



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**JOÃO BATISTA SARMENTO DOS SANTOS NETO**

**PROPOSIÇÃO DE UM FRAMEWORK PARA APLICAÇÃO DE MODELOS DE  
MATURIDADE**

Recife  
2020

**JOÃO BATISTA SARMENTO DOS SANTOS NETO**

**PROPOSIÇÃO DE UM FRAMEWORK PARA APLICAÇÃO DE MODELOS DE  
MATURIDADE**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Engenharia de Produção.

Área de concentração: Gerência da Produção.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ana Paula Cabral Seixas Costa.

Recife

2020

Catálogo na fonte  
Bibliotecária Margareth Malta, CRB-4 / 1198

S237d Santos Neto, João Batista Sarmiento dos.  
Proposição de um framework para aplicação de modelos de maturidade  
/ João Batista Sarmiento dos Santos Neto. - 2020.  
160 folhas, il., gráfs., tabs.

Orientadora: Profa. Dra. Ana Paula Cabral Seixas Costa.  
Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG.  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 2020.  
Inclui Referências e Apêndices.

1. Engenharia de Produção. 2. Modelo de maturidade. 3. Análise multicritério. 4. Teoria fuzzy. 5. Design Science Research. 6. ELECTRE TRI. 7. FITradeoff. I. Costa, Ana Paula Cabral Seixas (Orientadora). II. Título.

UFPE

658.5 CDD (22. ed.)

BCTG/2020-233

**JOÃO BATISTA SARMENTO DOS SANTOS NETO**

**PROPOSIÇÃO DE UM FRAMEWORK PARA APLICAÇÃO DE MODELOS DE  
MATURIDADE**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Engenharia de Produção.

Aprovada em: 25/09/2020.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ana Paula Cabral Seixas Costa (Orientadora)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maísa Mendonça Silva (Examinadora Interna)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Luciana Hazin Alencar (Examinadora Interna)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof. Dr. Daniel Jugend (Examinador Externo)  
Universidade Estadual Paulista

---

Prof. Dr. Marcos Paulo Valadares de Oliveira (Examinador Externo)  
Universidade Federal de Espírito Santo

À minha família.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço em primeiro lugar a Deus que torna possível a minha caminhada rumo ao conhecimento.

À minha mãe Cleidemar, ao meu Pai João Carlos e aos meus Irmãos Vinicius e Gabriela pela força, pelo amor e pelo apoio incondicional em todas as escolhas da minha vida.

À minha companheira, amiga e noiva Polyana Mayume pela compreensão durante o período de doutorado. A pessoa que compartilhou comigo muitos momentos de alegrias e algumas vezes difíceis nesse caminho até chegar ao título de Doutor.

À minha Orientadora Ana Paula Cabral Seixas Costa pela confiança, incentivos e disposição neste período. Obrigado por toda atenção e tempo dedicado à minha tese e a minha evolução como pesquisador.

Ao PPGEP, em especial aos professores, por me proporcionar um enriquecimento imensurável de conhecimentos científicos e culturais.

Aos meus amigos Esdras, Carol, Francisco, Diego, Paulo, Rafael, Verônica, as minhas cunhadas Pamylla e Katherine, e tantos outros que compartilharam da minha luta incessante, me fortalecendo, aconselhando e incentivado em minhas pesquisas.

Aos Professores e amigos Nabi Assad Filho e Tânia Maria Coelho que acreditaram em meu potencial e me incentivaram a seguir na carreira acadêmica.

E por fim, a todos aqueles que me ajudaram de forma direta e indireta a chegar a esse grande objetivo em minha vida.

## RESUMO

Os modelos de maturidade (MMs) inicialmente ganharam amplo destaque para domínios vinculados a engenharia de software, entretanto, em consequência a disseminação de seus benefícios, vêm sendo utilizados por diversas áreas. Estudos mostram que muitos são os modelos desenvolvidos e poucos são validados e aplicados, acredita-se que uma das causas que potencializam a falta por validações está na escassez de pesquisas que demonstrem detalhadamente como operacionalizar e classificar o nível de maturidade a partir dos modelos. Dessa forma, a realização desta pesquisa teve o objetivo desenvolver um framework para auxiliar a aplicação de modelos de maturidade. A ideia é que o framework possa apoiar, de maneira integrada, a escolha e aplicação de MMs, bem como a criação de um plano de ação prescritivo. Espera-se também que o instrumento criado apoie e incentive organizações a utilizarem MMs, independentemente do domínio avaliado e do segmento em que se encontram. Para criação do framework, foi realizada uma revisão de literatura que resultou na caracterização das propriedades dos MMs. Além disso, a revisão permitiu identificar meios para apoiar a escolha e aplicação de MMs, assim como a definição de uma proposta prescritiva. O framework reuniu procedimentos baseados em métodos de Análise Multicritério de Apoio a Decisão (AMD) e teoria fuzzy. O estudo demonstra a aplicação do framework em duas empresas reais de diferentes segmentos: uma aplicação foi realizada para o domínio gerenciamento de projetos em uma empresa do setor de distribuição de gás natural e uma segunda prática do framework para o domínio de gerenciamento de riscos aplicado a uma unidade de manutenção da estrutura física do data center de uma instituição financeira. Em ambas aplicações foi selecionado um gestor para que pudesse explicitar os objetivos da organização foco da avaliação da maturidade. Após aplicação dos modelos, as empresas foram classificadas, respectivamente, no nível 2 (incompleto) e nível 3 de maturidade e ao término do estudo o framework pode representar de maneira fiel, na visão dos gestores, o nível de maturidade das organizações avaliadas, além de orientar ações de melhoria.

Palavras-chave: Modelo de maturidade. Análise multicritério. Teoria fuzzy. Design Science Research. ELECTRE TRI. FITradeoff.

## ABSTRACT

Maturity models gained wide prominence for use in software engineering. However, as knowledge of their benefits spread, they began to be used by different areas. Studies show that while many models have been developed, few of them have been validated. It is believed that one of the aggravating causes of that is the lack of studies that demonstrate in detail how to operationalize and classify the level of maturity of models. Therefore, this research sets out was to develop a framework for choosing, applying and building a prescriptive action plan for maturity models (MM). The idea is that the instrument created supports and encourages organizations to use MMs, regardless of the domain evaluated and the segment enterprise. To the framework create, a literature review was made and resulted in the characterization of MM properties. Besides, the review allowed identifying means to support the selection and application of MMs, as well as the definition of a prescriptive proposal. The framework gathered procedures based on Multicriteria Decision Support Analysis (AMD) e fuzzy theory. The framework could be tested through direct application in two companies of different segments: an application was made for the domain project management in a company of production and distribution of natural gas and a validation for the risk management domain applied to a structure data center maintenance unit of a financial institution. In both applications, we selected a manager to represent his preferences to maturity assessment. After applying the tool, the companies were classified, respectively, at level 2 (incomplete) and level 3, and, at the end of the study, the framework can efficiently represent the preferences of the decision maker in the maturity assessment process.

Keywords: Maturity model. Multicriteria Analisis. Fuzzy theory. Design Science Research. ELECTRE TRI. FITradeoff.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Etapas do modelo de pesquisa.....	21
Figura 2 –	Estrutura da tese.....	24
Figura 3 –	Linha do tempo com a evolução de publicação de artigos sobre MMs.....	26
Figura 4 –	Volume de publicações por domínio.....	27
Figura 5 –	Método FITradeoff.....	34
Figura 6 –	Definição de categorias usando perfis.....	37
Figura 7 –	Função de associação do TFN.....	42
Figura 8 –	Modelo conceitual do FRAMM.....	55
Figura 9 –	Framework desenvolvido.....	57
Figura 10 –	Esquema de exemplificação do limiar de aplicabilidade $\alpha$ .....	62
Figura 11 –	Modelo de pesquisa para o problema de seleção de um MM baseado FITradeoff.....	68
Figura 12 –	Interface do FITradeoff.....	75
Figura 13 –	Desempenho das consequências A e B para escolha do MM em gerenciamento de projetos.....	76
Figura 14 –	Intervalo de pesos para escolha do MM em gerenciamento de projetos.....	77
Figura 15 –	Função de associação dos termos linguísticos.....	79
Figura 16 –	Matriz focus area para avaliação do nível de maturidade.....	82
Figura 17 –	Radare com avaliação das práticas avaliadas do P2M3.....	84
Figura 18 –	Interface do FITradeoff para seleção de um MM em gerenciamento de riscos.....	94
Figura 19 –	Desempenho das consequências A e B para escolha do MM em gerenciamento de riscos.....	94
Figura 20 –	Intervalo de pesos para escolha do MM em gerenciamento de riscos.....	95
Figura 21 –	Modelo de pesquisa para modelagem utilizando o método ELECTRE TRI-B.....	99
Figura 22 –	Interface do software SRF 2.2 para definição dos pesos.....	102
Figura 23 –	Interface do software MCDA – Ulaval com os dados de	

modelagem do problema..... 103

Figura 24 – Interface do software MCDA – Ulaval para análise de  
sensibilidade..... 105

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Processo DSR para o desenvolvimento do framework.....	52
Tabela 2 –	Exemplo de grau de pertinência.....	61
Tabela 3 –	Exemplo de matriz Focus area para avaliação do nível de maturidade.....	63
Tabela 4 –	Exemplo de avaliação de MM com mesmas práticas para avaliação de todos níveis de maturidade.....	64
Tabela 5 –	Detalhamento da família de critérios.....	70
Tabela 6 –	Comparação dos MM em GP abordados neste estudo.....	73
Tabela 7 –	Matriz de decisão para avaliação dos MM em gerenciamento de projetos.....	74
Tabela 8 –	Resultado da elicitação dos pesos para escolha do MM em gerenciamento de projetos.....	76
Tabela 9 –	Parâmetros para o procedimento de fuzzificação.....	78
Tabela 10 –	Comparação dos MM em gerenciamento de riscos abordados neste estudo.....	79
Tabela 11 –	Matriz de decisão para avaliação dos MM em gerenciamento de projetos.....	92
Tabela 12 –	Resultado da elicitação dos pesos para escolha do MM em gerenciamento de riscos.....	93
Tabela 13 –	Resultado da modelagem para a categorização do nível de maturidade.....	95
Tabela 14 –	Priorização das práticas relacionadas no critério Identificação de riscos.....	98
Tabela 15 –	Resultado da modelagem para a categorização do nível de maturidade.....	104
Tabela 16 –	Priorização das práticas relacionadas no critério Identificação de riscos.....	106

## LISTA DE SIGLAS

AHP	Analytic Hierarchy Process
AMD	Apoio Multicritério a Decisão
AP	Applicable
BPMM	Business Process Maturity Model
Class.	Classificação
CMM	Capability Maturity Model
CMMI	Capability Maturity Model Integration
DSR	Design Science Research
DRK	Discovery, Knowledge and Reuse
ELECTRE TRI	Elimination et Choix Traduisant la Réalité
ERM-MM	Enterprise Risk Management Maturity Model
FITradeoff	Flexible and Interactive Tradeoff
FRAMM	Framework para Aplicação de Modelos de Maturidade
GP	Gestão de Projetos
IN	Inapplicable
KPMMM	Kerzner's Project Management Maturity Model
MAX	Maximum
MCDM/A	Multicriteria Decision Making/Aid
ME	Medium
Min	Minimum
MM	Modelo de Maturidade
MS	Microsoft
OMG	Object Management Group
OPM3	Organizational Project Management Maturity Model
P2M3	Prado's Project Management Maturity Model
PM	Project Management
PMI	Project Management Institute
PMMM	Project Management Maturity Model
PMBOK	Project Management Body Of Knowledge
PMP	Project Management Professional
PRMM	Project Risk Maturity Model

PROMETHEE	Preference Ranking Method for Enrichment Evaluation
RM3	Risk Management Maturity Model
SAD	Sistema de Apoio a Decisão
SEI	Software Engineering Institute
SI	Sistema de Informação
TFN	Triangular Fuzzy Number
TI	Tecnologia de Informação
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
ULaval	University of Laval
VI	Very Inapplicable
VA	Very Applicable

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>16</b>
1.1	JUSTIFICATIVA .....	18
1.2	OBJETIVOS DO TRABALHO.....	20
<b>1.2.1</b>	<b>Objetivo geral.....</b>	<b>20</b>
<b>1.2.2</b>	<b>Objetivos específicos.....</b>	<b>20</b>
1.3	MÉTODO DE PESQUISA .....	20
1.4	ESTRUTURA DA TESE .....	23
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>25</b>
2.1	MODELOS DE MATURIDADE .....	25
2.2	ANÁLISE MULTICRITÉRIO DE APOIO A DECISÃO.....	30
<b>2.2.1</b>	<b>Problemática de escolha (P.α).....</b>	<b>31</b>
2.2.1.1	FITradeoff .....	33
<b>2.2.2</b>	<b>Problemática de classificação (P.β).....</b>	<b>36</b>
2.2.2.2	ELECTRE TRI .....	37
2.3	TEORIA <i>FUZZY</i> .....	40
2.4	REVISÃO DE LITERATURA .....	42
<b>2.4.1</b>	<b>Seleção de MM .....</b>	<b>43</b>
<b>2.4.2</b>	<b>Modelos de avaliação para MM .....</b>	<b>44</b>
<b>2.4.3</b>	<b>Prescrição em MM .....</b>	<b>47</b>
<b>2.4.4</b>	<b>Síntese do estado da arte .....</b>	<b>48</b>
<b>3</b>	<b>FRAMM - UM FRAMEWORK PARA APLICAÇÃO DE MODELOS DE MATURIDADE .....</b>	<b>51</b>
3.1	DESCRIÇÃO DO FRAMEWORK .....	53
<b>3.1.1</b>	<b>Fase 1 – Seleção do MM .....</b>	<b>58</b>
<b>3.1.2</b>	<b>Fase 2 – Avaliação da maturidade.....</b>	<b>59</b>
<b>3.1.3</b>	<b>Fase 3 – Prescrição.....</b>	<b>64</b>
<b>4</b>	<b>APLICAÇÃO DO FRAMEWORK EM UMA EMPRESA DO SEGMENTO DE DISTRIBUIÇÃO DE GÁS NATURAL.....</b>	<b>66</b>
4.1	APLICAÇÃO DA FASE 1 – SELEÇÃO DO MM .....	66
<b>4.1.1</b>	<b>Etapa 1 – Definição do domínio de avaliação .....</b>	<b>66</b>
<b>4.1.2</b>	<b>Etapa 2 – Escolha do MM.....</b>	<b>67</b>

4.2	APLICAÇÃO DA FASE 2 – AVALIAÇÃO DA MATURIDADE .....	77
4.2.1	<b>Etapa 3 e 4 – Construção do questionário e Coleta de dados.....</b>	<b>78</b>
4.2.2	<b>Etapa 5A – Agregação de conhecimento.....</b>	<b>78</b>
4.2.3	<b>Etapa 6A– Avaliação do nível de maturidade com apresentação focus área .....</b>	<b>81</b>
4.3	APLICAÇÃO DA FASE 3 – PRESCRIÇÃO .....	83
4.3.1	<b>Etapa 7 – Criação da proposta prescritiva .....</b>	<b>83</b>
4.4	DISCUSSÃO E AVALIAÇÃO DA APLICAÇÃO .....	84
5	<b>APLICAÇÃO DO FRAMEWORK EM UMA UNIDADE DE MANUTENÇÃO DA INFRAESTRUTURA DE UM DATA CENTER .....</b>	<b>88</b>
5.1	APLICAÇÃO DA FASE 1 – SELEÇÃO DO MM.....	88
5.1.1	<b>Etapa 1 – Definição do domínio de avaliação .....</b>	<b>88</b>
5.1.2	<b>Etapa 2 – Escolha do MM.....</b>	<b>89</b>
5.2	APLICAÇÃO DA FASE 2 – AVALIAÇÃO DA MATURIDADE.....	96
5.2.1	<b>Etapa 3 e 4 – Construção do questionário e Coleta de dados.....</b>	<b>96</b>
5.2.2	<b>Etapa 5A – Agregação de conhecimento .....</b>	<b>96</b>
5.2.3	<b>Etapa 6B – Avaliação do nível de maturidade com apresentação <i>fixed-level</i>.....</b>	<b>98</b>
5.3	APLICAÇÃO DA FASE 3 – PRESCRIÇÃO .....	105
5.3.1	<b>Etapa 7 – Criação da proposta prescritiva .....</b>	<b>105</b>
5.4	DISCUSSÃO E AVALIAÇÃO DA APLICAÇÃO .....	107
6	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>109</b>
6.1	CONTRIBUIÇÕES TEÓRICAS .....	109
6.2	CONTRIBUIÇÕES GERENCIAIS .....	111
6.3	LIMITAÇÕES DA PESQUISA E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....	113
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>114</b>
	<b>APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO DOS MM EM GERENCIAMENTO DE PROJETOS .....</b>	<b>127</b>
	<b>APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO ADAPTADO PARA APLICAÇÃO DO P2M3 .....</b>	<b>135</b>
	<b>APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO DOS MM EM GERENCIAMENTO DE RISCOS.....</b>	<b>148</b>

<b>APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO ADAPTADO PARA APLICAÇÃO DO RM3.....</b>	<b>154</b>
--	------------

## 1 INTRODUÇÃO

Em um cenário no qual as organizações enfrentam um ambiente cada vez mais competitivo, surge a necessidade de buscar meios que apoiem a tomada de decisão na intenção de alcançar a excelência empresarial. Os modelos de maturidade (MMs) têm se mostrado uma importante alternativa para demonstrar, de forma descritiva, prescritiva e/ ou comparativa, a evolução de determinado domínio (SANTOS NETO & COSTA, 2019). Isto permite que as organizações realizem o planejamento de ações, aumentando, portanto, as chances de sucesso em suas atividades. Em um ambiente de negócios dinâmico e cheio de riscos, as empresas devem manter processos internos eficazes e, em paralelo, atender às expectativas de seus *stakeholders* (Erol et al., 2009). Sendo assim os MMs mostram-se como importantes alternativas para auxiliar o gerenciamento de negócios na medida que admitem o alinhamento de atividades e processos com os objetivos estratégicos da organização.

A discussão a respeito de MM ocorreu na década de 70, tendo nas últimas décadas seu uso difundido em diversos segmentos (POEPPELBUSS et al., 2011; WENDLER, 2012; CAO & JIANG, 2013). Embora haja grande discussão sobre MMs, acredita-se que a falta de padronização de procedimentos para avaliação e operacionalização possam ser barreiras que dificultam o uso de MM para fomento da gestão de mudanças e diagnóstico organizacional (SANTOS NETO & COSTA, 2019). Investigadores e profissionais deste campo indicam desafios, como a falta de descrição de detalhes do modelo e sua criação (RÖGLINGER et al., 2012; BECKER et al., 2009), poucos estudos sobre avaliação de MM (HELGESSION, HÖST & WEYNS, 2012) e escassez de trabalhos empíricos que confirmam a validade e utilidade dos modelos (POEPPELBUSS et al., 2011).

Santos Neto e Costa (2019) apontam ainda que são poucos os diferentes modelos de avaliação para a definição do nível de maturidade e, algumas vezes, tais procedimentos tornam-se de complexa aplicação dificultando sua propagação. Assim, este trabalho propõe o desenvolvimento de um framework para auxiliar a aplicação de MMs. Na prática, a aplicação de MMs é realizada em duas fases. Primeiro, o processo que deve ser melhorado é avaliado com base em um MM. Segundo; o resultado da avaliação é usado para identificar quais melhorias devem ser introduzidas no processo para aumentar seu nível de maturidade.

(HELGESSON, HÖST & WEYNS, 2012). Para apoiar o usuário em toda a aplicação do MM, o framework abordará desde a seleção do domínio e MM até a identificação e priorização de ações para a evolução da maturidade.

A escolha do MM é um problema também retratado no processo de aplicação de MMs pois, na literatura de MM alguns domínios tiveram um desenvolvimento maior de discussões, o que originou um amplo número de modelos desenvolvidos para determinadas áreas (WENDLER, 2012). Em função disso, a seleção de um modelo que atenda às necessidades e objetivos da organização pode ser uma decisão difícil e confusa para o gestor. A avaliação da maturidade também é tratada com destaque para a elaboração do framework. É observado frequentemente na literatura a falta de distinção entre a estrutura do MM e o modelo de avaliação vinculado para sua aplicação (VAN LOOY et al., 2013). Além disso, na maioria das vezes os modelos não propõem uma atuação prescritiva, o que pode desmotivar sua aplicação. Portanto, para a proposição do framework, a definição de aplicação de MMs incorpora também meios que permitam a definição de um modelo de avaliação com direcionamentos para uma abordagem prescritiva.

O framework proposto é baseado no uso de métodos de Análise Multicritério de Apoio a Decisão (AMD) e Teoria *Fuzzy*. Os métodos AMD são utilizados em dois momentos diferentes: para a escolha de MMs e para a classificação do nível de maturidade. É proposto seu uso pois, permitem ao decisor obter uma visão sistêmica de todo o problema de decisão associado a escolha e a classificação da maturidade, admitem processar a decisão de maneira fundamentada a um conjunto de objetivos conflitantes, e permitem a proposição de um instrumento inovador na medida que os métodos AMD não são explorados de maneira aprofundada na literatura de MMs (LU et al., 2009, SANTOS NETO e COSTA, 2019). Já a teoria *fuzzy* é utilizada no framework para auxiliar a agregação de conhecimento de especialistas. O intuito é que o nível de maturidade possa ser avaliado pela visão de pessoas que possuam maior contato com a área e o domínio avaliado. Assim, para obtenção de uma avaliação alinhada a real maturidade organizacional, propõe-se o uso de *fuzzy*.

Quanto ao conceito de framework, o mesmo pode ser definido como uma estrutura ou sistema de regras, ideias ou crenças que é utilizado para planejar ou decidir algo (Oxford, 2017). Assim, por meio da definição de regras (procedimentos) sequenciais, esta pesquisa permitirá construir um instrumento que busque facilitar o

processo decisório relacionado à escolha de um MM, avaliação da maturidade e criação de um plano de melhorias prescritivo.

O presente estudo mostrará a descrição, detalhamento do framework, bem como sua contribuição e impactos por meio de aplicações em cenários reais. O framework foi aplicado em dois segmentos: uma empresa do setor de distribuição de gás natural, e, em uma unidade de manutenção da estrutura física do data center de uma instituição pública financeira. É possível acompanhar o uso dos métodos AMD FITradeoff e ELECTRE TRI, além do número *fuzzy* triangular nos testes implementados para o framework.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

Pesquisas que abordam o uso de MM vêm ganhando destaque crescente no meio acadêmico (SANTOS NETO & COSTA, 2019). Isso ocorre, em parte, devido às vantagens que os MMs possibilitam para as organizações. Uma das principais vantagens da aplicação de MMs está em sua natureza evolutiva, isto é, consistem em uma série de estágios em que o nível de complexidade é aumentado de um para outro, até que o último estágio represente a eficiência de processos. São considerados modelos de fortalecimento que possuem condições operacionais para gerir satisfatoriamente as mudanças organizacionais (SERNA, 2012). Além disso, o uso de um MM oferece às organizações uma alternativa simples e eficaz de medir seus processos (WENDLER, 2012). São pensados especificamente para planejar as transições em direção a estágios avançados de maturidade, possibilitando a determinação de avanços potenciais às organizações (DANESE, MOLINARO & ROMANO, 2017; LENTES et al., 2017).

Apesar de ser bastante abordada na literatura acadêmica, a área ainda possui lacunas a serem preenchidas. Estudos relatam que diversos são os MMs desenvolvidos (WENDLER, 2012; SANTOS NETO & COSTA, 2019), entretanto, existe pouca preocupação em como direcionar a aplicação do modelo aos objetivos e preferências do gestor. Além disso, os estudos que apresentam modelos de avaliação geralmente não se preocupam em definir procedimentos que possam ser repetidos para diferentes MMs, independente do segmento de avaliação (por exemplo: KAYAGA, MUGABI & KINGDOM 2013; VIDAL et al., 2012; HSIEH, LIN &

LIN, 2009; CHEN et al., 2017). Tais estudos usualmente apresentam modelos de avaliação associados ao MM proposto no desenvolvimento ou aplicação descrita. Acredita-se que isso faça com que os MMs, apesar de bastante discutidos, sejam pouco assimilados pelos segmentos empresariais.

Além disso, é possível observar que a aplicação de MMs não deve ser limitada apenas a identificação do nível de maturidade. A estimativa da maturidade organizacional está associada a todo o processo de avaliação, desde a escolha de um modelo, até a identificação de ações para melhoria do domínio. Assim, este estudo ganha relevância, na medida que busca definir procedimentos, por meio do framework proposto, para a avaliação não só do nível de maturidade, mas também para a seleção de um MM e criação de um plano prescritivo. A proposta é que seja disponibilizado na literatura um instrumento que estabeleça meios para apoiar toda operacionalização dos MMs dos mais variados domínios, incentivando a difusão de MMs para acadêmicos e profissionais. Portanto, a tese defendida neste documento é que a proposição de um framework genérico que oriente a aplicação de modelos de maturidade em qualquer domínio preenche lacunas relacionadas as dificuldades de aplicação de MMs em diferentes domínios e, que aprofunde ao mesmo tempo a abordagem prescritiva para a evolução da maturidade. Além disso, espera-se que, com o passar do tempo, a literatura apresente um maior volume de discussões sobre a validação de MMs do que a proposição de novos modelos para domínios que já possuem maturidade no desenvolvimento de MMs.

Além disso, ao definir procedimentos para a escolha de um MM, espera-se que sejam levados em consideração as preferências do gestor e os objetivos organizacionais para a seleção do modelo mais adequado. Quanto a proposta prescritiva, o intuito é tornar mais evidente o processo para definição de um plano de ação evolutivo ao priorizar as práticas que impedem a melhoria para o próximo nível de maturidade. De acordo com Santos Neto e Costa (2019), existe falta de pesquisas que demonstrem uma abordagem prescritiva sobre a aplicação de MMs. Além disso, a aplicação com foco puramente descritivo ou comparativo possui suas vantagens, todavia, é possível extrair maiores benefícios da aplicação dos modelos por meio de uma abordagem prescritiva, a qual estabelece ao gestor um caminho para que possa alcançar os resultados organizacionais.

Portanto, ao observar as oportunidades relacionadas a literatura de MM, pretende-se que o framework proposto possa, de uma maneira integrada, solucionar lacunas da área e apoiar o gestor na avaliação da maturidade organizacional. Assim, para alcançar o objetivo geral desta pesquisa e extrair maior potencial dos MMs, o framework se propõe a reunir procedimentos que permitam auxiliar a escolha de MMs, a avaliação do nível de maturidade e a criação de uma proposta prescritiva. Essa abordagem motivou as três questões de pesquisa que estão associadas a proposição do framework: Como realizar a escolha de um MM? Como definir o nível de maturidade? E, como desenvolver uma proposta prescritiva?

## 1.2 OBJETIVOS DO TRABALHO

Este tópico descrevem os objetivos desta tese.

### 1.2.1 Objetivo geral

O presente trabalho tem o objetivo geral de desenvolver um framework para auxiliar a aplicação de modelos de maturidade.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- a) caracterizar os MMs de maneira geral, ou seja, sem especificar domínios;
- b) propor procedimentos para um framework que seja capaz de auxiliar no processo de seleção de MM e avaliação da maturidade independente do segmento e domínio avaliado;
- c) incorporar abordagem prescritiva à estrutura do framework proposto;
- d) testar o framework por meio de aplicação em cenários reais.

## 1.3 MÉTODO DE PESQUISA

De acordo com Marconi e Lakatos (2002), uma pesquisa sempre parte de algum problema, de uma interrogação. Desta forma, o problema que move este estudo é definido em: como desenvolver um framework para seleção, aplicação de

MM e criação de um plano prescritivo. Além disso, Gil (2002) relata que as pesquisas podem ser classificadas em exploratórias, descritivas e explicativas. Esta pesquisa é do tipo descritiva aplicada, pois descreve o desenvolvimento e aplicação do framework por meio de testes em duas organizações reais.

Para solução do problema de pesquisa, esta pesquisa possui abordagem qualitativa-quantitativa e de modelagem da Pesquisa Operacional (PO) (HAIR JR., 2005; HILLIER e LIEBERMAN, 2006). É classificada como qualitativa-quantitativa pois, recorre à linguagem matemática para descrever a quantificação das preferências do decisor. E abordagem de modelagem de PO pois, busca-se representar a essência de um problema e chegar a solução por meio de modelagem matemática (HILLIER e LIEBERMAN, 2006). De acordo com Gerhardt e Silveira (2009), a utilização conjunta da pesquisa qualitativa e quantitativa permitem recolher mais informações do que se poderia conseguir isoladamente.

Para alcançar os objetivos desta pesquisa, um modelo de pesquisa foi desenvolvido em três etapas (Figura 1). Na primeira etapa foi realizada uma revisão de literatura. A revisão de literatura foi conduzida no intuito de alcançar o primeiro objetivo específico deste estudo: “caracterizar os MM de uma maneira genérica, ou seja, sem especificar domínios”. Além disso, a revisão de literatura permitiu levantar informações importantes que auxiliaram nos demais objetivos deste estudo sendo possível identificar métodos e procedimentos que auxiliaram na criação do framework proposto.

Figura 1 - Etapas do modelo de pesquisa



Fonte: O Autor (2019).

A segunda etapa, criação do framework, buscou identificar procedimentos e técnicas que se propunham a satisfazer os objetivos do framework em desenvolvimento. A princípio, foi definido que o framework deveria possuir procedimentos padrões que pudessem atuar na seleção e aplicação do MM, bem

como auxiliar na formulação de uma proposta prescritiva, não sendo específico o uso para um único domínio/ segmento, ou grupo de domínios/ segmentos.

O framework foi proposto com base na metodologia de '*Design Science Research*' (DSR). O objetivo principal do método DSR é produzir alternativas que permitam aos acadêmicos e estudiosos solucionar problemas na prática, além de auxiliar a fundamentação de evidências científicas (Holloway et al. 2016). Além disso, o método DSR tem se mostrado uma importante alternativa para o desenvolvimento de frameworks e é usualmente utilizado para esta finalidade. Exemplos da aplicação do DSR para desenvolvimento de framework podem ser observados nos estudos de Brooks et al. (2015), Alonso et al. (2017) e Lnenicka e Komarkova (2019).

Com o framework desenvolvido, foi necessário verificar se sua aplicação atende aos requisitos previamente estabelecidos. Portanto, foi definido a etapa 3 do modelo de pesquisa: teste do framework. O framework foi aplicado em dois domínios: um MM em gerenciamento de projetos foi aplicado a uma organização do segmento de processamento e distribuição de gás natural e um MM em gerenciamento de riscos para a unidade de manutenção da estrutura física do data center de uma instituição pública financeira. A coleta de dados para modelagem do problema de escolha dos MMs e avaliação da maturidade, e conseqüentemente, aplicação do framework, ocorreu por meio de entrevistas semi-estruturadas e questionários. As entrevistas foram realizadas no intuito de coletar os dados relacionados às preferências do decisor no processo de escolha do MM. A entrevista é caracterizada como semi-estruturada, pois, segue seqüência de procedimentos estabelecidos para aplicação dos Sistemas de Apoio a Decisão (SAD) utilizados para essa etapa. Já o questionário foi implementado em dois momentos: para avaliação do conjunto de MMs comparados para a etapa de Seleção de MM (Apêndices A e C); E, para verificar a aplicabilidade das práticas dos MM selecionados para aplicação (Apêndices B e D).

Tanto as empresas, quanto os indivíduos identificados para a pesquisa foram selecionados por meio de amostragem por julgamento. De acordo com Hair Jr (2005), a amostragem por julgamento, ou intencional, busca realizar a seleção de elementos para um fim específico, ou seja, os elementos são selecionados pois, o pesquisador acredita que eles representam a população alvo.

## 1.4 ESTRUTURA DA TESE

Para alcançar o objetivo desta tese, este documento foi estruturado conforme apresentado pela Figura 2.

Na seção 1 é apresentado a introdução com detalhamento dos objetivos, justificativa, método de pesquisa e a estrutura da tese. A introdução buscou contextualizar o cenário em que a presente pesquisa está introduzida.

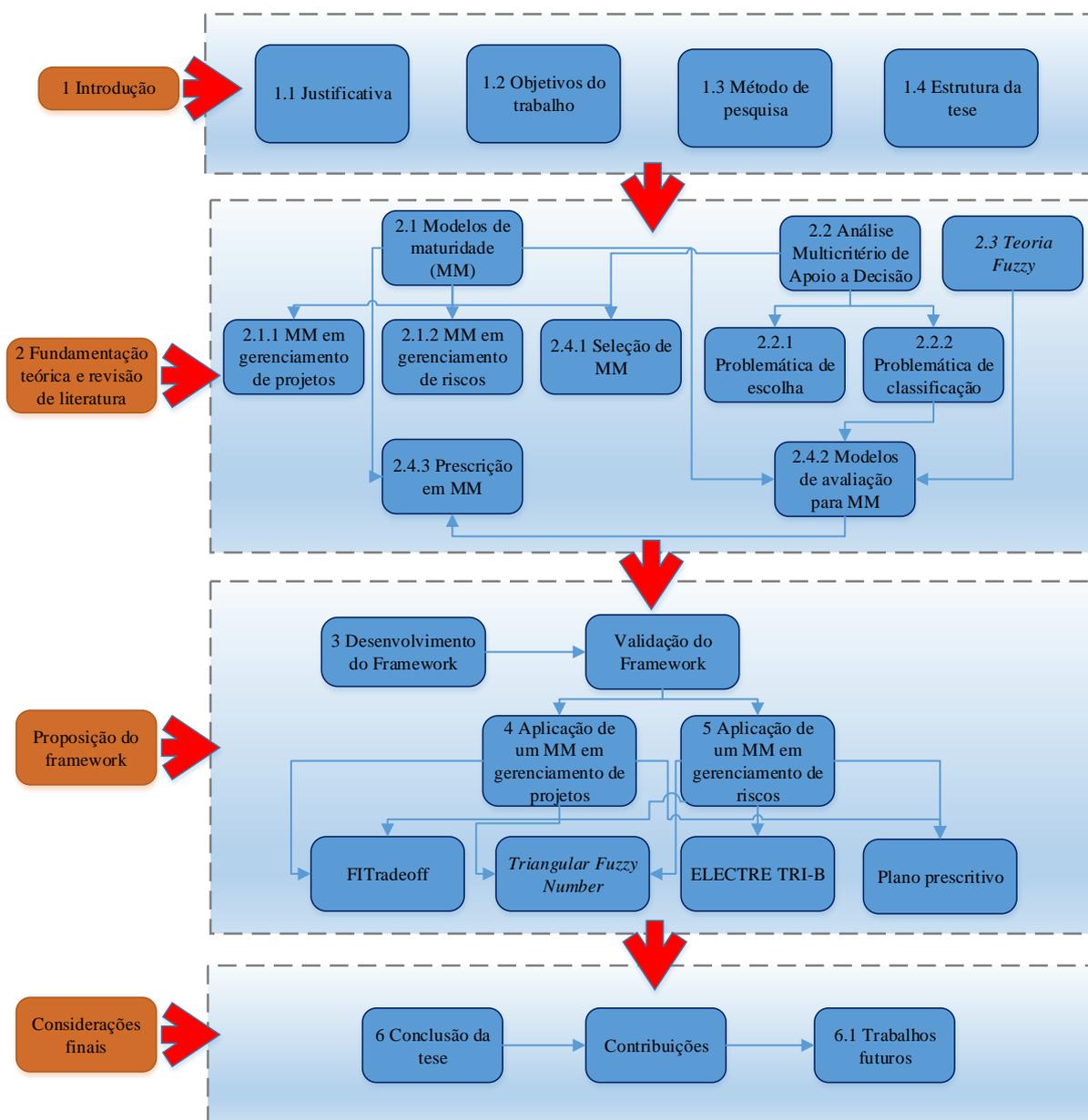
Na seção 2 é realizada a construção da fundamentação teórica e revisão de literatura sobre os conceitos importantes para o desenvolvimento da tese. Nessa seção, procurou-se caracterizar os MM apresentando definições, abordagem histórica e as principais propriedades dos MMs. Além disso, foi abordado conceitos sobre Análise Multicritério de Apoio a Decisão (AMD) e Teoria *Fuzzy* para contextualizar e construir uma compreensão da tese como um todo.

Na seção 3 é apresentado o framework desenvolvido para escolha, aplicação de MM e criação de proposta prescritiva. O framework foi proposto em forma de modelo conceitual e as etapas de aplicação foram detalhadas no intuito de definir procedimentos para o uso de MMs.

Nas seções 4 e 5 são descritos e discutidos os dois experimentos realizados para a condução dos testes do framework. No capítulo 4 a aplicação do framework foi realizada para o domínio de gerenciamento de projetos em uma empresa do setor de processamento e distribuição de gás natural. Já o capítulo 5 descreve a aplicação do framework para o domínio de gerenciamento de riscos na unidade de manutenção da estrutura física do datacenter de uma instituição pública financeira.

Na seção 6, conclusão, são destacadas as principais contribuições da pesquisa, bem como a exposição de lacunas, limitações do estudo e proposição de temas para serem tratados em trabalhos futuros.

Figura 2 - Estrutura da tese



Fonte: O Autor (2019).

Ao final do trabalho, os Apêndices A e B expõem os questionários utilizados para avaliação dos MMs em gerenciamento de projetos e para aplicação do *Prado's Project Management Maturity Model (P2M3)*, e os Apêndices C e D trazem os questionários para avaliação dos MMs em gerenciamento de riscos e aplicação do modelo RM3.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo é apresentada a fundamentação teórica com conceituação de assuntos como MM, teoria *fuzzy* e Métodos Multicritério de Apoio a Decisão. Além disso, é realizada uma revisão de literatura que aborda conceitos sobre a seleção de MM, modelos de avaliação e prescrição em MM.

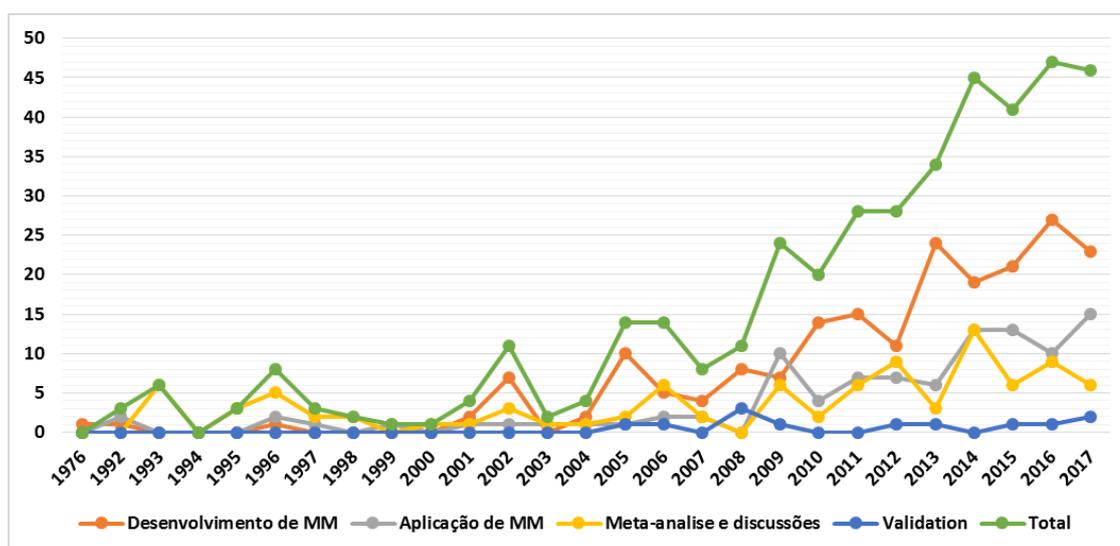
### 2.1 MODELOS DE MATURIDADE

A maturidade pode ser definida como o estado, fato ou período de maturidade (OXFORD, 2017). Os MM são reconhecidos por demonstrar o desenvolvimento gradual e sistemático e/ou melhoria de habilidades, processos, estruturas ou condições gerais de uma organização (BLONDIAU et al., 2016). Ao decidir quais melhorias implementar, há um número de diferentes mudanças que são possíveis, em muitos casos, não fica claro exatamente como modificar o processo da melhor maneira possível. Esta é uma razão pela qual os MM são usados durante a melhoria do processo. Ou seja, este tipo de modelo pode ser utilizado como um instrumento de planejamento no trabalho de melhoria, a fim de identificar quais as ações devem ser introduzidas no processo e em que momento do processo (HELGESSION, HÖST & WEYNS, 2012).

Historicamente, os MM foram introduzidos na década de 70 na literatura dos sistemas de informação (SI) para controlar o desempenho da função SI. Gibson e Nolan (1974) são considerados os fundadores deste conceito com seu modelo de maturidade para uso de recursos computacionais em organizações. O modelo possuía, inicialmente, quatro estágios: iniciação, expansão, formalização e maturidade (VAN DE WETERING, BATENBURG & LEDERMAN, 2010; BITITCI et al., 2015; ZHONG et al., 2014). Mais à frente, foi desenvolvido pelo *Carnegie Mellon University's Software Engineering Institute* (SEI), em 1986, a pedido do Departamento de Defesa dos Estados Unidos, o *Capability Maturity Model* (CMM) que teve como fundamentação conceitual os princípios e práticas da qualidade total, inspirando-se no modelo de avaliação da qualidade gerencial desenvolvido por Crosby (1979) (LIOU, 2011; VELDMAN & KLINGENBERG, 2009; SILVEIRA, 2009). A partir do CMM, o SEI lançou o *Capability Maturity Model Integration* (CMMI), em

2001, para integrar os MM de capacidade existentes (SEI, 2002; LIOU, 2011; VELDMAN & KLINGENBERG, 2009). Por meio de definição de elementos-chave de um processo eficaz, o CMMI descreve como melhorar os processos, isto é, a evolução de um processo imaturo para um processo maduro, disciplinado (DAY & LUTTEROTH, 2011). Desde o início dos anos 2000, o volume de publicações com MM aumentou consideravelmente (Figura 3), o que mostra que o tema se tornou mais relevante para a comunidade de pesquisa (SANTOS NETO e COSTA, 2019; WENDLER, 2012).

Figura 3 - Linha do tempo com a evolução de publicação de artigos sobre MMs



Fonte: Santos Neto; Costa (2019).

