Range("GG15").Column
352 b_fim = Range("GG15").End(xlToRight).Column
353
354 aux = Range("FP16").Column
355 aux_fim = Range("FP16").End(xlToRight).Column
356
357 While coluna <= coluna_fim
358
359     Cells(linha, b) = WorksheetFunction.Min(Columns(aux))
360
361     b = b + 3
362     coluna = coluna + 3
363     aux = aux + 3
364
365 Wend
366
367 'm'
368 coluna = Range("FP15").Column
369 coluna_fim = Range("FP15").End(xlToRight).Column
370
371 b = Range("GH15").Column
372 b_fim = Range("GH15").End(xlToRight).Column
373
374 aux = Range("FP16").Column
375 aux_fim = Range("FP16").End(xlToRight).Column
376
377 While coluna <= coluna_fim
378
379     Cells(linha, b) = WorksheetFunction.Min(Columns(aux))
380
381     b = b + 3
382     coluna = coluna + 3
383     aux = aux + 3
384
385 Wend
386
387 'u'
388 coluna = Range("FP15").Column
389 coluna_fim = Range("FP15").End(xlToRight).Column
390
391 b = Range("GI15").Column
392 b_fim = Range("GI15").End(xlToRight).Column
393
394 aux = Range("FP16").Column
395 aux_fim = Range("FP16").End(xlToRight).Column
396
397 While coluna <= coluna_fim
398
399     Cells(linha, b) = WorksheetFunction.Min(Columns(aux))
400
401     b = b + 3
402     coluna = coluna + 3
403     aux = aux + 3
404
405 Wend
406
407 'cálculo da distância D+'
408
409 Range("GX16").FormulaLocal =
410 "=RAIZ(1/3*((FP16-$GG$16)^2+(FQ16-$GH$16)^2+(FR16-$GI$16)^2))"
411 Range("GX16").AutoFill Range("GX16:GX" & linha_fim)
412
413 Range("GY16").FormulaLocal =
414 "=RAIZ(1/3*((FS16-$GJ$16)^2+(FT16-$GK$16)^2+(FU16-$GL$16)^2))"
415 Range("GY16").AutoFill Range("GY16:GY" & linha_fim)
416
417 Range("GZ16").FormulaLocal =
418 "=RAIZ(1/3*((FV16-$GM$16)^2+(FW16-$GN$16)^2+(FX16-$GO$16)^2))"
419 Range("GZ16").AutoFill Range("GZ16:GZ" & linha_fim)
420
421 Range("HA16").FormulaLocal =
422 "=RAIZ(1/3*((FY16-$GP$16)^2+(FZ16-$GQ$16)^2+(GA16-$GR$16)^2))"
423 Range("HA16").AutoFill Range("HA16:HA" & linha_fim)

```

```

420
421 Range("HB16").FormulaLocal =
    "=RAIZ(1/3*((GB16-$GSS$16)^2+(GC16-$GT$16)^2+(GD16-$GU$16)^2))"
422 Range("HB16").AutoFill Range("HB16:HB" & linha_fim)
423
424 Range("HC16").FormulaLocal = "=SOMA(GX16:HB16)"
425 Range("HC16").AutoFill Range("HC16:HC" & linha_fim)
426
427 'cálculo da distância D-'
428
429 Range("HF16").FormulaLocal =
    "=RAIZ(1/3*((FP16-$GGS$17)^2+(FQ16-$GH$17)^2+(FR16-$GI$17)^2))"
430 Range("HF16").AutoFill Range("HF16:HF" & linha_fim)
431
432 Range("HG16").FormulaLocal =
    "=RAIZ(1/3*((FS16-$GJS$17)^2+(FT16-$GK$17)^2+(FU16-$GL$17)^2))"
433 Range("HG16").AutoFill Range("HG16:HG" & linha_fim)
434
435 Range("HH16").FormulaLocal =
    "=RAIZ(1/3*((FV16-$GMS$17)^2+(FW16-$GN$17)^2+(FX16-$GO$17)^2))"
436 Range("HH16").AutoFill Range("HH16:HH" & linha_fim)
437
438 Range("HI16").FormulaLocal =
    "=RAIZ(1/3*((FY16-$GPs$17)^2+(FZ16-$GQ$17)^2+(GA16-$GR$17)^2))"
439 Range("HI16").AutoFill Range("HI16:HI" & linha_fim)
440
441 Range("HJ16").FormulaLocal =
    "=RAIZ(1/3*((GB16-$GSS$17)^2+(GC16-$GT$17)^2+(GD16-$GU$17)^2))"
442 Range("HJ16").AutoFill Range("HJ16:HJ" & linha_fim)
443
444 Range("HK16").FormulaLocal = "=SOMA(HF16:HJ16)"
445 Range("HK16").AutoFill Range("HK16:HK" & linha_fim)
446
447 'cálculo dos coeficientes de aproximação'
448
449 Range("HN16").FormulaLocal = "=HK16/(HC16+HK16)"
450 Range("HN16").AutoFill Range("HN16:HN" & linha_fim)
451
452 'selecionar célula dos resultados ao final'
453 Range("HM14").Select
454
455 End Sub

```