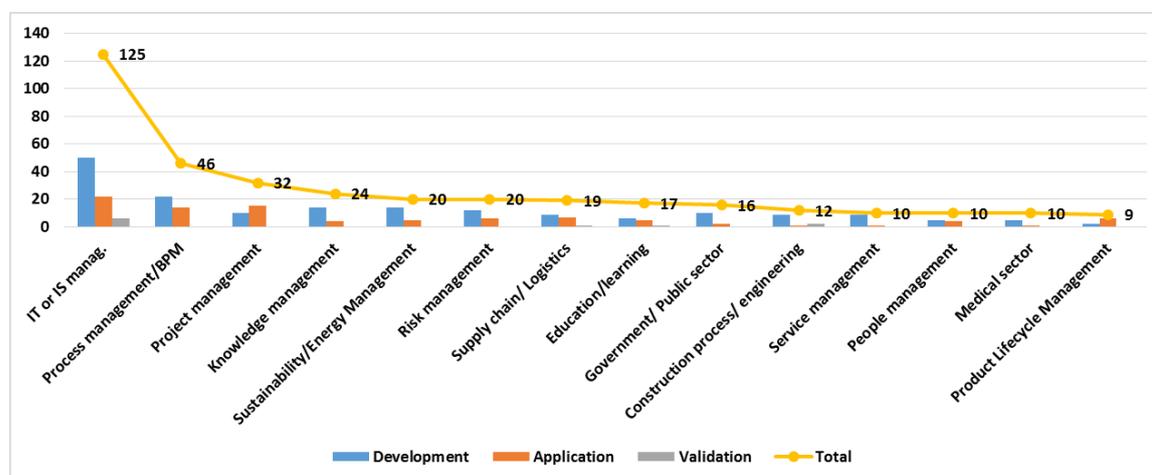
A Figura 3 mostra que cerca de 52% dos artigos que abordam MM como foco principal foram publicados nos últimos cinco anos do período ilustrado no gráfico. Além do mais, é possível notar uma tendência crescente de discussões sobre MMs, principalmente para pesquisas com foco em desenvolvimento de modelos.

Além disso, observa-se que apesar de ter o berço na engenharia de software, publicações relatam o escopo dos MMs com atividades em diversos domínios. Ou seja, cada vez mais indústrias têm expandido o uso de MM nos mais diversos campos de aplicação (ZWIKAEL & GLOBERSON, 2004; POEPELBUSS et al., 2011; WENDLER, 2012; CAO & JIANG, 2013; GUÉDRIA, NAUDET & CHEN, 2013). Alguns exemplos são encontrados na gestão da cadeia de suprimentos (LOCKAMY III & McCORMACK, 2004; OLIVEIRA, LADEIRA e McCORMACK, 2011), gestão de projetos (KWAK & IBBS, 2002; GRANT & PENNYPACKER, 2006), terceirização de

TI (GOTTSCHALK & SOLLI-SÆTHER, 2006), para gestão de processos de negócios-BPM (TARHAN, TURETKEN & REIJERS, 2016; VAN LOOY, BACKER & POELS, 2011), interoperabilidade empresarial (GUÉDRIA, NAUDET & CHEN, 2013; CAMPOS et al., 2013), suporte de ERP para produção puxada (POWELL, RIEZEBOS & STRANDHAGEN, 2013), MM para a interoperabilidade empresarial (GUÉDRIA, NAUDET & CHEN, 2013; CAMPOS et al., 2013) e MM para indústria 4.0 (SCHUMACHER et al., 2016; GANZARAIN & ERRASTI, 2016).

Santos Neto e Costa (2019) listam os domínios mais abordados por pesquisas sobre MMs (Figura 4). Entre eles, observa-se que MMs para gestão de Sistema de informação e Tecnologia de Informação possuem uma ampla gama de publicações. Provavelmente isso ocorra sob influência dos modelos CMM e CMMI, os quais são considerados casos de sucesso na literatura de MM. Além disso, outros domínios se destacam quanto ao volume de publicações, como avaliação da maturidade para gestão de processos, gestão de projetos, gestão do conhecimento, gestão energética, gestão de riscos, gestão da cadeia de suprimentos, entre outros.

Figura 4 - Volume de publicações por domínio



Fonte: Santos Neto; Costa (2019).

Apesar de não aparecer entre as áreas mais discutidas, outra dimensão de destaque abordada recentemente em pesquisas sobre MM é a Indústria 4.0. Segundo Xu e Duan (2019), a Indústria 4.0 é um conceito relativamente novo que surgiu como resultado da visão de manufatura avançada apoiada pelo governo alemão em 2011. Na revisão sistemática publicada por Santos Neto e Costa (2019), foram encontrados até 2017 dois artigos sobre o tema, ambos com foco no

desenvolvimento e proposição de um MM para avaliar a prontidão e maturidade das empresas de manufatura sobre tópicos relacionados a indústria 4.0.

Independente do campo de atuação, a forma como os MM são desenvolvidos e aplicados pode variar. Quanto ao desenvolvimento de MM, existem duas abordagens diferentes: a *top-down* e *bottom-up* (METTLER, 2011). Em uma abordagem *top-down*, primeiro define-se os níveis de maturidade e, em seguida são definidos os itens de avaliação correspondentes a cada nível; na abordagem *bottom-up*, esse processo ocorre de maneira contrária. A abordagem *top-down* funciona bem se o domínio é relativamente novo e há pouca evidência sobre o que representar para definição da maturidade. A ênfase neste exemplo é, em primeiro lugar, sobre o que a maturidade representa e, depois, sobre como ela pode ser medida. Em um domínio mais desenvolvido, onde existem evidências sobre o que representa a maturidade, o foco se move primeiro para como isso pode ser medido e em seguida é construído as definições dos níveis (DE BRUI & ROSEMAN, 2005).

Além das abordagens *top-down* e *bottom-up*, a estrutura de um MM assume aspectos importantes de acordo com a finalidade para o qual o modelo será aplicado. A aplicação do MM pode ser direcionada para resultado descritivo, prescritivo ou de natureza comparativa (DE BRUI & ROSEMAN, 2005; MAIER et al. 2012). Se um modelo é puramente descritivo, a aplicação do modelo é vista como uma avaliação única e pontual, sem provisão para melhoria da maturidade ou providência para o desempenho. Esse tipo de modelo é adequado para mostrar a situação como está. Um modelo prescritivo indica como abordar a melhoria da maturidade a fim de afetar positivamente o valor do negócio/ processo, ou seja, permite o desenvolvimento de um roteiro para melhoria. O modelo comparativo permite benchmarking em indústrias ou regiões. Um modelo dessa natureza seria capaz de comparar práticas semelhantes entre organizações para avaliar a maturidade em setores distintos (DE BRUI & ROSEMAN, 2005; RÖGLINGER et al., 2012).

Seja qual for a finalidade do MM, uma consideração adicional ao projetar um modelo está em como os estágios de maturidade podem ser relatados. Existem duas variações para este objetivo: '*fixed-level*' (DE BRUI & ROSEMAN, 2005) ou '*focus area*' (VAN STEENBERGEN et al., 2010). Na primeira consideração, a maturidade é representada como uma série de estágios lineares unidimensionais. Este conceito é

amplamente aceito e formou base para avaliação em muitos modelos existentes. Essa forma de avaliação resulta em um estágio de maturidade médio fornecido para a entidade avaliada. Embora essa forma de avaliação forneça um meio simples de comparar fases de maturidade, não representa adequadamente a maturidade em domínios complexos, fornecendo pouca orientação a uma organização que deseja melhorar seu desempenho (DE BRUI & ROSEMAN, 2005). Já no '*focus area*', são definidos níveis de maturidade, chamados de capacidades, por área de foco dentro do domínio funcional. Justapondo todas as capacidades de todas as áreas de foco de um domínio em relação ao outro, um caminho de desenvolvimento incremental é definido. Essa justaposição de recursos é feita posicionando os recursos em uma matriz (VAN STEENBERGEN et al., 2010).

Além disso, para avaliação da maturidade, as medidas utilizadas podem ser classificadas como qualitativas e quantitativas (GUÉDRIA, NAUDET & CHEN, 2013; LEAL et al. 2016). As qualitativas são subjetivas e definidas com base em critérios gerais de avaliação, associando um nível de maturidade a uma entidade avaliada. A maioria dos modelos de maturidade existentes usam esse tipo de abordagem de avaliação (GUÉDRIA, NAUDET & CHEN, 2013). Já as avaliações quantitativas definem valores numéricos para caracterizar os objetos avaliados (FORD et al. 2007).

Com relação a abordagem utilizada pelo sistema avaliado, o mesmo pode ser chamado de caixa preta ou caixa branca. A abordagem caixa preta se baseia em métodos que consideram entradas e saídas sem se preocupar com suas propriedades e interações. Por outro lado, a abordagem de caixa branca, ou caixa transparente, representa um conceito para o qual os mapeamentos de entrada-saída, a estrutura de transformação e o estado do sistema são conhecidos (GUÉDRIA, NAUDET & CHEN, 2013; LEAL et al. 2016). O segundo sistema permite uma avaliação mais simplificada das dimensões relacionadas nos MM. Isso ocorre na medida que se obtém um conhecimento mais amplo dos processos de transformação e suas interações com o sistema como um todo.

É possível notar que existem diferentes variações para os conceitos relacionados ao desenvolvimento e utilização de MM. Além disso, diversos são os domínios cobertos por MM. Nesse estudo, são aprofundados dois domínios de interesse das empresas em que o framework foi aplicado, o gerenciamento de

projetos e o gerenciamento de riscos. Esses domínios foram selecionados, pois, no framework detalhado, a decisão por qual domínio contemplar a avaliação da maturidade é realizada pelo gestor, ou seja, com base no conhecimento organizacional e demanda de gerenciamento em áreas específicas. O gestor deve verificar em qual domínio pretende executar a aplicação. Portanto, para teste do framework nas duas aplicações reais descritas mais à frente nos capítulos 4 e 5, os domínios selecionados pelos gestores foram os de gerenciamento de projetos e gerenciamento de riscos.

## 2.2 ANÁLISE MULTICRITÉRIO DE APOIO A DECISÃO

Métodos de Apoio Multicritério a Decisão (AMD), ou em inglês *Multicriteria Decision Making/Aid* (MCDM/A), representam meios para tomada de decisão que vêm sendo utilizados com grande frequência e destaque. São geralmente descritos como conjuntos de processos que utilizam abordagens qualitativas e quantitativas que, simultaneamente e explicitamente, levam em conta múltiplos e frequentes fatores conflitantes. O uso de AMD está crescendo rapidamente em consequência de seu potencial ao possibilitar um processo de tomada de decisão mais explícito, racional e eficiente do que o processo tradicional (ADUNLIN et al., 2014).

Os métodos AMD são usados em diversos casos em que exista inúmeras alternativas a serem avaliadas de acordo com múltiplos critérios qualitativos e quantitativos (RANGEL, GOMES e CARDOSO, 2011). Dentro da análise multicritério, os objetivos a atingir devem ser especificados e os atributos ou indicadores correspondentes devem ser identificados. A medida real dos indicadores não precisa ser em termos monetários. É frequentemente baseada na pontuação, classificação e ponderação de uma ampla gama de categorias e critérios de impacto qualitativo (BERIA, MALTESE e MARIOTTI, 2012).

Ao modelar um problema de decisão multicritério, várias problemáticas podem ser consideradas. De acordo com Roy (1996), um problema multicritério é definido pelos tipos de resultados que se espera alcançar. São definidos quatro problemáticas de referência:

- a) A problemática de escolha ( $P.\alpha$ ): o problema é desenvolvido na busca por realizar a escolha da “melhor” ação.

- b) Problemática de classificação (P.β): o problema é apresentado para alocação de ações em categorias que são definidas eventualmente.
- c) Problemática de ordenação (P.γ): apresenta um ranking das possíveis ações.
- d) Problemática de descrição (P.δ): o problema é apresentado no intuito de fornecer uma descrição das ações.

Em outras perspectivas, os métodos multicritério, também podem ser classificados de acordo com sua forma de compensação. Neste caso, duas racionalidades podem ser consideradas: métodos compensatórios e não compensatórios (ROY, 1996; DE ALMEIDA et al., 2015). Nos métodos compensatórios, existe a ideia de compensar o menor desempenho de uma alternativa em um determinado critério por meio de um melhor desempenho em outro, enquanto em métodos não compensatórios não há compensação entre o desempenho nos critérios (DE ALMEIDA et al., 2015).

Para o framework desenvolvido por esta pesquisa, em dois momentos são indicados o uso de métodos AMD: para a seleção de um MM e para a avaliação do nível de maturidade. Para esses dois problemas, é recomendado o uso de AMD por se tratar de decisões que são geralmente tomadas por meio de análise de diversos objetivos, os quais podem se apresentar de maneira conflitante.

Quanto a problemática, foi associado ao problema de seleção de um MM a escolha (P.α), pois, buscase com a solução deste problema escolher o melhor MM entre um conjunto de modelos que possam atender aos objetivos organizacionais do decisor/empresa. Por outro lado, a avaliação do nível de maturidade é um problema que deve ser abordado por meio da problemática de classificação (P.β). Uma vez que o resultado esperado pela solução deste problema é a 'classificação', ou categorização, da organização/processo avaliado em um dos níveis do modelo.

### **2.2.1 Problemática de escolha (P.α)**

Como já definido anteriormente, a problemática de escolha busca realizar a seleção da melhor, ou das melhores, alternativas. Na abordagem AMD, a escolha ocorre com base na comparação de múltiplos critérios. Alguns métodos AMD podem ser relacionados para a problemática de escolha:

- a) Os métodos de agregação aditivo: corresponde ao mais típico método de critério único de síntese e o mais aplicado para agregação de critérios (BELTON & STEWART, 2002). Baseado na função valor aditiva, também chamada de soma ponderada, embora essa denominação pareça mais informal. Alguns métodos de agregação aditiva incluem SMARTS, SMARTER, MACBETH, AHP e o FITradeoff para elicitação de pesos com avaliação em modelo aditivo (DE ALMEIDA, 2013; DE ALMEIDA et al., 2016).
- b) ELECTRE I, IV ou IS: são métodos de sobreclassificação e constituem como um método da família ELECTRE (*Elimination and Choice Translating algorithm*), que é composta pelos métodos ELECTRE I, II, III, IV, IS e TRI. Os métodos de sobreclassificação, também denominados métodos de subordinação (termo em inglês: outranking), fundamentam-se na construção de uma relação de sobreclassificação que incorpora as preferências estabelecidas pelo decisor diante dos problemas e das alternativas disponíveis (SZAJUBOK, MOTA & DE ALMEIDA, 2006).
- c) PROMETHEE V: são métodos de fácil entendimento, de modo que os conceitos e parâmetros envolvidos em sua aplicação têm algum significado físico ou econômico de rápida assimilação pelo decisor (CAVALCANTI & DE ALMEIDA, 2005). Os métodos PROMETHEE (*Preference Ranking Method for Enrichment Evaluation*), consistem na construção e exploração de uma relação de sobreclassificação de valores (VINCKE, 1992; BRANS & MARESCHAL, 2002). A família é composta pelos métodos I, II, III, IV e V, e o que muda de um método para outro é a maneira como a relação é explorada em busca do atendimento a problemática.

A escolha do método AMD depende de vários fatores, mas certamente será analisado com base na estrutura de preferências. Podem ocorrer condicionantes organizacionais ou do contexto do próprio problema que venham a impor a escolha de um método, como uma limitação de prazo ou em função de uma preferência do analista (DE ALMEIDA, 2013). Neste estudo, para a etapa de escolha de MM é utilizado o método FITradeoff, portanto, o FITradeoff é abordado com destaque no tópico que segue.

### 2.2.1.1 FITradeoff

A principal característica do método FITradeoff se encontra na utilização do conceito de elicitaco flexível (De ALMEIDA et al. 2016). Assim como o tradicional *tradeoff* (Keeney e Raiffa, 1976) e o SWING (Mustajoki, Hmlinen e Salo, 2005), o FITradeoff realiza a elicitaco de pesos em um processo que permite, também, a identificaco da alternativa com o maior valor agregado. A flexibilidade do método significa que, o procedimento de elicitaco pode ser facilmente alterado e adaptado a diferentes condições e circunstâncias, como e quando ocorrem. Dessa forma, o caminho em que o procedimento  implementado pode não seguir todas as etapas que o procedimento padrão exige. Em vez disso, os passos são escolhidos de acordo com as diferentes condições que surgem durante o processo, de tal forma que se espera que o decisor forneça menos informação do que no procedimento padrão (KANG, SOARES Jr. & DE ALMEIDA, 2018; DE ALMEIDA et al., 2016).

O FITradeoff foi embarcado em um Sistema de Apoio a Decisão. Por meio da aplicao do SAD os pesos dos critérios são definidos no âmbito do *Multiattribute Value Theory* (MAVT), no qual as alternativas são pontuadas diretamente, de acordo com a função valor (1) de agregação aditiva (FREJ et al., 2017; MACEDO et al., 2018).

$$v(a_j) = \sum_{i=1}^n k_i v_i(x_{ij}) \quad (1)$$

Onde ' $v(a_j)$ ' representa o valor global da alternativa 'j', ' $k_i$ ' o peso para o critério 'i' e ' $v_i(x_{ij})$ ' o valor da alternativa 'j' no critério 'i'.

No procedimento tradicional, o *tradeoff*  realizado submetendo o decisor a comparações de consequências, até que o decisor identifique indiferenças entre as consequências, originando, desta forma, a geração de equações que permitem o cálculo para definição das constantes de escala (DE ALMEIDA et al., 2016). Ao contrário do procedimento tradicional, na elicitaco flexível, o decisor não precisa fornecer informações imprecisas ou informação incompleta a priori. No processo de elicitaco flexível, cada comparação seguida por resposta do decisor gera uma restrição para um problema de programaco linear. O processo de comparação  repetido, fornecendo informações até o momento em que se possa chegar a uma solução. O processo consiste em reduzir os limites inferior e superior relacionado  indiferença (I) de cada critério. Assim, espera-se que ocorra menos inconsistência

durante o processo (LIMA, VIEGAS & COSTA, 2017; GUSMÃO & MEDEIROS, 2016; DE ALMEIDA et al., 2016).

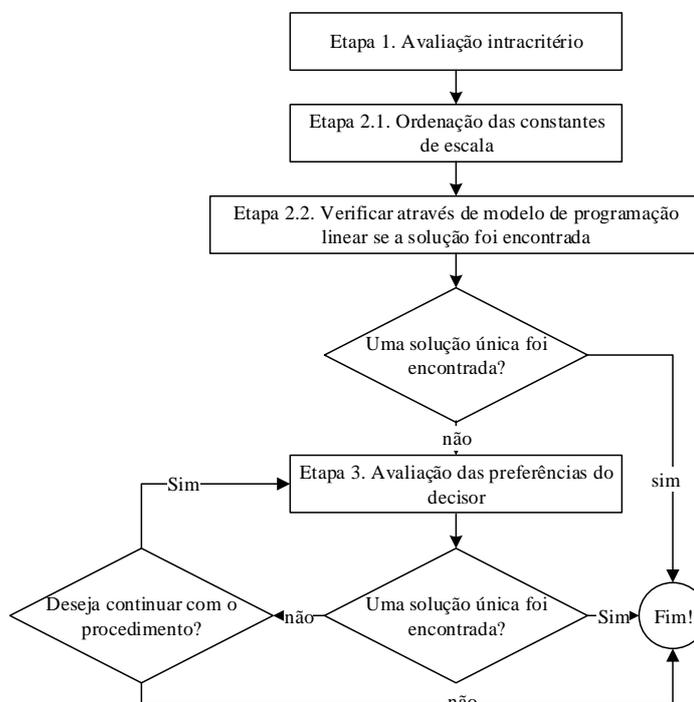
O SAD para aplicação do FITradeoff é disponibilizado gratuitamente no site <http://fitradeoff.org/>. O método segue três etapas, onde a operação do processo de elicitación flexível e interativa pode ser aplicada (DE ALMEIDA et al., 2016). A Figura 5 apresenta os procedimentos para aplicação do FITradeoff.

Na etapa 1, é obtida a função valor para cada alternativa e em cada critério. Nesse caso, deve-se assegurar que o procedimento de normalização adequado seja aplicado uma vez que o procedimento de elicitación em um modelo aditivo depende da escala adotada (DE ALMEIDA et al., 2016). Embora existam outros métodos de normalização, o SAD automaticamente normaliza os dados de acordo com a equação 2 (LIMA, VIEGAS & COSTA, 2017).

$$v'_j(a_i) = \frac{v_j(a_i) - \min v_j(a_i)}{\max v_j(a_i) - \min v_j(a_i)} \quad (2)$$

Onde ' $v'_j(a_i)$ ' representa o valor normalizado e ' $v_j(a_i)$ ' o valor da alternativa 'j' no critério 'i'.

Figura 5 - Método FITradeoff



Fonte: Almeida (2016).

A etapa 2 é dividida em 2.1 Ordenação dos critérios e 2.2 Verificar se a solução foi encontrada, no qual ocorre a tentativa de resolver o problema de seleção

de espaço de peso com as informações obtidas em 2.1. Em 2.2 utiliza-se programação linear para resolver o problema da função objetivo (3) e restrições (4) e (5) (FREJ et al., 2017).

$$\text{Max } \sum_{i=1}^n k_i v_i(x_{ij}) \quad j = 1, 2, \dots, m. \quad (3)$$

Sujeito as restrições:

$$\sum_{i=1}^n k_i v_i(x_{ij}) \geq \sum_{i=1}^n k_i v_i(x_{iz}) \quad z = 1, 2, \dots, m, z \neq j. \quad (4)$$

$$\sum_{i=1}^n k_i = 1; k_i \geq 0 \quad \forall i. \quad (5)$$

Onde ' $k_i$ ' representa o peso para o critério 'i', ' $v_i(x_{ij})$ ' o valor da alternativa 'j' no critério 'i' e ' $v_i(x_{iz})$ ' o valor da alternativa 'z' no critério 'i'.

Se uma única solução é encontrada, o processo é finalizado. Na finalização, os intervalos de pesos que suportam a solução são calculados e produzidos em um relatório com a recomendação final (DE ALMEIDA et al., 2016). Caso uma solução única não seja encontrada, a etapa 3 é iniciada.

Nesse ponto do FITradeoff (etapa 3), um processo de compensação é realizado para obter as preferências do decisor a fim de minimizar o número de perguntas. O espaço de consequências é explorado e sucessivas tentativas são realizadas para tentar resolver o problema com as informações disponíveis até aquele momento. O processo se inicia pedindo ao decisor para escolher entre duas consequências: consequência A, onde todos os critérios são avaliados com os piores resultados, exceto o primeiro critério que é avaliado com um desfecho entre o melhor e o pior resultado, e consequência B, onde todos os critérios são avaliados com pior resultado, exceto o último critério, que é avaliado com o melhor resultado. O processo de comparação é repetido (para novas consequências) e por meio de cada resposta em acordo com as preferências do decisor, novas restrições são criadas e adicionadas ao modelo de programação linear (FREJ et al., 2017; LIMA, VIEGAS & COSTA, 2017).

O modelo de programação linear ordena as alternativas, considerando as restrições que são incorporadas no modelo, à medida que as preferências são obtidas. Isto permite que as alternativas sejam classificadas em três situações diferentes: potencialmente otimizado, dominado ou ideal (LIMA, VIEGAS & COSTA, 2017). A etapa é concluída se uma única solução for encontrada. Mais detalhes sobre o procedimento podem ser verificados em De Almeida et al. (2016).

### 2.2.2 Problemática de classificação (P.β)

Para os problemas que abordam a classificação em uma avaliação multicritério, as alternativas são classificadas em classes homogêneas, predefinidas e ordenadas por preferências (ROY, 1996; CORRENTE, GRECO & SŁOWINSKI, 2016). Os métodos AMD para este tipo de problema vem ganhando espaço significativo entre os pesquisadores que trabalham com multicritério. É observado que diversos métodos multicritério para apoio a decisão vem sendo desenvolvidos para problemas de classificação (YOSHIURA et al. 2018). Estes métodos podem ser categorizados em três classes principais (DOUMPOS et al., 2009; FERNANDEZ et al., 2017): função valor, sobreclassificação e simbólicos.

Na primeira classe, os métodos são baseados no desenvolvimento de funções valor, ou seja, busca-se, com base em procedimentos matemáticos, processar as consequências do modelo de decisão e confrontar o desempenho com classes pré-estabelecidas. Geralmente é formulado como um problema de programação linear (DOUMPOS et al., 2009). Alguns exemplos podem ser encontrados: Greco, Mousseau e Słowiński, (2010); Dembczyński, Kotłowski e Słowiński (2006); Köksalan e Özpeynirci (2009); Ishizaka e Gordon (2017) e Zopounidis e Doumpos (1999).

A segunda classe de métodos inclui abordagens de sobreclassificação. Nesse contexto, o modelo de decisão é expresso de forma relacional, possibilitando a comparação das alternativas a alguns perfis de referência de cada grupo. Um dos métodos mais comuns dessa categoria é o ELECTRE TRI, com algumas variações, como o ELECTRE TRI-B, TRI-nB, TRI C, TRI nC (FERNANDEZ et al., 2017). Alguns exemplos de métodos condicionados como sobreclassificação podem ser encontrados em: Sobral e Costa (2012); Mousseau e Slowinski (1998); Janssen e Nemery (2013); Bouyssou e Marchant (2015); Yu (1992); Doumpos e Zopounidis (2004); Błaszczczyński et al. (2007) e Fortemps et al. (2008).

A terceira classe inclui modelos simbólicos expressos na forma de regras de decisão. Ou seja, expressos na forma de regras de decisão criadas a partir do diálogo com o decisor. Geralmente, são baseados na extensão da teoria dos conjuntos aproximados que permite o desenvolvimento de regras de decisão usando a relação de dominância, em vez da tradicional teoria dos conjuntos aproximados baseados

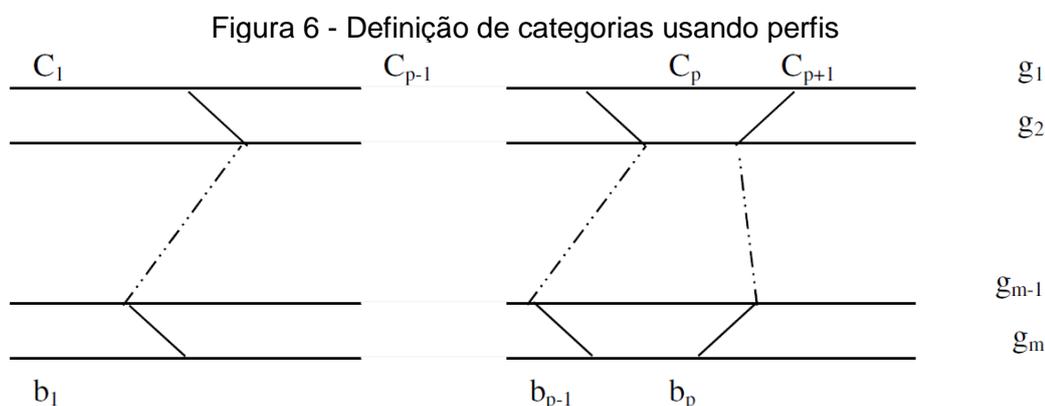
em indiscernibilidade. Exemplos podem ser encontrados nos trabalhos de: Greco, Matarazzo e Slowinski (2001) e Furems (2015).

Para teste do framework proposto, é utilizado em uma das etapas a aplicação do método ELECTRE TRI.

### 2.2.2.1 ELECTRE TRI

O ELECTRE TRI busca atribuir a uma alternativa qualquer uma categoria específica a partir de uma comparação de sua avaliação com um determinado conjunto de critérios (MOUSSEAU, SLOWINSKI & ZIELNIEWICZ, 2000). O método possui algumas variações, como o ELECTRE TRI-B, TRI-nB, TRI C, TRI nC, entretanto, o método enfatizado nesta pesquisa é o ELECTRE TRI-B, também chamado de ELECTRE TRI.

O método fundamenta-se na construção de uma relação de sobreclassificação que incorpora as preferências estabelecidas pelo decisor diante dos problemas e das alternativas disponíveis (SZAJUBOK, MOTA & DE ALMEIDA, 2006). No ELECTRE TRI as categorias são definidas pela introdução de um único perfil limitante (referência ou ação limite) entre as categorias adjacentes, conforme observado na Figura 6. Na Figura é possível observar o conjunto de critérios  $\{g_1, g_i, \dots, g_m\}$ , o conjunto de perfis limitantes  $\{b_1, \dots, b_h, \dots, b_p\}$ ,  $p+1$  categorias definidas, onde  $b_h$  representa o limite superior da categoria  $C_h$  e o limite inferior da categoria  $C_{h+1}$ , onde  $h = 1, 2, \dots, p$  (SILVA & COSTA, 2014). Estes parâmetros são utilizados no ELECTRE TRI para definição de uma relação de superação onde ocorre a comparação entre as ações e a limitação de perfis. A partir dessa comparação, o método propõe uma categoria para cada ação (FERNANDEZ et al. 2017).



Fonte: Mousseau; Slowinski; Zielniewicz (2000).

O ELECTRE TRI realiza a atribuição das alternativas às categorias por meio de dois passos (MOUSSEAU & SLOWINSKI, 1998):

- a) Construção de uma relação de sobreclassificação 'S' que caracterize como as alternativas se comparam aos limites das categorias, e;
- b) Exploração da relação 'S' para atribuir cada alternativa a uma categoria específica.

A relação de sobreclassificação 'S' é construída para validar ou invalidar a asserção  $aSb_h$  (e  $b_hSa$ ). Duas condições devem ser testadas para validar ou invalidar a afirmação de que 'a' é pelo menos tão boa quanto 'b<sub>h</sub>'. A condição de concordância e a discordância (GUSMÃO, SILVA & COSTA, 2014):

- a) Concordância: para que uma sobreclassificação  $aSb_h$  (ou  $b_hSa$ ) ocorra, uma maioria "suficiente" de critérios deve ser a favor desta afirmação.
- b) Discordância: quando a condição de concordância se mantém, nenhum dos critérios na minoria deve se opor à afirmação  $aSb_h$  (ou  $b_hSa$ ) em um valor muito alto.

As preferências para cada critério são definidas por pseudocritérios, nos quais os limiares de preferência e de indiferença  $p_j[g(b_h)]$  e  $q_j[g(b_h)]$  fornecem informações intracritérios, evitando a transição repentina entre a indiferença e preferência estrita (SILVA & COSTA, 2014). Assim,  $q_j[g(b_h)]$  especifica a maior diferença entre  $g_j(a) - g_j(b_h)$  que preserva a diferença entre 'a' e 'b<sub>h</sub>' sobre o critério 'g<sub>j</sub>'. E  $p_j[g(b_h)]$  representa a menor diferença entre  $g_j(a) - g_j(b_h)$  consistente com uma preferência de que 'a' por 'b<sub>h</sub>' sobre o critério 'g<sub>j</sub>'. No método ELECTRE TRI, para a construção de 'S' é utilizado também como parâmetros um conjunto de limiares de veto ( $v_1(b_h), v_2(b_h) \dots v_m(b_h)$ ) para o teste de discordância. Portanto,  $v_j(b_h)$ , representa a menor diferença entre  $g_j(b_h) - g_j(a)$ , incompatível com a afirmação que  $aSb_h$  (SILVA & COSTA, 2014).

As comparações par a par entre as alternativas com os perfis limitantes de cada um dos critérios permite o cálculo do índice de credibilidade  $\sigma(a, b_h)$  e  $\sigma(b_h, a)$ . O índice de credibilidade  $\sigma(a, b_h)$  está relacionado com a afirmação de que a alternativa 'a' é pelo menos tão boa quanto o índice referência 'b<sub>h</sub>', enquanto que o índice de credibilidade  $\sigma(b_h, a)$  está relacionado com a afirmação de que o índice de

referência 'b<sub>h</sub>' é pelo menos tão bom quanto a alternativa 'a' (ZOPOUNIDIS & DOUMPOS, 2002; CAMPOS, 2013).

O índice de credibilidade  $\sigma(a, b_h)$  pertence ao intervalo [0, 1] e pode ser calculado por meio da equação 6 (SILVA & COSTA, 2014).

$$\sigma(a, b_h) = c(a, b_h) \times \prod_{j \in F} \frac{1 - d_j(a, b_h)}{1 - C(a, b_h)} \quad (6)$$

Onde 'F' representa as comparações em que  $d_j(a, b_h) > C(a, b_h)$ .

Os índices de concordância parcial, concordância total e discordância parcial utilizados para o cálculo do índice de credibilidade são obtidos por meio das equações 7, 8 e 9 (SILVA & COSTA, 2014).

$$c_j(a, b) = \begin{cases} 0 & \text{Se } g_j(b_h) - g_j(a) \geq p_j(b_h) \\ 1 & \text{Se } g_j(b_h) - g_j(a) \leq q_j(b_h) \\ \frac{p_j(b_h) + g_j(a) - g_j(b_h)}{p_j(b_h) - q_j(b_h)} & \text{outros} \end{cases} \quad (7)$$

$$C(a, b) = \frac{\sum_{j \in F} k_j c_j(a, b_h)}{\sum_{j \in F} k_j} \quad (8)$$

$$d_j(a, b) = \begin{cases} 0 & \text{Se } g_j(b_h) - g_j(a) \leq p_j(b_h) \\ 1 & \text{Se } g_j(b_h) - g_j(a) > q_j(b_h) \\ \frac{p_j(b_h) + g_j(a) - p_j(b_h)}{v_j(b_h) - p_j(b_h)} & \text{outros} \end{cases} \quad (9)$$

Para exploração da relação de sobreclassificação, deve-se definir um limiar de corte  $\lambda$ , o qual deve ser estabelecido entre 0,5 e 1. Merad et al. (2004) recomendam que o valor do nível de corte  $\lambda$  seja maior do que o maior peso a fim de evitar que o critério mais pesado seja o único a determinar a categoria de alocação da alternativa. Para a utilização do limiar de corte, a afirmação que  $aSb_h$  (ou  $b_hSa$ ) é considerada válida se  $\sigma(a, b_h) \geq \sigma(b_h, a) \geq \lambda$ , respectivamente. Portanto, o limiar de corte determina a situação entre 'a' e 'b<sub>h</sub>', sendo que (MOUSSEAU, SLOWINSKI & ZIELNIEWICZ, 2000):

Se  $\sigma(a, b_h) \geq \lambda$  e  $\sigma(b_h, a) \geq \lambda$ ,  $aSb_h$  e  $b_hSa$ , portanto,  $alb_h$ .

Se  $\sigma(a, b_h) \geq \lambda$  e  $\sigma(b_h, a) < \lambda$ ,  $aSb_h$  e não  $b_hSa$ , portanto,  $a > b_h$ .

Se  $\sigma(a, b_h) < \lambda$  e  $\sigma(b_h, a) \geq \lambda$ , não  $aSb_h$  e  $b_hSa$ , portanto,  $b_h > a$ .

Se  $\sigma(a, b_h) < \lambda$  e  $\sigma(b_h, a) < \lambda$ , não  $aSb_h$  e não  $b_hSa$ , portanto,  $aRb_h$ .

Prosseguindo com o método, dois procedimentos para a alocação de classes podem ser utilizados para a classificação das alternativas: procedimento pessimista e otimista (SILVA & COSTA, 2014). No procedimento pessimista, 'a' é comparado sucessivamente com 'b<sub>h</sub>' começando pelo primeiro perfil até que aSb<sub>h</sub> atribua 'a' a alguma categoria 'C'. No procedimento otimista, 'a' é comparado sucessivamente com 'b<sub>h</sub>' começando pelo último perfil até que aSb<sub>h</sub> atribua 'a' a alguma categoria 'C'. Quando o procedimento é utilizado com  $\lambda = 1$ , uma alternativa 'a' pode ser enquadrada na classe 'C' somente se  $g_j(a)$  é igual ou superior a  $g_j(b_h)$  para todos os critérios (SILVA & COSTA, 2014).

De acordo com Herrera e Costa (2001), para análise dos resultados de aplicação, quando nos procedimentos pessimista e otimista uma alternativa é classificada na mesma categoria, o método realiza a classificação na categoria identificada. Entretanto, quando os procedimentos são classificados em categorias diferentes, é caracterizado como incomparabilidade. Todavia, o procedimento pessimista é tido como o mais rigoroso. Portanto, nessas situações é indicado que seja utilizado o resultado do procedimento pessimista.

Os parâmetros utilizados pelo ELECTRE TRI (limiares de preferência, indiferença e de veto, pesos, perfis, categorias e o nível de corte) podem ser definidos por meio de interrogação direta do decisor pelo analista de decisão (ZOPOUNIDIS & DOUMPOS, 2002). Entretanto, existe uma complexidade no fato de que é difícil para o decisor fixar seus valores diretamente e ter uma visão global clara da compreensão das implicações desses valores em termos de saída do modelo. Porém, é importante ressaltar a importância de definir esses parâmetros com cautela, pois, apesar de ser uma tarefa complexa, é crítica uma vez que podem mudar a posição de qualquer alternativa de uma categoria para outra (SILVA & COSTA, 2014).

### 2.3 TEORIA FUZZY

A primeira publicação da teoria dos conjuntos *fuzzy* por Zadeh (1965) forneceu uma ferramenta matemática para o tratamento de informações imprecisas e vagas que está contida na linguagem humana, isto é, no julgamento, na avaliação e nas decisões humanas. A teoria *fuzzy* possui técnicas que são projetadas para lidar com

conceitos linguísticos imprecisos ou termos difusos (Zadeh 1965). Permite aos usuários entrar com termos imprecisos e obter como resultados respostas mais consistentes. Dessa forma, a teoria *fuzzy* busca também resolver os problemas associados a avaliações subjetivas e imprecisas que são comuns na estimativa da maturidade (ZHAO, HWANG & LOW, 2013; PEDRYCZ, EKEL & PARREIRAS, 2011). Além disso, a teoria dos conjuntos *fuzzy* pode quantificar as facetas linguísticas dos dados tanto para avaliação individual, quanto para a tomada de decisão em grupo (DE ALMEIDA et al., 2012). Nessa segunda avaliação, uma das principais características está em auxiliar no processo de agregação de conhecimento de indivíduos, algo que é bastante requisitado em procedimentos de coleta de dados aplicados a uma amostra maior que um.

Um conjunto *fuzzy* permite associação parcial de termos linguísticos e o valor da associação pode variar de 0 a 1. O processo de aplicação de um método *fuzzy* pode ser realizado em três etapas: fuzzificação, inferência e defuzzificação (ZIMMERMANN, 1996). Na primeira etapa, fuzzificação, os dados de entrada (termos numéricos ou linguísticos fixos sem incerteza ou imprecisão) são transformados em conjuntos *fuzzy*. Na segunda etapa, inferência, são aplicadas regras pré-definidas que agregam os dados de entrada por meio de operadores *fuzzy*, produzindo resultados de saída *fuzzy*. A defuzzificação é a última etapa e consiste na conversão de resultados difusos em resultados nítidos.

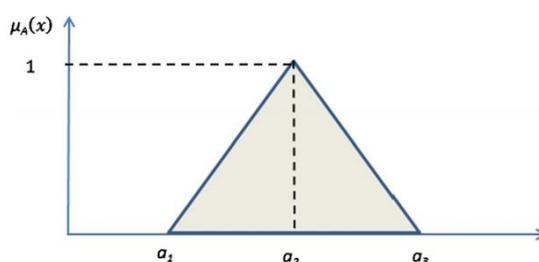
A teoria *fuzzy* utilizada para avaliação do nível de maturidade por meio de MM já é utilizada por diversos autores (SANTOS NETO & COSTA, 2019). Exemplos podem ser observados nos estudos de Zhao, Hwang e Low (2013) e Carvalho et al. (2016) que desenvolveram um MM propondo o uso do *Triangular Fuzzy Number* para identificar o nível de maturidade. Outro exemplo pode ser observado no trabalho de Paavel, Karjust e Majak (2017). Os autores utilizaram o *Fuzzy - AHP* para avaliar as dimensões de um MM para gerenciamento de ciclo de vida de produtos (*product lifecycle management maturity model - PLMMM*). Ou ainda Pan, Xin e Li (2015) que aplicaram a *Triangular Fuzzy Number* para avaliar o nível de maturidade na aplicação de um *Reliability Engineering maturity model*.

Se tratando de números *fuzzy*, existem vários tipos de função de associação, dentre os quais, o mais utilizado para avaliação de maturidade é o *Triangular Fuzzy Number* (TFN) (XU, CHAN & YEUNG, 2010; CARVALHO et al., 2016). O TFN é fácil

de usar e tem se mostrado um método apropriado para promover a quantificação de informações associadas a avaliação da maturidade (PEDRYCZ, 1994; LAM, TAO & LAM, 2010). Na abordagem de TFN,  $\tilde{A}$ , representa o grau de pertinência, e pode ser denotado por (a, b, c) e sua função de associação é descrita por (10) e ilustrada pela Figura 7.

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} \frac{x-a}{b-a}, & \text{se } a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}, & \text{se } b \leq x \leq c \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases} \quad (10)$$

Figura 7 - Função de associação do TFN



Fonte: Carvalho *et al.* (2016).

Na etapa de defuzzificação, é produzido um número que representa adequadamente o número *fuzzy*. Existem vários métodos que podem ser escolhidos para o procedimento, como: o método centroide, método *center of sums*, *mean of maximal*, método *alpha-cut*, e *signed distance*. Cada método possui seus pontos fortes e fracos e a escolha é realizada de acordo com julgamento realizado por quem está aplicando o método (LAM, TAO & LAM, 2010; ZHAO, HWANG & LOW, 2013).

## 2.4 REVISÃO DE LITERATURA

A revisão da literatura para esta tese foi exploratória, pois buscou levantar estudos que pudessem auxiliar na compreensão dos problemas de seleção de MM, desenvolvimento de um modelo de avaliação para definição do nível de maturidade a partir do uso de MM, e, prescrição em MM.

### 2.4.1 Seleção de MM

Diversos são os MM que são desenvolvidos nos mais variados domínios. Como evidência, é possível observar alguns domínios listados pela revisão sistemática de literatura realizada por Santos Neto e Costa (2019) e Wendler (2012). Alguns dos mais abordados são gestão do desenvolvimento de software, gerenciamento de processos, gerenciamento de projetos, gestão do conhecimento, sustentabilidade e gestão energética, educação, gestão da cadeia de suprimentos, terceirização de Tecnologia de Informação (TI), gerenciamento de riscos, gestão de serviços e outros. Além da grande variedade de domínios, observa-se que, em alguns casos, ocorre a disponibilidade de mais de um MM. Este fato pode dificultar o decisor no processo de decidir sobre qual MM utilizar, na medida em que a grande variedade de MMs para o mesmo domínio retarda a análise e compreensão dos modelos avaliados. Portanto, este tópico busca auxiliar na exploração da questão ‘como realizar a escolha de um MM?’, levantando estudos que propõem uma discussão abordando a comparação e/ seleção de MM.

É possível encontrar na literatura, pesquisas que abordam meios que podem apoiar o processo de comparação/ seleção de MM. Man (2007) desenvolveu um estudo no qual propõe um framework para comparação de MM em gerenciamento de projetos. O framework foi construído com base na avaliação de três dimensões: estrutura, aplicabilidade e uso. Três conceitos foram utilizados para operacionalizar essas dimensões: diagramas de dados de processo, critérios de avaliação e entrevistas com usuários. O framework desenvolvido e validado pelo autor, mostrou-se útil para determinar os pontos fortes e fracos de cada MM avaliado, o que deve ser considerado pelas organizações que planejam adotá-las.

Van Looy et al. (2013) apresentaram critérios para comparação de MM para gerenciamento de processos de negócio ou *Business Process Management* (BPM). São levantados 14 critérios que podem auxiliar no processo de comparação de MM neste domínio específico. Além disso, Lima, Viegas e Costa (2017) desenvolveram um estudo com objetivo de apresentar um modelo multicritério de apoio a decisão para seleção de um MM em gerenciamento de processos de negócio. Os autores utilizaram o método AMD FITradeoff e a família de critérios foi identificada por meio do estudo de Van Looy et al. (2013), citado anteriormente. A aplicação do modelo de

decisão permitiu avaliar e comparar quatro BPMMs, e, ao final do procedimento, foi possível selecionar um BPMM com base nas preferências do decisor. O FITradeoff foi aplicado por meio de um SAD e se mostrou eficiente e de fácil aplicabilidade, na medida que permite que o decisor finalize o procedimento a qualquer momento, tendo como solução o conjunto de alternativas.

#### **2.4.2 Modelos de avaliação para MM**

Buscando explorar a questão: ‘como definir o nível de maturidade?’, este tópico procura identificar alguns modelos de avaliação para esta finalidade. Não foi encontrado na literatura, algum framework para aplicação de MM que atuasse no processo de escolha, definição do nível de maturidade e proposta prescritiva de forma integrada, ou seja, que cobrisse todo o processo de uso de um MM. Entretanto, foi possível levantar alguns modelos de avaliação para identificação do nível de maturidade. É importante ressaltar que, de acordo com Van Looy et al. (2013), existe uma distinção clara entre MM e modelo de avaliação, mesmo que raramente abordada por pesquisas. Um MM representa um caminho de melhoria e, portanto, assume uma perspectiva de orientação, enquanto o modelo de avaliação tem uma visão indagadora e solicita um MM de referência que é utilizado para avaliar o nível de maturidade (TARHAN, TURETKEN & REIJERS, 2016). Acredita-se que a falta de alinhamento entre MM e modelos de avaliação pode levar a falhas em seu uso, e conseqüentemente, confusão por parte da comunidade (VAN LOOY et al., 2013).

Na revisão de literatura publicada por Santos Neto e Costa (2019), são relatados diversos MM desenvolvidos para variados domínios, entretanto, são definidos poucos modelos de avaliação publicados na literatura. Na grande maioria das vezes que um MM é desenvolvido ou aplicado, é adotado para avaliação do nível de maturidade um sistema de score representado como um valor global ou a relação entre o valor verificado e máximo atribuído às práticas do MM. Ou seja, propõe-se um sistema de avaliação que atribui uma pontuação às práticas do MM observadas no ambiente da aplicação. No final da aplicação, o esquema de pontuação é comparado com um padrão pré-estabelecido o qual é utilizado de referência para classificação do nível de maturidade. Alguma variação sobre as

formas de definição dos scores é observada. Algumas pesquisas aplicam um questionário e avaliam as práticas por meio de escala Likert (por exemplo, KAYAGA, MUGABI & KINGDOM 2013; VIDAL et al., 2012). Outros propõem um modelo baseado em ponderação, na qual os pesos são definidos e atribuídos para as variáveis avaliadas nos processos-chave (HSIEH, LIN & LIN, 2009). Alguns estudos conduzem a avaliação utilizando o método multicritério analítico hierárquico (AHP) para definir os pesos para os critérios e formar uma pontuação global (por exemplo, WILLIS e RANKIN, 2012; HE et al., 2017). O método AHP é um método qualitativo e quantitativo de análise de decisão proposto por A. L. Saaty, um cientista americano de pesquisa operacional (CHEN et al., 2017).

Além dos modelos fundamentados na definição de score, alguns estudos propõem um modelo de avaliação baseado em uma comparação discreta, ou seja, é realizado a verificação do conjunto de práticas associadas ao MM buscando identificar se são aplicadas ou não (SANTOS NETO & COSTA, 2019). Nessas pesquisas, o nível de maturidade é definido pela comparação dos resultados coletados com o padrão definido pelo MM (por exemplo, PHAN, 2001; AL-AMMARY, MOHAMMED & OMRAN, 2016). Tanto a coleta de dados quanto o padrão de referência possuem definições discretas, nas quais as práticas associadas ao modelo são consideradas como alcançadas/ não alcançadas ou variações similares.

Outros modelos de avaliação são definidos por meio da utilização de teoria *fuzzy*. Nesse tipo de aplicação, a teoria *fuzzy* permite resolver problemas que estão relacionados a julgamentos ambíguos, subjetivos e imprecisos, que estão inevitavelmente envolvidos na avaliação da maturidade (ZHAO, HWANG & LOW, 2013). Além disso, os processos associados a métodos *fuzzy* permitem a classificação do nível de maturidade por meio da etapa de defuzzificação. Como exemplos desta aplicação, Zhao, Hwang e Low (2013) e Carvalho et al. (2016) propõem o uso de número *fuzzy* triangular para identificar o nível de maturidade em gerenciamento de risco. Em sua pesquisa, representam o nível de maturidade organizacional usando um estágio médio de maturidade; isto é, utilizam o conceito para agregar o desempenho nas práticas avaliadas em um valor que represente o nível de maturidade. Da mesma forma, Cheng, Chan e Kuo (2011) e Pan, Xin e Li (2015) aplicam o número *fuzzy* triangular para avaliar o nível de maturidade na aplicação do CMMI e de um MM engenharia de confiabilidade, respectivamente.

Além disso, foram identificados estudos que usam a teoria *fuzzy* juntamente com o método AHP para desenvolver um modelo de avaliação de maturidade, o *Fuzzy AHP* (FAHP). O FAHP é uma extensão do método AHP, que usa conjuntos *fuzzy* e números *fuzzy* para avaliar certos conceitos relacionados aos níveis de maturidade (CHANG, 1996). Alguns estudos exemplificam o uso deste modelo de avaliação. Por exemplo, Paavel, Karjust e Majak (2017) utilizaram o FAHP para avaliar as dimensões de um MM para o gerenciamento do ciclo de vida de produto. He et al. (2017) aplicaram o mesmo modelo para avaliar a maturidade da gestão do conhecimento empresarial e Chen et al. (2017) utilizaram o modelo de avaliação para avaliar o BPMM aplicado no segmento de fabricação de tabaco.

Mais recente foi publicado por Peña et al. (2018), um estudo que propõe uma metodologia *fuzzy* ELECTRE para avaliar a maturidade de big data em Pequenas e Médias Empresas (PMEs) de saúde. De acordo com os autores, a principal contribuição da pesquisa consiste na aplicação do método *fuzzy* ELECTRE em um novo contexto. Ao contrário dos tradicionais modelos ELECTRE, o modelo proposto foi modificado, considerando a dominância de uma avaliação de maturidade proposta para uma PME do segmento de saúde, sobre uma série de propostas que mostram o nível de maturidade de uma PME, levando em consideração as dimensões definidas. Além disso, as incertezas nas avaliações linguísticas foram tratadas na modificação por meio de conjunto *fuzzy* gaussiano.

Viegas (2018) realizou uma pesquisa na qual foi possível desenvolver um modelo multicritério de classificação ordinal prescritivo, baseado em conjuntos *fuzzy* intuicionistas para avaliação de um BPMM existente. O modelo foi construído baseado no conhecimento de um grupo de especialistas (agregação de conhecimento de especialistas) e, foi aplicado um algoritmo de classificação baseado no método de Shen, Xu & Xu (2016) para avaliação do nível de maturidade por meio do BPMM – OMG em três organizações. Ao término do estudo, foi possível determinar de forma simples e rápida o nível de maturidade em BPM das três alternativas avaliadas.

Outros modelos aparecem isoladamente com menor frequência. Cao e Jiang (2013) propõem um MM para avaliar a capacidade de serviço com um algoritmo analítico de cascata, onde o método é usado para transferir e agregar a maturidade das subcapacidades à maturidade global. Al-Qutaish e Abran (2011) desenvolveram

um MM para avaliar a qualidade de produtos do segmento de software, utilizando um método de avaliação baseado na adaptação da metodologia Seis Sigma e no nível de integridade do software. No modelo definido pelos autores, a abordagem Seis Sigma é usada para definir referências para classificação de todos os cinco estágios de qualidade propostos no modelo. O método de avaliação possui características próprias e demonstra as etapas necessárias para calcular as variáveis utilizadas para o desempenho dos parâmetros avaliados no MM e identificar o nível de maturidade.

### **2.4.3 Prescrição em MM**

Este tópico auxilia o desenvolvimento do framework proposto nesta pesquisa ao viabilizar a discussão da questão ‘como desenvolver uma proposta prescritiva?’.

A pesquisa prescritiva auxilia na pós-aplicação do MM e visa orientar a busca por níveis mais elevados de maturidade. No entanto, a aplicação de um MM sem um plano e rota para melhoria faz com que a organização não aproveite todo o potencial do modelo. Vários MM procuram contribuir definindo critérios direcionados a determinados níveis, facilitando assim o gerenciamento da mudança organizacional. Entretanto, segundo Santos Neto e Costa (2019), existe um baixo número de artigos publicados que descrevem o uso prescritivo de MM. Acredita-se que o baixo número de trabalhos com um enfoque prescritivo possa dificultar a aplicação prática e o uso generalizado desses modelos.

Embora o número de artigos seja baixo, alguns exemplos com abordagens prescritivas foram encontrados. Por exemplo, González-Rojas, Correal e Camargo (2016) e Storm et al. (2014) propõem ações para cada transição entre todos os níveis de maturidade. Assim, por meio da aplicação do modelo e identificação do nível de maturidade, é possível selecionar um conjunto de práticas para evolução a um próximo nível. Além disso, Solar et al. (2014) estabeleceu 15 recomendações prescritivas para um caso específico em que o objetivo é maximizar o nível de maturidade dos dados governamentais abertos em órgãos públicos. De maneira análoga, Pigosso et al. (2013) recomendam ações para melhorar o nível de maturidade em *ecodesign* de oito projetos realizados por empresas de manufatura.

Conforme discutido no tópico anterior, em dissertação desenvolvida por Viegas (2018), é apresentado um modelo de decisão para classificação do nível de maturidade por meio de uso de um BPMM. No trabalho, além de fornecer o diagnóstico após aplicação de um modelo multicritério, também é realizada prescrição por meio de um plano de melhoria com orientações para que as empresas possam melhorar seu nível de maturidade e conseqüentemente a gestão por processos. Com base em análise de sensibilidade do modelo desenvolvido e nas práticas específicas dos processos área do BPMM-OMG, foi fornecido um plano de melhoria para que todas as empresas avaliadas no problema pudessem alcançar o nível de maturidade seguinte.

A metodologia DRK (*Discovery, Knowledge e Reuse*) descrita em Oliveira, Ladeira e McCormack (2011) propõe um conjunto de etapas que apoia gestores com um roteiro para melhoria de processos por meio da aplicação de MMs. A aplicação pode ser sintetizada em três estágios: *Discovery, Knowledge e Reuse*. No estágio *Discovery* é realizada a definição do escopo a ser avaliado e a coleta de dados para os indicadores de capacidade associados ao modelo. O estágio *Knowledge* envolve a contextualização dos resultados obtidos no estágio *Discovery* e a comunicação das recomendações para melhoria. Já o estágio *Reuse* define e operacionaliza o planejamento e a aplicação das melhorias levantadas para uma atuação prescritiva (OLIVEIRA, LADEIRA e MCCORMACK, 2011).

É observado que, embora alguns trabalhos possuam uma abordagem voltada a prescrição, não foi encontrada uma proposta que buscasse definir e documentar procedimentos para facilitar a criação de um plano de ação prescritivo, integrado a um modelo que permitisse a seleção de MM e a avaliação da maturidade. Os estudos identificados, realizaram a discussão por meio de descrição de ações específicas para os casos analisados. Ou então, definem ações para a evolução entre os níveis de maturidade, entretanto, sem abordar a ordem de implantação, característica que é descrita pelo framework proposto neste estudo.

#### **2.4.4 Síntese do estado da arte**

Esta revisão de literatura demonstra algumas limitações atuais sobre MMs, permitindo listar algumas lacunas. Um ponto observado é que, embora ainda não

aplicados o quanto esperado, os MMs foram desenvolvidos em diversas áreas. Nota-se que algumas vezes, os domínios abordados pelos modelos se sobrepõem e podem estar mirando no mesmo alvo. A questão que pode ser levantada pelas organizações é: qual MM ou, quais MMs devem ser aplicados? Desse modo, estudos devem procurar abordar meios que facilitem a escolha do decisor por qual MM aplicar. Além disso, para potencializar o uso de MMs, pesquisas devem evidenciar situações e cenários em que o uso de MMs destacam os benefícios gerados como consequência de sua aplicação.

Verificou-se também que, ao comparar com a quantidade de MMs desenvolvidos, existem poucos modelos de avaliação para definição de maturidade, e algumas vezes, esses modelos são de complexa aplicação, o que dificulta sua propagação em outras organizações (SANTOS NETO & COSTA, 2019). Portanto, para que o uso de MMs avance, futuras pesquisas sobre modelos de avaliação devem ter como objetivo desenvolver e definir meios que ajudem a identificar o nível de maturidade. Isso aumentaria a precisão, revelando o nível de maturidade verificado, além de facilitar o uso da abordagem benchmarking para MM.

É observado que, para os MMs cumprirem seu papel, é importante que eles ajudem a guiar as melhorias evolutivas. No entanto, este trabalho demonstra a falta por estudos que tenham um enfoque prescritivo para MMs. Uma lacuna a ser preenchida é, portanto, a busca por meios que permitam que a saída gerada na aplicação de MMs esteja alinhada com um desempenho prescritivo. A questão a ser respondida é: como as características prescritivas em MMs podem ser destacadas? Portanto, existe a necessidade por estudos que definam meios e procedimentos para facilitar a abordagem prescritiva, para qualquer que seja o domínio ou segmento alvo.

A explanação a respeito de MM, assim como as discussões sobre seleção de MM, modelos de avaliação e atuação prescritiva de MM, permitiu verificar a importância de facilitar o uso dos MM ao decisor. Para alavancagem de aplicações de MM por organizações, pesquisas devem ter como objetivo desenvolver meios que ajudem a selecionar o MM mais adequado aos objetivos organizacionais, identificar o nível de maturidade, bem como traçar ações para elevação do nível de maturidade.

Com esta revisão, não foi identificada na literatura a definição de uma configuração de procedimentos que permita a operacionalização de MM de modo a abordar, de maneira integrada, a seleção do modelo, avaliação do nível de maturidade e criação de proposta prescritiva, para qualquer que seja o domínio tratado. Portanto, diante das oportunidades de pesquisa identificadas nesta revisão, é proposto, com esta tese, a criação de um framework que padronize procedimentos para a escolha e aplicação de MM, bem como desenvolvimento de plano prescritivo, sem especificar domínio e segmento de avaliação. Acredita-se que isso possa facilitar o processo de melhoria da maturidade e trazer mais precisão ao revelar o nível de maturidade verificado e o caminho para que ocorra avanços no objeto foco da aplicação.

A revisão da literatura traz evidências que as três etapas são importantes para o processo de avaliação da maturidade: a seleção de um MM a ser adotado pela organização; procedimentos para avaliação da maturidade e para a prescrição, ou seja, recomendações para melhoria. Portanto, a estrutura proposta no tópico a seguir define procedimentos que representam essas etapas e orientam a aplicação de um MM em qualquer domínio de qualquer organização, preenchendo as lacunas destacadas neste estudo.

### 3 FRAMM - UM FRAMEWORK PARA APLICAÇÃO DE MODELOS DE MATURIDADE

O desenvolvimento do framework proposto nesta tese foi conduzido com suporte da metodologia de '*Design Science Research*' (DSR) (HEVNER et al. 2004). Na abordagem do DSR, o conhecimento e o entendimento do domínio do problema, assim como sua solução, são levados em consideração no desenvolvimento de um framework. Para esta pesquisa, o processo DSR foi conduzido por meio de um protocolo baseado nas etapas definidas por Peffers et al. (2007): Etapa 1. Identificação do problema e objetivo, Etapa 2. Desenvolvimento do projeto, Etapa 3. Demonstração, Etapa 4. Avaliação e Etapa 5. Comunicação. O resumo do processo DRS para o desenvolvimento do framework proposto pode ser observado na Tabela 1.

Para condução da etapa 1 do protocolo DSR, o problema e os objetivos do projeto devem ser definidos. De acordo com Van Aken, Chandrasekaran e Halman (2016), um projeto de DSR normalmente é impulsionado por algum tipo de problema de campo, neste caso, o problema é demonstrado ao verificar que MMs são desenvolvidos em uma frequência maior quando comparado com sua aplicação (Santos Neto e Costa, 2019). Além disso, poucos são os modelos de avaliação para a aplicação de MMs e, em determinadas situações, tais procedimentos não incorporam o problema de seleção de um MM e a criação de um plano prescritivo. Portanto, o objetivo deste projeto é a criação de um framework com a definição de procedimentos para a avaliação da maturidade. Como resultado, espera-se que a aplicação do artefato permita a seleção de MMs, aplicação de MMs e a definição de uma proposta prescritiva para qualquer domínio e segmento de avaliação.

Delimitado o problema e objetivo do framework, a 'etapa 2. Desenvolvimento do projeto' do protocolo DSR tem a finalidade de reunir e descrever artifícios para o desenvolvimento do artefato. Nesta etapa, o problema, seu contexto e causas são analisados, e uma solução é projetada e testada a campo (VAN AKEN, CHANDRASEKARAN e HALMAN, 2016). Dessa forma, o texto que segue apresenta uma descrição detalhada do modelo conceitual e estrutura do framework.

Tabela 1 - Processo DSR para o desenvolvimento do framework

<b>Processo de DSR</b>	<b>Etapas do desenvolvimento do framework</b>
Etapa 1. Identificação do problema (motivação) e objetivos da solução	Devido as lacunas ainda existentes na literatura sobre como abordar a escolha de MMs, avaliação da maturidade e desenvolvimento de uma proposta prescritiva, de maneira integrada, para a aplicação de MMs, o objetivo do framework proposto pode ser resumido como definir procedimentos para a aplicação de modelos de avaliação da maturidade para qualquer domínio e segmento de avaliação.
Etapa 2. Desenvolvimento do projeto	Desenvolvimento/Identificação de métodos e procedimentos que apoiem a escolha de um MM, bem como o processo para avaliar a maturidade e a criação de um plano prescritivo de melhoria para avançar na maturidade e direcionar a organização para melhorias em qualquer domínio de avaliação.
Etapa 3. Demonstração	Demonstrar a utilização da nova estrutura através de aplicação real. Neste estudo, o framework foi aplicado a uma organização do segmento de processamento e distribuição de gás natural, e, um MM em gerenciamento de riscos para a unidade de manutenção da estrutura física do data center de uma instituição pública financeira.
Etapa 4. Avaliação	Realizada através da comparação e análise dos resultados encontrados após a aplicação com as condições de maturidade organizacional do domínio avaliado na empresa avaliada.
Etapa 5. Comunicação	Para pesquisadores e profissionais dentro da estrutura e domínio de interesse, o resultado deve ser documentado e publicado.

Fonte: O Autor (2019).

### 3.1 DESCRIÇÃO DO FRAMEWORK

A atividade de projetar um artefato inclui determinar a funcionalidade desejada do artefato e sua arquitetura. Recursos necessários para passar dos objetivos ao *design* e desenvolvimento do artefato incluem o conhecimento da teoria que pode ser utilizada em uma solução (PEFFERS et al., 2007). Dessa forma, a 'etapa 2. Desenvolvimento do projeto' foi conduzida com base na literatura discutida nos tópicos do capítulo '2 Fundamentação teórica e revisão de literatura'.

Para o desenvolvimento da etapa 2, conforme destacado na introdução desta tese, é considerado que para avaliar a maturidade de uma organização/processo, três fases são importantes: seleção do MM, avaliação da maturidade e prescrição. A seleção de um MM tem como objetivo a identificação de um MM que esteja alinhado aos objetivos da organização. É uma decisão que pode ser difícil de ser tomada de acordo com a variedade de MMs para o mesmo domínio. Já a avaliação da maturidade deve ser desenvolvida com base em procedimentos detalhados em um modelo de avaliação, o que geralmente não é abordado com destaque pela literatura de MMs. Um modelo de avaliação bem definido facilita a aplicação de MMs e admite o enfoque comparativo. Além disso, a abordagem prescritiva do uso de MMs possui como principal vantagem a possibilidade de apoiar melhorias sob o ponto de vista evolutivo. Benefício que caracteriza os MMs e impulsiona gestores e acadêmicos a empregarem cada vez mais este recurso. Dessa forma, o framework proposto neste trabalho, nomeado de FRAMM, estabelece procedimentos para executar essas três abordagens, permitindo a completa instrumentalização de MMs.

A Figura 8 apresenta um modelo conceitual para o framework proposto sob o ponto de vista de três fases: fase 1 - seleção de MM, fase 2 - avaliação de maturidade e fase 3 - prescrição. Na fase 1, seleção do MM, é necessário definir qual MM melhor atende aos objetivos da organização com a avaliação da maturidade. Dessa forma, esse problema é tratado pelo framework por meio de modelagem multicritério, se enquadrando na problemática de escolha ( $P.\alpha$ ) apresentada no item 2.2 desta tese. Como vantagem, o uso de métodos AMD para a seleção de um MM permite robustez na maneira como o problema é analisado e admite a abordagem sob a visão de múltiplos objetivos conflitantes que são validados e alinhados aos interesses da organização. Alguns métodos podem ser

utilizados para essa finalidade, tal como os definidos no tópico '2.2.1 Problemática de escolha (P.α)' desta tese.

Selecionado o MM a ser adotado pela organização, é preciso construir o procedimento de avaliação que permitirá medir o nível de maturidade para o domínio alvo da avaliação. Assim, na fase 2 ocorre a avaliação da maturidade efetivamente. O FRAMM apresenta um processo de construção de um modelo de avaliação que pode atender duas abordagens, conforme discutido no item 2: *focus area* e *fixed-level*.

Na abordagem *focus area*, o modelo de avaliação realiza a comparação das condições atuais da organização com as práticas do modelo de referência do MM. Como resultado, uma matriz é construída revelando as práticas encontradas na organização e a classificação do nível de maturidade. Nesta avaliação vários especialistas da organização devem ser consultados para que seja possível identificar estas práticas adotadas na organização. Para agregar o conhecimento destes especialistas sobre as práticas identificadas, é proposta a utilização da metodologia *fuzzy*. A teoria *fuzzy* admite realizar o tratamento de termos linguísticos, bem como processar dados para a decisão em grupo. Foi escolhido esse instrumento por possuir uso notável na literatura de MM (SANTOS NETO & COSTA, 2019). Além disso, se mostra uma ferramenta importante para avaliação de julgamentos ambíguos e imprecisos (ZHAO, HWANG & LOW, 2013; PEDRYCZ, EKEL & PARREIRAS, 2011).

Na abordagem *fixed level*, o FRAMM propõe um modelo de avaliação que também agrega o conhecimento de especialistas por meio de teoria *fuzzy*. Além disso, para abordagem *fixed level* o nível de maturidade é apresentado de forma linear unidimensional. Assim, não há separação de práticas específicas por nível de maturidade. Geralmente, para estes casos, os modelos realizam avaliação com base na formulação de score (SANTOS NETO & COSTA, 2019). Para o modelo de avaliação proposto no framework, é indicado o uso de métodos AMD para problemática de classificação. Os métodos AMD de classificação permitem a categorização de alternativas em classes previamente estabelecidas com base no desempenho de critérios analisados. De maneira equivalente, o objetivo na avaliação da maturidade sob o método *fixed-level* é realizar a classificação da organização/processo em um dos níveis de maturidade do modelo de acordo com o

desempenho médio avaliado sob o ponto de vista das práticas e dimensões vinculados ao modelo. Além disso, como vantagem, a robustez e o detalhamento axiomático associados aos métodos AMD, permitem que o nível de maturidade médio identificado após aplicação possa representar a maturidade de forma aproximada da real situação organizacional, além de facilitar a replicação do procedimento para a aplicação com foco em *benchmarking*.

Uma vez identificado o nível de maturidade em que a organização se encontra, é preciso estabelecer o que a organização precisa realizar para alcançar níveis mais alto de maturidade. É o que a literatura chama de prescrição, uma característica pouca encontrada nos MM existentes. Na fase 3, o FRAMM orienta a identificação de ações que permitam construir um ambiente evolutivo para alcançar níveis mais elevados de maturidade. Para isso, propõe-se que a abordagem prescritiva deverá priorizar a aplicação de práticas com base em um caminho previamente planejado para a evolução do domínio avaliado. Cada organização deve desenvolver seu próprio plano com base nas ações priorizadas.

Figura 8 - Modelo conceitual do FRAMM



Fonte: O Autor (2019).

Para utilização do framework, alguns atores devem ser definidos durante o processo de aplicação. É utilizado o conceito de atores do processo decisório definido por De Almeida (2013), onde o conjunto de atores pode ser formado por decisor, analista, cliente e especialista.

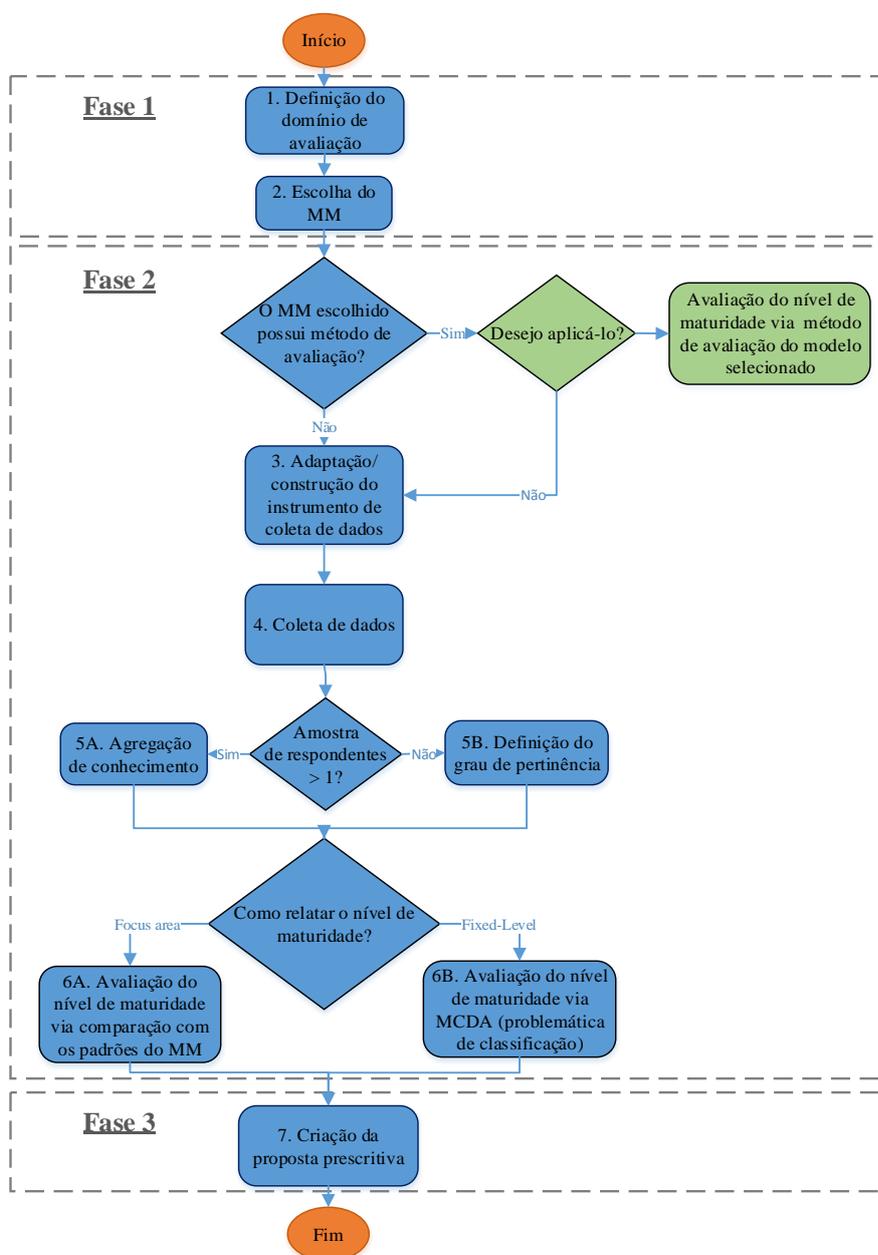
De acordo com De Almeida (2013), o decisor, ou os decisores, são responsáveis pela tomada de decisão e possuem o poder sobre a decisão em questão. Em um problema de decisão, o decisor deve estabelecer suas preferências

sobre as consequências envolvidas no problema. O analista de decisão fornece o suporte metodológico ao processo decisório. Quando se trata de um problema com mais de um decisor, o analista exerce a função de facilitador, o que geralmente está associado ao desenvolvimento de um processo para promover a interação entre os diversos atores em reuniões estruturadas. Em situações reais onde o decisor não possui disponibilidade de tempo para se dedicar ao processo decisório, aparece a figura do cliente. O cliente é o intermediário do decisor que o representa no processo de decisão. Geralmente o cliente é o assessor mais próximo do decisor. Já o especialista, é a pessoa que conhece os mecanismos de comportamento do sistema objeto de estudo e do ambiente que influenciam variáveis relacionadas ao problema de decisão.

Além disso, o objetivo em definir e padronizar procedimentos para o desenvolvimento do framework é para que possa auxiliar a aplicação de MMs de qualquer domínio. Para isso, a proposição dos procedimentos para o desenvolvimento do framework tomou cautela para que a especificação de características de domínios específicos só fosse realizada após o início da aplicação do framework. Ou seja, a princípio, todas as etapas do framework podem ser aplicadas para qualquer domínio. Para teste dessa função, nos capítulos 4 e 5, o framework é aplicado em duas organizações de segmentos diferentes para dois MMs de distintos domínios.

A apresentação do FRAMM ocorre em etapas e o modelo representando o framework desenvolvido é apresentado no fluxograma da Figura 9.

Figura 9 - Framework desenvolvido



Fonte: O Autor (2019).

De acordo com Van Aken, Chandrasekaran e Halman (2016), o artefato originado da metodologia DSR deve ser suficientemente bem documentado para permitir que os profissionais o usem como um modelo para aplicações em casos específicos. Portanto, os próximos tópicos têm o objetivo de detalhar os procedimentos selecionados para aplicação do framework proposto.

### 3.1.1 Fase 1 – Seleção do MM

Etapa 1 – Definição do domínio de avaliação: nesta etapa, FRAMM assume que pelo menos um MM já exista na literatura para o domínio a ser avaliado. Assim, o gestor deve verificar em qual domínio pretende executar a aplicação. Essa decisão geralmente surge da identificação de algum déficit gerencial momentâneo na organização ou devido à necessidade de descrever como o processo ou a área se comporta em um determinado domínio. Ao decidir qual domínio avaliar, o gestor poderá seguir para as próximas etapas do framework.

Etapa 2 - Escolha do MM: na segunda etapa da fase 1, os métodos AMD são propostos com intuito de apoiar o decisor no processo de tomada de decisão por qual MM selecionar para aplicação. Além de serem importantes alternativas para o processo de tomada de decisão que envolve múltiplos objetivos conflitantes, as metodologias AMD permitem a escolha de MMs para qualquer que seja o domínio avaliado. A especificação de características de domínios e segmentos ocorrerá somente na condução de novas aplicações por meio da definição de parâmetros como a família de alternativas, família de critérios e objetivos do problema de decisão.

Ainda é importante destacar que o processo de tomada de decisão admite que a decisão final possa ser divergente da indicação do método aplicado. Apesar disso, mesmo que o decisor já possua alguma tendência de escolha, sugere-se a aplicação da etapa 1 do framework. Ainda que a opção indicada pela aplicação do método não seja a selecionada, o uso de um método AMD trará ao decisor uma visão sistêmica do problema de seleção.

Os parâmetros utilizados para aplicação do procedimento dependerão do método escolhido. Para a escolha de um método multicritério para um problema de decisão, deve-se primeiramente verificar a racionalidade do decisor (compensatória ou não compensatória) para escolha do método AMD mais adequado (Martins et al. 2017). Após verificado a racionalidade e selecionado o método, o analista deve auxiliar o decisor na busca de informações que permitam desenvolver a modelagem do problema. Um exemplo de framework com procedimentos que auxiliam a resolução de problemas multicritério pode ser encontrado em De Almeida (2015).

### 3.1.2 Fase 2 – Avaliação da maturidade

Na fase 2 do framework, a partir do momento que é definido o MM a ser aplicado, o framework permite dois caminhos para avaliação da maturidade. Quando o MM possui o detalhamento de um modelo de avaliação, o framework expõe a opção de utilizar o modelo de avaliação do MM selecionado. Já as demais etapas do framework permitem o desenvolvimento de um modelo de avaliação com procedimentos definidos e justificados neste framework. O analista deve expor ao decisor a possibilidade e diferenças entre os dois modelos de avaliação e o decisor deve optar por um dos dois caminhos. Caso o MM possua ausência de algum procedimento para avaliação e prescrição, pode-se direcionar a aplicação para a etapa 2 do framework.

Etapas 3 e 4 - Elaboração do instrumento de coleta de dados e coleta de dados: estas duas etapas possuem o objetivo de viabilizar a coleta dados para avaliação das práticas associadas ao MM. O intuito é buscar identificar as práticas que a organização/processo possuem implementadas. No decorrer da aplicação do framework, o resultado da coleta de dados será utilizado de *input* para o modelo de avaliação mensurar o nível de maturidade.

O questionário deve ser direcionado a especialistas da organização que possuam amplo contato ao conjunto de práticas e/ ou sobre o domínio avaliado. O questionário foi escolhido por ser um instrumento de coleta de dados largamente utilizado na literatura de MM. No framework, ele é proposto com a finalidade de levantar a situação atual da organização ao confrontar as práticas extraídas do MM com o cenário encontrado. De acordo com Rajterič (2010), quando é tomada a decisão por avaliar a maturidade de algo, é importante colocar um esforço considerável para adequar o questionário e critérios de classificação ao MM. Isso se torna ainda mais evidente quando o objetivo de aplicação do MM é comparativo (*benchmarking*). Nessas situações deve-se evitar questões que possam direcionar para conceitos específicos em algum segmento, ou seja, que abordam alguma particularidade singular da organização foco de aplicação.

Portanto, ao considerar que a aplicação do questionário deve: levantar dados para verificar a implementação das práticas relacionadas ao MM, fornecer dados de *input* para a avaliação da maturidade e permitir a replicabilidade e comparação de

aplicações sem especificar segmento ou domínio, propõe-se o desenvolvimento de questionário adaptado por meio da utilização da escala de 5 pontos proposta por Belt *et al.* (2009):

- a) A prática não é amplamente utilizada na organização;
- b) Há uma forte discussão sobre usar a prática, mas nenhuma decisão;
- c) Existe a decisão e um plano de ação para começar a usar a prática;
- d) A prática foi testada e experiência pode ser adquirida;
- e) A prática é amplamente utilizada na organização.

Mesmo que o MM já possua questionário de avaliação, a adaptação com a escala proposta permite a fixação de uma mesma escala para todo o questionário, o que admite e facilita a replicabilidade e comparação dos resultados encontrados. Além disso, essa é uma escala simples de ser interpretada e permite que o respondente identifique o grau de implantação do conjunto de práticas referentes ao MM.

Quanto a amostra selecionada para a coleta de dados (etapa 4), é interessante que se tenha, quando possível, mais do que um especialista para aplicação do questionário. Isso permite uma coleta de dados mais consistente sobre a realidade avaliada na organização.

Etapa 5A – Agregação de conhecimento: caso os dados tenham sido extraídos da opinião de mais de um especialista, é necessário realizar a agregação do conhecimento antes de aplicar o modelo de avaliação. Esta etapa do framework busca realizar este tipo de procedimento. De acordo com De Almeida *et al.* (2012), em um cenário em que exista mais que um especialista avaliando o mesmo conjunto de ações, deve-se observar que podem ocorrer o envolvimento de percepções distintas do mesmo fenômeno. Não que os especialistas possuam objetivos diferentes e conflitantes. O que deve ser considerado é que os especialistas têm *backgrounds* diferentes. Portanto, podem detectar detalhes que passariam despercebidos por outros (DE ALMEIDA *et al.*, 2012).

Um exemplo de abordagem que permite a agregação de conhecimento é por meio de teoria *fuzzy* (DE ALMEIDA *et al.*, 2012). A teoria *fuzzy* permite agregação do conhecimento de especialistas através de procedimentos e princípios que associam conjuntos *fuzzy* a termos linguísticos (ZADEH, 1965). Como *output* desta etapa,

cada prática será avaliada com um desempenho entre 0 e 1, onde o desempenho zero representa a não utilização da prática e 1 representa ampla utilização da prática. A quantificação é necessária para viabilizar a avaliação do nível de maturidade a ser avaliado na próxima etapa do framework.

Etapa 5B - Definição do grau de pertinência: caso o questionário tenha obtido resposta somente de um respondente, não se faz necessário a agregação de conhecimento. Entretanto, é necessário que a escala avaliada em cada questão seja quantificada em um grau de pertinência com valor entre 0 e 1 (Etapa 5B). Neste procedimento, o grau de pertinência irá representar o desempenho de cada prática avaliada. Nesta etapa, o analista deve expor ao decisor o significado dessa quantificação, e, exigir que seja identificado um grau de pertinência para cada ponto da escala do questionário. Um exemplo de utilização do grau de pertinência, com intervalo igual entre cada ponto da escala, é descrito pela Tabela 2.

Tabela 2 - Exemplo de grau de pertinência

<b>Grau de pertinência</b>	<b>Termos linguísticos</b>
0,2	VI - Very inapplicable
0,4	IN - Inapplicable
0,6	ME - Medium
0,8	AP - Applicable
1	VA - Very applicable

Fonte: O Autor (2019).

Prosseguindo com a aplicação do framework, para o modelo de avaliação, o framework permite duas possibilidades que variam de acordo com a maneira que o decisor queira relatar o nível de maturidade: em *Fixed-level* ou *Focus area*.

A avaliação do nível de maturidade com apresentação do resultado via *Fixed-level* é direcionada para a estrutura de MM que direcione mesmas práticas para avaliação de todos os níveis de maturidade. Ou seja, todas as práticas são utilizadas como parâmetros para comparar cada um dos níveis de maturidade, o que diferencia um nível de maturidade do outro é o desempenho identificado na aplicação do conjunto de práticas. Dessa forma, se o conjunto de práticas possui um desempenho inferior (baixa ou nenhuma aplicação), a organização será avaliada com um nível inferior de maturidade, e o contrário ocorre para um desempenho elevado. Esse tipo

de aplicação pode ser verificado nos trabalhos de Zhao, Hwang e Low (2013), Prashar (2017), Sullivan et al. (2016), Salawu and Abdullah (2015).

Para relato do nível de maturidade *Focus area*, é indicada aplicação para os MM que relacionam práticas diferentes para cada nível de maturidade. Assim, cada nível de maturidade do modelo possui um conjunto de práticas específicas. Exemplo desse tipo de aplicação pode ser verificado nos trabalhos de Cuenca et al. (2013), Serna (2015), Patel e Ramachandran (2009) e Marshall (2010).

Etapa 6A - Avaliação do nível de maturidade para apresentação *Focus area*: para o nível de maturidade apresentado pelo método *Focus area* propõe-se a identificação de um limiar de aplicabilidade ( $\alpha$ ) que deve representar o nível de corte para a implementação da prática avaliada. O intuito é realizar a comparação do desempenho associado a cada prática com o limiar  $\alpha$ . Caso o desempenho seja igual ou superior ao limiar, considera-se que a prática possui utilização suficiente para ser considerada aplicada a organização. O limiar  $\alpha$  deve ser identificado pelo decisor, e o valor deve variar entre 0,6 e 1 ( $0,6 \leq \alpha \leq 1$ ), conforme ilustrado pela Figura 10.

Figura 10 - Esquema de exemplificação do limiar de aplicabilidade  $\alpha$



Fonte: O Autor (2019).

Após verificar a aplicabilidade do conjunto de práticas, a relação de práticas encontradas na organização é comparada com o padrão de referência exigido para classificação em cada nível de maturidade do modelo. Esse procedimento permite identificar o nível de maturidade atribuído a organização, bem como as práticas que possuem desempenho insatisfatório. A Tabela 3 ilustra um exemplo de matriz *Focus area* para a avaliação da maturidade de um caso fictício. Neste exemplo é observado que o padrão de referência do MM possui 5 níveis de maturidade e 3 práticas para cada nível. A área hachurada representa o limiar  $\alpha$  atribuído a cada prática. A organização 'A' possui todas as práticas referentes aos níveis um e dois implementadas. A partir do nível 3, pelo menos uma prática associada ao nível não

possui aplicação suficiente. Desta forma, a organização do exemplo é classificada no nível 3 incompleto de maturidade.

Tabela 3 - Exemplo de matriz Focus area para avaliação do nível de maturidade

Estágios	Práticas/ Focus area	Situação verificada na organizaçã o	Escala de maturidade						
			0,2	0,4	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
Nível 1	Prática 1.1	Aplicada					A		
	Prática 1.2	Aplicada						A	
	Prática 1.3	Aplicada					A		
Nível 2	Prática 2.1	Aplicada					A		
	Prática 2.2	Aplicada					A		
	Prática 2.3	Aplicada						A	
Nível 3	Prática 3.1	Não aplicada			A				
	Prática 3.2	Não aplicada					A		
	Prática 3.3	Aplicada					A		
Nível 4	Prática 4.1	Aplicada						A	
	Prática 4.2	Não aplicada			A				
	Prática 4.3	Aplicada						A	
Nível 5	Prática 5.1	Não aplicada				A			
	Prática 5.2	Não aplicada				A			
	Prática 5.3	Não aplicada			A				

Fonte: O Autor (2019).