```

1  Sub FuzzyTOPSISRel ()
2  'Este módulo calcula o desempenho dos clientes na dimensão Relacionamento'
3
4  'Definição de variáveis auxiliares'
5
6  linha = 16
7  linha_fim = Range("B16").End(xlDown).Row
8
9  coluna = 3
10  coluna_fim = Range("C15").End(xlToRight).Column
11
12  b = 40
13  b_fim = Range("AN15").End(xlToRight).Column
14
15  'Excluir resultados anteriores'
16  Range("AN16:EE" & linha_fim).Clear
17  Range("AN16:EE" & linha_fim).Borders.LineStyle = 1
18  Range("EH16:ES" & linha_fim).Clear
19  Range("EH16:ES" & linha_fim).Borders.LineStyle = 1
20  Range("EV16:FG16").Clear
21  Range("EV16:FG16").Borders.LineStyle = 1
22  Range("FJ16:FU" & linha_fim).Clear
23  Range("FJ16:FU" & linha_fim).Borders.LineStyle = 1
24  Range("FX16:GI16").Clear
25  Range("FX16:GI16").Borders.LineStyle = 1
26  Range("FX17:GI17").Clear
27  Range("FX17:GI17").Borders.LineStyle = 1
28  Range("GL16:GP" & linha_fim).Clear
29  Range("GL16:GP" & linha_fim).Borders.LineStyle = 1
30  Range("GS16:GW" & linha_fim).Clear
31  Range("GS16:GW" & linha_fim).Borders.LineStyle = 1
32  Range("GZ16:GZ" & linha_fim).Clear
33  Range("GZ16:GZ" & linha_fim).Borders.LineStyle = 1
34
35  'Excluir tudo que estiver fora da planilha'
36  Rows(linha_fim + 1).Select
37  Range(Selection, Selection.End(xlDown)).Select
38  Selection.Clear
39
40  'Copiar e colar o número de clientes'
41  Range("B16:B" & linha_fim).Copy
42  Range("AM16:AM" & linha_fim).PasteSpecial
43  Range("EG16:EG" & linha_fim).PasteSpecial
44  Range("FI16:FI" & linha_fim).PasteSpecial
45  Range("GK16:GK" & linha_fim).PasteSpecial
46  Range("GR16:GR" & linha_fim).PasteSpecial
47  Range("GY16:GY" & linha_fim).PasteSpecial
48
49  'Transformação dos termos linguísticos em números fuzzy triangulares'
50
51  While coluna <= coluna_fim
52
53      While linha <= linha_fim
54
55          If Cells(linha, coluna) = "MB" Then
56              Cells(linha, b) = 0
57              Cells(linha, b + 1) = 0
58              Cells(linha, b + 2) = 2.5
59          End If
60
61          If Cells(linha, coluna) = "B" Then
62              Cells(linha, b) = 0
63              Cells(linha, b + 1) = 2.5
64              Cells(linha, b + 2) = 5
65          End If
66
67          If Cells(linha, coluna) = "M" Then
68              Cells(linha, b) = 2.5
69              Cells(linha, b + 1) = 5
70              Cells(linha, b + 2) = 7.5
71          End If
72
73          If Cells(linha, coluna) = "A" Then

```