Etapa 6B - Avaliação do nível de maturidade para apresentação *Fixed-level*: para situações em que a apresentação do nível de maturidade ocorre pelo método *Fixed-level*, é proposto o modelo de avaliação baseado na aplicação de métodos AMD que atuem para problemática de classificação. A aplicação desta etapa é realizada por meio do desempenho de cada critério calculado na etapa 4. A ideia é que este desempenho possa ser utilizado como *input* no método AMD escolhido para a problemática de classificação. Os demais parâmetros para avaliação são definidos conforme as recomendações do método AMD escolhido.

A Tabela 4 exemplifica um cenário para avaliação da maturidade para aplicação da etapa 6B. É possível verificar que o modelo possui 10 práticas que são

utilizadas para avaliar os cinco níveis de maturidade do modelo. Após aplicação da etapa 4, um desempenho é associado a cada prática. Com a utilização de um método AMD, espera-se que organizações que possuam desempenho baixo no conjunto de práticas seja categorizada em um nível baixo de maturidade, organizações com desempenho intermediário classificadas em um nível intermediário e organizações com desempenho alto possam ser categorizadas em um nível de maturidade elevado.

Tabela 4 - Exemplo de avaliação de MM com mesmas práticas para avaliação de todos níveis de maturidade

Estágios	Práticas avaliadas pelo MM	Dimensões	Desempenho
Nível 1	Prática 1	Dimensão pessoas	0,39
Nível 2	Prática 2		0,69
Nível 3	Prática 3		0,04
Nível 4	Prática 4	Dimensão tecnologia	0,55
Nível 5	Prática 5		0,58
	Prática 6		0,68
	Prática 7		0,7
	Prática 8	Dimensão infraestrutura	0,55
	Prática 9		0,07
	Prática 10		0,17

Fonte: O Autor (2019).

### 3.1.3 Fase 3 – Prescrição

Etapa 7 – Criação da proposta prescritiva: por fim, na fase 3 do FRAMM, a etapa 6 se propõe a criação de uma proposta prescritiva para melhoria da maturidade. É proposto, portanto, a criação de um plano de melhorias que deve priorizar a aplicação das práticas para que se atinja o próximo nível de maturidade, com base em um caminho previamente planejado.

A priorização das práticas ocorre de maneira diferente de acordo com o método de avaliação utilizado (etapa 6A ou etapa 6B). Para as aplicações apresentadas pelo método *Focus area*, torna-se fácil identificar quais são as próximas práticas que devem ser priorizadas no desenvolvimento de um cenário evolutivo. Por meio de visualização da matriz *Focus area* é possível identificar quais práticas devem ser implementadas para que a organização possa atingir o próximo nível de maturidade. Como exemplo, por meio da Tabela 3, é possível identificar que, para que a

organização 'A' atinja o nível 3 de maturidade, ações devem ser desenvolvidas para implementação das práticas 3.1 e 3.2.

Já para os casos em que o relato do nível de maturidade ocorra pelo método *fixed-level*, propõe-se a priorização de ações por meio da identificação dos critérios e práticas com menor desempenho. No exemplo da Tabela 4, as práticas que devem ser priorizadas são a 3, 9 e 10. Após identificação das práticas que devem ser priorizadas, propõe-se ao gestor a criação de um plano de ação para melhorias. A ideia é que o plano prescritivo permita a construção de uma lista de verificação de atividades que devem ser desenvolvidas com clareza e detalhamento pelas partes envolvidas.

Seguindo com a condução do protocolo DSR, a 'etapa 3. Demonstração' tem o objetivo de explicar o uso do artefato para resolver uma ou mais instâncias do problema (PEFFERS et al., 2007). Dessa forma, para condução da etapa 3, os capítulos 4 e 5 descrevem o uso do FRAMM em duas aplicações reais.

## **4 APLICAÇÃO DO FRAMEWORK EM UMA EMPRESA DO SEGMENTO DE DISTRIBUIÇÃO DE GÁS NATURAL**

Este capítulo é proposto a descrever a aplicação do framework em uma organização real.

### **4.1 APLICAÇÃO DA FASE 1 – SELEÇÃO DO MM**

Os tópicos a seguir descrevem os procedimentos para seleção de um MM.

#### **4.1.1 Etapa 1 – Definição do domínio de avaliação**

Foi selecionada para aplicação do FRAMM uma empresa que possui atuação no segmento de distribuição de gás natural. O decisor possui o cargo de gerente do escritório de projetos e ao questionar sobre possíveis domínios de avaliação, foi escolhido o domínio de gerenciamento de projetos. Foi relatado que a empresa vem se preocupando cada vez mais com a área e vem direcionando recursos para o aprimoramento deste domínio.

O gerenciamento de projetos é um dos assuntos que mais se destaca na literatura de MM. O tema atrai cada vez mais atenção nos círculos de negócios e acadêmicos no qual busca-se oferecer práticas que visam contribuir para a abordagem dos problemas organizacionais de forma sistemática (SCOTELANO et al., 2017).

Gerenciar projetos é uma atividade difícil para qualquer empresa. Diversos acontecimentos podem levar o projeto ao fracasso, tal como o não cumprimento a prazos, orçamento mal planejado ou inconformidade das especificações pré-definidas (BLACKSTONE Jr, COX & SCHLEIER Jr, 2009). O principal desafio do gerenciamento de projetos é alcançar todas as metas e objetivos do projeto aderindo as principais restrições do projeto, como escopo, qualidade, tempo e orçamento. Além disso, torna-se também um desafio otimizar a alocação e integração de insumos necessários para atender aos objetivos pré-definidos em um projeto (OLLUS et al., 2011). Os MM em gerenciamento de projeto, permitem avanços positivos no modo como as atividades e práticas relacionadas ao planejamento,

execução e acompanhamento de projetos são realizados. Orientam a organização a cultivar e aprimorar as capacidades de gerenciamento de projetos e alcançar os objetivos estratégicos organizacionais em consequência do sucesso na realização dos projetos (LI et al., 2010).

O gerenciamento de projetos pode ser definido como a aplicação de conhecimento, habilidades, ferramentas e técnicas às atividades do projeto a fim de atender aos seus requisitos (PMI, 2017). Gerenciar projetos não é tarefa tão simples. Além de ter início e fim bem definido, um projeto envolve uma série de etapas com objetivos específicos que exigem recursos monetários, humanos, bem como recursos materiais. Um outro motivo que dificulta o gerenciamento de projetos é que muitas organizações são estruturadas em sistema matriz, onde projetos permeiam por vários departamentos até sua conclusão, envolvendo uma quantidade maior de variáveis no processo de gestão (NEVES et al., 2013).

Os MMs em gerenciamento de projetos (GP) são introduzidos como alternativas que permitem avaliar a capacidade das organizações de conduzirem o bom uso dos recursos alinhados a melhores práticas no domínio em questão. Dessa forma, a maturidade em gerenciamento de projetos busca expressar o quanto a organização é capaz de executar seus projetos e atingir seus objetivos (ANDERSEN & JESSEN, 2003).

#### **4.1.2 Etapa 2 – Escolha do MM**

Para realização da segunda etapa, é observado que diversos MMs podem ser encontrados para o domínio de gerenciamento de projetos (KWAK & IBBS, 2002; KERZNER, 2002; PRADO, 2010; FARROKH & MANSUR, 2013, NEVES et al., 2013; GRANT & PENNYPACKER, 2006). Entretanto, acredita-se que a grande quantidade de modelos para o mesmo domínio pode dificultar a decisão por qual MM melhor se adequa aos objetivos organizacionais. Dessa forma, o problema será tratado em uma abordagem multicritério para a problemática de escolha. Especificamente será aplicado a modelagem para o problema de escolha levando em consideração as preferências de um decisor que represente os objetivos da organização.

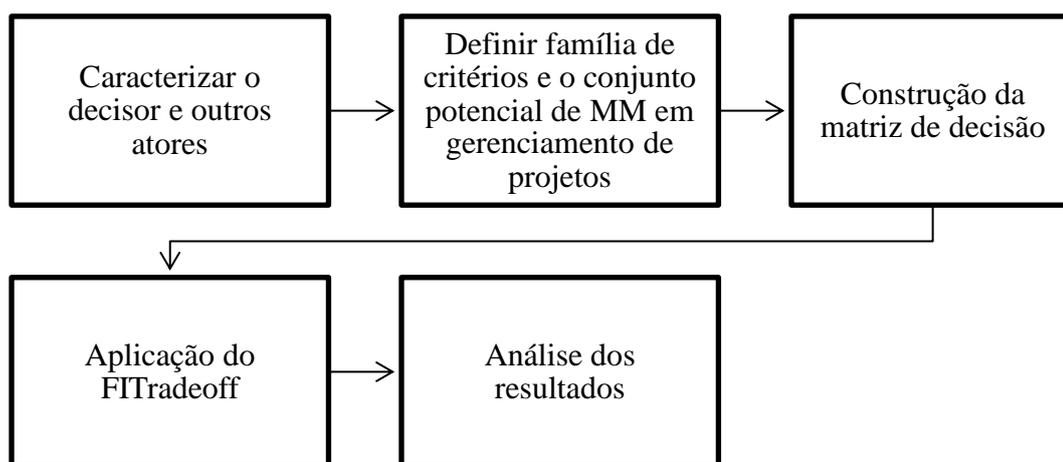
Ao verificar a racionalidade compensatória do decisor para o problema de seleção de MM, optou-se por utilizar o método AMD FITradeoff. O método foi

escolhido, pois ao contrário dos demais métodos para a problemática de escolha, o FITradeoff permite, de maneira flexível, que o decisor possa interromper o procedimento e encontrar a solução a qualquer momento. O que torna a aplicação mais fácil e menos exaustiva para o decisor. Além disso, possui uma base axiomática robusta, não possui as inconsistências presentes no método *tradeoff* tradicional e possui um SAD (Sistema de Apoio a Decisão) que facilita a interação do analista com o decisor no processo de tomada de decisão (MENDES et al., 2020).

Quanto a característica do framework que permite sua aplicação para qualquer que seja a área, o FITradeoff foi o método selecionado pois tem se mostrado um recurso de valor na solução de diferentes problemas de decisão em contextos variados como: na indústria de manufatura, setor energético, saúde, entre outros (PERGHER et al. 2020; FOSSILE et al. 2020; KANG et al. 2018; MACEDO et al. 2018; CAMILO et al.. 2020; FREJ et al. 2017; GUSMÃO e MEDEIROS 2016).

Para a aplicação do FITradeoff, um modelo de pesquisa foi construído para o procedimento de escolha com base na sequência de procedimentos definidos no trabalho de Carrillo et al. (2018). No estudo de Carrillo et al. (2018) foram aplicadas as etapas do FITradeoff para selecionar um pacote de tecnologia agrícola. O esquema do modelo de pesquisa para o problema de seleção de um MM pode ser visualizado na Figura 11.

Figura 11 - Modelo de pesquisa para o problema de seleção de um MM baseado FITradeoff



Fonte: Adaptado de Carrillo et al. (2018).

Foi definido que o framework será aplicado em uma empresa pública de um Estado brasileiro. A empresa atua no ramo de distribuição de gás natural e possui

Sociedade de Economia Mista. A empresa tem atuação nos segmentos residencial, comercial e industrial, possui mais de 70 funcionários operando em todo o Estado, e em 2017, obteve uma receita líquida maior que 418 milhões de reais. A empresa possui concessão para os seguintes serviços: Execução de serviços relativos à pesquisa tecnológica, exploração, produção, aquisição, armazenamento de gás natural; Produção e comercialização independente de energia elétrica; Transporte, importação, exportação, fabricação e montagem de componentes necessários ao suprimento do mercado do gás; e, distribuição e comercialização de gás e/ou subprodutos e derivados.

Para a caracterização do decisor e demais autores, o decisor, atua no cargo de gerente do escritório de projetos da organização, o qual possui mais de 14 anos de empresa e mais de 7 anos de atuação na função atual. O decisor é pós-graduado em gestão de projetos e atua com supervisão e planejamento nos projetos direcionados construção de infraestrutura de novos pontos de distribuição de gás. Além do decisor, o procedimento foi aplicado por analista, que atuou também como especialista. Foi selecionado também um especialista para avaliação do conjunto de alternativas, o que permitiu o desenvolvimento da matriz de decisão. Dois outros especialistas que atuam com projetos na organização foram selecionados para responderem ao questionário de identificação das práticas implementadas.

Para definição da família de critérios, foi levado em consideração que cada critério é visto como a representação de objetivos, ou seja, os critérios devem ser definidos de forma a medir o desempenho obtido nos objetivos representados (DE ALMEIDA et al. 2015). Foi definido o objetivo do problema em: selecionar um modelo de maturidade em gerenciamento de projetos que possa ser aplicado em qualquer segmento, que expresse de maneira confiável a real maturidade em gerenciamento de projetos de uma organização, que permita a criação de um plano de ação evolutivo e que sua aplicação não seja exaustiva.

A família de critérios foi construída a partir de pesquisa na literatura de avaliação de MM, foram extraídos de três pesquisas: no trabalho de Lima, Viegas e Costa (2017) e Van Looy et al. (2013) são apresentados critérios para avaliação de modelos de maturidade para o gerenciamento de processos de negócio (BPMM); já no estudo realizado por Man (2007) foram apresentados critérios para um framework que busca comparar MMs em gerenciamento de projetos. Procurou-se selecionar os

critérios que pudessem ser coletados com os dados disponíveis e acessíveis na literatura, além de poderem ser aplicados a qualquer domínio, ou seja, sem especificação de área de atuação.

Após seleção dos critérios de avaliação, o decisor do problema validou o conjunto ao expressar que os critérios selecionados são suficientes para a decisão de seleção de um MM em GP. É importante destacar que a família de critérios discutida neste estudo é um exemplo que é válido apenas para a aplicação discutida. A alteração de alguma variável do problema (decisor, objetivos, domínio, inclusão ou exclusão de alternativas, entre outras) dá origem a um novo problema de decisão que pode requerer uma nova família de critérios. Apesar de serem representados apenas três critérios para a avaliação dos MMs, a família de critérios foi avaliada por meio de informações de nove características distintas. A Tabela 5 detalha a família de critérios, os aspectos considerados para avaliação do desempenho de cada critério e a fonte de cada critério selecionado.

Tabela 5 - Detalhamento da família de critérios

<b>Código</b>	<b>Critério</b>	<b>Descrição dos aspectos avaliados</b>	<b>Fonte</b>
C1	Itens de avaliação	- O número máximo de questões que são respondidas durante uma avaliação.	Lima, Viegas e Costa (2017) Van Looy et al. (2013)
C2	Propósito e arquitetura do modelo	- A finalidade para a qual o MM deve ser usado; - Se oferece a possibilidade de definir um roteiro por dimensão/ capacidade e/ ou um roteiro para a maturidade global; - O grau de orientação que um MM fornece em direção a uma maturidade mais elevada; - Se os itens de avaliação e o cálculo de nível estão disponíveis ao público (em vez de serem conhecidos apenas pelos consultores); - Se o MM possui parâmetros que direcionam a um segmento específico ou genérico.	Lima, Viegas e Costa (2017) Van Looy et al. (2013) Man (2007)
C3	Informações requeridas	- A maneira como as informações são coletadas durante uma avaliação; - O tipo de dados que são coletados durante uma avaliação; - O reconhecimento explícito de que pessoas de fora da(s) organização(ões) avaliadas foram incluídas como respondentes.	Lima, Viegas e Costa (2017) Van Looy et al. (2013)

Fonte: O Autor (2019).

Quanto ao conjunto de alternativas, foi selecionado os quatro MMs em gerenciamento de projetos mais frequentes em aplicações relatadas na literatura (Santos Neto e Costa, 2019) e que pudessem atingir os objetivos do problema. Os MMs escolhidos para compor o conjunto de alternativas foram: o *Project Management Maturity Model* - PMMM da *PM Solutions* (CRAWFORD, 2002), o *Organizational Project Management Maturity Model* - OPM3 (PMI, 2008), o *Kerzner's Project Management Maturity Model* - KPMMM (KERZNER & KERZNER, 2017) e o *Prado's Project Management Maturity Model* – P2M3 (PRADO, 2010). O modelo CMMI do *Software Engineering Institute's* (SEI) não foi incluído no conjunto de alternativas por possuir uma aplicação normalmente direcionada para o segmento de desenvolvimento de software.

O PMMM é considerado uma alternativa formal desenvolvida pela *PM Solutions*. O modelo utiliza a base teórica do CMM do *Software Engineering Institute's* (SEI), por meio do estabelecimento de cinco níveis evolutivos de maturidade alinhados ao desenvolvimento da maturidade por meio das nove áreas do Guia de Conhecimento em Gerenciamento de Projetos - PMBOK (PMI®) (APPLEBY, 2007). O PMMM possui um software de avaliação que é disponível para avaliação individual, apenas para consultores oficiais da *PM Solutions*. Os cinco níveis de maturidade do modelo PMMM, de acordo com Crawford (2006), são: Level 1- *Initial Process*, Level 2- *Structured Process and Standards*, Level 3- *Organizational Standards and Institutionalized*, Level 4- *Managed Process* e Level 5- *Optimizing Process*.

O OPM3, é o modelo de maturidade desenvolvido pelo instituto PMI, o mesmo instituto que disponibiliza o padrão aceito mundialmente para gestão de projetos, o PMBOK. O OPM3 se apresenta como sendo, possivelmente, o modelo de maior força no mercado mundial (PMI, 2008). Analisando suas características internas, o modelo pode ser considerado robusto, porém complexo, uma vez que conta com um instrumento de avaliação com mais de 150 questões, possui um banco de dados com aproximadamente 600 melhores práticas e disponibiliza um programa interno para o auxílio no desenvolvimento do plano de melhoria (PMI, 2008). Este é também o modelo mais oneroso do ponto de vista financeiro. O OPM3 possui quatro níveis de maturidade, que segundo o PMI (2008), são definidos em: Level 1- *Standardize*, Level 2- *Measure*, Level 3- *Control* e Level 4- *Improve*.

O KPMM foi desenvolvido em 1998, também está alinhado às práticas do guia PMBOK. A aplicação do KPMMM é realizada por meio de um questionário que 183 questões sendo divididas em oitenta, vinte, quarenta e duas, vinte e cinco e dezesseis questões, respectivamente para cada um dos níveis de maturidade presentes no modelo. As 80 questões do nível 1 de maturidade são compostas por cinco alternativas contendo apenas uma verdadeira. As questões baseiam-se na obtenção de um conhecimento dos fundamentais princípios de gerenciamento de projetos e sua terminologia associada. Os requisitos para completar o Nível 1 podem ser preenchidos por meio de uma boa compreensão do guia para o PMBOK (KERZNER & KERZNER, 2017). As demais questões possuem o objetivo de verificar o atendimento às práticas relacionadas aos demais níveis de maturidade. O modelo é composto por cinco níveis de maturidade que são: Level 1- *Common Language*, Level 2- *Common Processes*, Level 3- *Singular Methodology*, Level 4- *Benchmarking* e Level 5- *Continuous Improvement* (BAY & SKITMORE, 2006; KERZNER & KERZNER, 2017).

O P2M3 é caracterizado pela simplicidade de seu questionário, o modo prático de obter as pontuações e a aplicabilidade aos vários setores de uma organização, bem como à organização como um todo. Também está em alinhamento com a cultura brasileira, uma vez que tem sido utilizado por muitas instituições nacionais, além de estar disponível online pelo link '<http://www.maturityresearch.com>' (NEVES et al., 2013). O modelo, desenvolvido pelo consultor Darci Prado, possui cinco níveis de maturidade e seis dimensões que são avaliados por meio de um questionário de 40 questões. Ele leva em conta as áreas relacionadas aos processos, pessoas, tecnologia e estratégias de acordo com a terminologia usada pelo Guia PMBOK (PRADO, 2010, NEVES et al., 2013). As dimensões abordadas no modelo de Prado são: competência técnica e contextual, uso prático de metodologia, informatização, estrutura organizacional, alinhamento com os negócios da organização (alinhamento estratégico) e competência comportamental. Os níveis de maturidade são: Level 1- Inicial (ad hoc), Level 2- Conhecido, Level 3- Padronizado, Level 4- Gerenciado e Level 5- Otimizado (PRADO, 2010). A Tabela 6 reúne informações sobre os quatro MM em GP abordados neste estudo.

Para a construção da matriz de decisão, a avaliação dos critérios foi realizada com base em informações contidas na literatura. Um questionário foi desenvolvido

(Apêndice A) para coletar dados de especialista da organização referentes a avaliação dos MM em gerenciamento de risco. O especialista avaliou os MM com base nas informações coletadas para os três critérios e atributos da Tabela 5. A coleta de informações para avaliação dos MM foi realizada por meio de consulta a PMI (2008), Kerzner (2002), Crawford (2002, 2006) e Prado (2010).

Tabela 6 - Comparação dos MM em GP abordados neste estudo

<b>MM</b>	<b>Níveis de maturidade</b>	<b>Incorporação de elementos do PMBOK</b>	<b>Principais características</b>
PM Solutions' Project Management Maturity Model (PMMM)	Nível 1- Processo inicial, Nível 2- Processos estruturados e padronizados, Nível 3- Processos organizacionais padronizados e Institucionalizados, Nível 4- Processos gerenciados, e Nível 5- Processo otimizado	Sim	-Possui software de avaliação. -Possui questionário de aplicação. -Possui livro/guia para orientação. - Os resultados avaliados são utilizados como base para a melhoria do desenvolvimento do plano; O modelo oferece algumas referências sobre como construir um plano de melhoria com base nos resultados.
Organizational Project Management Maturity Model (OPM3)	Nível 1- Padrão, Nível 2- Medição, Nível 3- Controle, e Nível 4- Melhoria	Sim	-Possui software de avaliação. -Inclui as dimensões do projeto, programa e portfólio em sua estrutura. - Os resultados avaliados são utilizados como base para a melhoria do desenvolvimento do plano; no entanto, o modelo não mostra como essa parte é feita. -Possui livro/guia para orientação.
Kerzner's Project Management Maturity Model (KPMMM)	Nível 1- Linguagem comum, Nível 2- Processos comuns, Nível 3- Metodologia única, Nível 4- Benchmarking, e Nível 5- Melhoria Contínua	Sim	-Possui ferramenta de avaliação grátis. -Possui questionário de aplicação no guia. - Os resultados avaliados são utilizados como base para a melhoria do desenvolvimento do plano; no entanto, o modelo não mostra como essa parte é feita. -Possui livro/guia para orientação.
Prado's Project Management Maturity Model (P2M3)	Nível 1- Inicial (ad hoc), Nível 2- Conhecido, Nível 3- Padronizado, Nível 4- Gerenciado, e Nível 5- Otimizado	Sim	-Possui ferramenta de avaliação grátis. -Inclui as dimensões do projeto, programa e portfólio em sua estrutura. - Os resultados avaliados são utilizados como base para o desenvolvimento do plano de melhoria; O modelo oferece algumas referências sobre como construir um plano de melhoria com base nos resultados. -Possui livro/guia para orientação.

Fonte: O Autor (2019).

Após avaliação das alternativas pelo especialista, foi construída a matriz de decisão para a avaliação dos MM em gerenciamento de projetos (Tabela 7). Foi fornecido o desempenho iniciando em 1 para escala 'Discordo totalmente' até 5 para a escala 'Concordo totalmente' e esse desempenho foi associado a avaliação das alternativas em cada um dos critérios (Tabela 7). A aplicação do método FITradeoff foi realizado conforme as três etapas detalhadas na Figura 5 do tópico '2.2.1.1 FITradeoff'.

Tabela 7 - Matriz de decisão para avaliação dos MM em gerenciamento de projetos

<b>Critério</b>	<b>OPM3</b>	<b>KPMMM</b>	<b>PMMM</b>	<b>P2M3</b>
C1 - Itens de avaliação	2	2	3	4
C2 – Propósito e arquitetura do modelo	2	4	5	5
C3 - Informações requeridas	4	4	3	3

Fonte: O Autor (2019).

Iniciando o processo de aplicação do FITradeoff, foi apresentado ao decisor a família de critérios, a escala de avaliação e o conjunto de alternativas. O objetivo foi introduzir ao decisor os tópicos abordados durante o processo de escolha. Além disso, para validar a família de critérios junto ao decisor, foi questionado se ele gostaria de adicionar ou retirar algum critério. O decisor concordou com os critérios selecionados e não houve alteração no conjunto. A partir deste ponto, os dados da matriz de decisão foram alimentados no SAD e o processo para a tomada de decisão pode ser iniciado. A Figura 12 ilustra a interface do SAD já com os dados do problema para seleção do MM em gerenciamento de projetos.

Figura 12 - Interface do FITradeoff

FITradeoff – Flexible and Interactive Tradeoff Elicitation for Choice Additive Model with Sensitivity Analysis, code FU-T1EMO-CT1d

File Help

New Open Reset Exit

Presentation Input

**Input Values:**

Criteria	Evaluation items	Purpose and architecture of the model	Required information
0-ContMin;1-ContMax;2-DiscMin;3-DiscMax	3	3	3
Weights			
type	1	1	1
a			
b			

**ALTERNATIVES**

ALTERNATIVES	CONSEQUENCES MATRIX		
OPM3	2	2	4
KPMMM	2	4	4
PMMM (PM Solutions)	3	5	3
P2M3	4	5	3

**Initial Order:**

Evaluation items  
Purpose and architecture of the model  
Required information

**Step 1 (Ranking the Criteria Scaling Constants)**

**Step 2 (Flexible Elicitation)**

**Value of Equivalence Distance:**

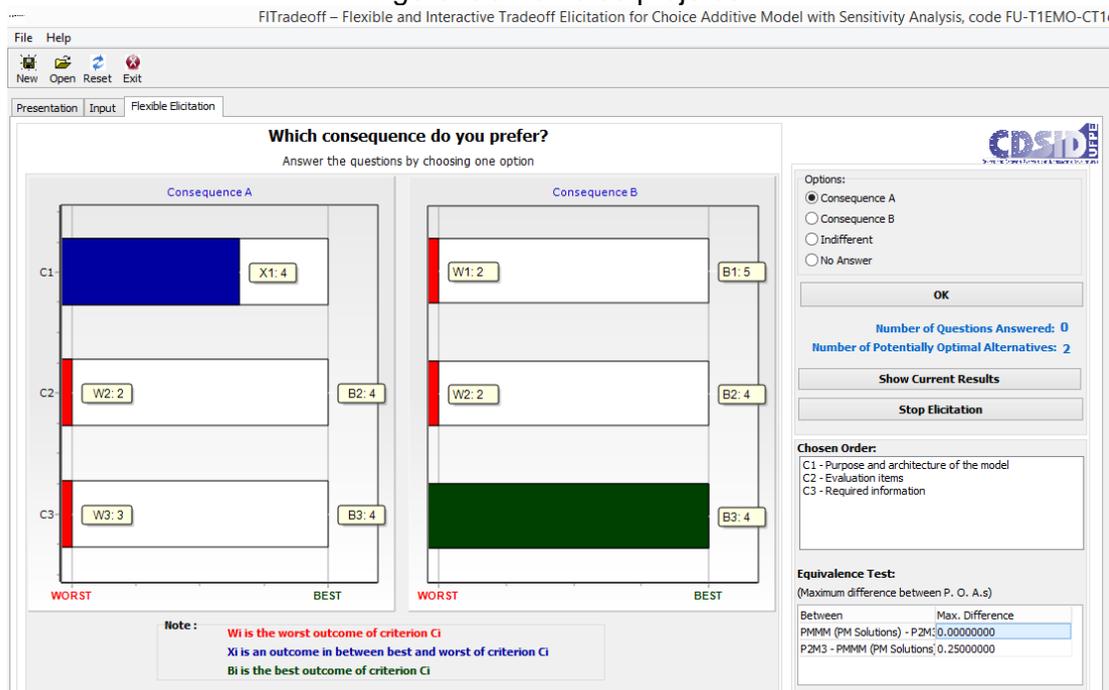
(Maximum difference between alternatives)

Fonte: O Autor (2019).

Em sequência, com a realização da etapa 2.1 da Figura 5, foi solicitado ao decisor que ordenasse os critérios apresentados conforme sua preferência. A seguinte pergunta foi realizada: ‘Suponha que você possa melhorar o desempenho dessa alternativa em apenas um critério para seu valor máximo. Qual critério você escolheria?’ A pergunta foi repetida até que se ordenassem todos os critérios. Os critérios foram ordenados em:  $C2 > C1 > C3$ . Na etapa 2.2 do FITradeoff, por meio do SAD, tentou-se resolver o problema com as restrições geradas após a ordenação dos critérios. Neste caso, não foi possível chegar a uma solução única, portanto, o procedimento seguiu para a etapa 3.

Na etapa 3 do FITradeoff, o decisor é exposto a duas consequências representadas por A e B (Figura 13). Na consequência A, todos os critérios são avaliados com os piores resultados, exceto o critério C1. Na consequência B, todos os critérios são avaliados com o pior resultado, exceto C3, o qual é avaliado com o melhor desempenho. É exigido que o decisor informe sua preferência entre as opções: consequência A, consequência B, indiferença e sem resposta. Nessa comparação, o decisor opta pela consequência A.

Figura 13 - Desempenho das consequências A e B para escolha do MM em gerenciamento de projetos



Fonte: O Autor (2019).

O processo de escolha entre consequências é repetido até que se chegue a uma solução única, ou, até o momento em que o decisor queira encerrar o processo. Para o caso analisado, após duas comparações, o SAD apontou a definição dos pesos e o resultado da escolha. A Tabela 8 apresenta o resultado da elicitaco dos pesos definidos para cada critério e os intervalos de peso que resultaram da soluço do problema.

Tabela 8 - Resultado da elicitaco dos pesos para escolha do MM em gerenciamento de projetos

	C2	C1	C3	Max. Value
P2M3	0,6667	0,3333	0	1,00
Max. Limit	0,6667	0,5	0,33	
Min. Limit	0,3333	0,25	0	

Fonte: O Autor (2019).

 observado que, os critérios mais relevantes, de acordo com a preferência do decisor, foram 'Proposta e arquitetura do modelo' e 'Itens de avaliao'. Para qualquer conjunto de vetores de peso dentro do espaço definido pelos limites mínimo e máximo, o valor global da alternativa P2M3  maior que o valor global das demais alternativas.  possível notar que o P2M3  a alternativa com melhor

desempenho para uma grande faixa de valores de peso, conforme visualizada na Figura 14, a qual demonstra o intervalo de pesos para a escolha do MM em gerenciamento de projetos. O valor máximo 1,0 encontrado é o resultado da multiplicação do valor normalizado da função valor do P2M3 em cada um dos critérios pelas respectivas ponderações obtidas com o resultado do método FITradeoff.

Figura 14 - Intervalo de pesos para escolha do MM em gerenciamento de projetos



Fonte: O Autor (2019).

É importante ressaltar que o resultado representa a escolha do P2M3 na preferência do decisor. Outros resultados podem ser encontrados por meio de outros contextos, por exemplo, novo ordenamento dos critérios ou inclusão/ exclusão de novos critérios e/ ou alternativas. No que diz respeito à aplicação do método a partir do ponto de vista do decisor, nesse problema o número de perguntas necessárias para encontrar uma solução final foi de apenas uma, o que demonstra que o FITradeoff não exigiu que o decisor fizesse muito esforço para resolver este problema. Entretanto, a quantidade de perguntas requerido pelo método FITradeoff para encontrar uma solução única, em geral, não é um número fixo. Ou seja, variam de acordo com os dados do problema em particular.

#### 4.2 APLICAÇÃO DA FASE 2 – AVALIAÇÃO DA MATURIDADE

Os tópicos a seguir descrevem o desenvolvimento do modelo de avaliação para identificação do nível de maturidade.

#### 4.2.1 Etapa 3 e 4 – Construção do questionário e Coleta de dados

Para construção do instrumento de coleta de dados, foi adaptado o questionário do MM selecionado na etapa 2 do framework, o P2M3. Assim como o questionário original do P2M3, o questionário adaptado possui 40 questões e a escala utilizada foi a sugerida no capítulo ‘3 FRAMM - um framework para aplicação de modelos de maturidade’. O modelo atua com dez questões para cada nível de maturidade, partindo do nível dois. Foi considerado que cada questão representa uma prática a ser avaliada. O questionário aplicado pode ser observado na íntegra no Apêndice B.

Quanto a amostra de respondentes, foi selecionado, por meio de amostragem por julgamento. Foi selecionado os dois colaboradores que atuam diretamente no escritório de projetos da empresa. Ambos com formação em engenharia e experiência em atividades relacionadas a gestão de projetos. Os questionários foram disponibilizados via e-mail, e após três dias foram respondidos e devolvidos.

#### 4.2.2 Etapa 5A – Agregação de conhecimento

Como a amostra de respondentes foi superior a um, foi necessário realizar a agregação de conhecimento (fase 2 - etapa 5A do framework). Para isso, foi aplicado a teoria *fuzzy*, mais especificamente, o método que utiliza função de associação triangular. Foi utilizado o Número Fuzzy Triangular (NFT) pois, assume-se que a representação da agregação do conhecimento de especialistas em torno da moda permita representar de maneira fiel a realidade a avaliação das práticas sob o ponto de vista dos respondentes do questionário, o que faz com que o NFT seja amplamente abordado pela literatura de MM.

Como descrito no tópico ‘2.3 Teoria *fuzzy*’, a aplicação do método foi realizada em três procedimentos: fuzzificação, inferência e defuzzificação. Na fuzzificação, para cada resposta do questionário foi atribuído um conjunto de números triangulares os quais são associados aos termos linguísticos da escala. Foi utilizado a mesma função de associação abordada no estudo de Carvalho et al. (2016), a qual possui mesma distância entre as escalas avaliadas, conforme observado na Tabela 9, que traz os parâmetros para o procedimento de fuzzificação.

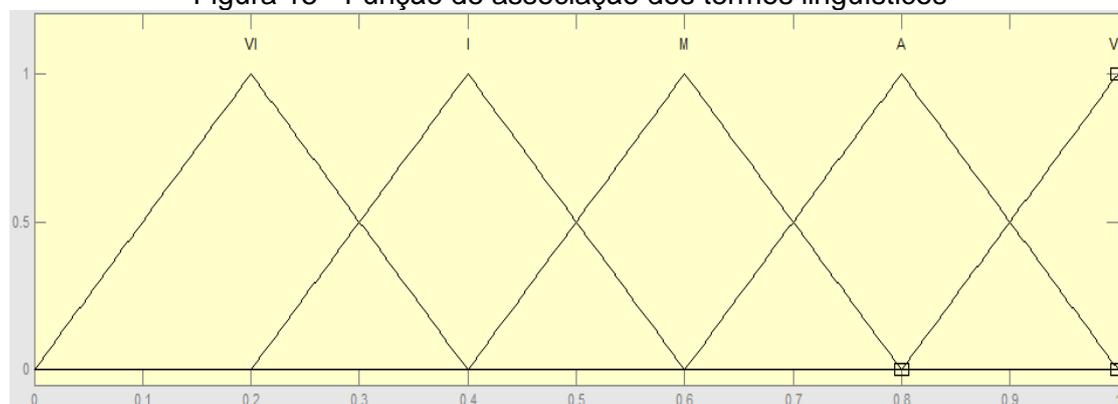
Tabela 9 - Parâmetros para o procedimento de fuzzificação

Grau de pertinência	Termos linguísticos	Triangular Fuzzy Number
0,2	VI - Very inapplicable	(0, 0.2, 0.4)
0,4	IN - Inapplicable	(0.2, 0.4, 0.6)
0,6	ME – Medium	(0.4, 0.6, 0.8)
0,8	AP – Applicable	(0.6, 0.8, 1)
1	VA - Very applicable	(0.8, 1, 1)

Fonte: Adaptado de Carvalho *et al.* (2016).

Note que o estudo adota 50% como o grau em que cada região triangular *fuzzy* se sobrepõe à sua região vizinha (Figura 15). Zhao, Hwang e Low (2013) relatam que o ponto de passagem para duas funções de associação sobrepostas deveria ser de 50% para aplicações com bom controle. Como o objetivo é agregar o conhecimento dos especialistas e definir um valor que representará o desempenho de cada prática, foi utilizado funções de associação com este valor.

Figura 15 - Função de associação dos termos linguísticos



Fonte: O Autor (2019).

No processo de inferência, para agregar as respostas dos dois respondentes, foi calculado o nível médio de implementação de cada prática de acordo com o estabelecido por Zhao, Hwang e Low (2013). O TFN médio de implementação de cada prática ( $L_p$ ) foi calculado por meio da equação 11:

$$L_p = 1/k \times \sum_{j=1}^k L_{pj} = 1/k \times (\sum_{j=1}^k l_{pj1}, \sum_{j=1}^k l_{pj2}, \sum_{j=1}^k l_{pj3}) \quad (11)$$

Onde 'k' é o número de respondentes,  $L_{pj}$  a função de associação da prática 'p' coletada pelo respondente 'j', e,  $l_{pj1}$ ,  $l_{pj2}$  e  $l_{pj3}$  representam o limite inferior, grau de associação mais forte e limite superior do  $L_{pj}$ , respectivamente.

Para a defuzzificação, assim como Zhao, Hwang e Low (2013) foi utilizado o método do centroide, o qual define um valor médio para implementação da prática avaliada com base na função média de associação  $L_p$ . Para isso foi utilizado a equação 12.

$$M_p = 1/3 \times \sum_{t=1}^3 l_{pjt} = 1/3 \times (l_{pj1} + l_{pj2} + l_{pj3}) \quad (12)$$

Onde 'M<sub>p</sub>' representa o valor para o nível médio de implementação de cada prática 'p', e, 't' o grau de associação de  $L_p$  calculado com base na opinião de todos os 'j' especialistas.

Após obter as respostas do questionário distribuído, os dados foram processados por meio das equações 13 e 14. Foi considerado que cada questão representou a aplicação de uma prática, ou seja, ao todo foram analisadas 40 práticas. A Tabela 10 demonstra a aplicação do TFN médio de implementação de cada prática ( $L_p$ ) e o valor para o nível médio de implementação de cada prática ( $M_p$ ). O código utilizado para definir cada prática possui dois números, onde o primeiro número representa o nível de maturidade associado a respectiva prática, e o segundo número representa a ordem que a prática foi relacionada no questionário. Assim, a prática P.2.1 é a primeira prática do nível de maturidade 2.

Tabela 10 - Aplicação do TFN e avaliação da aplicabilidade das práticas

Prática	TFN médio de implementação de cada prática ( $L_p$ )			$M_p$
	$L_{pj1}$	$L_{pj2}$	$L_{pj3}$	
P.2.1	0,5	0,7	0,8	0,67
P.2.2	0,8	1	1	0,93
P.2.3	0,8	1	1	0,93
P.2.4	0,8	1	1	0,93
P.2.5	0,7	0,9	1	0,87
P.2.6	0,5	0,7	0,9	0,70
P.2.7	0,6	0,8	1	0,80
P.2.8	0,6	0,8	1	0,80
P.2.9	0,5	0,7	0,9	0,70
P.2.10	0,5	0,7	0,9	0,70
P.3.1	0,2	0,4	0,6	0,40
P.3.2	0,1	0,3	0,5	0,30
P.3.3	0,7	0,9	1	0,87

P.3.4	0,7	0,9	1	0,87
P.3.5	0,4	0,6	0,8	0,60
P.3.6	0,4	0,6	0,7	0,57
P.3.7	0,6	0,8	0,9	0,77
P.3.8	0,4	0,6	0,8	0,60
P.3.9	0,5	0,7	0,9	0,70
P.3.10	0,2	0,4	0,6	0,40
P.4.1	0,5	0,7	0,9	0,70
P.4.2	0,2	0,4	0,6	0,40
P.4.3	0,7	0,9	1	0,87
P.4.4	0,3	0,5	0,7	0,50
P.4.5	0,3	0,5	0,7	0,50
P.4.6	0	0,2	0,4	0,20
P.4.7	0	0,2	0,4	0,20
P.4.8	0	0,2	0,4	0,20
P.4.9	0,5	0,7	0,8	0,67
P.4.10	0,5	0,7	0,8	0,67
P.5.1	0,5	0,7	0,8	0,67
P.5.2	0,5	0,7	0,8	0,67
P.5.3	0,3	0,5	0,7	0,50
P.5.4	0,5	0,7	0,8	0,67
P.5.5	0,1	0,3	0,5	0,30
P.5.6	0	0,2	0,4	0,20
P.5.7	0,1	0,3	0,5	0,30
P.5.8	0,5	0,7	0,8	0,67
P.5.9	0,7	0,9	1	0,87
P.5.10	0,6	0,8	1	0,80

Fonte: O Autor (2019).

#### 4.2.3 Etapa 6A– Avaliação do nível de maturidade com apresentação focus área

O valor de 'M<sub>p</sub>', definido na etapa 5A, é utilizado como medida de desempenho para as práticas abordadas pelo modelo. Para o MM selecionado, é definido um conjunto de práticas que estão associadas a cada nível de maturidade. Assim, para a organização ser classificada em determinado nível de maturidade, deve possuir todas as práticas relacionadas ao nível rotuladas como aplicadas. Caso não possua alguma das práticas implementadas, a organização será categorizada com nível incompleto no menor nível de maturidade onde possua alguma prática não implementada.

Dessa forma, o modelo P2M3 possui práticas específicas para cada nível de

maturidade e uma estrutura dividida em dimensões (área de foco). Portanto, para esta estrutura de modelo é indicado a aplicação da etapa 6A do framework proposto, onde a apresentação da avaliação ocorre pelo método *focus area*.

Para conferir se a prática está implementada na organização, foi definido junto ao decisor o limiar de aplicabilidade ( $\alpha$ ) em 0,7. Portanto, das 40 práticas avaliadas 17 são consideradas como aplicadas, o que representa 42,5% do total de práticas abordado pelo modelo, conforme observado na Figura 16. Além disso, o nível de maturidade 2 possui a maior quantidade de práticas aplicadas, são 9 de um total de 10 práticas. A Figura 16 apresenta o nível de maturidade ilustrado por meio da matriz *focus area*. Por não possuir ainda todas as práticas do nível 2 aplicadas, a organização 'A' é classificada no nível 2 incompleto.

Observa-se por meio da Tabela 10 e Figura 16 que as práticas com maior aplicabilidade são P.2.2 e P.2.3. Ambas obtiveram um desempenho de 0,93 em uma escala que vai de 0 a 1. As práticas foram avaliadas por meio das questões 2 e 3 do questionário disponível no apêndice B. Estas questões buscam, respectivamente, avaliar as práticas relacionadas ao treinamento em softwares de gerenciamento de tempo e a realização de planejamento, acompanhamento e o encerramento de projetos, baseando-se em padrões conhecidos e em ferramentas computacionais, como o PMBOK e o MS-Project.

Figura 16 - Matriz focus area para avaliação do nível de maturidade

Prática	M	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8	0,85	0,9	0,95	1	N. Maturidade		
P.2.1	0,67													A									Nível 2	
P.2.2	0,93																			A				
P.2.3	0,93																			A				
P.2.4	0,93																			A				
P.2.5	0,87																			A				
P.2.6	0,70														A									
P.2.7	0,80															A								
P.2.8	0,80																A							
P.2.9	0,70														A									
P.2.10	0,70														A									
P.3.1	0,40						A		A														Nível 3	
P.3.2	0,30																							
P.3.3	0,87																			A				
P.3.4	0,87																			A				
P.3.5	0,60												A											
P.3.6	0,57													A										
P.3.7	0,77																			A				
P.3.8	0,60																							
P.3.9	0,70															A								
P.3.10	0,40								A															
P.4.1	0,70															A							Nível 4	
P.4.2	0,40								A															
P.4.3	0,87																				A			
P.4.4	0,50																							
P.4.5	0,50																							
P.4.6	0,20																							
P.4.7	0,20																							
P.4.8	0,20																							
P.4.9	0,67																							
P.4.10	0,67																							
P.5.1	0,67																						Nível 5	
P.5.2	0,67																							
P.5.3	0,50																							
P.5.4	0,67																							
P.5.5	0,30																							
P.5.6	0,20																							
P.5.7	0,30																							
P.5.8	0,67																							
P.5.9	0,87																							
P.5.10	0,80																							

Fonte: O Autor (2019).

### 4.3 APLICAÇÃO DA FASE 3 – PRESCRIÇÃO

O tópico a seguir descreve o desenvolvimento de uma proposta prescritiva.

#### 4.3.1 Etapa 7 – Criação da proposta prescritiva

Como discutido no tópico anterior, a organização foco do estudo está classificada no nível 2 de maturidade em gerenciamento de projetos, segundo o P2M3. De acordo com Prado (2010), o nível 2 de maturidade é nomeado de Conhecido. Esse nível representa o despertar para o assunto gerenciamento de projetos. Suas principais características são: conhecimentos introdutórios de gerenciamento de projetos; uso introdutório de ferramentas para sequenciamento de atividades; iniciativas isoladas para o planejamento e controle de alguns projetos; cada profissional trabalha a seu modo, visto a não existência de uma plataforma padronizada para gerenciamento de projetos, constituída de processos, ferramentas, estrutura organizacional, etc.; ocorre o despertar de uma consciência sobre a importância da implementação de cada um dos componentes de uma plataforma de gerenciamento de projetos (PRADO, 2010).

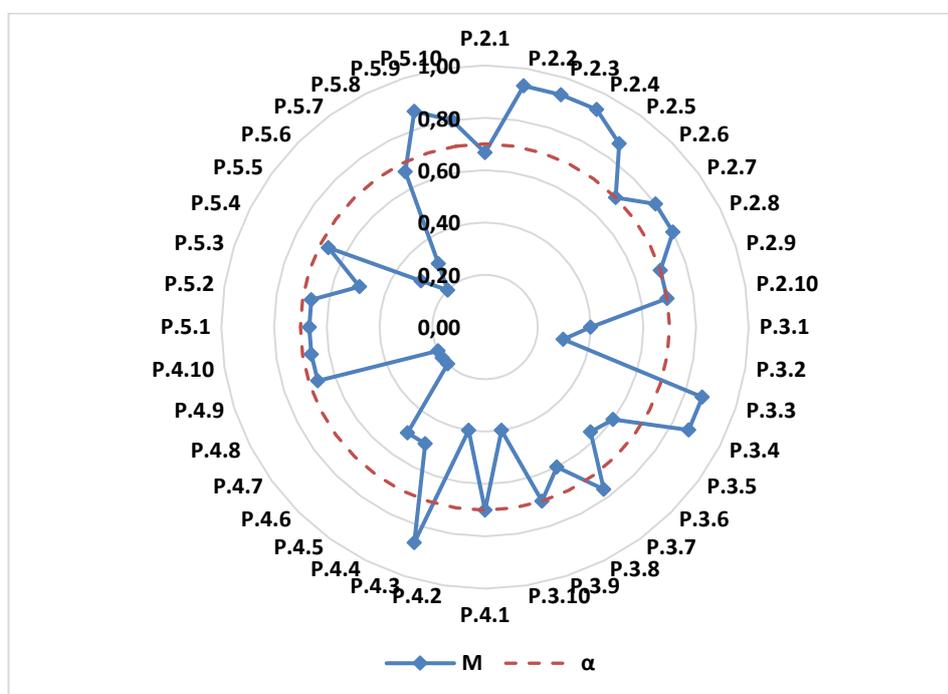
Para a sugestão de um plano de ação prescritivo, procurou-se priorizar as práticas conforme estabelecido na etapa 7 do framework 'Criação da proposta prescritiva'. Ao analisar a Figura 16, nota-se que para que a organização 'A' evolua para o nível de maturidade 3 incompleto, é necessário a implantação de P.2.1. Além disso, é possível notar que esta prática possui nível médio de implementação bem próximo ao  $\alpha$ . Portanto, com pouco esforço, a organização poderá consolidar a implantação da prática 2.1, e, conseqüentemente, atingir o nível três de maturidade. A prática 2.1 buscou avaliar se os elementos do setor participaram de treinamentos nos últimos 12 meses que abordassem aspectos ligados a áreas de conhecimentos e processos (tais como os padrões disponíveis, PMBOK, IPMA, Prince2 etc.). Assim sendo, para que ocorra a conformidade dessa prática, é importante que a organização busque realizar treinamentos em conformidade com os déficits observados.

Como uma das principais características do nível 2 está relacionado a conhecimentos introdutórios de gerenciamento de projetos, a primeira ação indicada é a realização de capacitação direcionada aos gerentes de projeto da organização.

O objetivo é, em uma abordagem *top-down*, proporcionar conhecimento amplo a respeito das principais técnicas de gestão de projetos aos gerentes, e posteriormente, realizar treinamentos pontuais a equipe conforme é verificada a necessidade de conhecimento em alguma área específica de gerenciamento de projetos.

O gráfico radar da Figura 17 é construído para auxiliar a organização a acompanhar sua evolução no processo de implantação de melhorias. Periodicamente, os procedimentos para avaliação da maturidade devem ser aplicados e os resultados comparados com os períodos anteriores a fim de evidenciar evolução no domínio avaliado.

Figura 17 - Radar com avaliação das práticas avaliadas do P2M3



Fonte: O Autor (2019).

#### 4.4 DISCUSSÃO E AVALIAÇÃO DA APLICAÇÃO

A 'etapa 4. Avaliação' do processo para condução de uma pesquisa DSR observa o quão bem o artefato suporta uma solução para o problema ao comparar os objetivos com os resultados reais observados do uso do artefato (PEFFERS et al., 2007). O objetivo do framework proposto é que ele possa auxiliar o processo de avaliação a maturidade ao definir procedimentos para a aplicação de modelos de avaliação da maturidade para qualquer domínio e segmento de avaliação. Na

aplicação descrita por este capítulo, ao confrontar as práticas implantadas na organização com o padrão de referência do modelo P2M3, foi possível classificar a organização foco do estudo no nível 2 incompleto de maturidade.

Para avaliar o quão essa classificação representa a real maturidade em GP, foi validado o resultado junto ao decisor. Assim, quando exposto ao decisor o resultado da avaliação, o mesmo não se mostrou surpreso. Foi relatado que o déficit de mão de obra especializada no escritório de projetos faz com que diversas atividades atrasem e comprometam o sucesso do andamento do projeto. Dessa forma, pode-se afirmar que o nível de maturidade encontrado após aplicação do framework está alinhado a impressão que o decisor possui sobre o gerenciamento de projetos na organização.

Outro ponto avaliado foi o uso de mecanismos AMD para o problema de escolha de um MM. A aplicação do framework proposto mostrou que métodos AMD podem ser considerados importantes recursos na tomada de decisão para escolha de MM. Especificamente, o FITradeoff revelou-se um método útil para esse objetivo. Na aplicação, o MM escolhido foi o P2M3, e por meio de aplicação do SAD do FITradeoff, foi demonstrado consistência e robustez na seleção do modelo. É importante ressaltar que o algoritmo por trás do SAD permite que o decisor forneça informação parcial ao processo de decisão, o que torna o procedimento menos exaustivo para o decisor, facilitando a aplicação e o processo de tomada de decisão. No caso do FITradeoff, as informações são consideradas parciais, pois não há necessidade de extrair informações muito detalhadas do tomador de decisão, uma abordagem que o decisor pode considerar trabalhosa e cansativa (FREJ et al., 2017).

Uma contribuição desta pesquisa é a introdução de uma família de critérios para avaliação de MMs. Com base em estudos presentes na literatura, foi possível reunir um conjunto com três critérios avaliados por meio de nove diferentes aspectos. Foram selecionados critérios que não fossem específicos para determinados domínio ou segmento. Desta forma, caso seja validado pelo decisor, os critérios podem ser aproveitados para avaliação de MM na aplicação para outros domínios. Entretanto, é importante observar que a família de critérios definida representa apenas os objetivos e preferências do decisor dessa aplicação. Portanto, quando alteradas as variáveis do problema, deve-se revisar e validar uma nova

família de critérios.

Dessa forma, uma limitação deste estudo é a validação da família de critérios observando apenas a opinião de um decisor. Assim, uma lacuna que pode ser preenchida por estudos futuros é a busca por um método de validação de família de critérios para avaliação de MM, baseada em procedimentos que aprofunde a opinião de uma amostra de especialistas.

Quanto ao modelo de avaliação para a aplicação de MMs, pode ser observado que o uso da teoria *fuzzy* foi útil ao permitir a agregação do conhecimento de especialistas e ao possibilitar a identificação de um valor que representasse a aplicação do conjunto de práticas associadas ao MM selecionado. Além disso, um dos objetivos da pesquisa era fornecer procedimentos para criação de uma proposta prescritiva que atuasse no pós-aplicação do MM. Este objetivo pode ser alcançado por meio do estabelecimento da matriz *focus area*. A utilização da matriz *focus area* permitiu identificar e detalhar os próximos passos para que a organização foco do estudo buscasse um nível mais elevado de maturidade.

Cabe ressaltar que a aplicação do framework teve o intuito de alcançar o terceiro objetivo específico desta tese: “testar o framework por meio de aplicação em cenário real” e as etapas 3 e 4 do protocolo de condução do DSR ‘Demonstração’ e ‘Avaliação’. Com essa aplicação, é possível observar que o framework se mostrou uma alternativa de valor ao definir procedimentos que permitiram desenvolver os processos de seleção de um MM, definição do nível de maturidade e criação de uma proposta prescritiva. É possível notar que em nenhum momento foram propostos procedimentos que requisitassem características ou parâmetros de algum domínio de avaliação específico. O que contribui para alcançar o segundo objetivo específico desta pesquisa: “Propor procedimentos para um framework que seja capaz de auxiliar no processo de seleção de MM e avaliação da maturidade, independente do segmento e domínio avaliado”.

Por fim, o framework pode ser considerado útil para os objetivos que foram previamente estabelecidos na etapa 1 do protocolo DSR para este estudo. Entretanto, a aplicação descrita neste capítulo se limitou apenas para uma sequência de etapas do framework, para o domínio gerenciamento de projetos e segmento de processamento e distribuição de gás natural. Dessa forma, é necessário ainda a realização de aplicação para teste prático da etapa 5B do

framework. Além do mais, era objetivo desta pesquisa que o framework proposto auxiliasse na aplicação de MM, independentemente do segmento e domínio avaliado. Logo, o próximo capítulo procura realizar a aplicação do framework para um domínio e segmento diferente ao dessa aplicação.

Note que não é objetivo deste estudo validar o caminho 2A-3A do framework. Este caminho utiliza definições do próprio MM selecionado, ou seja, sem alterações no modo como os procedimentos foram estabelecidos pelos autores. Assim, acredita-se que estas etapas já tenham sido aplicadas e validadas no processo de desenvolvimento do MM selecionado.

## **5 APLICAÇÃO DO FRAMEWORK EM UMA UNIDADE DE MANUTENÇÃO DA INFRAESTRUTURA DE UM DATA CENTER**

Este capítulo é proposto para conduzir a etapa 3 do protocolo DSR, 'Demonstração'. Por meio de aplicação real é descrito o experimento que realiza o teste do framework proposto nesta tese. É objetivo desta pesquisa que o framework proposto auxilie na aplicação de MM, independentemente do segmento e domínio avaliado. Portanto, este capítulo procura realizar a aplicação para domínio e segmento diferentes ao abordado pelo capítulo 4. Foi selecionado para aplicação a unidade de manutenção da estrutura física de um data center de uma instituição pública financeira. A descrição da aplicação das etapas do framework é detalhada nos próximos cinco tópicos.

### **5.1 APLICAÇÃO DA FASE 1 – SELEÇÃO DO MM**

Os tópicos a seguir descrevem os procedimentos para seleção de um MM.

#### **5.1.1 Etapa 1 – Definição do domínio de avaliação**

Foi selecionado para aplicação a unidade de manutenção da estrutura física de um data center de uma instituição pública financeira. O setor conta com uma ampla gama de recursos que são alocados em uma infraestrutura física para garantir a integridade do sistema de tecnologia informacional da organização. A falha em algum recurso desse setor pode ocasionar sérios problemas comprometendo o banco de dados da organização e impactando milhões de usuários.

Em função desta característica, foi sugerido ao decisor a aplicação de um MM para o domínio de gerenciamento de riscos. A implantação do gerenciamento de riscos em uma organização tem o objetivo de o aumentar o valor do negócio apoiando a gestão de risco e garantindo a identificação, o monitoramento e o gerenciamento do portfólio geral de risco da empresa (LECHNER & GATZERT, 2017). Dessa forma, a avaliação da maturidade em gerenciamento de riscos permitirá a organização avaliar a atual maturidade de seus processos, direcionar ações para a evolução deste domínio e, conseqüentemente, aumentar as chances de sucesso dos projetos realizados no setor.

Segundo Zou, Chen e Chan (2010), risco pode ser definido como a chance de que algo aconteça e que venha a ter impacto sobre os objetivos da organização. Atividades como identificação de riscos, análise e resposta aos riscos, comunicação de riscos, monitoramento e revisão são exemplos de ações que caracterizam o gerenciamento de riscos em uma organização. A relevância do gerenciamento de riscos está no aumento de sucesso ao almejar a realização dos objetivos do negócio e do projeto. Este domínio procura não apenas tentar evitar resultados ruins, mas também agir como um guia para maximizar os resultados positivos (MONETTI, ROSA & ROCHA, 2006).

De acordo com Gordon, Loeb e Tseng (2009), houve uma mudança de paradigma na maneira como as empresas encaram o gerenciamento de riscos. Esta mudança ocorre na direção de uma nova tendência nas organizações para uma abordagem holística do gerenciamento de riscos. Dessa forma, os modelos de maturidade têm se destacado e, conseqüentemente, ganharam cada vez mais espaço na avaliação do risco em organizações dos mais variados segmentos (ZHAO, HWANG & LOW, 2013). Os MM em gerenciamento de riscos procuram auxiliar as organizações a entender melhor seu portfólio de risco e como gerenciar esses riscos, bem como os sistemas de continuidade dos processos internos necessários para enfrentar e recuperar eventualidades que possam vir a ocorrer.

### **5.1.2 Etapa 2 – Escolha do MM**

Para condução do processo de escolha do MM, foi verificado que o decisor possui racionalidade compensatória, portanto, assim como na aplicação descrita pelo capítulo 4, foi utilizado o método AMD FITradeoff. Para a aplicação do FITradeoff, repetiu-se a aplicação do modelo de pesquisa detalhado pela Figura 11.

Foi identificado como decisor deste estudo, o Gestor de Área de Unidade. O decisor possui nove anos de atuação na organização com três anos no cargo atual, possui graduação em Engenharia Mecânica e atua com supervisão e planejamento nos projetos direcionados a manutenção da infraestrutura do data center. Além do decisor, foi selecionado um especialista para avaliação do conjunto de alternativas, o que permitiu o desenvolvimento da matriz de decisão. O especialista foi indicado pelo decisor, atua no cargo de assessor de engenharia e arquitetura possuindo 7

anos de empresa e 5 anos no cargo atual. O procedimento foi aplicado pelo analista, na medida em que foi responsável por aplicar a sequência de procedimentos para o FITradeoff. Foram selecionados também como especialistas os seis funcionários que atuam diretamente com o planejamento, elaboração e/ou execução de projetos para a unidade de manutenção do data center foco do estudo. Os especialistas responderam ao questionário desenvolvido para identificação das práticas em gerenciamento de riscos implementadas na organização.

A representação dos critérios foi definida com base no objetivo do problema. Considerando que o objetivo do problema é selecionar um MM em gerenciamento de riscos que possa ser aplicado em qualquer segmento, que expresse de maneira confiável a real maturidade em gerenciamento de riscos de uma organização, que permita a criação de um plano de ação evolutivo e que sua aplicação não seja exaustiva, foi utilizado a mesma família de critérios definida para o problema de escolha do capítulo 4 (Tabela 5).

Quanto ao conjunto de alternativas, foram selecionados três MMs em gerenciamento de riscos que pudessem atingir os objetivos do problema: o *Risk Management Maturity Model* - RM3 (ZOU, CHEN & CHAN, 2010), o *Enterprise Risk Management Maturity Model* – ERM-MM (ZHAO, HWANG & LOW, 2013) e o *Project Risk Maturity Model* - PRMM (HARTONO, WIJAYA & ARINI, 2014).

O RM3 é um MM desenvolvido e publicado por Zou, Chen e Chan (2010). O trabalho demonstra o processo de desenvolvimento do modelo RM3 incluindo o conteúdo do modelo, validação e testes. O modelo desenvolvido possui cinco dimensões cada uma com cinco práticas para avaliação. As dimensões do RM3 são nomeadas de: gerenciamento, cultura de riscos, capacidade de identificar riscos, capacidade de analisar riscos e aplicação de processos/ sistema padronizados em gerenciamento de riscos. As dimensões são avaliadas em quatro níveis de maturidade: *initial, repeated, managed, and optimized* (ZOU, CHEN & CHAN, 2010). Ao final do estudo, concluíram que o RM3 é adequado para organizações avaliarem seus níveis de maturidade de gerenciamento de riscos e encontrar formas de melhoria em seus processos.

Zhao, Hwang e Low (2013) realizaram um estudo no qual propuseram o desenvolvimento de um ERM-MM. De acordo com os autores, a avaliação da maturidade pelo ERM-MM ajuda a organização a identificar áreas fracas da

implantação do gerenciamento de riscos, e, auxilia no processo de priorização dos recursos para melhoria das áreas avaliadas. O modelo desenvolvido reúne um total de 66 boas práticas aplicáveis ao gerenciamento de riscos empresarial agregadas em 16 importantes critérios de maturidade identificados por especialistas. O ERM-MM contém um modelo de avaliação para estimar as boas práticas e análise dos critérios baseado na teoria *fuzzy* e foi validado por meio de aplicação em uma empresa de construção de Singapura. A representação do nível de maturidade do modelo é estagiada, ou seja, a avaliação é realizada por meio de todas as boas práticas e um nível de maturidade é identificado para representar o gerenciamento de riscos na organização. O ERM-MM possui cinco níveis de maturidade rotulados em *Very low, Low, Medium, High e Very High*.

Hartono, Wijaya e Arini (2014) desenvolveram e verificaram empiricamente um modelo de maturidade em gerenciamento de riscos em projetos (PRMM). Quatro dimensões foram identificadas para desenvolvimento do modelo: cultura e liderança, processos de gerenciamento de riscos em projetos, experiência organizacional e ferramentas métodos e aplicações. As dimensões são avaliadas em 39 itens (práticas) por meio de escala likert. Além disso, o PRMM possui um modelo de avaliação que permite calcular um score para cada dimensão e agregar um valor global que representa, de maneira contínua, o nível de maturidade da organização. A Tabela 11 está descrita a comparação dos MM em gerenciamento de riscos abordados no texto.

Para a construção da matriz de decisão, a avaliação dos critérios foi realizada com base em informações contidas na literatura. Um questionário foi desenvolvido (Apêndice C) para coletar dados do especialista referentes à avaliação dos MM em gerenciamento de risco. O especialista avaliou os MM com base nas informações coletadas para os três critérios da Tabela 5. As informações do RM3 foram extraídas de Zou, Chen e Chan (2010), para o ERM-MM foram consultados os trabalhos de Zhao, Hwang e Low (2013) e Zhao, Hwang e Low (2016), e para avaliação do PRMM foi revisado o trabalho de Hartono, Wijaya e Arini (2014).

Após avaliação das alternativas pelo especialista, foi construída a matriz de decisão para avaliação dos MM em gerenciamento de riscos (Tabela 12) com abordagem de maximização para todos os critérios. Assim como no capítulo 4, foi fornecido o desempenho iniciando em 1 para escala 'Discordo totalmente' até 5 para

a escala 'Concordo totalmente'.

Tabela 11 - Comparação dos MM em gerenciamento de riscos abordados neste estudo

<b>MM</b>	<b>Nível de maturidade</b>	<b>Dimensões</b>	<b>Principais características</b>
Risk Management Maturity Model (RM3)	Nível 1 - Inicial e ad hoc; Nível 2 - Repetível; Nível 3 - Gerenciado; e Nível 4 - Otimizado.	Gerenciamento da capacidade em relação ao risco (pessoas e liderança); Cultura de risco organizacional; Identificação de riscos; Análise de riscos; e Padronização de processos de gerenciamento de riscos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Possui questionário de avaliação.</li> <li>- Os resultados avaliados são utilizados como base para a melhoria do desenvolvimento do plano.</li> <li>- O modelo oferece algumas referências sobre como construir um plano de melhoria com base nos resultados.</li> </ul>
Enterprise Risk Management Maturity Model (ERM-MM)	Nível 1- Maturidade muito baixa; Nível 2- Maturidade baixa; Nível 3- Maturidade média; Level 4- Maturidade alta; e Nível 5 - Maturidade muito alta.	Não definido.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Possui questionário de avaliação.</li> <li>- Os resultados avaliados são utilizados como base para a melhoria do desenvolvimento do plano; no entanto, o modelo não mostra como essa parte é feita.</li> </ul>
Project Risk Maturity Model (PRMM)	Níveis em escala contínua quantitativa (em oposição a categóricas).	Cultura e liderança; Processos de gestão de riscos; Experiência organizacional; e Métodos e aplicações.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Possui questionário de avaliação.</li> <li>- Os resultados avaliados são utilizados como base para a melhoria do desenvolvimento do plano; no entanto, o modelo não mostra como essa parte é feita.</li> </ul>

Fonte: O Autor (2019).

A aplicação do método FITradeoff foi realizado conforme as três etapas detalhadas na Figura 5 do tópico '2.2.1.1 FITradeoff'. Inicialmente foi apresentado ao decisor a família de critérios, a escala de avaliação e o conjunto de alternativas com intuito de introduzir ao decisor os tópicos discutidos durante o processo de escolha. Além disso, para validar a família de critérios junto ao decisor, foi questionado se o mesmo gostaria de adicionar ou retirar algum critério. O decisor concordou com os

critérios selecionados e não houve alteração no conjunto de critérios. Os dados da matriz de decisão foram alimentados no SAD do FITradeoff e o processo de seleção do MM foi iniciado. A Figura 18 ilustra a interface do SAD já com os dados do problema para seleção do MM em gerenciamento de riscos.

Tabela 12 - Matriz de decisão para avaliação dos MM em gerenciamento de projetos

<b>Critério</b>	<b>RM3</b>	<b>PRMM</b>	<b>ERM-MM</b>
C1 - Itens de avaliação	4	3	2
C2 – Propósito e arquitetura do modelo	4	3	3
C3 - Informações requeridas	2	3	3

Fonte: O Autor (2019).

Em sequência, foi solicitado ao decisor que ordenasse os critérios apresentados conforme sua preferência. Foi questionado: “Suponha que você possa melhorar o desempenho dessa alternativa em apenas um critério para seu valor máximo. Qual critério você escolheria?”. A pergunta foi repetida até que se ordenasse todos os critérios. Os critérios foram ordenados em: C2>C3>C1. Por meio do SAD, na etapa 2.2 do FITradeoff tentou-se resolver o problema com as restrições geradas após a ordenação dos critérios. Neste caso, não foi possível chegar a uma solução única, portanto, o procedimento seguiu para a etapa 3. Nesta etapa o decisor é exposto a duas consequências (Figura 19). Na consequência A, todos os critérios são avaliados com os piores resultados. Na consequência B, todos os critérios são avaliados com o pior resultado, exceto ‘Itens de avaliação’, o qual é avaliado com o melhor desempenho. É exigido que o decisor informe sua preferência entre as opções: consequência A, consequência B, indiferença e ‘sem resposta’. Nessa comparação, o decisor optou pela consequência B.

Figura 18 - Interface do FITradeoff para seleção de um MM em gerenciamento de riscos

The screenshot shows the FITradeoff software interface. The 'Input Values' section contains a table with the following data:

Criteria	Evaluation Items	Purpose and architecture of the model	Required information
0-ContMin; 1-ContMax; 2-DiscMin; 3-DiscMax	3	3	3
Weights			
type	1	1	1
a			
b			

The 'CONSEQUENCES MATRIX' section shows the following data:

ALTERNATIVES	CONSEQUENCES MATRIX		
RM3 (Zou, Chen e Chan, 2010)	4	4	2
PRMM (Hartono, Wijaya e Anini, 2014)	3	3	3
ERM-MM (Zhao, Hwang e Low, 2013)	2	3	3

The 'Initial Order' section lists the evaluation items: Purpose and architecture of the model, Required information. The 'Value of Equivalence Distance' is set to 0.01.

Fonte: O Autor (2019).

Figura 19 - Desempenho das consequências A e B para escolha do MM em gerenciamento de riscos

The screenshot shows the 'Flexible Elicitation' screen. The title is 'Which consequence do you prefer?'. The instructions are 'Answer the questions by choosing one option'. There are two charts, 'Consequence A' and 'Consequence B', each with three rows of outcomes. The outcomes are labeled as 'WORST' and 'BEST'.

**Consequence A:**

- Row 1: X1: 3 (Worst), B1: 4 (Best)
- Row 2: W2: 2 (Worst), B2: 3 (Best)
- Row 3: W3: 2 (Worst), B3: 4 (Best)

**Consequence B:**

- Row 1: W1: 3 (Worst), B1: 4 (Best)
- Row 2: W2: 2 (Worst), B2: 3 (Best)
- Row 3: B3: 4 (Best)

The 'Options' section has radio buttons for 'Consequence A', 'Consequence B' (selected), 'Indifferent', and 'No Answer'. The 'Chosen Order' is: C1 - Purpose and architecture of the model, C2 - Required information, C3 - Evaluation items. The 'Equivalence Test' section shows the maximum difference between P. O. A.s for the alternatives.

Fonte: O Autor (2019).

O processo de escolha entre consequências é repetido até que se chegue a uma solução única, ou, até o momento em que o decisor queira encerrar o processo. Para o caso analisado, após apenas uma comparação o DSS relatou que a solução foi encontrada. Logo, a elicitaco foi encerrada e os resultados foram gerados pelo

software. A Tabela 13 apresenta o resultado da elicitación dos pesos que resultam da solução do problema com o RM3 compondo o conjunto de alternativas potencialmente ótimas.

Tabela 13 - Resultado da elicitación dos pesos para escolha do MM em gerenciamento de riscos

	C4	C2	C5	Max. Value
RM3	0,5	0,25	0,25	0,75
Max. Limit	0,57	0,4	0,33	
Min. Limit	0,33	0,25	0,14	

Fonte: O Autor (2019).

Figura 20 - Intervalo de pesos para escolha do MM em gerenciamento de riscos



Fonte: O Autor (2019).

é observado que, o critério mais relevante, de acordo com a preferência do decisor, foi 'Propósito e arquitetura do modelo'. Para qualquer conjunto de vetores de peso dentro do espaço definido pelos limites mínimo e máximo, o valor global da alternativa RM3 é maior que o valor global das demais alternativas. Na Figura 20 é possível notar que o RM3 é a melhor alternativa para uma grande faixa de valores de peso para os critérios avaliados. O valor máximo 0,75 encontrado, é o resultado da multiplicao do valor normalizado da funo valor do RM3 em cada um dos critérios pelas respectivas ponderaoes obtidas com o resultado do método FITradeoff.

Assim como na aplicao descrita no capítulo 4, é importante ressaltar que o resultado encontrado representa a escolha do RM3 na preferência do decisor. Outros resultados podem ser encontrados por meio de outras preferências. No que diz respeito à aplicao do método a partir do ponto de vista do decisor, nesse problema, o número de perguntas necessárias para encontrar uma soluço final foi

de quatro. Isso ocorreu de maneira diferente da aplicação descrita no capítulo 4, onde foi necessário a realização de somente uma comparação.

## 5.2 APLICAÇÃO DA FASE 2 – AVALIAÇÃO DA MATURIDADE

Os tópicos a seguir descrevem o desenvolvimento do modelo de avaliação para identificação do nível de maturidade.

### 5.2.1 Etapa 3 e 4 – Construção do questionário e Coleta de dados

Para elaboração do instrumento de coleta de dados, foi adaptado o conjunto de questões do MM selecionado, o RM3. Assim como o questionário original do RM3, o instrumento adaptado possui 25 questões. A escala utilizada para avaliação de cada prática foi a sugerida no capítulo '3 FRAMM - um framework para aplicação de modelos de maturidade'. O questionário possui cinco questões para cada uma das cinco dimensões do modelo (Perspectiva da gerência em relação ao risco, Cultura de risco organizacional, Identificação de riscos, Análise de riscos e Padronização e gerenciamento de riscos). Foi considerado que cada questão representa uma prática a ser avaliada. O questionário aplicado pode ser observado na íntegra no Apêndice D.

Quanto à amostragem, foi selecionado para responder o instrumento todos os seis funcionários da unidade de manutenção do data center que atuam com planejamento, elaboração e/ ou execução de projetos. Se trata de cinco respondentes com formação em engenharia e um com formação em arquitetura e urbanismo. Todos possuem experiência em atividades relacionadas a projetos e possuem tempo de atuação na empresa superior a sete anos. Os questionários foram disponibilizados via e-mail, e após quinze dias todos foram respondidos e devolvidos.

### 5.2.2 Etapa 5A – Agregação de conhecimento

Esta etapa é realizada devido a amostra de respondentes (especialistas) ser maior do que um. A agregação do conhecimento é realizada por meio da teoria *fuzzy*, mais especificamente, é aplicado o método que utiliza função de associação

triangular.

A aplicação do método é realizada por meio das etapas de fuzzificação, inferência e defuzzificação. Como a escala de avaliação utilizada nesta aplicação é a mesma que a descrita na aplicação do capítulo 4, foi utilizado também a mesma função de associação com distâncias iguais entre as escalas avaliadas. A função de associação pode ser visualizada na Tabela 9 e Figura 15.

Nesta aplicação, existe uma diferença ao comparar o processo de agregação de conhecimento do capítulo 4. Diferente da aplicação descrita no capítulo anterior, para esta etapa, é necessário agrupar em critérios as práticas avaliadas. Esse processo é realizado para que, mais a frente, o desempenho agregado aos critérios possa ser utilizado como *input* na avaliação do nível de maturidade. Foi definido que cada uma das dimensões do MM selecionado serão utilizadas como critério para a classificação do nível de maturidade, totalizando 5 critérios de avaliação (Perspectiva da gerência em relação ao risco, Cultura de risco organizacional, Identificação de riscos, Análise de riscos e Padronização e gerenciamento de riscos). Após agregar a opinião dos especialistas ( $L_p$ ) por meio da equação 11 o desempenho das práticas pode ser agregado em critérios aplicando a equação 13.

$$L_i = (l_{i1}, l_{i2}, l_{i3}) = 1/u \times \sum_{p=1}^u L_p = 1/u \times (\sum_{p=1}^u l_{p1}, \sum_{p=1}^u l_{p2}, \sum_{p=1}^u l_{p3}) \quad (13)$$

Onde, ' $L_i$ ' representa o nível de implementação TFN do critério ' $i$ ',  $l_{i1}$ ,  $l_{i2}$  e  $l_{i3}$  são, respectivamente, o limite inferior, grau de associação mais forte e limite superior do  $L_i$ . ' $u$ ' representa o número de práticas associadas a cada critério ' $i$ ', e, ' $L_p$ ' o TFN médio de implementação de cada prática ' $p$ '.

Para a defuzzificação, assim como Zhao, Hwang e Low (2013) foi utilizado o método do centroide, o qual define um valor médio para implementação da prática avaliada com base na função média de associação  $L_i$ . A defuzzificação foi realizada por meio da equação 14.

$$M_i = 1/3 \times \sum_{t=1}^3 l_{it} = 1/3 \times (l_{i1} + l_{i2} + l_{i3}) \quad (14)$$

Onde 'Mi' representa o TFN de implementação de cada critério 'i', 't' o grau de associação de 'Li' calculado com base no desempenho de todas as 'p' práticas.

Após coleta de dados, o conhecimento dos especialistas pode ser agregado. A Tabela 14 apresenta as variáveis avaliadas para a etapa de agregação de conhecimento.

Tabela 14 - Variáveis calculadas para a etapa de agregação de conhecimento

Práticas	L <sub>p</sub>	L <sub>i</sub>	M <sub>i</sub>	Práticas	L <sub>p</sub>	L <sub>i</sub>	M <sub>i</sub>
P1	(0,7, 0,9, 0,1)	(0,64, 0,84, 0,95)	0,81	P14	(0,5, 0,7, 0,87)	(0,54, 0,74, 0,88)	0,72
P2	(0,67, 0,87, 0,97)			P15	(0,17, 0,37, 0,57)		
P3	(0,6, 0,8, 0,93)			P16	(0,43, 0,63, 0,8)		
P4	(0,57, 0,77, 0,9)			P17	(0,7, 0,9, 0,97)		
P5	(0,67, 0,87, 0,93)			P18	(0,43, 0,63, 0,8)		
P6	(0,73, 0,93, 1)	(0,67, 0,87, 0,97)	0,84	P19	(0,53, 0,73, 0,9)	(0,53, 0,73, 0,89)	0,72
P7	(0,67, 0,87, 0,9)			P20	(0,6, 0,8, 0,93)		
P8	(0,63, 0,83, 1)			P21	(0,5, 0,7, 0,87)		
P9	(0,67, 0,87, 0,97)			P22	(0,47, 0,67, 0,87)		
P10	(0,67, 0,87, 0,97)			P23	(0,63, 0,83, 1)		
P11	(0,6, 0,8, 0,97)	(0,48, 0,68, 0,85)	0,67	P24	(0,63, 0,83, 0,93)	-	-
P12	(0,6, 0,8, 0,97)			P25	(0,4, 0,6, 0,8)		
P13	(0,53, 0,73, 0,9)			-	-		

Fonte: O Autor (2019).

### 5.2.3 Etapa 6B – Avaliação do nível de maturidade com apresentação *fixed-level*

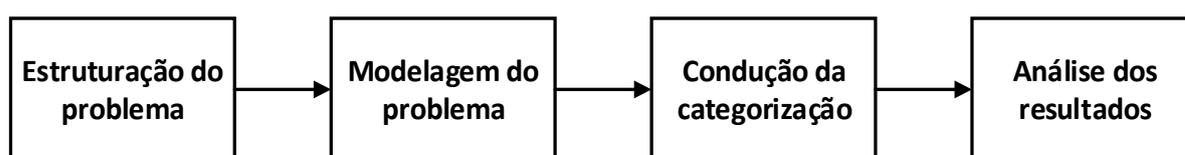
Conforme estabelecido anteriormente, para apresentação do nível de maturidade via *fixed-level* é sugerido o uso de um método AMD para a problemática de classificação. Ao questionar a racionalidade do decisor para este problema foi verificado a preferência pela abordagem não compensatória. Dessa forma, foi optado pela escolha do método AMD ELECTRE TRI-B. O ELECTRE TRI-B foi selecionado para essa aplicação pois, de acordo com Bouyssou e Marchant (2015),

o método é robusto e possui uma estrutura axiomática completa, o que faz com que o método seja reconhecido e aplicado a uma ampla variedade de problemas reais. Além disso, o ELECTRE TRI-B possui um SAD que facilita a interação de sua aplicação com o decisor.

Para aplicação, o valor de 'Mi', definido na etapa 5A, é utilizado como medida de desempenho para os critérios abordadas pelo modelo. Para o MM selecionado, é definido um conjunto de práticas que são utilizadas para avaliação de todos os níveis de maturidade, ou seja, não há separação de práticas específicas por nível de maturidade. Assim, a classificação em determinado nível de maturidade depende do desempenho verificado no conjunto de práticas. Para esta aplicação, optou-se pela aplicação da etapa 6B do FRAMM, onde a apresentação do nível de maturidade ocorre pelo método '*fixed-level*'. Dessa forma, ao final do procedimento, será identificado um nível de maturidade médio que rotulará a maturidade em gerenciamento de riscos da organização.

A avaliação do nível de maturidade deve ser tratada como um problema multicritério de classificação. Para a aplicação desta etapa, a modelagem do problema foi realizada conforme o modelo adaptado de Gusmão, Silva e Costa (2014). O modelo conceitual com as fases de aplicação pode ser observado na Figura 21.

Figura 21 - Modelo de pesquisa para modelagem utilizando o método ELECTRE TRI-B



Fonte: Adaptado de Gusmão; Mendonça; Costa (2014).

A estruturação do problema é essencial para o sucesso do modelo proposto. Essa fase deve ser entendida como o processo de dar sentido a um problema, identificando o objetivo, preocupações, alternativas de ações, metas, partes interessadas, critérios e assim por diante (GUSMÃO, SILVA & COSTA, 2014). O objetivo deste problema de decisão é classificar a maturidade em gerenciamento de riscos de um setor de manutenção da estrutura física de um data center de uma instituição pública financeira. Portanto, o objeto foco deste estudo também é definido

como a alternativa avaliada. O conjunto de critérios selecionados para avaliação da alternativa foram identificados do MM selecionado. Para este problema foram utilizados como critérios as dimensões relacionadas no modelo RM3. Um total de cinco critérios foram definidos, sendo eles: Perspectiva da gerência (pessoas e liderança) em relação ao risco, Cultura de risco organizacional, Identificação de riscos, Análise de riscos e Padronização e gerenciamento de riscos.

Na fase de modelagem do problema, para aplicação do ELECTRE TRI-B, alguns parâmetros devem ser estabelecidos, entre eles o peso de cada critério. Para identificação dos pesos, foi utilizado o procedimento de Figueira e Roy (2002). No artigo publicado, os autores propõem um método e um SAD para definição de pesos para critérios utilizados para modelagem em algum dos métodos da família ELECTRE. O método descrito é baseado no uso de cartões e pode ser aplicado em três fases.

- a) Na primeira fase, é fornecido ao decisor dois conjuntos de cartões. O primeiro conjunto contém um cartão para cada critério do conjunto avaliado, e o segundo, possui cartões em branco com mesmo tamanho. A quantidade de cartões em branco dependerá da necessidade do decisor.
- b) Em sequência, é exigido que o decisor ordene o conjunto de cartões com os critérios do menos importante para o mais importante. Caso algum dos critérios tenha importância equivalente, ele deve ser posicionado sobre o(s) critério(s) de mesma importância.
- c) Na terceira fase, é determinado que o decisor pense sobre o grau de importância entre dois critérios sucessivos. A determinação dos pesos leva em conta a menor ou maior importância entre dois critérios sucessivos. Então, é pedido para que o decisor introduza cartões brancos entre dois cartões sucessivos (ou subconjunto de cartões sucessivos, em caso de critérios com mesma importância). Quanto maior a diferença entre os critérios (ou os subconjuntos de critérios), maior será o número de cartões brancos.

Após essas três fases, é possível calcular os pesos. Para mensuração dos pesos não normalizados, é solicitado que o decisor indique quantas vezes o último critério é mais importante do que o critério de menor importância. Essa proporção é chamada de 'z'. Em sequência, seja ' $e_r$ ' o número de cartões brancos entre os

critérios 'r' e 'r + 1', é possível calcular o coeficiente 'u' por meio do conjunto de equações em 15.

$$\begin{cases} e_r = e'_r + 1 \\ e = \sum_{r=1}^{n-1} e_r, \\ u = \frac{z-1}{e} \end{cases} \quad \forall r = 1, \dots, n-1, \quad (15)$$

Os pesos não normalizados  $k(r)$  são calculados por meio da equação 16, sendo  $e_0 = 0$ .

$$k(r) = 1 + u(e_0 + \dots + e_{r-1}) \quad (16)$$

E, considerando  $k'$  a soma dos pesos não normalizados para todos os critérios 'r', a equação 17 é utilizada para o cálculo dos pesos normalizados.

$$k_r^* = \frac{100}{k'} k(r) \quad (17)$$

Este procedimento foi aplicado por meio do software SRF 2.2 proposto por Figueira e Roy (2002). O conjunto de pesos foram ordenados pelo decisor em: Critério 2 > Critério 1 > Critério 3 > Critério 4 > Critério 5. Solicitou-se ao decisor que alocasse cartas em branco entre cada dois critérios sucessivos. Foi informado que nenhum cartão branco entre critérios não significa que os critérios têm o mesmo peso e sim que essa diferença é escolhida como a referência para medir os intervalos entre os pesos. Assim, um cartão em branco significa duas vezes essa diferença, dois cartões em branco significam três vezes essa diferença e assim por diante (Figueira e Roy, 2002). O decisor distribuiu apenas dois cartões em branco e o valor de 'z' (quantidade de vezes que o último critério é mais importante que o primeiro) foi definido em 3 pelo decisor. A Figura 22 apresenta a interface do SRF 2.2 e reúne as informações utilizadas para realização do procedimento e o resultado encontrado. Na Figura 22, a primeira coluna representa os códigos e respectivos pesos ordenados do menos importante para o mais importante. Na coluna '*Intervalle*' foram definidos os cartões em branco alocados a cada par de critérios sucessivos, e, a terceira e quarta coluna mostram, respectivamente, os pesos não normalizados e pesos normalizados.