```

74         Cells(linha, b) = 5
75         Cells(linha, b + 1) = 7.5
76         Cells(linha, b + 2) = 10
77     End If
78
79     If Cells(linha, coluna) = "MA" Then
80         Cells(linha, b) = 7.5
81         Cells(linha, b + 1) = 10
82         Cells(linha, b + 2) = 10
83     End If
84
85     If Cells(linha, coluna) = " " Then
86         Cells(linha, b) = " "
87         Cells(linha, b + 1) = " "
88         Cells(linha, b + 2) = " "
89     End If
90
91     linha = linha + 1
92
93 Wend
94
95     b = b + 3
96
97     linha = 16
98
99     coluna = coluna + 1
100
101 Wend
102
103 'Definição de variáveis auxiliares'
104
105 linha = 16
106
107 coluna = 40
108 coluna_fim = Range("AN15").End(xlToRight).Column
109
110 b = 138
111 b_fim = Range("EH15").End(xlToRight).Column
112
113 'Agregação dos julgamentos dos decisores'
114
115 Range("EH16").FormulaLocal = "=SOMASES (AN16:EE16; $AN$14:$EE$14; $EH$14;
$AN$15:$EE$15; $EH$15) / (8 - (CONTAR.VAZIO (C16:AH16) / 4))"
116
117 Range("EH16").AutoFill Range("EH16:EH" & linha_fim)
118
119 Range("EI16").FormulaLocal = "=SOMASES (AN16:EE16; $AN$14:$EE$14; $EH$14;
$AN$15:$EE$15; $EI$15) / (8 - (CONTAR.VAZIO (C16:AH16) / 4))"
120
121 Range("EI16").AutoFill Range("EI16:EI" & linha_fim)
122
123 Range("EJ16").FormulaLocal = "=SOMASES (AN16:EE16; $AN$14:$EE$14; $EH$14;
$AN$15:$EE$15; $EJ$15) / (8 - (CONTAR.VAZIO (C16:AH16) / 4))"
124
125 Range("EJ16").AutoFill Range("EJ16:EJ" & linha_fim)
126
127 Range("EK16").FormulaLocal = "=SOMASES (AN16:EE16; $AN$14:$EE$14; $EK$14;
$AN$15:$EE$15; $EK$15) / (8 - (CONTAR.VAZIO (C16:AH16) / 4))"
128
129 Range("EK16").AutoFill Range("EK16:EK" & linha_fim)
130
131 Range("EL16").FormulaLocal = "=SOMASES (AN16:EE16; $AN$14:$EE$14; $EK$14;
$AN$15:$EE$15; $EL$15) / (8 - (CONTAR.VAZIO (C16:AH16) / 4))"
132
133 Range("EL16").AutoFill Range("EL16:EL" & linha_fim)
134
135 Range("EM16").FormulaLocal = "=SOMASES (AN16:EE16; $AN$14:$EE$14; $EK$14;
$AN$15:$EE$15; $EM$15) / (8 - (CONTAR.VAZIO (C16:AH16) / 4))"
136
137 Range("EM16").AutoFill Range("EM16:EM" & linha_fim)
138
139 Range("EN16").FormulaLocal = "=SOMASES (AN16:EE16; $AN$14:$EE$14; $EN$14;
$AN$15:$EE$15; $EN$15) / (8 - (CONTAR.VAZIO (C16:AH16) / 4))"

```

```

140
141 Range("EN16").AutoFill Range("EN16:EN" & linha_fim)
142
143 Range("EO16").FormulaLocal = "=SOMASES (AN16:EE16; $AN$14:$EE$14; $EN$14;
144 $AN$15:$EE$15; $EO$15) / (8- (CONTAR.VAZIO(C16:AH16) / 4))"
145
146 Range("EO16").AutoFill Range("EO16:EO" & linha_fim)
147
148 Range("EP16").FormulaLocal = "=SOMASES (AN16:EE16; $AN$14:$EE$14; $EN$14;
149 $AN$15:$EE$15; $EP$15) / (8- (CONTAR.VAZIO(C16:AH16) / 4))"
150
151 Range("EP16").AutoFill Range("EP16:EP" & linha_fim)
152
153 Range("EQ16").FormulaLocal = "=SOMASES (AN16:EE16; $AN$14:$EE$14; $EQ$14;
154 $AN$15:$EE$15; $EQ$15) / (8- (CONTAR.VAZIO(C16:AH16) / 4))"
155
156 Range("EQ16").AutoFill Range("EQ16:EQ" & linha_fim)
157
158 Range("ER16").FormulaLocal = "=SOMASES (AN16:EE16; $AN$14:$EE$14; $EQ$14;
159 $AN$15:$EE$15; $ER$15) / (8- (CONTAR.VAZIO(C16:AH16) / 4))"
160
161 Range("ER16").AutoFill Range("ER16:ER" & linha_fim)
162
163 'Definição dos pesos dos critérios'
164
165 Range("EV16").FormulaLocal =
166 "=SE (EV14=$M$3; $O$3; SE (EV14=$M$4; $O$4; SE (EV14=$M$5; $O$5; SE (EV14=$M$6; $O$6))) )"
167 Range("EV16").AutoFill Range("EV16:FG16")
168
169 'Ponderação da matriz de decisão'
170 'l'
171
172 linha = 16
173
174 coluna = Range("EH15").Column
175 coluna_fim = Range("EH15").End(xlToRight).Column
176
177 b = Range("FJ15").Column
178 b_fim = Range("FJ15").End(xlToRight).Column
179
180 aux = Range("EJ16").Column
181 aux_fim = Range("EJ16").End(xlToRight).Column
182
183 peso = Range("EV15").Column
184
185 While coluna <= coluna_fim
186     Maximo = WorksheetFunction.Max(Columns(aux))
187
188     While linha <= linha_fim
189         Cells(linha, b) = (Cells(linha, coluna) / Maximo) * Cells(16, peso)
190
191         linha = linha + 1
192
193     Wend
194
195     b = b + 3
196     linha = 16
197     coluna = coluna + 3
198     aux = aux + 3
199     peso = peso + 3
200
201 Wend
202
203 'm'
204
205 linha = 16
206

```

```

207
208     coluna = Range("EI15").Column
209     coluna_fim = Range("EI15").End(xlToRight).Column
210
211     b = Range("FK15").Column
212     b_fim = Range("FK15").End(xlToRight).Column
213
214     aux = Range("EJ16").Column
215     aux_fim = Range("EJ16").End(xlToRight).Column
216
217     peso = Range("EW15").Column
218
219     While coluna <= coluna_fim
220
221         Maximo = WorksheetFunction.Max(Columns(aux))
222
223         While linha <= linha_fim
224
225             Cells(linha, b) = (Cells(linha, coluna) / Maximo) * Cells(16, peso)
226
227             linha = linha + 1
228
229         Wend
230
231         b = b + 3
232         linha = 16
233         coluna = coluna + 3
234         aux = aux + 3
235         peso = peso + 3
236
237     Wend
238
239     'u'
240
241     linha = 16
242
243     coluna = Range("EJ15").Column
244     coluna_fim = Range("EJ15").End(xlToRight).Column
245
246     b = Range("FL15").Column
247     b_fim = Range("FL15").End(xlToRight).Column
248
249     aux = Range("EJ16").Column
250     aux_fim = Range("EJ16").End(xlToRight).Column
251
252     peso = Range("EX15").Column
253
254     While coluna <= coluna_fim
255
256         Maximo = WorksheetFunction.Max(Columns(aux))
257
258         While linha <= linha_fim
259
260             Cells(linha, b) = (Cells(linha, coluna) / Maximo) * Cells(16, peso)
261
262             linha = linha + 1
263
264         Wend
265
266         b = b + 3
267         linha = 16
268         coluna = coluna + 3
269         aux = aux + 3
270         peso = peso + 3
271
272     Wend
273
274     'Definição das soluções ideais positivas'
275
276     'l'
277     linha = 16
278
279     coluna = Range("FJ15").Column

```