Quanto aos demais parâmetros, com a ajuda do analista, os limiares de preferência, indiferença e de veto e o nível de corte podem ser definidos por meio de interrogação direta ao tomador de decisão. Entretanto, este é um procedimento difícil e que exige amplo esforço cognitivo do tomador de decisão. Portanto, para esta

aplicação, os limiares de preferência (p), indiferença (q) e o limiar de veto (v) foram definidos iguais a zero. Isso representa uma passagem brusca entre as zonas de preferência, não considerando a zona de preferência fraca, ou incerteza (MIRANDA; DE ALMEIDA, 2003). Além disso, de acordo com Rogers e Bruen (1998), a utilização de zero para esses parâmetros permite uma noção de critério verdadeiro em vez de pseudo-critério, o que leva a uma transição repentina entre as zonas de preferência. Quanto ao nível de corte ( $\lambda$ ), Merad et al. (2004) recomendam que o valor do nível de corte deve ser maior do que o maior peso, a fim de evitar que o critério de maior peso seja o único a definir a categoria de alocação. Foi definido o limiar de corte em 0,70.

Figura 22 - Interface do software SRF 2.2 para definição dos pesos

Numéro - (Code) Intitulé	Rang	Intervalle	Poids non Normés	Poids Normés
2 - (C2) Cultura de risco.....	1	1	1	9,4
1 - (C1) Perspectiva da gerência.....	2	1	1,67	15,7
3 - (C3) Identificação de riscos.....	3	0	2,33	21,8
4 - (C4) Análise de riscos.....	4	0	2,67	25
5 - (C5) Padronização do gerenciam.....	5	0	3	28,1
				100

Fonte: O Autor (2019).

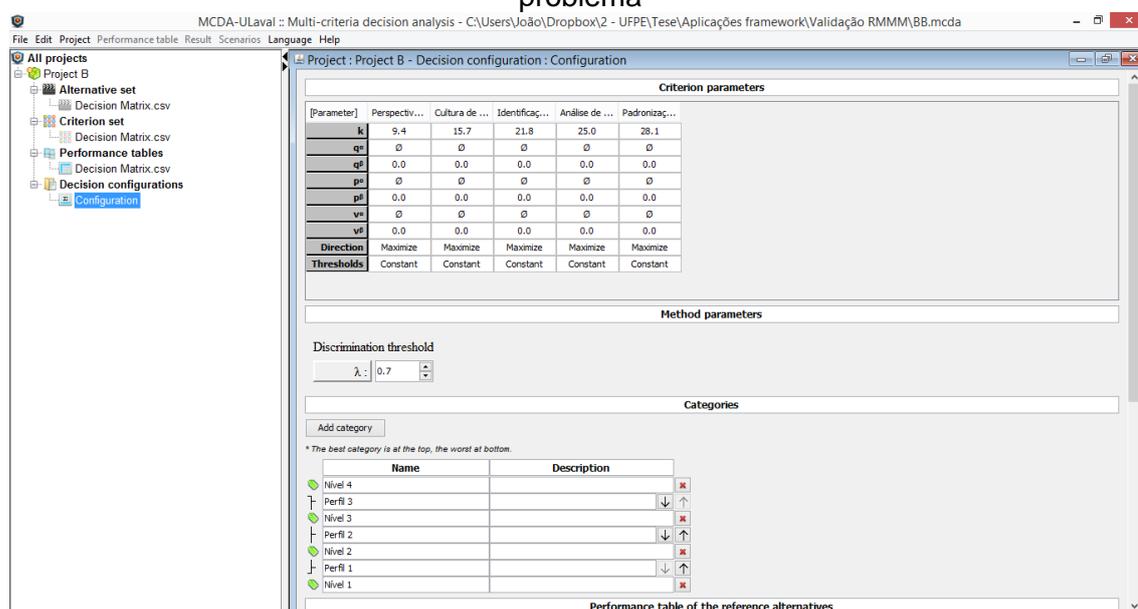
Para avaliação do nível de maturidade pelo RM3, Zou, Chen e Chan (2010) avaliam os atributos do modelo em uma escala entre 0 e 1, e o nível de maturidade é identificado conforme o intervalo: Nível 1 entre 0 – 0,25; Nível 2 entre 0,25 – 0,50; Nível 3 entre 0,50 – 0,75; e Nível 4 entre 0,75 – 1,00. Considerando esse padrão como referência, foi definido para aplicação do ELECTRE TRI-B quatro categorias

(nível 1, 2, 3 e 4 de maturidade em gerenciamento de riscos) e três perfis limitantes (0,25, 0,5 e 0,75).

Para condução da categorização, foi aplicado o algoritmo do método ELECTRE TRI-B. Este procedimento foi realizado por meio do SAD Ulaval. O MCDA – Ulaval é um software canadense grátis e de código aberto que foi desenvolvido na Universidade Laval. Um problema executado pelo SAD admite vários conjuntos de dados, incluindo critérios, ações, tabelas de desempenho e configurações de decisão. O MCDA - Ulaval disponibiliza aplicação somente aos métodos da família ELECTRE, especificamente o ELECTRE II, III, TRI-B, TRI-C, TRI-rC e TRI-nC (ULAVAL, 2018).

O SAD MCDA – Ulaval foi alimentado com os dados de entrada e a empresa pode então ser categorizada. A Figura 23 apresenta a interface do software com os dados do problema já inseridos.

Figura 23 - Interface do software MCDA – Ulaval com os dados de modelagem do problema



Fonte: O Autor (2019).

A execução do SAD permitiu a realização de duas classificações. Uma pessimista e outra otimista. A Tabela 15 expõe as duas categorizações e as relações entre a alternativa avaliada e os perfis para modelagem. De acordo com a tabela, a alternativa 'A' sobre classifica os perfis b1 e b2 e é incomparável a b3 (ASb1, ASb2 e

ARb3). Portanto, de acordo com o procedimento descrito em 2.2.2.1, a organização avaliada é classificada no nível 3 de maturidade em gerenciamento de riscos para avaliação pessimista, e, nível 4 para avaliação otimista. Já que o procedimento pessimista é considerado mais rigoroso, de acordo com Herrera e Costa (2001), estabeleceu-se que o nível de maturidade definido para a alternativa avaliada será o 3.

Tabela 15 - Resultado da modelagem para a categorização do nível de maturidade

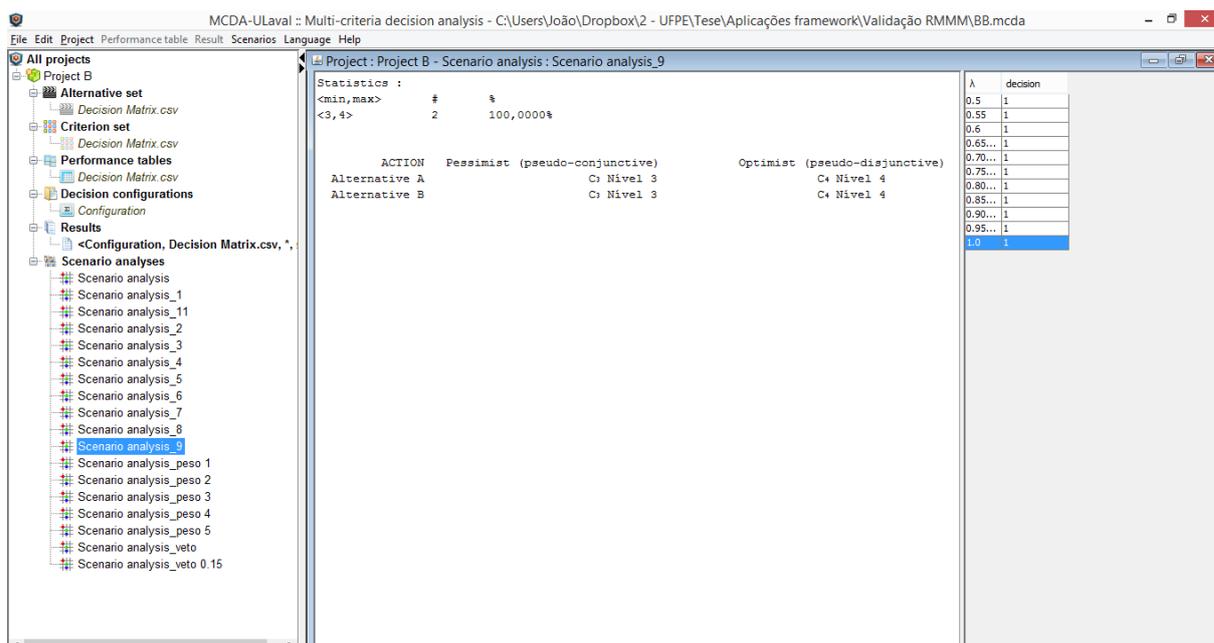
<b>Ação</b>	<b>Perfil 1</b>	<b>Perfil 2</b>	<b>Perfil 3</b>	<b>Class. pessimista</b>	<b>Class. otimista</b>
Alternativa A	>	>	R	Nível 3	Nível 4

Fonte: O Autor (2019).

Deve-se ter em mente que o resultado obtido nesta fase deve ser avaliado em relação a sua sensibilidade a mudanças nos valores dos parâmetros. Depois de uma categorização inicial, variações nos parâmetros usados no método podem ser realizadas construindo cenários para verificar a sensibilidade do modelo e a robustez do resultado (GUSMÃO, SILVA & COSTA, 2014). No caso do problema, a análise de sensibilidade foi realizada pelo MCDA – Ulaval por meio da variação dos pesos dos critérios, e, limiar de corte.

Para análise de sensibilidade, foi avaliado cenários em que os limiares de preferência, indiferença e veto variaram em até 0,15. Em nenhum dos cenários houve mudança na categorização da alternativa. Também foi avaliado cenários em que cada peso foi projetado em variações de dez em dez entre o intervalo de zero a cem, e, por fim, foi realizado a avaliação do limiar de corte ( $\lambda$ ) com valores variando entre 0,5 a 1. Em ambas as análises não foi verificado variação na classificação da alternativa. Portanto, o resultado encontrado na categorização da alternativa é considerado robusto aos dados de modelagem do problema. A Figura 24 expõe a interface do MCDA – Ulaval no processo de variação do limiar de corte para a análise de sensibilidade.

Figura 24 - Interface do software MCDA – Ulaval para análise de sensibilidade



Fonte: O Autor (2019).

### 5.3 APLICAÇÃO DA FASE 3 – PRESCRIÇÃO

O tópico a seguir descreve o desenvolvimento de uma proposta prescritiva.

#### 5.3.1 Etapa 7 – Criação da proposta prescritiva

Para o desenvolvimento da proposta prescritiva é definido um caminho a ser percorrido para a evolução da maturidade conforme a priorização das práticas e critérios relacionados ao modelo. De acordo com o modelo RM3, a organização avaliada neste capítulo foi classificada no nível 3 de maturidade em gerenciamento de riscos. Segundo Zou, Chen e Chan (2010), o nível 3 de maturidade do RM3 é nomeado de Gerenciado (*Managed*) e representa um cenário em que os sistemas e processos de gerenciamento de riscos são formalizados, implementados e documentados. Neste nível, os benefícios do gerenciamento de riscos são compreendidos por todos os níveis hierárquicos da organização. A alta administração oferece um forte suporte, enquanto os funcionários têm o poder de implementar processos de gerenciamento de riscos para assumir riscos. A maturidade de nível 3 é considerada suficiente para a maioria das organizações onde o risco se tornou parte integrante de suas práticas diárias.

Mesmo possuindo um nível de maturidade considerado suficiente, caso o(s) decisor(es) optem por buscar o nível 4 de maturidade, a formulação de um plano prescritivo pode ser formalizado. Para isso, são identificadas as práticas mais importantes para a evolução do nível de maturidade no domínio avaliado. Ao analisar a Tabela 14 é possível observar que o critério 'Identificação de riscos' é o que possui menor desempenho. Portanto, é importante que sejam priorizadas ações de melhoria para as práticas pertinentes a este atributo. Este critério é composto pelas práticas P11, P12, P13, P14 e P15. Para análise mais aprofundada, foi mensurado o nível médio de desempenho ( $M_p$ ) de cada prática avaliada no critério. A Tabela 16 apresenta o valor calculado.

Tabela 16 - Priorização das práticas relacionadas no critério Identificação de riscos

<b>Práticas</b>	<b><math>L_p</math></b>	<b><math>M_p</math></b>
P11	(0,6, 0,8, 0,97)	0,79
P12	(0,6, 0,8, 0,97)	0,79
P13	(0,53, 0,73, 0,9)	0,72
P14	(0,5, 0,7, 0,87)	0,69
P15	(0,17, 0,37, 0,57)	0,37

Fonte: O Autor (2019).

É observado que a prática com menor desempenho é a P15. Esta prática avalia se os riscos reais encontrados na organização após execução de projetos são comparados com os riscos inicialmente relacionados na etapa de planejamento do projeto. Ou seja, se existe algum *feedback* que busque analisar o contraste entre o planejado e o realizado. Esta prática é importante para apoiar o gerenciamento de riscos em projetos futuros. Na medida que são identificadas frequentes divergências entre o real e o planejado, documentos podem ser gerados e atualizados para apoiar a identificação de riscos de projetos futuros.

Portanto, sugere-se a realização de reuniões pós-execução de cada projeto com objetivo de discutir, comparar e analisar os riscos reais identificados em cada atividade realizada. É proposto também a formalização de um relatório com a definição dos riscos reais, bem como as ações que foram planejadas e executadas para cada risco relacionado ao projeto. Acredita-se que essas ações auxiliarão na evolução de competências e '*know-how*' em gerenciamento de riscos dos membros

do setor. Além disso, espera-se que as ações propostas possam, em paralelo, melhorar a projeção do desempenho das práticas P13 e P14, as quais avaliam se os riscos identificados são processados, agrupados, comunicados e revisados durante os processos realizados.

#### 5.4 DISCUSSÃO E AVALIAÇÃO DA APLICAÇÃO

Para realização da 'etapa 4. Avaliação' do protocolo DSR definido neste trabalho, foi realizada a validação do resultado encontrado após aplicação descrita neste capítulo. Para isso, foi questionado ao decisor sobre a maturidade do gerenciamento de riscos na unidade. O decisor relatou que nos últimos anos a organização vem direcionando muitos esforços para a gestão de riscos, assim, era esperada uma avaliação positiva. Ao informar que a unidade foi classificada no nível 3 de um total de 4 níveis de maturidade, o decisor se mostrou satisfeito e reafirmou que a organização vem investindo recursos para alcançar a excelência no gerenciamento de riscos. Um dos próximos objetivos da organização foco é alcançar a certificação ISO 55001 para gerenciamento de ativos.

O intuito inicial desse capítulo foi testar e demonstrar o uso do framework por meio de aplicação de um MM em uma organização real. Uma das premissas iniciais do desenvolvimento do framework descrito nesta tese, é que o instrumento pudesse ser utilizado para aplicação de MM independentemente do segmento e domínio avaliado. Portanto, o teste do framework foi proposto em duas aplicações: a primeira descrita no capítulo 4 para o domínio gerenciamento de projetos e realizada em uma empresa do segmento de processamento e distribuição de gás natural, e a segunda detalhada neste capítulo para o domínio gerenciamento de riscos em uma unidade de manutenção da estrutura física de um data center de uma instituição pública financeira.

Com a aplicação descrita nesse capítulo, pôde ser confirmado que métodos AMD são importantes recursos que podem ser utilizados, tanto para escolha de MM, quanto para avaliação e identificação de níveis de maturidade. Ao empregar a base de cálculo do método FITradeoff, foi revelado que os procedimentos são úteis e eficazes para apoiar a decisão pela escolha de um MM que mais se aproxime das preferências do decisor. Como solução, o RM3 foi o modelo selecionado para aplicação. Após análise de sensibilidade, os resultados corroboraram para a

consistência do modelo selecionado.

Outra contribuição deste estudo se encontra na possibilidade de uso da teoria *fuzzy* para agregação de conhecimento dos especialistas e agregação das práticas em critérios. A coleta de dados realizada a uma amostra maior de indivíduos permite reunir dados que conduzam maior confiança. De tal modo que a opinião coletada não é restrita apenas ao olhar de um, ou poucos, indivíduos. Com a aplicação do framework, conclui-se que o uso da teoria *fuzzy*, mais especificamente o número *fuzzy* triangular, mostrou-se um poderoso instrumento para o processamento dos dados coletados. Além disso, em alinhamento com o objetivo definido na etapa 1 do protocolo de pesquisa DSR, uma proposta prescritiva foi desenvolvida por meio da priorização de ações que permitam a evolução do nível de maturidade.

No capítulo 4, o framework foi aplicado para testar a avaliação e representação do nível de maturidade pela abordagem *focus area* (Etapa 6A), enquanto para a aplicação descrita neste capítulo, a avaliação foi realizada pela abordagem *fixed-level* (Etapa 6B). Para isso, o método AMD ELECTRE TRI-B foi utilizado para realizar a classificação da maturidade da organização avaliada. O método permitiu comparar o desempenho da organização nos critérios avaliados com perfis limitantes definidos para categorização da alternativa. Após aplicação do método, foi possível realizar a classificação da organização, e a apresentação do nível de maturidade ocorreu com a categorização no nível 3 de maturidade em gerenciamento de riscos.

Por fim, é plausível admitir que o framework proposto pode ser considerado válido para as três finalidades inicialmente estabelecidas no segundo objetivo desta tese: “Desenvolver um framework que seja capaz de auxiliar no processo de seleção e aplicação de modelos de maturidade, assim como na formulação de uma proposta de atuação prescritiva, independente do segmento e domínio avaliado”. Por meio das aplicações descritas nos capítulos 4 e 5, foi possível demonstrar o uso dos procedimentos definidos pelo framework para a escolha, aplicação e prescrição de ações balizadas pelos conceitos do MM envolvido. Além disso, o estudo em dois diferentes domínios e segmentos traz evidências de que o framework não é restrito apenas a cenários específicos.

## 6 CONCLUSÃO

Este tópico tem o objetivo de discutir e destacar as principais contribuições deste estudo para a literatura acadêmica relacionada a MM e a comunidade empresarial. Além disso, serão levantadas as limitações de pesquisa e sugestões de propostas para trabalhos futuros.

### 6.1 CONTRIBUIÇÕES TEÓRICAS

Por possuir um caráter evolutivo que possibilita meios para aprimoramento de processos, a temática MM vem atraindo cada vez mais os olhares de pesquisadores de diferentes áreas. Porém, ainda existem na literatura de MM alguns problemas a serem aprofundados. Um exemplo é a lacuna pertinente a padronização de meios para o uso de MM. Conforme destacado no tópico de justificativa, em muitos casos não é possível distinguir a diferença entre a estrutura do MM e o modelo de avaliação associado a aplicação de MMs, o que dificulta a aplicação e difusão dos modelos (VAN LOOY et al., 2013). Como principal contribuição, o framework proposto avança nesta lacuna ao reunir procedimentos que permitem a total instrumentalização de MMs, desde a seleção do domínio de avaliação, até a identificação de um caminho prescritivo.

Além disso, em Revisão Sistemática de Literatura desenvolvida por Santos Neto e Costa (2019) são listados alguns poucos modelos de avaliação para MM disponíveis na literatura. Os autores citam estudos onde a avaliação da maturidade ocorre por meio da geração de um score, ou então por meio de comparação discreta entre as práticas associadas ao modelo e presentes na organização e, modelos de avaliação baseados em metodologias como o *Analytic Hierarchy Process* (AHP), teoria *fuzzy*, seis sigmas e o algoritmo analítico em cascata. Em nenhum dos modelos levantados é observado um grau de detalhamento suficiente para a aplicação de MMs que aprofunde a escolha de um MM, avaliação da maturidade e criação de uma proposta prescritiva. Além do mais, para auxiliar usuários e difundir a aplicação de MMs em diversos segmentos, o framework possui foco na operacionalização dos modelos, independente do domínio e segmento de aplicação, algo pouco discutido na literatura.

Outros problemas da literatura destacados nesta tese e tratados pelo framework são: a grande quantidade de MMs desenvolvidos para alguns domínios (WENDLER, 2012), e a falta de estudos sobre a avaliação de MMs (HELGESSION, HÖST & WEYNS, 2012). Para solucionar essas lacunas, o framework define o uso de métodos AMD para avaliação e escolha de MM. Ao aplicar um método com abordagem multicritério para a seleção de um MM, é possível realizar a avaliação de um conjunto de MMs para o domínio de aplicação e escolher o modelo que possua características alinhadas as preferências do decisor e, conseqüentemente, objetivos organizacionais.

Além disso, é observado que o modelo de avaliação detalhado no framework possui características inovadoras. Isso pois, o uso de métodos AMD para solução de problemas relacionados a aplicação de MMs é algo ainda pouco explorado na literatura. Além do uso de AMD para o problema de seleção de MM, na Etapa 7B do framework é proposta a definição de procedimentos para a apresentação do nível de maturidade *fixed-level* também por meio de abordagem multicritério. Na aplicação real detalhada no capítulo 5, após verificar a racionalidade não compensatória de decisor, é possível acompanhar o uso do método AMD ELECTRE TRI para a classificação do nível de maturidade.

É importante destacar que, independente da racionalidade do decisor para este problema, recomenda-se em princípio o uso de métodos não compensatórios. Quando utilizado um método compensatório para a classificação do nível de maturidade, admitisse que a alternativa avaliada possa compensar o desempenho ruim em determinadas dimensões/práticas pelo bom desempenho em outras. Isso admite por exemplo, que a organização avaliada seja classificada em um nível superior de maturidade apesar de não possuir um amplo conjunto de práticas implementadas na organização, ou vice-versa. Dessa forma, a abordagem não compensatória é uma alternativa que evita este problema e apresenta o nível de maturidade associado ao real desempenho da organização.

Também é lacuna da área de pesquisa que poucos são os estudos que aprofundam a discussão de um modelo de avaliação que permita a criação de uma proposta prescritiva (SANTOS NETO e COSTA, 2019). O framework proposto nesta tese soluciona esse problema ao criar e demonstrar a aplicação de procedimentos que permitam priorizar ações com foco em melhoria e evolução da maturidade para

o domínio avaliado. Quanto ao foco direcionado para a aplicação em qualquer domínio, o framework proposto foi testado em duas aplicações reais para avaliação da maturidade em organizações de domínios e segmentos diferentes. Dessa forma, é possível concluir que os resultados deste estudo convergem com a tese de que a proposição de um framework genérico para avaliação da maturidade soluciona a lacuna relacionada a falta de procedimentos para a aplicação MMs que apoie a replicabilidade para diferentes domínios e que ao mesmo tempo aprofunde a abordagem prescritiva para a evolução da maturidade.

Nota-se que a tese alcança todos os objetivos definidos no capítulo 1 deste documento. Quanto ao primeiro objetivo, para a construção do framework, os MM foram caracterizados por meio da fundamentação teórica e revisão de literatura. A caracterização deu suporte para identificação e detalhamento de propriedades importantes a serem abordadas pelo instrumento. Além disso, para alcançar o segundo e terceiro objetivo específico da tese, o framework desenvolvido reuniu uma série de procedimentos, tomando cautela para que a escolha, aplicação do modelo e proposta prescritiva não fosse específica para domínio e segmento único. Ou seja, que não utilizasse critérios, propriedades ou conceitos exclusivos de algum domínio ou setor de atuação. Estes objetivos foram alcançados com a proposição do framework baseada no uso de métodos AMD e teoria *fuzzy*, recursos amplamente utilizados na literatura para aplicações em diversos domínios.

Por fim, para teste do framework e atendimento ao quarto objetivo específico desta tese, duas organizações de segmentos diferentes foram selecionadas. Em ambas as aplicações, nenhum procedimento do framework impediu que a avaliação da maturidade fosse realizada para outro domínio ou seguimento. Além do mais, a padronização dos procedimentos definidos em ambas as aplicações permite facilitar a replicabilidade do modelo em momento ou organização diferente para a abordagem comparativa.

## 6.2 CONTRIBUIÇÕES GERENCIAIS

Como já abordado, para teste do framework duas aplicações foram realizadas em organizações reais de diferentes segmentos: em uma empresa de distribuição de gás natural, e, em uma unidade de manutenção da estrutura física do data center de

uma instituição pública financeira. Após as aplicações, como contribuição é possível observar que os métodos AMD utilizados na composição do instrumento admitiram que o decisor pudesse expressar suas preferências, e conseqüentemente, os objetivos da organização para a avaliação da maturidade. Isso faz com que as vantagens do uso de MMs para avaliação da maturidade sejam potencializadas para o cenário momentâneo vivido pela organização.

Por meio da Etapa 4 da metodologia DSR, a avaliação do resultado encontrado após aplicação foi realizada através da comparação do nível de maturidade identificado com as condições de maturidade organizacional do domínio para a empresa. Em ambas as aplicações foi relatado o resultado ao decisor e explicado seu significado. Ao questionar sobre o cenário avaliado para o domínio em questão, ambos gestores admitiram o desempenho e justificaram o nível avaliado, algo que apoia a qualidade do framework para a medição do nível de maturidade.

Além disso, após as aplicações foi possível alinhar o desenvolvimento de uma proposta prescritiva com ações para melhoria e evolução do domínio avaliado. Em ambas as aplicações os decisores não possuíam conhecimento aprofundado sobre MMs, entretanto, ao destacar as práticas priorizadas para um plano de melhoria, ambos gestores mostraram interesse sobre a pesquisa e os benefícios que a identificação da maturidade pudesse trazer aos processos da organização. Dessa forma, acredita-se que o framework apresentado possa incentivar a difusão e uso de MMs na medida que é disponibilizado a sociedade uma alternativa coerente que se preocupa com todo o processo avaliativo da maturidade, desde a seleção do domínio, até a criação de uma proposta prescritiva.

É relevante destacar que o framework desenvolvido incorpora em sua estrutura procedimentos associados a modelagem multicritério e teoria *fuzzy*, recursos que exigem conhecimento específico para sua aplicação. Portanto, para correta aplicação do framework é indispensável a figura de um analista. O analista de decisão, além de fornecer todo o suporte metodológico para avaliação da maturidade, exerce a função de facilitador para promover a interação entre decisor, especialistas e o instrumento de avaliação da maturidade.

Por fim, cabe ressaltar a importância deste estudo para o amadurecimento da maturidade gerencial de negócios. No dia a dia de qualquer organização, importantes decisões são tomadas afetando diretamente seus resultados e a

probabilidade de sucesso de suas atividades. Pesquisas que apoiam o uso diversificado de MM, contribuem ao disponibilizar para a sociedade alternativas que auxiliam os gestores no processo de gerenciamento de mudanças e melhorias. Portanto, é possível concluir que este estudo apoia o planejamento de mudanças que viabilizam um impacto social-econômico positivo perante as atividades exercidas pelas organizações, o que implica diretamente no retorno a sociedade. Além disso, como principal contribuição deste estudo, espera-se fornecer meios para que o processo de aplicação de MM ocorra de maneira ágil e eficiente, incentivando, portanto, a difusão do uso de MMs, tanto para a comunidade acadêmica, quanto ao meio empresarial.

### 6.3 LIMITAÇÕES DA PESQUISA E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Embora tenha sido evidenciado achados importantes para a área de pesquisa, este estudo possui algumas limitações. Observa-se que a família de critérios utilizadas para avaliação dos MMs na etapa 1 do framework (Escolha do MM) foi validada apenas pela opinião de um decisor. Além disso, outra limitação está na quantidade de diferentes metodologias reunidas no framework. Entre a escolha de MM e prescrição faz-se necessário a aplicação de metodologias e procedimentos associados a SADs variados, o que exige a presença de um analista para viabilizar a aplicação do framework. Acredita-se que isso possa dificultar e agir como barreira para difusão do uso do framework entre acadêmicos e gestores, principalmente de pequenas empresas.

Dessa forma, observando as limitações deste estudo e as lacunas ainda não preenchidas, para estudos futuros sugere-se:

- a) A realização de estudos que permitam o aprofundamento na definição da família de critérios, e;
- b) Desenvolvimento de um SAD para integrar e agilizar o uso do framework.

O intuito é que o desenvolvimento de um SAD incentive o uso do framework proposto na tese e, apoie a aplicação de MMs em diversos domínios e segmentos diferentes, o que permitirá a validação do framework para este contexto.

## REFERÊNCIAS

- ADUNLIN, G.; DIABY, V.; XIAO, H. Application of multicriteria decision analysis in health care: a systematic review and bibliometric analysis. *Health Expectations*, v. 18, n. 6, p. 1894-1905, 2015.
- AL-AMMARY, J.; MOHAMMED, Z.; OMRAN, F. E-Learning Capability Maturity Level in Kingdom of Bahrain. *Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, v. 15, n. 2, p. 47-60, 2016.
- AL-QUTAISH, R. E.; ABRAN, A. A maturity model of software product quality. *Journal of Research and Practice in Information Technology*, v. 43, n.4, 2011.
- ALONSO, I.A.; VERDÚN, J. C.; CARO, E. T. Description of the structure of the IT demand management process framework. *International Journal of Information Management*, v. 37, n. 1, p. 1461-1473, 2017.
- ANDERSEN, E. S.; JESSEN, S. A. Project maturity in organisations. *International journal of project management*, v. 21, n. 6, p. 457-461, 2003.
- APPLEBY, T.; Cabanis-Brewin, J.; Crawford, J. K.; Cruz, F.; Pennypacker, J. S.; West, J. L.; White, K. R. J. *Advancing Organizational Project Management Maturity*. USA: CBP–Center for Business Practices, 2007.
- BAY, A. F.; SKITMORE, M. Project management maturity: some results from Indonesia. *Journal of Building and Construction Management*, v. 10, p. 1-5, 2006.
- BECKER, J.; KNACKSTEDT, R.; PÖPPELBUß, J. Developing maturity models for IT management. *Business & Information Systems Engineering*, v. 1, n. 3, p. 213-222, 2009.
- BELT, P. OIVA-KESS, A.; HARKONEN, J.; MOTTONEN, M.; KESS, P. Organisational maturity and functional performance. *International Journal of Management and Enterprise Development*, v. 6, n. 2, p. 147-164, 2009.
- BELTON, V.; STEWART, T. *Multiple criteria decision analysis: an integrated approach*. Springer Science & Business Media, 2002.
- BERIA, P.; MALTESE, I.; MARIOTTI, I.. Multicriteria versus Cost Benefit Analysis: a comparative perspective in the assessment of sustainable mobility. *European Transport Research Review*, v. 4, n. 3, p. 137, 2012.
- BITITCI, U. S.; GARENGO, P.; ATES, A.; NUDURUPATI, S. S. Value of maturity models in performance measurement. *International journal of production research*, v. 53, n. 10, p. 3062-3085, 2015.
- BLACKSTONE JR, J. H.; COX III, J. F.; SCHLEIER JR, J. G. A tutorial on project management from a theory of constraints perspective. *International Journal of Production Research*, v. 47, n. 24, p. 7029-7046, 2009.

- BŁASZCZYŃSKI, J.; GRECO, S.; SŁOWIŃSKI, R. Multi-criteria classification—A new scheme for application of dominance-based decision rules. *European Journal of Operational Research*, v. 181, n. 3, p. 1030-1044, 2007.
- BLONDIAU, A.; METTLER, T.; WINTER, R. Designing and implementing maturity models in hospitals: An experience report from 5 years of research. *Health informatics journal*, v. 22, n. 3, p. 758-767, 2016.
- BOUYSSOU, D.; MARCHANT, T. On the relations between ELECTRE TRI-B and ELECTRE TRI-C and on a new variant of ELECTRE TRI-B. *European Journal of Operational Research*, v. 242, n. 1, p. 201-211, 2015.
- BRANS, J. P.; MARESCHAL, B. *PROMETHEE methods*. In: Multiple criteria decision analysis: state of the art surveys. Springer, New York, NY, 2005.
- BROOKS, P.; EL-GAYAR, O.; SARNIKAR, S. A framework for developing a domain specific business intelligence maturity model: Application to healthcare. *International Journal of Information Management*, v. 35, n. 3, p. 337-345, 2015.
- CAMILO, Deyse Gillyane Gomes et al. Multi-criteria analysis in the health area: selection of the most appropriate triage system for the emergency care units in natal. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, v. 20, n. 1, p. 1-16, 2020.
- CAMPOS, A. C. S. M. Modelos de decisão multicritério para problemas de classificação relativos a BPM (Business Process Management). 2013. Recife, Pernambuco, 135 p. Tese (Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção - PPGEP), Departamento Engenharia de Produção, Universidade Federal de Pernambuco, 2013.
- CAMPOS, C.; CHALMETA, R.; GRANGEL, R.; POLER, R. Maturity model for interoperability potential measurement. *Information systems management*, v. 30, n. 3, p. 218-234, 2013.
- CAO, W; JIANG, P. Modelling on service capability maturity and resource configuration for public warehouse product service systems. *International Journal of Production Research*, v. 51, n. 6, p. 1898-1921, 2013.
- CARRILLO, P. A. A.; ROSELLI, L. R. P.; FREJ, E. A.; DE ALMEIDA, A. T. Selecting an agricultural technology package based on the flexible and interactive tradeoff method. *Annals of Operations Research*, p. 1-16, 2018.
- CARVALHO, P. V. R.; GRECCO, C. H. S.; SOUZA, A. M.; HUBER, G. J.; GOMES, J. O. A fuzzy model to assess disaster risk reduction maturity level based on the Hyogo Framework for Action. *Natural Hazards*, v. 83, n. 1, p. 309-326, 2016.
- CAVALCANTE, C. A. V.; DE ALMEIDA, A. T. Modelo multicritério de apoio a decisão para o planejamento de manutenção preventiva utilizando PROMETHEE II em situações de incerteza. *Pesquisa Operacional*, v. 25, n. 2, p. 279-296, 2005.
- 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, P.; ZHIKE, D.; ZHIWEI, F.; LU., H. Research into and Application of the Business Process Management Maturity Model in Tobacco Production and Management. *Revista de La Facultad de Ingenieria*, v.31, n.10, 126–37, 2017.

CHENG, C. H.; CHANG, J. R.; KUO, C. Y. A CMMI appraisal support system based on a fuzzy quantitative benchmarks model. *Expert Systems with Applications*, v. 38 n. 4, 2011.

CORRENTE, S.; GRECO, S.; SŁOWIŃSKI, R. Multiple criteria hierarchy process for ELECTRE Tri methods. *European Journal of Operational Research*, v. 252, n. 1, p. 191-203, 2016.

CRAWFORD, J. K. *Project management maturity model; providing a proven path to project management excellence*. CRC Press. Vol. 4, 2002.

CRAWFORD, J. K. *The project management maturity model*. Information Systems Management, v. 23 v. 4, 50-8, 2006.

CUENCA, L.; BOZA, A.; ALEMANY, M. M. E.; TRIENEKENS, J. J. Structural elements of coordination mechanisms in collaborative planning processes and their assessment through maturity models: Application to a ceramic tile company. *Computers in Industry*, v. 64, n. 8, p. 898-911, 2013.

DANESE, P.; MOLINARO, M.; ROMANO, P. Managing evolutionary paths in Sales and Operations Planning: key dimensions and sequences of implementation. *International Journal of Production Research*, v. 56, n. 5, p. 2036-2053, 2018.

DAY, B.; LUTTEROTH, C. Climbing the ladder: capability maturity model integration level 3. *Enterprise Information Systems*, v. 5, n. 1, p. 125-144, 2011.

DE ALMEIDA, A. D.; MORAIS, D. C.; COSTA, A. P. C. S.; ALENCAR, L. H.; DAHER, S. F. D. *Decisão em grupo e negociação: métodos e aplicações*. Atlas, São Paulo, 2012.

DE ALMEIDA, A. T. *Processo de decisão nas organizações: construindo modelos de decisão multicritério*. Editora Atlas SA, 2013.

DE ALMEIDA, A. T.; CAVALCANTE, C. A. V.; ALENCAR, M. H.; FERREIRA, R. J. P.; DE ALMEIDA-FILHO, A. T.; GARCEZ, T. V. *Multicriteria and multiobjective models for risk, reliability and maintenance decision analysis*. Springer International Publishing, 2015.

DE ALMEIDA, A. T.; DE ALMEIDA, J. A.; COSTA, A. P. C. S.; DE ALMEIDA-FILHO, A. T. A new method for elicitation of criteria weights in additive models: Flexible and interactive tradeoff. *European Journal of Operational Research*, v. 250, n. 1, p. 179-191, 2016.

DE BRUIN, T.; FREEZE, R.; KAULKARNI, U.; ROSEMAN, M. *Understanding the main phases of developing a maturity assessment model*. 16<sup>a</sup> Australasian Conference on Information Systems, 30 de Novembro – 2 de Dezembro de 2005, Sydney, Australia. *Proceedings...* Sydney: Scimago Lab, 2005.

- DEMBCZYŃSKI, K.; KOTŁOWSKI, W.; SŁOWIŃSKI, R. *Additive preference model with piecewise linear components resulting from dominance-based rough set approximations*. In International Conference on Artificial Intelligence and Soft Computing. Proceedings... Springer, Berlin, Heidelberg, p. 499-508, 2006.
- DOUMPOS, M.; ZOPOUNIDIS, Constantin. A multicriteria classification approach based on pairwise comparisons. *European Journal of Operational Research*, v. 158, n. 2, p. 378-389, 2004.
- DOUMPOS, M.; MARINAKIS, Y.; MARINAKI, M.; ZOPOUNIDIS, C. An evolutionary approach to construction of outranking models for multicriteria classification: The case of the ELECTRE TRI method. *European Journal of Operational Research*, v. 199, n. 2, p. 496-505, 2009.
- EROL, O.; SAUSER, B. J.; MANSOURI, M. A framework for investigation into extended enterprise resilience. *Enterprise Information Systems*, v. 4, n.2, 111-136, 2010.
- FARROKH, J.; MANSUR, A. K. Project management maturity models and organizational project management maturity model (OPM3®): a critical morphological evaluation. *Project management*, v. 2, n. 7, p. 23-33, 2013.
- FERNANDEZ, E.; FIGUEIRA, J. R.; NAVARRO, J.; ROY, B. ELECTRE TRI-nB: A new multiple criteria ordinal classification method. *European Journal of Operational Research*, v. 263, n. 1, p. 214-224, 2017.
- FIGUEIRA, J.; ROY, B. Determining the weights of criteria in the ELECTRE type methods with a revised Simos' procedure. *European Journal of Operational Research*, v. 139, n. 2, p. 317-326, 2002.
- FORD, T.; COLOMBI, J.; GRAHAM, J.; JACQUES, D. The Interoperability Score. In: 5th Annual Conference on Systems Engineering Research. *Proceedings*: Hoboken, N.J.
- FORTEMPS, P.; GRECO, S.; SŁOWIŃSKI, R. Multicriteria decision support using rules that represent rough-graded preference relations. *European Journal of Operational Research*, v. 188, n. 1, p. 206-223, 2008.
- FOSSILE, Dayla Karolina et al. Selecting the Most Viable Renewable Energy Source for Brazilian Ports Using the FITradeoff method. *Journal of Cleaner Production*, p. 121107, 2020.
- FREJ, E. A.; ROSELLI, L. R. P.; ALMEIDA, A. J.; DE ALMEIDA A. T. A Multicriteria Decision Model for Supplier Selection in a Food Industry Based on FITradeoff Method. *Mathematical Problems in Engineering*, v. 2017, 2017.
- FUREMS, E. M. Stepclass-based approach to multicriteria sorting. *Scientific and Technical Information Processing*, v. 42, n. 6, 481-489, 2015.

- GANZARAIN, J.; ERRASTI, N. Three stage maturity model in SME's toward industry 4.0. *Journal of Industrial Engineering and Management*, v. 9, n. 5, p. 1119-1128, 2016.
- GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. *Métodos de pesquisa*. Porto Alegre-RS, Editora da UFRGS, 2009.
- GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4ª edição. São Paulo-SP: Editora Atlas, 2002.
- GONZÁLEZ-ROJAS, O.; CORREAL, D.; CAMARGO, M. ICT capabilities for supporting collaborative work on business processes within the digital content industry. *Computers in Industry*, v. 80, p. 16-29, 2016.
- GOTTSCHALK, P.; SOLLI-SÆTHER, H. Maturity model for IT outsourcing relationships. *Industrial Management & Data Systems*, v. 106, n. 2, p. 200-212, 2006.
- GORDON, L. A.; LOEB, M. P.; TSENG, C.-Y. Enterprise risk management and firm performance: A contingency perspective. *Journal of Accounting and Public Policy*, v. 28, n. 4, p. 301-327, 2009.
- GRANT, K. P.; PENNYPACKER, J. S. Project management maturity: an assessment of project management capabilities among and between selected industries. *IEEE Transactions on engineering management*, v. 53, n. 1, p. 59-68, 2006.
- GRECO, S.; MOUSSEAU, V.; SŁOWIŃSKI, R. Multiple criteria sorting with a set of additive value functions. *European Journal of Operational Research*, v. 207, n. 3, p. 1455-1470, 2010.
- GRECO, S.; MATARAZZO, B.; SLOWINSKI, R. Rough sets theory for multicriteria decision analysis. *European journal of operational research*, v. 129, n. 1, p. 1-47, 2001.
- GUÉDRIA, W.; NAUDET, Y.; CHEN, D. Maturity model for enterprise interoperability. *Enterprise Information Systems*, v. 9, n. 1, p. 1-28, 2013.
- GUSMÃO, A. P. H.; MEDEIROS, C. P. A model for selecting a strategic information system using the FITradeoff. *Mathematical Problems in Engineering*, v. 2016, 2016.
- GUSMÃO, A. P. H.; SILVA, M. M.; COSTA, A. P. C. S. A multicriteria model for characterizing the strategic role of IT in organizations. In: *2014 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC)*. p. 608-613. IEEE, 2014.
- HAIR, J.; BABIN, B.; MONEY, A. H.; SAMOUEL, P. *Fundamentos de métodos de pesquisa em administração*. Porto Alegre-RS: Bookman Companhia Ed, 2005.
- HARTONO, B.; WIJAYA, D.; ARINI, H. M. An empirically verified project risk maturity model: Evidence from Indonesian construction industry. *International Journal of Managing Projects in Business*, v. 7, n. 2, p. 263-284, 2014.