```

279     coluna_fim = Range("FJ15").End(xlToRight).Column
281
282     b = Range("FX15").Column
283     b_fim = Range("FX15").End(xlToRight).Column
284
285     aux = Range("FL16").Column
286     aux_fim = Range("FL16").End(xlToRight).Column
287
288     While coluna <= coluna_fim
289
290         Cells(linha, b) = WorksheetFunction.Max(Columns(aux))
291
292         b = b + 3
293         coluna = coluna + 3
294         aux = aux + 3
295
296     Wend
297
298     'm'
299     coluna = Range("FJ15").Column
300     coluna_fim = Range("FJ15").End(xlToRight).Column
301
302     b = Range("FY15").Column
303     b_fim = Range("FY15").End(xlToRight).Column
304
305     aux = Range("FL16").Column
306     aux_fim = Range("FL16").End(xlToRight).Column
307
308     While coluna <= coluna_fim
309
310         Cells(linha, b) = WorksheetFunction.Max(Columns(aux))
311
312         b = b + 3
313         coluna = coluna + 3
314         aux = aux + 3
315
316     Wend
317
318     'u'
319     coluna = Range("FJ15").Column
320     coluna_fim = Range("FJ15").End(xlToRight).Column
321
322     b = Range("FZ15").Column
323     b_fim = Range("FZ15").End(xlToRight).Column
324
325     aux = Range("FL16").Column
326     aux_fim = Range("FL16").End(xlToRight).Column
327
328     While coluna <= coluna_fim
329
330         Cells(linha, b) = WorksheetFunction.Max(Columns(aux))
331
332         b = b + 3
333         coluna = coluna + 3
334         aux = aux + 3
335
336     Wend
337
338     'Definição das soluções ideais negativas'
339
340     linha = 17
341
342     'l'
343     coluna = Range("FJ15").Column
344     coluna_fim = Range("FJ15").End(xlToRight).Column
345
346     b = Range("FX15").Column
347     b_fim = Range("FX15").End(xlToRight).Column
348
349     aux = Range("FJ16").Column
350     aux_fim = Range("FJ16").End(xlToRight).Column
351
352     While coluna <= coluna_fim

```

```

353
354     Cells(linha, b) = WorksheetFunction.Min(Columns(aux))
355
356     b = b + 3
357     coluna = coluna + 3
358     aux = aux + 3
359
360 Wend
361
362 'm'
363 coluna = Range("FJ15").Column
364 coluna_fim = Range("FJ15").End(xlToRight).Column
365
366 b = Range("FY15").Column
367 b_fim = Range("FY15").End(xlToRight).Column
368
369 aux = Range("FJ16").Column
370 aux_fim = Range("FJ16").End(xlToRight).Column
371
372 While coluna <= coluna_fim
373
374     Cells(linha, b) = WorksheetFunction.Min(Columns(aux))
375
376     b = b + 3
377     coluna = coluna + 3
378     aux = aux + 3
379
380 Wend
381
382 'u'
383 coluna = Range("FJ15").Column
384 coluna_fim = Range("FJ15").End(xlToRight).Column
385
386 b = Range("FZ15").Column
387 b_fim = Range("FZ15").End(xlToRight).Column
388
389 aux = Range("FJ16").Column
390 aux_fim = Range("FJ16").End(xlToRight).Column
391
392 While coluna <= coluna_fim
393
394     Cells(linha, b) = WorksheetFunction.Min(Columns(aux))
395
396     b = b + 3
397     coluna = coluna + 3
398     aux = aux + 3
399
400 Wend
401
402 'Cálculo da distância D+'
403
404 Range("GL16").FormulaLocal =
405 "=RAIZ(1/3*((FJ16-$FX$16)^2+(FK16-$FY$16)^2+(FL16-$FZ$16)^2))"
406 Range("GL16").AutoFill Range("GL16:GL" & linha_fim)
407
408 Range("GM16").FormulaLocal =
409 "=RAIZ(1/3*((FM16-$GA$16)^2+(FN16-$GB$16)^2+(FO16-$GC$16)^2))"
410 Range("GM16").AutoFill Range("GM16:GM" & linha_fim)
411
412 Range("GN16").FormulaLocal =
413 "=RAIZ(1/3*((FP16-$GD$16)^2+(FQ16-$GE$16)^2+(FR16-$GF$16)^2))"
414 Range("GN16").AutoFill Range("GN16:GN" & linha_fim)
415
416 Range("GO16").FormulaLocal =
417 "=RAIZ(1/3*((FS16-$GG$16)^2+(FT16-$GH$16)^2+(FU16-$GI$16)^2))"
418 Range("GO16").AutoFill Range("GO16:GO" & linha_fim)
419
420 Range("GP16").FormulaLocal = "=SOMA(GL16:GO16)"
421 Range("GP16").AutoFill Range("GP16:GP" & linha_fim)
422
423 'Cálculo da distância D-'
424
425 Range("GS16").FormulaLocal =

```