- HE, Y.; XU, T.; LI, Q.; ZHAO, X. Research on the Extension Classification Algorithm of Enterprise Knowledge Management Maturity for Knowledge Engineering. *Revista de la Facultad de Ingeniería*, v.32, n.4, pp. 412-420, 2017.
- HELGESSION, Y. Y. L.; HÖST, M.; WEYNS, K. A review of methods for evaluation of maturity models for process improvement. *Journal of Software: Evolution and Process*, v. 24, n. 4, p. 436-454, 2012.
- HERRERA, W. D. M.; COSTA, H. G. Contribuições da análise multicritério à obtenção de graus de proximidade no projeto de arranjos físicos. *Produto & Produção*, v. 5, n. 3, p. 48-60, 2001.
- HEVNER, A. R.; MARCH, S. T.; PARK, J.; RAM, S. Design science in information systems research. *MIS quarterly*, v. 28, n.1, p. 75-105, 2004.
- HOLLOWAY, S.S.; VAN EIJNATTEN, F. M.; ROMME, A. G. L.; DEMEROUTI, E. Developing actionable knowledge on value crafting: A design science approach. *Journal of Business Research*, v. 69, n. 5, p. 1639-1643, 2016.
- HSIEH, P. J.; LIN, B.; LIN, C. The construction and application of knowledge navigator model (KNM™): An evaluation of knowledge management maturity. *Expert Systems with Applications*, v. 36, n. 2, p. 4087-4100, 2009.
- ISHIZAKA, A.; GORDON, M. MACBETHSort: a multiple criteria decision aid procedure for sorting strategic products. *Journal of the Operational Research Society*, v. 68, n. 1, 53-61, 2017.
- JANSSEN, P.; NEMERY, P. An extension of the FlowSort sorting method to deal with imprecision. *4OR*, v. 11, n. 2, 171-193, 2013.
- KANG, T. H. A.; SOARES-JÚNIOR, A. M. C.; DE ALMEIDA, A. T. Evaluating electric power generation technologies: A multicriteria analysis based on the FITradeoff method. *Energy*, v. 165, p. 10-20, 2018.
- KAYAGA, S.; MUGABI, J.; KINGDOM, W. Evaluating the institutional sustainability of an urban water utility: A conceptual framework and research directions. *Utilities Policy*, v. 27, p. 15-27, 2013.
- KEENEY, R. L.; RAIFFA, H. *Decision analysis with multiple conflicting objectives*. Wiley & Sons, New York, 1976.
- KERZNER, Harold. *Strategic planning for project management using a project management maturity model*. John Wiley & Sons, 2002.
- KERZNER, H.; KERZNER, H. R. *Project management: a systems approach to planning, scheduling, and controlling*. John Wiley & Sons, 2017.
- KÖKSALAN, M.; ÖZPEYNIRCI, S. B. An interactive sorting method for additive utility functions. *Computers & Operations Research*, v. 36, n. 9, p. 2565-2572, 2009.

KWAK, Y. H.; IBBS, C. W. Project management process maturity (PM) 2 model. *Journal of management in engineering*, v. 18, n. 3, p. 150-155, 2002.

LAM, K.-C.; TAO, R.; LAM, M. C.-K. A material supplier selection model for property developers using fuzzy principal component analysis. *Automation in Construction*, v. 19, n. 5, p. 608-618, 2010.

LEAL, G. W. GUEDRIA, H. PANETTO, M. LEZOCHÉ. Towards a comparative analysis of interoperability assessment approaches for collaborative enterprise systems em 2016. In International Conference on Transdisciplinary Engineering, Curitiba, Paraná, Brasil. *Proceedings: Universidade Federal do Paraná, Curitiba*, 2016.

LECHNER, P.; GATZERT, N. Determinants and value of enterprise risk management: empirical evidence from Germany. *The European Journal of Finance*, v. 24, n. 10, p. 867-887, 2018.

LENTES, J.; MANDEL, J.; SCHLISSMANN, U.; BLACH, R.; HERTWIG, M.; KUHLMANN, T. Competitive and sustainable manufacturing by means of ultra-efficient factories in urban surroundings. *International Journal of Production Research*, v. 55, n. 2, p. 480-491, 2017.

LI, S.; BAI, S.; FENG, R.; GUO, Y. *Application of organizational project management maturity model based on BP neural network*. In: E-Business and E-Government (ICEE), 2010 International Conference. *Proceedings: IEEE*, p. 2656-2660, 2010.

LIMA, E. S.; VIEGAS, R. A.; COSTA, A. P. C. S. *A multicriteria method based approach to the BPMM selection problem*. In: Systems, Man, and Cybernetics (SMC), 2017 IEEE International Conference. *Proceedings: IEEE*, p. 3334-3339, 2017.

LIU, J. C. On Improving CMMI in an immature world of software development. *Journal of Information Science and Engineering*, v. 27, n. 1, p. 213-226, 2011.

LNENICKA, M.; KOMARKOVA, J. Developing a government enterprise architecture framework to support the requirements of big and open linked data with the use of cloud computing. *International Journal of Information Management*, v. 46, p. 124-141, 2019.

LOCKAMY III, A.; MCCORMACK, K. The development of a supply chain management process maturity model using the concepts of business process orientation. *Supply Chain Management: An International Journal*, v. 9, n. 4, p. 272-278, 2004.

LU, J.; ZHU, Y.; ZENG, X.; KOEHL, L.; MA, J.; ZHANG, G. A linguistic multi-criteria group decision support system for fabric hand evaluation. *Fuzzy Optimization and Decision Making*, v. 8, n. 4, p. 395, 2009.

MACEDO, P. P.; MOTA, C. M. M.; SOLA, A. V. H. Meeting the Brazilian Energy Efficiency Law: A flexible and interactive multicriteria proposal to replace non-efficient motors. *Sustainable Cities and Society*, v. 41, p. 822-832, 2018.

MAIER, A. M.; MOULTRIE, J.; CLARKSON, P. J. Assessing organizational capabilities: reviewing and guiding the development of maturity grids. *IEEE transactions on engineering management*, v. 59, n. 1, p. 138-159, 2012.

MAN, T.-J. *A framework for the comparison of Maturity Models for Project-based Management*. Utrecht, Holanda, 2007, 114 f. Dissertação (Mestrado departamento de informação e ciências da computação), Departamento de informação e ciências da computação, Utrecht University, 2007.

MARCONI, M. D. A.; LAKATOS, E. M. *Técnicas de pesquisa*. 5ª edição. São Paulo-SP: Editora Atlas, 2002.

MARTINS, C. L.; López, H. M. L.; DE ALMEIDA, A. T.; ALMEIDA, J. A.; Bortoluzzi, M. B. D. O. An MCDM project portfolio web-based DSS for sustainable strategic decision making in an electricity company. *Industrial Management & Data Systems*, v. 117, n. 7, p. 1362-1375, 2017.

MARSHALL, S. Change, technology and higher education: are universities capable of organisational change?. *ALT-J*, v. 18, n. 3, p. 179-192, 2010.

MENDES, J. A. J.; FREJ, E. A.; ALMEIDA, A. T. D.; DE ALMEIDA, J. A. D. Evaluation of flexible and interactive tradeoff method based on numerical simulation experiments. *Pesquisa Operacional*, v. 40, 2020.

MERAD, M.M.; VERDEL, T.; ROY, B.; KOUNIALI, S. Use of Multi-Criteria Decision-Aids for Risk Zoning and Management of Large area Subjected to Mining-Induced Hazards. *Tunnelling and Underground Space Technology*, Vol. 19, pp. 125–138, 2004.

METTLER, T. Maturity assessment models: a design science research approach. *International Journal of Society Systems Science (IJSSS)*, v. 3, n. 1/2, p. 81-98, 2011.

MIRANDA, C. M. G. D.; DE ALMEIDA, A. T. Avaliação de pós-graduação com método ELECTRE TRI—o caso de Engenharias III da CAPES. *Revista Produção*, v. 13, n. 3, p. 101, 2003.

MONETTI, E.; ROSA, S. A.; ROCHA, R. M. The practice of project risk management in government projects: A case study in Sao Paulo City. *Construction in developing economics: New issues and challenges*, p. 18-20, 18-20 January 2006, Santiago, Chile, 2006.

MORAIS, I. C. L.; COSTA, S. R. R. Proposal of quality tools for food safety management system in food service. *Alimentos e Nutricao (Brazilian Journal of Food and Nutrition)*, v. 24, n. 1, 2013.

MOUSSEAU, V.; SLOWINSKI, R. Inferring an ELECTRE TRI model from assignment examples. *Journal of global optimization*, v. 12, n. 2, 157-174, 1998.

MOUSSEAU, V.; SLOWINSKI, R.; ZIELNIEWICZ, P. A user-oriented implementation of the ELECTRE-TRI method integrating preference elicitation support. *Computers & operations research*, v. 27, n. 7-8, p. 757-777, 2000.

MUSTAJOKI, J.; HÄMÄLÄINEN, R. P.; SALO, A. Decision support by interval SMART/SWING—incorporating imprecision in the SMART and SWING methods. *Decision Sciences*, v. 36, n. 2, p. 317-339, 2005.

NEVES, L. A. L.; NUNES, L. E. N. D. P.; CORRÊA, V. A.; REZENDE, M. C. Application of the Prado-Project Management Maturity Model at a R&D Institution of the Brazilian Federal Government. *Journal of Aerospace Technology and Management*, v. 5, n. 4, p. 459-465, 2013.

OLIVEIRA, M. P. V.; LADEIRA, M. B.; MCCORMACK, K. P. The supply chain process management maturity model—SCPM3. *Supply Chain Management-Pathways for Research and Practice*, p. 201-218, 2011.

OLLUS, M.; JANSSON, K.; KARVONEN, I.; UOTI, M.; RIIKONEN, H. Supporting collaborative project management. *Production Planning & Control*, v. 22, n. 5-6, p. 538-553, 2011.

OXFORD DICTIONARIES. Maturity, acessado em 26 de Outubro de 2017. Disponível em: <https://en.oxforddictionaries.com/>.

PAAVEL, M.; KARJUST, K.; MAJAK, J. Development of a product lifecycle management model based on the fuzzy analytic hierarchy process. *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences*, v. 66, n. 3, p. 279-287, 2017.

PAN, X.; XIN, Z.; LI, G. Organizational reliability capability assessment: A case study in China R&D enterprise for aviation products. *IEEE Transactions on Reliability*, v. 64, n. 2, p. 550-561, 2015.

PATEL, C.; RAMACHANDRAN, M. Agile maturity model (AMM): A Software Process Improvement framework for agile software development practices. *International Journal of Software Engineering, IJSE*, v. 2, n. 1, p. 3-28, 2009.

PEDRYCZ, W.; EKEL, P.; PARREIRAS, R. *Fuzzy multicriteria decision-making: models, methods and applications*. John Wiley & Sons, 2011.

PEFFERS, K.; TUUNANEN, T.; ROTHENBERGER, M.; CHATTERJEE, S. A design science research methodology for information systems research. *Journal of management information systems*, v. 24, n. 3, p. 45-77, 2007.

PERGHER, Isaac et al. Integrating simulation and FITradeoff method for scheduling rules selection in job-shop production systems. *International Journal of Production Economics*, v. 227, p. 107669, 2020.

PEÑA, A. BONET, I., LOCHMULLER, C., TABARES, M. S., PIEDRAHITA, C. C., SÁNCHEZ, C. C., ... e CHICLANA, F. A fuzzy ELECTRE structure methodology to assess big data maturity in healthcare SMEs. *Soft Computing*, p. 1-14, 2018.

PHAN, D. D. Software quality and management - How the world's most powerful software makers do it. *Information Systems Management*, v.18, n.1, 56-67, 2001.

PIGOSSO, D. C. A.; ROZENFELD, H.; MCALOONE, T. C. Ecodesign maturity model: a management framework to support ecodesign implementation into manufacturing companies. *Journal of Cleaner Production*, v. 59, p. 160-173, 2013.

POWELL, Daryl; RIEZEBOS, Jan; STRANDHAGEN, Jan Ola. Lean production and ERP systems in small-and medium-sized enterprises: ERP support for pull production. *International journal of production research*, v. 51, n. 2, p. 395-409, 2013.

PRADO, Darci. *Maturidade em gerenciamento de projetos*. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda, v. 7, 2008.

PRASHAR, A. Energy efficiency maturity (EEM) assessment framework for energy-intensive SMEs: Proposal and evaluation. *Journal of Cleaner Production*, v. 166, p. 1187-1201, 2017.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. *Organizational Project Management Maturity Model (OPM3): Knowledge Foundation*. Project Management Institute, 2008.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. *A guide to the project management body of knowledge*. Project Management Institute, 2017.

POEPELBUSS, J.; NIEHAVES, B.; SIMONS, A.; BECKER, J. Maturity models in information systems research: Literature search and analysis. *Communications of the Association for Information Systems*, v. 29, n. 1, p. 1-15, 2011.

RAJTERIČ, H. I. Overview of business intelligence maturity models. *Management: Journal of Contemporary Management Issues*, v. 15, n. 1, p. 47-67, 2010.

RANGEL, L. A. D.; GOMES, L. F. A. M.; CARDOSO, F. P. An application of the TODIM method to the evaluation of broadband internet plans. *Pesquisa Operacional*, v. 31, n. 2, 235-249, 2011.

ROGERS, M.; BRUEN, M. Choosing realistic values of indifference, preference and veto thresholds for use with environmental criteria within ELECTRE. *European Journal of Operational Research*, v. 107, n. 3, p. 542-551, 1998.

RÖGLINGER, M.; PÖPPELBUß, J.; BECKER, J. Maturity models in business process management. *Business process management journal*, v. 18, n. 2, p. 328-346, 2012.

ROY, Bernard. *Multicriteria methodology for decision aiding: nonconvex optimization and its applications*. Springer US, v. 12, 1996.

SALAWU, R. A.; ABDULLAH, F. Assessing risk management maturity of construction organisations on infrastructural project delivery in Nigeria. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, v. 172, p. 643-650, 2015.

SANTOS NETO, J. B. S.; COSTA, A. P. C. S. Enterprise maturity models: a systematic literature review. *Enterprise Information Systems*, v.13 p. 1-51, 2019.

SCHUMACHER, A.; EROL, S.; SIHN, W. A maturity model for assessing industry 4.0 readiness and maturity of manufacturing enterprises. *Procedia CIRP*, v. 52, p. 161-166, 2016.

SCOTELANO, S. L.; DA CONCEIÇÃO, R. D. P.; DA COSTA, L. U.; DE JESUS, C. S. Project management maturity model: the case in an automotive industry in Brazil. *Brazilian Journal of Operations & Production Management*, v. 14, n. 4, p. 500-507, 2017.

SERNA, E. Maturity model of Knowledge Management in the interpretativist perspective. *International Journal of Information Management*, v. 32, n. 4, p. 365-371, 2012.

SERNA, E. Maturity model of transdisciplinary knowledge management. *International journal of information management*, v. 35, n. 6, p. 647-654, 2015.

SHEN, F.; XU, J.; XU, Z. An outranking sorting method for multi-criteria group decision making using intuitionistic fuzzy sets. *Information Sciences*, v. 334, p. 338-353, 2016.

SILVA, L. C. E.; COSTA, A. P. C. S. IT project investments: an analysis based on a sort and rank problem. *International Journal of Information Technology & Decision Making*, v. 13, n. 04, p. 699-719, 2014.

SILVEIRA, V. N. S. The maturity multi-Level models: a brief report of its history, dissemination and application on people management by People Capability Maturity Model (P-CMM). *Revista de Administração Contemporânea*, v. 13, n. 2, p. 228-246, 2009.

SOBRAL, M. F. F.; COSTA, A. P. C. S. Negotiation model for group decision with ELECTRE TRI—the ELECTRE TRI-NG. *Journal of Decision Systems*, v. 21, n. 2, p. 121-136, 2012.

SOFTWARE ENGINEERING INSTITUTE. *Capability Maturity Model Integration (CMMI-SE/SW/PPD/SS)*. Version 1.1, Continuous Representation, Carnegie Mellon University, 2002.

SOLAR, M.; Daniels, F.; Lopez, R.; Meijueiro, L. A Model to Guide the Open Government Data Implementation in Public Agencies. *J. UCS*, v. 20, n. 11, p. 1564-1582, 2014.

STORM, I.; HARTING, J.; STRONKS, K.; SCHUIT, A. J. Measuring stages of health in all policies on a local level: the applicability of a maturity model. *Health Policy*, v. 114, n. 2-3, p. 183-191, 2014.

SULLIVAN, J. L.; RIVARD, P. E.; SHIN, M. H.; ROSEN, A. K. Applying the high reliability health care maturity model to assess hospital performance: a VA case

study. *The Joint Commission Journal on Quality and Patient Safety*, v. 42, n. 9, p. 389-AP12, 2016.

SZAJUBOK, N. K.; MOTA, C. M. M.; DE ALMEIDA, A. T. Uso do método multicritério ELECTRE TRI para classificação de estoques na construção civil. *Pesquisa Operacional*, v. 26, n. 3, p. 625-648, 2006.

TARHAN, A.; TURETKEN, O.; REIJERS, H. A. Business process maturity models: A systematic literature review. *Information and Software Technology*, v. 75, p. 122-134, 2016.

ULVAL. Acessado em 18 de Dezembro de 2018. Disponível em: <http://cersvr1.fsa.ulaval.ca/mcda/?q=en/node/4>.

VALLERAND, J.; LAPALME, J.; MOÏSE, A. Analysing enterprise architecture maturity models: a learning perspective. *Enterprise Information Systems*, v. 11, n. 6, p. 859-883, 2017.

VAN AKEN, J.; CHANDRASEKARAN, A.; HALMAN, J. Conducting and publishing design science research: Inaugural essay of the design science department of the Journal of Operations Management. *Journal of Operations Management*, v. 47, p. 1-8, 2016.

VAN DE WETERING, R.; BATENBURG, R.; LEDERMAN, R. Evolutionistic or revolutionary paths? A PACS maturity model for strategic situational planning. *International journal of computer assisted radiology and surgery*, v. 5, n. 4, p. 401-409, 2010.

VAN LOOY, A.; DE BACKER, M.; POELS, G.; SNOECK, M. Choosing the right business process maturity model. *Information & Management*, v. 50, n. 7, p. 466-488, 2013.

VAN STEENBERGEN, M. The design of focus area maturity models. In: International Conference on Design Science Research in Information Systems. Springer, Berlin, Heidelberg, 2010. p. 317-332. *Proceedings...* Berlin, 2010.

VIDAL, M. C.; GUIZZE, C. L. C., BONFATTI, R. J.; SANTOS, M. S. Ergonomic sustainability based on the ergonomic maturity level measurement. *Work*, v. 41, n. Supplement 1, p. 2721-2729, 2012.

VIEGAS, R. A. *Modelo multicritério fuzzy intuicionista para avaliação do nível de maturidade em business process management*. 109 p. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção - PPGEP). Universidade Federal de Pernambuco, 2018.

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

VON WINTERFELDT, D.; EDWARDS, W. *Decision analysis and behavioral research*. New York: Cambridge University Press, 1986.

WENDLER, R. The maturity of maturity model research: A systematic mapping study. *Information and software technology*, v. 54, n. 12, p. 1317-1339, 2012.

WILLIS, C. J.; RANKIN, J. H. The construction industry macro maturity model (CIM3): theoretical underpinnings. *International Journal of Productivity and Performance Management*, V. 64, N. 44, p.382-402, 2012.

XU, Y.; CHAN, A. P. C.; YEUNG, J. F. Y. Developing a fuzzy risk allocation model for PPP projects in China. *Journal of construction engineering and management*, v. 136, n. 8, p. 894-903, 2010.

XU, Li Da; DUAN, Lian. Big data for cyber physical systems in industry 4.0: a survey. *Enterprise Information Systems*, v. 13, n. 2, p. 148-169, 2019.

YOSHIURA, L. J. M.; RODRIGUES, K. T.; QUINTEIRO, G. C. T.; SANTOS NETO, J. B. S.; MARTINS, C. L. *Análise multicritério para problemática de classificação: uma revisão de literatura*. In VIII Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção, 2018, Ponta Grossa, Paraná, Brasil. Anais: UTFPR- Ponta Grossa, 2018.

YU, W. *ELECTRE TRI (aspects méthodologiques et manuel d'utilisation)*. Document-Université de Paris-Dauphine, LAMSADE, 1992.

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

ZHAO, X.; HWANG, B. G.; LOW, S. P. Developing fuzzy enterprise risk management maturity model for construction firms. *Journal of Construction Engineering and Management*, v. 139, n. 9, p. 1179-1189, 2013.

ZHAO, X., HWANG, B. G., LOW, S. P. An enterprise risk management knowledge-based decision support system for construction firms. *Engineering, Construction and Architectural Management*, v. 23, n. 3, p. 369-384, 2016.

ZHONG, L. D.; LEUNG, R. L.; WU, B. H.; SHAO, J. An application of the capability maturity model for evaluating attraction websites in mainland China. *International journal of tourism research*, v. 16, n. 5, p. 429-440, 2014.

ZIMMERMANN, H. J. *Fuzzy Set Theory—and Its Applications*. Springer, Dordrecht, 1996.

ZOPOUNIDIS, C.; DOUMPOS, M. A multicriteria decision aid methodology for sorting decision problems: The case of financial distress. *Computational Economics*, v. 14, n. 3, 197-218, 1999.

ZOU, P. X. W.; CHEN, Y.; CHAN, T.-Y. Understanding and improving your risk management capability: assessment model for construction organizations. *Journal of Construction Engineering and Management*, v. 136, n. 8, p. 854-863, 2009.

ZWIKAEEL, O.; GLOBERSON, S. Evaluating the quality of project planning: a model and field results. *International Journal of Production Research*, v. 42, n. 8, p. 1545-1556, 2004.

## APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO DOS MM EM GERENCIAMENTO DE PROJETOS

Esta pesquisa, possui carácter acadêmico e é realizada por pesquisadores da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) em conjunto com a Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). A pesquisa tem como objetivo validar procedimentos para aplicação de Modelos de Maturidade. As respostas coletadas por este questionário apoiarão de maneira relevante o desenvolvimento da área de pesquisa relacionada ao uso de Modelos de Maturidade. Nesta pesquisa, será preservado o anonimato da empresa e dos respondentes.

O questionário a seguir permitirá avaliar 3 Modelos de Maturidade para o gerenciamento de projetos com o objetivo de identificar qual deles melhor atenderá os objetivos da sua organização.

Após preenchido, por favor, enviar o arquivo para o email joao.sarmiento@ufms.br

<b>Responda as questões abaixo com base nas informações contidas na coluna da direita</b>	<b>Informações do modelo OPM3</b>
<p>1. A quantidade de itens a serem avaliados <b>não</b> irá dificultar a aplicação do modelo <b>OPM3</b> na organização.</p> <p>[ ] Discordo totalmente            [ ] Discordo parcialmente            [ ] Indiferente            [ ] Concordo parcialmente            [ ] Concordo totalmente</p>	<p><b>C1 – Itens de avaliação</b></p> <p>C1.1 - Quantidade de itens de avaliação: 151.</p>
<p>2. A proposta e arquitetura do modelo avaliado (<b>OPM3</b>) estão alinhados aos objetivos da organização.</p> <p>[ ] Discordo totalmente            [ ] Discordo parcialmente            [ ] Indiferente            [ ] Concordo parcialmente            [ ] Concordo totalmente</p>	<p><b>C2 - Propósito e arquitetura do modelo</b></p> <p>C2.1 - Propósito (Finalidade para a qual o MM deve ser usado): Conscientização.</p> <p>C2.2 - Tipo de arquitetura (oferece a possibilidade de definir um roteiro por dimensão/ capacidade e/ ou um roteiro para a maturidade global): Evolução contínua e estagiada (a arquitetura contínua apresenta</p>

	<p>níveis de maturidade para cada uma das dimensões avaliadas pelo modelo. Ou seja, existe um roteiro para cada área. Já na estagiada os níveis de maturidade estão vinculados a todas as dimensões, apresentando um roteiro geral de maturidade).</p> <p>C2.3 – Detalhes da arquitetura (o grau de orientação que um MM fornece em direção a uma maturidade mais elevada): Implícito prescritivo (as práticas de melhoria estão implícitas as questões de avaliação. Ou seja, os avaliadores podem derivar os critérios das perguntas da avaliação).</p> <p>C2.4 - Disponibilidade de avaliação / transparência (se os itens de avaliação e o cálculo de nível estão disponíveis ao público): Conhecido.</p> <p>C2.5 - Independência da indústria (se o MM possui parâmetros que direcionam a um segmento específico ou genérico): Geral.</p>
<p>3. As informações requeridas do modelo avaliado a esquerda estão alinhados aos objetivos da organização?</p> <p><input type="checkbox"/> Discordo totalmente</p> <p><input type="checkbox"/> Discordo parcialmente</p> <p><input type="checkbox"/> Indiferente</p> <p><input type="checkbox"/> Concordo parcialmente</p> <p><input type="checkbox"/> Concordo totalmente</p>	<p><b>C3 – Informações requeridas</b></p> <p>C3.1 - Técnica de coleta de dados (a maneira como as informações são coletadas durante uma avaliação): Subjetivo (coleta de dados por questionários, entrevistas, grupos focais, observações etc).</p> <p>C3.2 - Escala de avaliação (o tipo de dados que são coletados durante uma avaliação): Qualitativo (com perguntas abertas ou com escalas de classificação nominal ou ordinal).</p> <p>C3.3 - Papel funcional dos respondentes (o</p>

	reconhecimento explícito de que pessoas de fora da(s) organização(ões) avaliadas (stakeholders) podem ser incluídas como respondentes): Somente interno.
--	--

<b>Responda as questões abaixo com base nas informações contidas na coluna da direita</b>	<b>Informações do modelo KPMMM</b>
<p>1. A Quantidade de itens a serem avaliados <b>não</b> irá dificultar a aplicação do modelo <b>KPMMM</b> na organização.</p> <p><input type="checkbox"/> Discordo totalmente</p> <p><input type="checkbox"/> Discordo parcialmente</p> <p><input type="checkbox"/> Indiferente</p> <p><input type="checkbox"/> Concordo parcialmente</p> <p><input type="checkbox"/> Concordo totalmente</p>	<p><b>C1 – Itens de avaliação</b></p> <p>C1.1 - Quantidade de itens de avaliação: 183 (122 questões e 61 declarações).</p>
<p>2. A proposta e arquitetura do modelo avaliado (<b>KPMMM</b>) estão alinhados aos objetivos da organização?</p> <p><input type="checkbox"/> Discordo totalmente</p> <p><input type="checkbox"/> Discordo parcialmente</p> <p><input type="checkbox"/> Indiferente</p> <p><input type="checkbox"/> Concordo parcialmente</p> <p><input type="checkbox"/> Concordo totalmente</p>	<p><b>C2 - Propósito e arquitetura do modelo</b></p> <p>C2.1 - Propósito (Finalidade para a qual o MM deve ser usado): Benchmarking (comparação com resultados passados ou de outras organizações).</p> <p>C2.2 - Tipo de arquitetura (oferece a possibilidade de definir um roteiro por dimensão/ capacidade e/ ou um roteiro para a maturidade global): Evolução somente estagiada (os níveis de maturidade estão vinculados a todas as dimensões, apresentando um roteiro geral de maturidade).</p> <p>C2.3 – Detalhes da arquitetura (o grau de</p>

	<p>orientação que um MM fornece em direção a uma maturidade mais elevada): Explícito prescritivo (o roteiro de melhoria lista critérios separadamente das perguntas da avaliação).</p> <p>C2.4 - Disponibilidade de avaliação / transparência (se os itens de avaliação e o cálculo de nível estão disponíveis ao público): Conhecido.</p> <p>C2.5 - Independência da indústria (se o MM possui parâmetros que direcionam a um segmento específico ou genérico): Geral.</p>
<p>3. As informações requeridas do modelo avaliado a esquerda estão alinhados aos objetivos da organização?</p> <p><input type="checkbox"/> Discordo totalmente</p> <p><input type="checkbox"/> Discordo parcialmente</p> <p><input type="checkbox"/> Indiferente</p> <p><input type="checkbox"/> Concordo parcialmente</p> <p><input type="checkbox"/> Concordo totalmente</p>	<p><b>C3 – Informações requeridas</b></p> <p>C3.1 - Técnica de coleta de dados (a maneira como as informações são coletadas durante uma avaliação): Subjetivo (coleta de dados por questionários, entrevistas, grupos focais, observações etc).</p> <p>C3.2 - Escala de avaliação (o tipo de dados que são coletados durante uma avaliação): Qualitativo (com perguntas abertas ou com escalas de classificação nominal ou ordinal).</p> <p>C3.3 - Papel funcional dos respondentes (o reconhecimento explícito de que pessoas de fora da(s) organização(ões) avaliadas (stakeholders) podem ser incluídas como respondentes): Somente interno.</p>

<p><b>Responda as questões abaixo com base nas informações contidas na coluna da direita</b></p>	<p><b>Informações do modelo PMMM</b></p>
<p>1. A Quantidade de itens a serem</p>	<p><b>C1 – Itens de avaliação</b></p>

<p>avaliados <b>não</b> irá dificultar a aplicação do modelo PMMM na organização.</p> <p><input type="checkbox"/> Discordo totalmente</p> <p><input type="checkbox"/> Discordo parcialmente</p> <p><input type="checkbox"/> Indiferente</p> <p><input type="checkbox"/> Concordo parcialmente</p> <p><input type="checkbox"/> Concordo totalmente</p>	<p>C1.1 - Quantidade de itens de avaliação: 52.</p>
<p>2. A proposta e arquitetura do modelo avaliado (PMMM) estão alinhados aos objetivos da organização?</p> <p><input type="checkbox"/> Discordo totalmente</p> <p><input type="checkbox"/> Discordo parcialmente</p> <p><input type="checkbox"/> Indiferente</p> <p><input type="checkbox"/> Concordo parcialmente</p> <p><input type="checkbox"/> Concordo totalmente</p>	<p><b>C2 - Propósito e arquitetura do modelo</b></p> <p>C2.1 - Propósito (Finalidade para a qual o MM deve ser usado): Benchmarking (comparação com resultados passados ou de outras organizações).</p> <p>C2.2 - Tipo de arquitetura (oferece a possibilidade de definir um roteiro por dimensão/ capacidade e/ ou um roteiro para a maturidade global): Evolução contínua e estagiada (a arquitetura contínua apresenta níveis de maturidade para cada uma das dimensões avaliadas pelo modelo. Ou seja, existe um roteiro para cada área. Já na estagiada os níveis de maturidade estão vinculados a todas as dimensões, apresentando um roteiro geral de maturidade).</p> <p>C2.3 – Detalhes da arquitetura (o grau de orientação que um MM fornece em direção a uma maturidade mais elevada): Explícito prescritivo (o roteiro de melhoria lista critérios separadamente das perguntas da avaliação).</p>

	<p>C2.4 - Disponibilidade de avaliação / transparência (se os itens de avaliação e o cálculo de nível estão disponíveis ao público): Conhecido.</p> <p>C2.5 - Independência da indústria (se o MM possui parâmetros que direcionam a um segmento específico ou genérico): Geral.</p>
<p>3. As informações requeridas do modelo avaliado a esquerda estão alinhados aos objetivos da organização?</p> <p><input type="checkbox"/> Discordo totalmente</p> <p><input type="checkbox"/> Discordo parcialmente</p> <p><input type="checkbox"/> Indiferente</p> <p><input type="checkbox"/> Concordo parcialmente</p> <p><input type="checkbox"/> Concordo totalmente</p>	<p><b>C3 – Informações requeridas</b></p> <p>C3.1 - Técnica de coleta de dados (a maneira como as informações são coletadas durante uma avaliação): Subjetivo (coleta de dados por questionários, entrevistas, grupos focais, observações etc).</p> <p>C3.2 - Escala de avaliação (o tipo de dados que são coletados durante uma avaliação): Qualitativo (com perguntas abertas ou com escalas de classificação nominal ou ordinal).</p> <p>C3.3 - Papel funcional dos respondentes (o reconhecimento explícito de que pessoas de fora da(s) organização(ões) avaliadas (stakeholders) podem ser incluídas como respondentes): Somente interno.</p>

<p><b>Responda as questões abaixo com base nas informações contidas na coluna da direita</b></p>	<p><b>Informações do modelo P2M3</b></p>
<p>1. A Quantidade de itens a serem avaliados <b>não</b> irá dificultar a aplicação do modelo <b>P2M3</b> na organização.</p> <p><input type="checkbox"/> Discordo totalmente</p>	<p><b>C1 – Itens de avaliação</b></p> <p>C1.1 - Quantidade de itens de avaliação: 40.</p>

<input type="checkbox"/> Discordo parcialmente <input type="checkbox"/> Indiferente <input type="checkbox"/> Concordo parcialmente <input type="checkbox"/> Concordo totalmente	
<p>2. A proposta e arquitetura do modelo avaliado (<b>P2M3</b>) estão alinhados aos objetivos da organização?</p> <input type="checkbox"/> Discordo totalmente <input type="checkbox"/> Discordo parcialmente <input type="checkbox"/> Indiferente <input type="checkbox"/> Concordo parcialmente <input type="checkbox"/> Concordo totalmente	<p><b>C2 - Propósito e arquitetura do modelo</b></p> <p>C2.1 - Propósito (Finalidade para a qual o MM deve ser usado): Benchmarking (comparação com resultados passados ou de outras organizações).</p> <p>C2.2 - Tipo de arquitetura (oferece a possibilidade de definir um roteiro por dimensão/ capacidade e/ ou um roteiro para a maturidade global): Evolução somente estagiada (os níveis de maturidade estão vinculados a todas as dimensões, apresentando um roteiro geral de maturidade).</p> <p>C2.3 – Detalhes da arquitetura (o grau de orientação que um MM fornece em direção a uma maturidade mais elevada): Explícito prescritivo (o roteiro de melhoria lista critérios separadamente das perguntas da avaliação).</p> <p>C2.4 - Disponibilidade de avaliação / transparência (se os itens de avaliação e o cálculo de nível estão disponíveis ao público): Conhecido.</p> <p>C2.5 - Independência da indústria (se o MM possui parâmetros que direcionam a um segmento específico ou genérico): Geral.</p>
<p>3. As informações requeridas do modelo <b>P2M3</b> estão alinhados aos objetivos da</p>	<p><b>C3 – Informações requeridas</b></p>

<p>organização?</p> <p><input type="checkbox"/> Discordo totalmente</p> <p><input type="checkbox"/> Discordo parcialmente</p> <p><input type="checkbox"/> Indiferente</p> <p><input type="checkbox"/> Concordo parcialmente</p> <p><input type="checkbox"/> Concordo totalmente</p>	<p>C3.1 - Técnica de coleta de dados (a maneira como as informações são coletadas durante uma avaliação): Subjetivo (coleta de dados por questionários, entrevistas, grupos focais, observações etc).</p> <p>C3.2 - Escala de avaliação (o tipo de dados que são coletados durante uma avaliação): Qualitativo (com perguntas abertas ou com escalas de classificação nominal ou ordinal).</p> <p>C3.3 - Papel funcional dos respondentes (o reconhecimento explícito de que pessoas de fora da(s) organização(ões) avaliadas (stakeholders) podem ser incluídas como respondentes): Somente interno.</p>
---	---

## APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO ADAPTADO PARA APLICAÇÃO DO P2M3

Esta pesquisa, possui carácter acadêmico e é realizada por pesquisadores da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Tem como objetivo validar procedimentos para aplicação de modelos de maturidade. Neste estudo, será preservado o anonimato da empresa e dos respondentes.

O questionário que segue, possui 40 questões e busca identificar a aplicação de práticas para avaliação do nível de maturidade em **gerenciamento de projetos** em um dos cinco níveis do modelo de maturidade de Prado.

Nome:	Cargo:
Tempo no cargo atual:	Tempo de empresa:
Formação acadêmica: Sim ( ) Não ( ). Se sim, qual?	Pós- graduação: Sim ( ) Não ( ). Se sim, qual?

Sobre as seguintes afirmações, marque com um 'X' a opção mais adequada:

1. Diversos elementos do setor participaram de treinamentos nos últimos 12 meses. Os treinamentos abordaram aspectos ligados a áreas de conhecimentos e processos (tais como os padrões disponíveis, PMBOK, IPMA, Prince2, etc.).

<input type="checkbox"/>	A prática não é amplamente utilizada na organização.
<input type="checkbox"/>	Há uma forte discussão sobre usar a prática, mas nenhuma decisão.
<input type="checkbox"/>	Existe a decisão e um plano de ação para começar a usar a prática.
<input type="checkbox"/>	A prática foi testada e experiência pode ser adquirida.
<input type="checkbox"/>	A prática é amplamente utilizada na organização.

2. Diversos profissionais do setor participaram de treinamento em softwares para gerenciamento de tempo (sequenciamento de tarefas, cronogramas, Gantt, etc.) nos últimos 12 meses e o utilizaram em seus projetos.

<input type="checkbox"/>	A prática não é amplamente utilizada na organização.
<input type="checkbox"/>	Há uma forte discussão sobre usar a prática, mas nenhuma decisão.
<input type="checkbox"/>	Existe a decisão e um plano de ação para começar a usar a prática.
<input type="checkbox"/>	A prática foi testada e experiência pode ser adquirida.
<input type="checkbox"/>	A prática é amplamente utilizada na organização.

3. Nos últimos 12 meses, diversos elementos do setor têm efetuado o planejamento, o acompanhamento e o encerramento de uma quantidade razoável de projetos,

baseando-se em padrões conhecidos (PMBOK, etc.) e em ferramentas computacionais (MS-Project, etc.).

	A prática não é amplamente utilizada na organização.
	Há uma forte discussão sobre usar a prática, mas nenhuma decisão.
	Existe a decisão e um plano de ação para começar a usar a prática.
	A prática foi testada e experiência pode ser adquirida.
	A prática é amplamente utilizada na organização.

4. Em relação à aceitação, por parte dos principais envolvidos com gestão na organização, da importância do assunto Gerenciamento de Projetos para agregar valor à organização. Tem se observado, nos últimos 12 meses, iniciativas para o desenvolvimento/aperfeiçoamento do entendimento do assunto, tais como reuniões para se discutir o assunto, participação em congressos, cursos, etc.

	A prática não é amplamente utilizada na organização.
	Há uma forte discussão sobre usar a prática, mas nenhuma decisão.
	Existe a decisão e um plano de ação para começar a usar a prática.
	A prática foi testada e experiência pode ser adquirida.
	A prática é amplamente utilizada na organização.

5. Em relação à aceitação, por parte dos principais envolvidos com gestão na organização, da importância de se possuir uma metodologia. Tem se observado, nos últimos 12 meses, iniciativas para o desenvolvimento/aperfeiçoamento do entendimento do assunto, tais como reuniões para se discutir o assunto, participação em congressos, cursos, etc.

	A prática não é amplamente utilizada na organização.
	Há uma forte discussão sobre usar a prática, mas nenhuma decisão.
	Existe a decisão e um plano de ação para começar a usar a prática.
	A prática foi testada e experiência pode ser adquirida.
	A prática é amplamente utilizada na organização.

6. Em relação à aceitação, por parte dos principais envolvidos com gestão na organização da importância de se possuir um sistema informatizado para atender ao gerenciamento dos projetos. Tem se observado, nos últimos 12 meses, iniciativas para o desenvolvimento/aperfeiçoamento do entendimento do assunto, tais como reuniões para se discutir o assunto, participação em congressos, cursos, etc.

	A prática não é amplamente utilizada na organização.
	Há uma forte discussão sobre usar a prática, mas nenhuma decisão.
	Existe a decisão e um plano de ação para começar a usar a prática.

	A prática foi testada e experiência pode ser adquirida.
	A prática é amplamente utilizada na organização.

7. Em relação à aceitação, por parte dos principais envolvidos com gestão na organização, da importância dos componentes da estrutura organizacional (Gerentes de Projeto, PMO- escritório de projetos, Comitês, Sponsor, etc.). Tem se observado, nos últimos 12 meses, iniciativas para o desenvolvimento/aperfeiçoamento do entendimento do assunto, tais como reuniões para se discutir o assunto, participação em congressos, cursos, etc.

	A prática não é amplamente utilizada na organização.
	Há uma forte discussão sobre usar a prática, mas nenhuma decisão.
	Existe a decisão e um plano de ação para começar a usar a prática.
	A prática foi testada e experiência pode ser adquirida.
	A prática é amplamente utilizada na organização.

8. Em relação à aceitação, por parte dos principais envolvidos com gestão na organização, da importância de os projetos do setor estejam rigorosamente alinhados com as estratégias e prioridades da organização. Tem se observado, nos últimos 12 meses, iniciativas para o desenvolvimento/aperfeiçoamento do entendimento do assunto, tais como reuniões para se discutir o assunto, participação em congressos, cursos, etc.

	A prática não é amplamente utilizada na organização.
	Há uma forte discussão sobre usar a prática, mas nenhuma decisão.
	Existe a decisão e um plano de ação para começar a usar a prática.
	A prática foi testada e experiência pode ser adquirida.
	A prática é amplamente utilizada na organização.

9. Em relação à aceitação, por parte dos principais envolvidos com gestão na organização, da importância de se evoluir em competência comportamental (liderança, negociação, comunicação, conflitos, etc.). Tem se observado, nos últimos 12 meses, iniciativas para o desenvolvimento/aperfeiçoamento do entendimento do assunto, tais como reuniões para se discutir o assunto, participação em congressos, cursos, etc.

	A prática não é amplamente utilizada na organização.
	Há uma forte discussão sobre usar a prática, mas nenhuma decisão.
	Existe a decisão e um plano de ação para começar a usar a prática.
	A prática foi testada e experiência pode ser adquirida.
	A prática é amplamente utilizada na organização.

10. Em relação à aceitação, por parte dos principais envolvidos com gestão na organização, da importância de se evoluir em competência técnica e contextual (ou seja, assuntos ligados ao produto, aos negócios, à estratégia da organização, seus clientes, etc.). Tem se observado, nos últimos 12 meses, iniciativas para o desenvolvimento/aperfeiçoamento do entendimento do assunto, tais como reuniões para se discutir o assunto, participação em congressos, cursos, etc.

	A prática não é amplamente utilizada na organização.
	Há uma forte discussão sobre usar a prática, mas nenhuma decisão.
	Existe a decisão e um plano de ação para começar a usar a prática.
	A prática foi testada e experiência pode ser adquirida.
	A prática é amplamente utilizada na organização.