```

422 "=RAIZ(1/3*((FJ16-$FX$17)^2+(FK16-$FY$17)^2+(FL16-$FZ$17)^2))"
423 Range("GS16").AutoFill Range("GS16:GS" & linha_fim)
424
424 Range("GT16").FormulaLocal =
425 "=RAIZ(1/3*((FM16-$GA$17)^2+(FN16-$GB$17)^2+(FO16-$GC$17)^2))"
426 Range("GT16").AutoFill Range("GT16:GT" & linha_fim)
427
427 Range("GU16").FormulaLocal =
428 "=RAIZ(1/3*((FP16-$GD$17)^2+(FQ16-$GE$17)^2+(FR16-$GF$17)^2))"
429 Range("GU16").AutoFill Range("GU16:GU" & linha_fim)
430
430 Range("GV16").FormulaLocal =
431 "=RAIZ(1/3*((FS16-$GG$17)^2+(FT16-$GH$17)^2+(FU16-$GI$17)^2))"
432 Range("GV16").AutoFill Range("GV16:GV" & linha_fim)
433
433 Range("GW16").FormulaLocal = "=SOMA(GS16:GV16)"
434 Range("GW16").AutoFill Range("GW16:GW" & linha_fim)
435
435 'Cálculo dos coeficientes de aproximação'
436
436 Range("GZ16").FormulaLocal = "=GW16/(GW16+GP16)"
437 Range("GZ16").AutoFill Range("GZ16:GZ" & linha_fim)
438
438 'Selecionar célula dos resultados ao final'
439 Range("GY14").Select
440
440
441
442
443
444 End Sub
445

```

```
1 Sub Classificação()  
2 'Este módulo gera a classificação dos clientes usando os scores das três  
   dimensões de desempenho'  
3  
4 'Copiar o número de clientes'  
5 Sheets("Potencial de crescimento").Select  
6 Range("B16").Select  
7 Range(Selection, Selection.End(xlDown)).Select  
8 Selection.Copy  
9 Sheets("Classificação").Select  
10 Range("A9").Select  
11 ActiveSheet.Paste  
12  
13 'Copiar o valor de Potencial de Crescimento'  
14 Sheets("Potencial de crescimento").Select  
15 Range("HN16").Select  
16 Range(Selection, Selection.End(xlDown)).Select  
17 Selection.Copy  
18 Sheets("Classificação").Select  
19 Range("B9").Select  
20 Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks _  
21 :=False, Transpose:=False  
22 Application.CutCopyMode = False  
23  
24 'Copiar o valor de Relacionamento'  
25 Sheets("Relacionamento").Select  
26 Range("GZ16").Select  
27 Range(Selection, Selection.End(xlDown)).Select  
28 Selection.Copy  
29 Sheets("Classificação").Select  
30 Range("C9").Select  
31 Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks _  
32 :=False, Transpose:=False  
33 Application.CutCopyMode = False  
34  
35 End Sub  
36  
37
```