11. Existe uma metodologia contendo os processos e áreas de conhecimentos necessários e alinhados a algum dos padrões existentes (PMBOK, PRINCE2, IPMA, etc.). Ela diferencia projetos pelo tamanho (grande, médio e pequeno) e está em uso há mais de um ano.

	A prática não é amplamente utilizada na organização.
	Há uma forte discussão sobre usar a prática, mas nenhuma decisão.
	Existe a decisão e um plano de ação para começar a usar a prática.
	A prática foi testada e experiência pode ser adquirida.
	A prática é amplamente utilizada na organização.

12. Em relação à informatização dos processos para gerenciamento dos projetos existe um sistema, aparentemente completo, adequado e amigável. Ele contempla diferentes tamanhos de projetos e permite armazenar e consultar dados de projetos encerrados. Está em uso pelos principais envolvidos (que foram treinados) há mais de um ano.

	A prática não é amplamente utilizada na organização.
	Há uma forte discussão sobre usar a prática, mas nenhuma decisão.
	Existe a decisão e um plano de ação para começar a usar a prática.
	A prática foi testada e experiência pode ser adquirida.
	A prática é amplamente utilizada na organização.

13. Em relação ao mapeamento e padronização dos processos desde (caso aplicáveis) o surgimento da ideia, os estudos técnicos, o estudo de viabilidade, as negociações, a aprovação do orçamento, a alocação de recursos, a implementação do projeto e uso: Todos os processos descritos foram mapeados, padronizados e, alguns, informatizados (tanto da ótica do desenvolvimento do produto como do seu gerenciamento). O material existente é, aparentemente, completo e adequado e está em uso há mais de um ano.

	A prática não é amplamente utilizada na organização.
	Há uma forte discussão sobre usar a prática, mas nenhuma decisão.
	Existe a decisão e um plano de ação para começar a usar a prática.
	A prática foi testada e experiência pode ser adquirida.
	A prática é amplamente utilizada na organização.

14. Em relação ao documento Plano do Projeto, que deve conter a abordagem para executar cada projeto em função de sua complexidade e também ser utilizado para monitorar o progresso do projeto e controlar variações, riscos e stakeholders. A criação deste documento demanda reuniões entre os principais envolvidos até a aprovação da baseline (guia para acompanhamento das atividades), com suas metas para prazos, custos e indicadores de resultados (se aplicável). Este processo está em uso há mais de um ano e é bem aceito.

	A prática não é amplamente utilizada na organização.
	Há uma forte discussão sobre usar a prática, mas nenhuma decisão.
	Existe a decisão e um plano de ação para começar a usar a prática.
	A prática foi testada e experiência pode ser adquirida.
	A prática é amplamente utilizada na organização.

15. Em relação ao Escritório de Gerenciamento de Projetos (EGP ou PMO) ou suas variações. Suas funções foram identificadas, mapeadas e padronizadas e são utilizadas por seus membros, que possuem o treinamento necessário em GP. É bem aceito, está operando há mais de um ano e influencia positivamente os projetos do setor.

	A prática não é amplamente utilizada na organização.
	Há uma forte discussão sobre usar a prática, mas nenhuma decisão.
	Existe a decisão e um plano de ação para começar a usar a prática.
	A prática foi testada e experiência pode ser adquirida.
	A prática é amplamente utilizada na organização.

16. Em relação ao uso de Comitês (ou sistemas executivos de monitoramento ou equivalentes) para acompanhamento dos projetos durante suas execuções. Foram implantados, reúnem-se periodicamente e têm forte influência no andamento dos projetos sob seu acompanhamento. São bem aceitos e estão operando há mais de um ano.

	A prática não é amplamente utilizada na organização.
	Há uma forte discussão sobre usar a prática, mas nenhuma decisão.

	Existe a decisão e um plano de ação para começar a usar a prática.
	A prática foi testada e experiência pode ser adquirida.
	A prática é amplamente utilizada na organização.

17. Em relação ao acompanhamento da execução de cada projeto, em reuniões efetuadas pelo gerente do projeto com sua equipe para atualizar o plano do projeto e tratar as exceções e os riscos. São realizadas reuniões periódicas que permitem que todos percebam o andamento do projeto. Os dados são coletados e comparados com a baseline. Em caso de desvio, contramedidas são implementadas. E feita análise de riscos. Está em uso há mais de um ano.

	A prática não é amplamente utilizada na organização.
	Há uma forte discussão sobre usar a prática, mas nenhuma decisão.
	Existe a decisão e um plano de ação para começar a usar a prática.
	A prática foi testada e experiência pode ser adquirida.
	A prática é amplamente utilizada na organização.

18. Com relação ao gerenciamento de mudanças (prazo, custos, escopo, resultados, etc.) para projetos em andamento. Os valores da baseline são respeitados durante a vida de cada projeto e evitam-se alterações. Quando uma modificação é solicitada, rigorosos critérios são utilizados para sua análise e aprovação. O modelo funciona adequadamente há mais de um ano.

	A prática não é amplamente utilizada na organização.
	Há uma forte discussão sobre usar a prática, mas nenhuma decisão.
	Existe a decisão e um plano de ação para começar a usar a prática.
	A prática foi testada e experiência pode ser adquirida.
	A prática é amplamente utilizada na organização.

19. Com relação à definição de sucesso e à criação e uso de métricas para avaliação do sucesso dos projetos (ou seja, atingimento de metas: resultados obtidos, atraso, estouro de custos, performance, etc.). Ao término de cada projeto é feita uma avaliação do sucesso e são analisadas as causas de não atingimento de metas. Periodicamente são efetuadas análises no Banco de Dados para identificar os principais fatores ofensores. Está em uso há mais de um ano.

	A prática não é amplamente utilizada na organização.
	Há uma forte discussão sobre usar a prática, mas nenhuma decisão.
	Existe a decisão e um plano de ação para começar a usar a prática.
	A prática foi testada e experiência pode ser adquirida.
	A prática é amplamente utilizada na organização.

20. Com relação à evolução das competências (conhecimentos + experiência) em gestão de projetos, técnica e comportamental dos diversos grupos de envolvidos (alta administração, gerentes de projetos, PMO, etc.). Foram identificadas as competências necessárias para cada grupo de profissionais e foi feito um levantamento envolvendo “Situação Atual” e “Situação Desejada”. Foi executado um Plano de Ação que apresentou resultados convincentes nos últimos 12 meses.

	A prática não é amplamente utilizada na organização.
	Há uma forte discussão sobre usar a prática, mas nenhuma decisão.
	Existe a decisão e um plano de ação para começar a usar a prática.
	A prática foi testada e experiência pode ser adquirida.
	A prática é amplamente utilizada na organização.

21. Em relação à eliminação de anomalias (atrasos, estouro de orçamento, não conformidade de escopo, qualidade, resultados, etc.) oriundas do próprio setor ou de setores externos (interfaces). Todas as principais anomalias foram identificadas e eliminadas (ou mitigadas) pelo estabelecimento de ações (contramedidas) para evitar que estas causas se repitam. Este cenário está em funcionamento com sucesso há mais de 2 anos.

	A prática não é amplamente utilizada na organização.
	Há uma forte discussão sobre usar a prática, mas nenhuma decisão.
	Existe a decisão e um plano de ação para começar a usar a prática.
	A prática foi testada e experiência pode ser adquirida.
	A prática é amplamente utilizada na organização.

22. Com relação ao sucesso da carteira de projetos do setor, envolvendo (se aplicável) os seguintes componentes: benefícios, resultados esperados, satisfação de stakeholders, lucratividade, atrasos, custos, conformidade de escopo e qualidade, etc. Foram estabelecidas metas, para o desempenho da carteira, para os diversos indicadores que são componentes da definição de sucesso (metas coerentes com o esperado para o nível 4 de maturidade). Estas metas têm sido atingidas nos últimos 2 anos.

	A prática não é amplamente utilizada na organização.
	Há uma forte discussão sobre usar a prática, mas nenhuma decisão.
	Existe a decisão e um plano de ação para começar a usar a prática.
	A prática foi testada e experiência pode ser adquirida.
	A prática é amplamente utilizada na organização.

23. Em relação ao envolvimento da alta administração (ou seja, as chefias

superiores que têm alguma influência nos projetos do setor) com o assunto “Gerenciamento de Projetos”. Nos últimos dois anos tem havido um adequado envolvimento da alta administração com o assunto, participando dos comitês e acompanhando “de perto” os projetos estratégicos. Ela possui o conhecimento adequado, têm atitudes firmes e estimula o tema GP.

	A prática não é amplamente utilizada na organização.
	Há uma forte discussão sobre usar a prática, mas nenhuma decisão.
	Existe a decisão e um plano de ação para começar a usar a prática.
	A prática foi testada e experiência pode ser adquirida.
	A prática é amplamente utilizada na organização.

24. Em um ambiente de boa governança temos eficiência e eficácia devido à correta estrutura organizacional. Ademais, os principais envolvidos são competentes, pró-ativos e utilizam corretamente os recursos disponíveis (processos, ferramentas, etc.). Existe boa governança no setor. As decisões certas são tomadas na hora certa, pela pessoa certa e produzem os resultados certos e esperados. Isto vem ocorrendo há mais de dois anos.

	A prática não é amplamente utilizada na organização.
	Há uma forte discussão sobre usar a prática, mas nenhuma decisão.
	Existe a decisão e um plano de ação para começar a usar a prática.
	A prática foi testada e experiência pode ser adquirida.
	A prática é amplamente utilizada na organização.

25. Em relação à Melhoria Contínua, praticada por meio de controle e medição das dimensões da governança de projetos (metodologia, informatização, estrutura organizacional, competências e alinhamento estratégico). Existe um sistema pelo qual tais assuntos são periodicamente avaliados e os aspectos que mostram fragilidade ou inadequabilidade são discutidos e melhorados. É bem aceito e praticado pelos principais envolvidos há mais de 2 anos.

	A prática não é amplamente utilizada na organização.
	Há uma forte discussão sobre usar a prática, mas nenhuma decisão.
	Existe a decisão e um plano de ação para começar a usar a prática.
	A prática foi testada e experiência pode ser adquirida.
	A prática é amplamente utilizada na organização.

26. Em relação ao acompanhamento do trabalho efetuado pelos gerentes de projetos e ao estímulo que lhes é concedido no sentido de atingirem as metas de seus projetos. Existe um Sistema de Avaliação dos gerentes de projetos, pelo qual se estabelecem metas e, ao final do período, se avalia quão bem eles se destacaram, podendo, eventualmente, obter bônus pelo desempenho. O sistema

funciona com sucesso há pelo menos 2 anos.

	A prática não é amplamente utilizada na organização.
	Há uma forte discussão sobre usar a prática, mas nenhuma decisão.
	Existe a decisão e um plano de ação para começar a usar a prática.
	A prática foi testada e experiência pode ser adquirida.
	A prática é amplamente utilizada na organização.

27. Em relação ao aperfeiçoamento da capacidade dos gerentes de projetos do setor, com ênfase em relacionamentos humanos (liderança, negociação, conflitos, motivação, etc.). Praticamente todos os gerentes passaram por um amplo programa de capacitação em relacionamentos humanos. O programa está funcionando com sucesso há pelo menos dois anos e sempre apresenta novos treinamentos.

	A prática não é amplamente utilizada na organização.
	Há uma forte discussão sobre usar a prática, mas nenhuma decisão.
	Existe a decisão e um plano de ação para começar a usar a prática.
	A prática foi testada e experiência pode ser adquirida.
	A prática é amplamente utilizada na organização.

28. Em relação ao estímulo para a constante capacitação e para a obtenção de certificação (PMP, IPMA, PRINCE2, etc.) pelos gerentes de projetos e elementos do Escritório de Projetos. Existe uma política para estimular os profissionais a se capacitarem continuamente e a obter uma certificação. Está em funcionamento há mais de dois anos com bons resultados e uma quantidade adequada de profissionais já obteve certificação.

	A prática não é amplamente utilizada na organização.
	Há uma forte discussão sobre usar a prática, mas nenhuma decisão.
	Existe a decisão e um plano de ação para começar a usar a prática.
	A prática foi testada e experiência pode ser adquirida.
	A prática é amplamente utilizada na organização.

29. Em relação ao alinhamento dos projetos executados no setor com os negócios da organização (ou com o Planejamento Estratégico). Na etapa de criação de cada projeto (Business Case ou Plano do Negócio) é feita uma avaliação dos resultados/benefícios a serem agregados pelo projeto, os quais devem estar claramente relacionados com as metas das Estratégias. Funciona há 2 anos.

	A prática não é amplamente utilizada na organização.
	Há uma forte discussão sobre usar a prática, mas nenhuma decisão.

	Existe a decisão e um plano de ação para começar a usar a prática.
	A prática foi testada e experiência pode ser adquirida.
	A prática é amplamente utilizada na organização.

30. Com relação à competência em aspectos técnicos pela equipe responsável pela criação e implementação do produto (bem, serviço ou resultado), nos últimos dois anos todos os envolvidos são altamente competentes nesta área, o que contribuiu para que retrabalhos e perdas caíssem para patamares quase nulos.

	A prática não é amplamente utilizada na organização.
	Há uma forte discussão sobre usar a prática, mas nenhuma decisão.
	Existe a decisão e um plano de ação para começar a usar a prática.
	A prática foi testada e experiência pode ser adquirida.
	A prática é amplamente utilizada na organização.

31. Um dos mais importantes pilares da otimização é a inovação tecnológica e de processos por permitir saltos de qualidade e eficiência. O tema deixou de ser tabu e houve significativa evolução no aspecto inovação que permitiu visualizar os produtos e processos sob novos prismas. Nos dois últimos anos, ocorreram diversas iniciativas inovadoras com resultados totalmente compensadores.

	A prática não é amplamente utilizada na organização.
	Há uma forte discussão sobre usar a prática, mas nenhuma decisão.
	Existe a decisão e um plano de ação para começar a usar a prática.
	A prática foi testada e experiência pode ser adquirida.
	A prática é amplamente utilizada na organização.

32. Com relação à competência (conhecimentos + experiência + atitude) da equipe em planejamento e acompanhamento de prazos e/ou custos e/ou escopo. A equipe tem demonstrado, nos últimos dois anos, um domínio tão expressivo nestes aspectos que tem permitido significativas otimizações nas durações / custos / escopo dos projetos. A equipe domina algumas técnicas, tais como Ágil/Enxuta (Agile/Lean).

	A prática não é amplamente utilizada na organização.
	Há uma forte discussão sobre usar a prática, mas nenhuma decisão.
	Existe a decisão e um plano de ação para começar a usar a prática.
	A prática foi testada e experiência pode ser adquirida.
	A prática é amplamente utilizada na organização.

33. Com relação à competência (conhecimentos + experiência + atitude) da equipe

na gestão das partes envolvidas (stakeholders) e gestão de riscos. A equipe tem demonstrado, nos últimos dois anos, um domínio tão expressivo nestes aspectos que tem permitido que os projetos avancem “sem nenhum susto”. A equipe domina aspectos de complexidade estrutural, tal como pensamento sistêmico (system thinking).

	A prática não é amplamente utilizada na organização.
	Há uma forte discussão sobre usar a prática, mas nenhuma decisão.
	Existe a decisão e um plano de ação para começar a usar a prática.
	A prática foi testada e experiência pode ser adquirida.
	A prática é amplamente utilizada na organização.

34. Com relação à competência (conhecimentos + experiência + atitude) da equipe em aspectos técnicos do produto (bem, serviço ou resultado) sendo criado. A equipe tem demonstrado domínio tão expressivo nestes aspectos, incluindo (se aplicável) avanços na tecnologia, VIPs - Value Improving Practices, etc., que têm permitido significativas otimizações nas características técnicas do produto sendo criado.

	A prática não é amplamente utilizada na organização.
	Há uma forte discussão sobre usar a prática, mas nenhuma decisão.
	Existe a decisão e um plano de ação para começar a usar a prática.
	A prática foi testada e experiência pode ser adquirida.
	A prática é amplamente utilizada na organização.

35. Com relação ao sistema informatizado. Está em uso há mais de 2 anos um amplo sistema que aborda todas as etapas desde a ideia inicial (ou oportunidade ou necessidade) até a entrega do produto para uso. Ele inclui gestão de portfólio e de programas (se aplicáveis) e projetos encerrados.

	A prática não é amplamente utilizada na organização.
	Há uma forte discussão sobre usar a prática, mas nenhuma decisão.
	Existe a decisão e um plano de ação para começar a usar a prática.
	A prática foi testada e experiência pode ser adquirida.
	A prática é amplamente utilizada na organização.

36. Em relação ao histórico de projetos já encerrados (Gestão do Conhecimento), no que toca aos aspectos (caso aplicáveis): Avaliação dos Resultados Obtidos; Dados do Gerenciamento; Lições Aprendidas; Melhores Práticas, etc. Está disponível, há mais de dois anos, um banco de dados de ótima qualidade. O sistema está em uso pelos principais envolvidos para evitar erros do passado e otimizar o planejamento, a execução e o encerramento dos novos projetos.

	A prática não é amplamente utilizada na organização.
--	--

	Há uma forte discussão sobre usar a prática, mas nenhuma decisão.
	Existe a decisão e um plano de ação para começar a usar a prática.
	A prática foi testada e experiência pode ser adquirida.
	A prática é amplamente utilizada na organização.

37. Em relação à estrutura organizacional existente (projetizada/ matricial forte, balanceada ou fraca/ funcional), envolvendo, de um lado a organização e do outro, os Gerentes de Projetos e o Escritório de Gerenciamento de Projetos (PMO). A estrutura existente é perfeitamente adequada, foi otimizada e funciona de forma totalmente convincente há, pelo menos, 2 anos. O relacionamento entre os envolvidos citados é muito claro e eficiente.

	A prática não é amplamente utilizada na organização.
	Há uma forte discussão sobre usar a prática, mas nenhuma decisão.
	Existe a decisão e um plano de ação para começar a usar a prática.
	A prática foi testada e experiência pode ser adquirida.
	A prática é amplamente utilizada na organização.

38. Em relação à capacidade dos principais envolvidos com projetos do setor em competência comportamental (negociação, liderança, conflitos, motivação, etc.). Os envolvidos atingiram um patamar de excelência neste tema, demonstrando, inclusive, fortes habilidades em assuntos como Inteligência Emocional, Pensamento Sistêmico, Prontidão Cognitiva, etc.

	A prática não é amplamente utilizada na organização.
	Há uma forte discussão sobre usar a prática, mas nenhuma decisão.
	Existe a decisão e um plano de ação para começar a usar a prática.
	A prática foi testada e experiência pode ser adquirida.
	A prática é amplamente utilizada na organização.

39. Em relação ao entendimento, dos principais envolvidos, sobre o contexto da organização (seus negócios, suas estratégias, seus processos, sua estrutura organizacional, seus clientes, etc.). Existe um alto entendimento destes aspectos que são levados em conta no planejamento e execução de projetos de forma que os produtos entregues (bens, serviços ou resultados) realmente estejam à altura da organização.

	A prática não é amplamente utilizada na organização.
	Há uma forte discussão sobre usar a prática, mas nenhuma decisão.
	Existe a decisão e um plano de ação para começar a usar a prática.
	A prática foi testada e experiência pode ser adquirida.

	A prática é amplamente utilizada na organização.
--	--

40. Em relação ao clima existente no setor, relativamente a gerenciamento de projetos. O assunto gerenciamento de projetos é visto como "algo natural e necessário" há, pelo menos, dois anos. Os projetos são alinhados com as estratégias e a execução ocorre sem interrupção, em clima de baixo stress, baixo ruído e alto nível de sucesso.

	A prática não é amplamente utilizada na organização.
	Há uma forte discussão sobre usar a prática, mas nenhuma decisão.
	Existe a decisão e um plano de ação para começar a usar a prática.
	A prática foi testada e experiência pode ser adquirida.
	A prática é amplamente utilizada na organização.

## APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO DOS MM EM GERENCIAMENTO DE RISCOS

Esta pesquisa, possui carácter acadêmico e é realizada por pesquisadores da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) em conjunto com a Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). A pesquisa tem como objetivo validar procedimentos para aplicação de Modelos de Maturidade. As respostas coletadas por este questionário apoiarão de maneira relevante o desenvolvimento da área de pesquisa relacionada ao uso de Modelos de Maturidade. Nesta pesquisa, será preservado o anonimato da empresa e dos respondentes.

O questionário a seguir permitirá avaliar 3 Modelos de Maturidade para o gerenciamento de riscos com o objetivo de identificar qual deles melhor atenderá os objetivos da sua organização.

Após preenchido, por favor, enviar o arquivo para o email joao.sarmiento@ufms.br

<b>Responda as questões abaixo com base nas informações contidas na coluna da direita</b>	<b>Informações do modelo RM3</b>
<p>1. A Quantidade de itens a serem avaliados <b>não</b> irá dificultar a aplicação do modelo <b>RM3</b> na organização.</p> <p><input type="checkbox"/> Discordo totalmente</p> <p><input type="checkbox"/> Discordo parcialmente</p> <p><input type="checkbox"/> Indiferente</p> <p><input type="checkbox"/> Concordo parcialmente</p> <p><input type="checkbox"/> Concordo totalmente</p>	<p><b>C1 – Itens de avaliação</b></p> <p>C1.1 - Quantidade de itens de avaliação: 25.</p>
<p>2. A proposta e arquitetura do modelo avaliado (<b>RM3</b>) estão alinhados aos objetivos da organização.</p> <p><input type="checkbox"/> Discordo totalmente</p> <p><input type="checkbox"/> Discordo parcialmente</p> <p><input type="checkbox"/> Indiferente</p> <p><input type="checkbox"/> Concordo parcialmente</p>	<p><b>C2 - Propósito e arquitetura do modelo</b></p> <p>C2.1 - Propósito (Finalidade para a qual o MM deve ser usado): Benchmarking (comparação com resultados passados ou de outras organizações).</p> <p>C2.2 - Tipo de arquitetura (oferece a possibilidade de definir um roteiro por</p>

<p><input type="checkbox"/> Concordo totalmente</p>	<p>dimensão/ capacidade e/ ou um roteiro para a maturidade global): Evolução contínua e estagiada (a arquitetura contínua apresenta níveis de maturidade para cada uma das dimensões avaliadas pelo modelo. Ou seja, existe um roteiro para cada área. Já na estagiada os níveis de maturidade estão vinculados a todas as dimensões, apresentando um roteiro geral de maturidade)</p> <p>C2.3 – Detalhes da arquitetura (o grau de orientação que um MM fornece em direção a uma maturidade mais elevada): Implícito prescritivo (as práticas de melhoria estão implícitas as questões de avaliação. Ou seja, os avaliadores podem derivar os critérios das perguntas da avaliação).</p> <p>C2.4 - Disponibilidade de avaliação / transparência (se os itens de avaliação e o cálculo de nível estão disponíveis ao público): Conhecido.</p> <p>C2.5 - Independência da indústria (se o MM possui parâmetros que direcionam a um segmento específico ou genérico): Geral.</p>
<p>3. As informações requeridas do modelo avaliado a esquerda estão alinhadas aos objetivos da organização?</p> <p><input type="checkbox"/> Discordo totalmente</p> <p><input type="checkbox"/> Discordo parcialmente</p> <p><input type="checkbox"/> Indiferente</p> <p><input type="checkbox"/> Concordo parcialmente</p>	<p><b>C3 – Informações requeridas</b></p> <p>C3.1 - Técnica de coleta de dados (a maneira como as informações são coletadas durante uma avaliação): Subjetivo (coleta de dados por questionários, entrevistas, grupos focais, observações etc).</p>

<input type="checkbox"/> Concordo totalmente	<p>C3.2 - Escala de avaliação (o tipo de dados que são coletados durante uma avaliação): Qualitativo (com perguntas abertas ou com escalas de classificação nominal ou ordinal).</p> <p>C3.3 - Papel funcional dos respondentes (o reconhecimento explícito de que pessoas de fora da(s) organização(ões) avaliadas (stakeholders) podem ser incluídas como respondentes): Somente interno.</p>
--	---

<b>Responda as questões abaixo com base nas informações contidas na coluna da direita</b>	<b>Informações do modelo ERM-MM</b>
<p>1. A Quantidade de itens a serem avaliados <b>não</b> irá dificultar a aplicação do modelo <b>ERM-MM</b> na organização.</p> <p><input type="checkbox"/> Discordo totalmente</p> <p><input type="checkbox"/> Discordo parcialmente</p> <p><input type="checkbox"/> Indiferente</p> <p><input type="checkbox"/> Concordo parcialmente</p> <p><input type="checkbox"/> Concordo totalmente</p>	<p><b>C1 – Itens de avaliação</b></p> <p>C1.1 - Quantidade de itens de avaliação: 66.</p>
<p>2. A proposta e arquitetura do modelo avaliado (<b>ERM-MM</b>) estão alinhados aos objetivos da organização?</p> <p><input type="checkbox"/> Discordo totalmente</p> <p><input type="checkbox"/> Discordo parcialmente</p> <p><input type="checkbox"/> Indiferente</p> <p><input type="checkbox"/> Concordo parcialmente</p>	<p><b>C2 - Propósito e arquitetura do modelo</b></p> <p>C2.1 - Propósito (Finalidade para a qual o MM deve ser usado): Benchmarking (comparação com resultados passados ou de outras organizações).</p> <p>C2.2 - Tipo de arquitetura (oferece a possibilidade de definir um roteiro por</p>

<p><input type="checkbox"/> Concordo totalmente</p>	<p>dimensão/ capacidade e/ ou um roteiro para a maturidade global): Evolução somente estagiada (os níveis de maturidade estão vinculados a todas as dimensões, apresentando um roteiro geral de maturidade).</p> <p>C2.3 – Detalhes da arquitetura (o grau de orientação que um MM fornece em direção a uma maturidade mais elevada): Descritivo (o roteiro é limitado a uma descrição de alto nível, sem definir práticas de melhoria por nível).</p> <p>C2.4 - Disponibilidade de avaliação / transparência (se os itens de avaliação e o cálculo de nível estão disponíveis ao público): Conhecido.</p> <p>C2.5 - Independência da indústria (se o MM possui parâmetros que direcionam a um segmento específico ou genérico): Geral.</p>
<p>3. As informações requeridas do modelo avaliado a esquerda estão alinhadas aos objetivos da organização?</p> <p><input type="checkbox"/> Discordo totalmente</p> <p><input type="checkbox"/> Discordo parcialmente</p> <p><input type="checkbox"/> Indiferente</p> <p><input type="checkbox"/> Concordo parcialmente</p> <p><input type="checkbox"/> Concordo totalmente</p>	<p><b>C3 – Informações requeridas</b></p> <p>C3.1 - Técnica de coleta de dados (a maneira como as informações são coletadas durante uma avaliação): Subjetivo (coleta de dados por questionários, entrevistas, grupos focais, observações etc).</p> <p>C3.2 - Escala de avaliação (o tipo de dados que são coletados durante uma avaliação): Qualitativo (com perguntas abertas ou com escalas de classificação nominal ou ordinal).</p> <p>C3.3 - Papel funcional dos respondentes (o reconhecimento explícito de que pessoas de</p>

	fora da(s) organização(ões) avaliadas (stakeholders) podem ser incluídas como respondentes): Somente interno.
--	---

<b>Responda as questões abaixo com base nas informações contidas na coluna da direita</b>	<b>Informações do modelo PRMM</b>
<p>1. A Quantidade de itens a serem avaliados <b>não</b> irá dificultar a aplicação do modelo <b>PRMM</b> na organização.</p> <p><input type="checkbox"/> Discordo totalmente</p> <p><input type="checkbox"/> Discordo parcialmente</p> <p><input type="checkbox"/> Indiferente</p> <p><input type="checkbox"/> Concordo parcialmente</p> <p><input type="checkbox"/> Concordo totalmente</p>	<p><b>C1 – Itens de avaliação</b></p> <p>C1.1 - Quantidade de itens de avaliação: 39.</p>
<p>2. A proposta e arquitetura do modelo avaliado (<b>PRMM</b>) estão alinhados aos objetivos da organização?</p> <p><input type="checkbox"/> Discordo totalmente</p> <p><input type="checkbox"/> Discordo parcialmente</p> <p><input type="checkbox"/> Indiferente</p> <p><input type="checkbox"/> Concordo parcialmente</p> <p><input type="checkbox"/> Concordo totalmente</p>	<p><b>C2 - Propósito e arquitetura do modelo</b></p> <p>C2.1 - Propósito (Finalidade para a qual o MM deve ser usado): Conscientização.</p> <p>C2.2 - Tipo de arquitetura (oferece a possibilidade de definir um roteiro por dimensão/ capacidade e/ ou um roteiro para a maturidade global): Evolução somente estagiada (os níveis de maturidade estão vinculados a todas as dimensões, apresentando um roteiro geral de maturidade).</p> <p>C2.3 – Detalhes da arquitetura (o grau de orientação que um MM fornece em direção a uma maturidade mais elevada): Descritivo (o</p>

	<p>roteiro é limitado a uma descrição de alto nível, sem definir práticas de melhoria por nível).</p> <p>C2.4 - Disponibilidade de avaliação / transparência (se os itens de avaliação e o cálculo de nível estão disponíveis ao público): Conhecido.</p> <p>C2.5 - Independência da indústria (se o MM possui parâmetros que direcionam a um segmento específico ou genérico): Geral.</p>
<p>3. As informações requeridas do modelo avaliado a esquerda estão alinhadas aos objetivos da organização?</p> <p><input type="checkbox"/> Discordo totalmente</p> <p><input type="checkbox"/> Discordo parcialmente</p> <p><input type="checkbox"/> Indiferente</p> <p><input type="checkbox"/> Concordo parcialmente</p> <p><input type="checkbox"/> Concordo totalmente</p>	<p><b>C3 – Informações requeridas</b></p> <p>C3.1 - Técnica de coleta de dados (a maneira como as informações são coletadas durante uma avaliação): Subjetivo (coleta de dados por questionários, entrevistas, grupos focais, observações, etc).</p> <p>C3.2 - Escala de avaliação (o tipo de dados que são coletados durante uma avaliação): Qualitativo (com perguntas abertas ou com escalas de classificação nominal ou ordinal).</p> <p>C3.3 - Papel funcional dos respondentes (o reconhecimento explícito de que pessoas de fora da(s) organização(ões) avaliadas (stakeholders) podem ser incluídas como respondentes): Somente interno.</p>

## APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO ADAPTADO PARA APLICAÇÃO DO RM3

Esta pesquisa, possui carácter acadêmico e é realizada por pesquisadores da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) em conjunto com a Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). A pesquisa tem como objetivo validar procedimentos para aplicação de Modelos de Maturidade. As respostas coletadas por este questionário apoiarão de maneira relevante o desenvolvimento da área de pesquisa relacionada ao uso de Modelos de Maturidade. Nesta pesquisa, será preservado o anonimato da empresa e dos respondentes.

O questionário que segue, possui 25 questões e busca identificar a aplicação de práticas para avaliação do nível de maturidade em **Gerenciamento de Riscos** em um dos quatro níveis do Modelo de Maturidade RM3 (Risk Management Maturity Model) de Zou, Chen e Chan (2010).

Após preenchido, por favor, enviar o arquivo para o email joao.sarmiento@ufms.br .

Nome (opcional):	Cargo:
Tempo no cargo atual:	Tempo de empresa:
Nível de escolaridade:	
Ensino médio completo ( )	
Ensino superior completo ( ). Se sim, qual curso?	
_____	
Especialização ( ). Se sim, em qual área?	
_____	
Mestrado ( ). Se sim, em qual área?	
_____	
Doutorado ( ). Se sim, em qual área?	
_____	

### Glossário:

**Risco** - é a chance de que algo aconteça e que venha a ter impacto sobre os objetivos da organização.

**Gerenciamento de riscos** - é conceituado como atividades relacionadas a cultura, processos e estruturas que são direcionadas para a realização de oportunidades potenciais (resultados) ao mesmo tempo que ocorre o gerenciamento de consequências adversas. Processos de gerenciamento de risco normalmente incluem identificação de risco, análise, resposta ao risco, comunicação de risco, monitoramento, revisão e aprendizagem. A gestão de riscos é fundamental para realizar os objetivos do negócio ou do projeto, e não apenas tentar evitar resultados ruins, mas também agir como um guia para maximizar os resultados positivos.

As seguintes afirmações são relacionadas aos projetos que o respondente atua na

organização (instalação elétrica, estrutural, arquitetônico, manutenção, etc.). Marque com um 'X' a opção mais adequada:

**Dimensão: Perspectiva da gerência (pessoas e liderança) em relação ao risco**

1. A alta gerência participa ativamente de atividades de gerenciamento de risco. Apoia e incentiva o gerenciamento de riscos na organização.

	A prática não é amplamente utilizada na organização.
	Há uma forte discussão sobre usar a prática, mas nenhuma decisão.
	Existe a decisão e um plano de ação para começar a usar a prática.
	A prática foi testada e experiência pode ser adquirida.
	A prática é amplamente utilizada na organização.

2. As avaliações de capacidade de gerenciamento de riscos são realizadas a cada novo projeto dentro da organização.

	A prática não é amplamente utilizada na organização.
	Há uma forte discussão sobre usar a prática, mas nenhuma decisão.
	Existe a decisão e um plano de ação para começar a usar a prática.
	A prática foi testada e experiência pode ser adquirida.
	A prática é amplamente utilizada na organização.

3. As informações de gerenciamento de riscos são distribuídas e comunicadas a todos os participantes do projeto dentro da organização.

	A prática não é amplamente utilizada na organização.
	Há uma forte discussão sobre usar a prática, mas nenhuma decisão.
	Existe a decisão e um plano de ação para começar a usar a prática.
	A prática foi testada e experiência pode ser adquirida.
	A prática é amplamente utilizada na organização.

4. As ferramentas e técnicas de gerenciamento de risco são integradas e usadas em projetos (Exemplo: FMEA, práticas do PMBOK, Análise Preliminar de Riscos – APR, Brainstorming, SWOT).

	A prática não é amplamente utilizada na organização.
	Há uma forte discussão sobre usar a prática, mas nenhuma decisão.
	Existe a decisão e um plano de ação para começar a usar a prática.
	A prática foi testada e experiência pode ser adquirida.
	A prática é amplamente utilizada na organização.

5. Os recursos são dedicados a projetos de acordo com a gravidade dos eventos de

risco identificados.

	A prática não é amplamente utilizada na organização.
	Há uma forte discussão sobre usar a prática, mas nenhuma decisão.
	Existe a decisão e um plano de ação para começar a usar a prática.
	A prática foi testada e experiência pode ser adquirida.
	A prática é amplamente utilizada na organização.

### **Dimensão: Cultura de risco organizacional**

6. Existe uma confiança na organização e nas equipes de projeto em relação ao gerenciamento de riscos.

	A prática não é amplamente utilizada na organização.
	Há uma forte discussão sobre usar a prática, mas nenhuma decisão.
	Existe a decisão e um plano de ação para começar a usar a prática.
	A prática foi testada e experiência pode ser adquirida.
	A prática é amplamente utilizada na organização.

7. Frequentemente os membros da equipe estão assumindo responsabilidades de risco durante a implementação do projeto.

	A prática não é amplamente utilizada na organização.
	Há uma forte discussão sobre usar a prática, mas nenhuma decisão.
	Existe a decisão e um plano de ação para começar a usar a prática.
	A prática foi testada e experiência pode ser adquirida.
	A prática é amplamente utilizada na organização.

8. As responsabilidades pelo gerenciamento de riscos são distribuídas e realizadas por todos os membros da equipe.

	A prática não é amplamente utilizada na organização.
	Há uma forte discussão sobre usar a prática, mas nenhuma decisão.
	Existe a decisão e um plano de ação para começar a usar a prática.
	A prática foi testada e experiência pode ser adquirida.
	A prática é amplamente utilizada na organização.

9. Até que ponto o evento de risco foi comunicado abertamente dentro da organização?

	A prática não é amplamente utilizada na organização.
	Há uma forte discussão sobre usar a prática, mas nenhuma decisão.

	Existe a decisão e um plano de ação para começar a usar a prática.
	A prática foi testada e experiência pode ser adquirida.
	A prática é amplamente utilizada na organização.

10. A gestão de riscos é amplamente aceita e praticada em todos os níveis dentro da organização.

	A prática não é amplamente utilizada na organização.
	Há uma forte discussão sobre usar a prática, mas nenhuma decisão.
	Existe a decisão e um plano de ação para começar a usar a prática.
	A prática foi testada e experiência pode ser adquirida.
	A prática é amplamente utilizada na organização.

### **Dimensão: Identificando riscos**

11. Riscos potenciais são identificados a cada novo projeto.

	A prática não é amplamente utilizada na organização.
	Há uma forte discussão sobre usar a prática, mas nenhuma decisão.
	Existe a decisão e um plano de ação para começar a usar a prática.
	A prática foi testada e experiência pode ser adquirida.
	A prática é amplamente utilizada na organização.

12. Um método de identificação sistemática é usado para garantir que os principais riscos sejam identificados (Exemplo: FMEA, Análise Preliminar de Riscos – APR, Brainstorming, SWOT).

	A prática não é amplamente utilizada na organização.
	Há uma forte discussão sobre usar a prática, mas nenhuma decisão.
	Existe a decisão e um plano de ação para começar a usar a prática.
	A prática foi testada e experiência pode ser adquirida.
	A prática é amplamente utilizada na organização.

13. As informações sobre os riscos identificados são processadas, agrupadas e comunicadas a todos os participantes do projeto.

	A prática não é amplamente utilizada na organização.
	Há uma forte discussão sobre usar a prática, mas nenhuma decisão.
	Existe a decisão e um plano de ação para começar a usar a prática.
	A prática foi testada e experiência pode ser adquirida.
	A prática é amplamente utilizada na organização.

14. Os riscos identificados são consistentemente revisados e reavaliados durante todo o processo do projeto.

	A prática não é amplamente utilizada na organização.
	Há uma forte discussão sobre usar a prática, mas nenhuma decisão.
	Existe a decisão e um plano de ação para começar a usar a prática.
	A prática foi testada e experiência pode ser adquirida.
	A prática é amplamente utilizada na organização.

15. Os riscos reais encontrados são comparados com os riscos inicialmente identificados.

	A prática não é amplamente utilizada na organização.
	Há uma forte discussão sobre usar a prática, mas nenhuma decisão.
	Existe a decisão e um plano de ação para começar a usar a prática.
	A prática foi testada e experiência pode ser adquirida.
	A prática é amplamente utilizada na organização.

### **Dimensão: Analisando riscos**

16. Todos os participantes do projeto possuem habilidades básicas de análise de risco, como análise qualitativa ou quantitativa.

	A prática não é amplamente utilizada na organização.
	Há uma forte discussão sobre usar a prática, mas nenhuma decisão.
	Existe a decisão e um plano de ação para começar a usar a prática.
	A prática foi testada e experiência pode ser adquirida.
	A prática é amplamente utilizada na organização.

17. A probabilidade de ocorrência e magnitude dos impactos de um risco é cuidadosamente avaliada mediante identificação.

	A prática não é amplamente utilizada na organização.
	Há uma forte discussão sobre usar a prática, mas nenhuma decisão.
	Existe a decisão e um plano de ação para começar a usar a prática.
	A prática foi testada e experiência pode ser adquirida.
	A prática é amplamente utilizada na organização.

18. Ferramentas e aplicações de análise de risco qualitativos e/ ou quantitativos são usados para avaliar os riscos identificados.

	A prática não é amplamente utilizada na organização.
--	--

	Há uma forte discussão sobre usar a prática, mas nenhuma decisão.
	Existe a decisão e um plano de ação para começar a usar a prática.
	A prática foi testada e experiência pode ser adquirida.
	A prática é amplamente utilizada na organização.

19. Depois de analisar os resultados analíticos dos riscos identificados, ele é usado para auxiliar na tomada de decisões para respostas a riscos.

	A prática não é amplamente utilizada na organização.
	Há uma forte discussão sobre usar a prática, mas nenhuma decisão.
	Existe a decisão e um plano de ação para começar a usar a prática.
	A prática foi testada e experiência pode ser adquirida.
	A prática é amplamente utilizada na organização.

20. Os resultados da análise de risco são usados como base para alocação e distribuição de recursos para projetos.

	A prática não é amplamente utilizada na organização.
	Há uma forte discussão sobre usar a prática, mas nenhuma decisão.
	Existe a decisão e um plano de ação para começar a usar a prática.
	A prática foi testada e experiência pode ser adquirida.
	A prática é amplamente utilizada na organização.

### **Dimensão: Processo padronizado de gerenciamento de riscos**

21. Os riscos são consistentemente identificados, analisados, respondidos (resposta ao risco) e monitorados continuamente durante todo o ciclo de vida do projeto.

	A prática não é amplamente utilizada na organização.
	Há uma forte discussão sobre usar a prática, mas nenhuma decisão.
	Existe a decisão e um plano de ação para começar a usar a prática.
	A prática foi testada e experiência pode ser adquirida.
	A prática é amplamente utilizada na organização.

22. O fluxo de informações de gerenciamento de riscos é transmitido e comunicado ao longo de todo o ciclo de vida do projeto.

	A prática não é amplamente utilizada na organização.
	Há uma forte discussão sobre usar a prática, mas nenhuma decisão.
	Existe a decisão e um plano de ação para começar a usar a prática.
	A prática foi testada e experiência pode ser adquirida.

	A prática é amplamente utilizada na organização.
--	--

23. O processo de gerenciamento de riscos é incorporado nos processos de negócios diários da organização.

	A prática não é amplamente utilizada na organização.
	Há uma forte discussão sobre usar a prática, mas nenhuma decisão.
	Existe a decisão e um plano de ação para começar a usar a prática.
	A prática foi testada e experiência pode ser adquirida.
	A prática é amplamente utilizada na organização.

24. Um processo de gerenciamento de riscos padronizado é aplicado a todos os projetos dentro da organização.

	A prática não é amplamente utilizada na organização.
	Há uma forte discussão sobre usar a prática, mas nenhuma decisão.
	Existe a decisão e um plano de ação para começar a usar a prática.
	A prática foi testada e experiência pode ser adquirida.
	A prática é amplamente utilizada na organização.

25. O processo de gerenciamento de riscos é revisado periodicamente para garantir que o processo seja eficaz.

	A prática não é amplamente utilizada na organização.
	Há uma forte discussão sobre usar a prática, mas nenhuma decisão.
	Existe a decisão e um plano de ação para começar a usar a prática.
	A prática foi testada e experiência pode ser adquirida.
	A prática é amplamente utilizada na organização.