

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS

MICHAEL JORDAN BIANCHI

Recomendação de práticas de gestão de projetos
baseadas em algoritmos e evidência científica:
contribuições para proposição de modelos híbridos
e tailoring

São Carlos
2022

MICHAEL JORDAN BIANCHI

Recomendação de práticas de gestão de projetos
baseadas em algoritmos e evidência científica:
contribuições para proposição de modelos híbridos
e tailoring

Versão Corrigida

Tese apresentada à Escola de Engenharia de
São Carlos da Universidade de São Paulo para
a obtenção do título de Doutor em Engenharia
de Produção.

Área de Concentração: Processos e Gestão de
Operações.

Orientador: Prof. Dr. Daniel Capaldo Amaral.

São Carlos
2022

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

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

Br Bianchi, Michael
 Recomendação de práticas de gestão de projetos
baseadas em algoritmos e evidência científica:
contribuições para proposição de modelos híbridos e
tailoring / Michael Bianchi; orientador Daniel Capaldo
Amaral. São Carlos, 2022.

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

 1. Modelos Híbridos. 2. Gerenciamento de Projetos.
3. Recomendação de Práticas. 4. Regras de Associação.
5. Meta-análise. 6. Tailoring. I. Título.

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidata: Bacharel **MICHAEL JORDAN BIANCHI**.

Título da tese: “Recomendação de práticas de gestão de projetos baseadas em algoritmos e evidência científica: contribuições para proposição de modelos híbridos e tailoring”.

Data da defesa: 04/02/2022

Comissão Julgadora

Resultado

Prof. Associado **Daniel Capaldo Amaral** (Orientador) Aprovado
(Escola de Engenharia de São Carlos/EESC-USP)

Profa. Associada **Solange Oliveira Rezende** Aprovado
(Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação/ICMC-USP)

Prof. Dr. **Carlos Eduardo Sanches da Silva** Aprovado
(Universidade Federal de Itajubá/UNIFEI)

Profa. Dra. **Marcia Elisa Soares Echeveste** Aprovado
(Universidade Federal do Rio Grande do Sul/UFRGS)

Prof. Dr. **Daniel Jugend** Aprovado
(Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”/UNESP-Bauru)

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

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

Presidente da Comissão de Pós-Graduação:

Prof. Titular **Murilo Araujo Romero**

Agradecimentos

A caminhada não foi fácil, porém ao longo dela pude contar com a ajuda e o apoio de pessoas incríveis, os quais contribuíram diretamente para esse trabalho e para a minha vida profissional e pessoal. Foi uma longa e desafiadora jornada desde que iniciei o mestrado nessa mesma instituição. Hoje sinto que evolui não só como profissional, mas também como pessoa. Como disse, muitas pessoas estiveram envolvidas ao longo desses anos. Caso eu esqueça de alguém, fica registrado aqui meus mais sinceros agradecimentos a todos.

Começo agradecendo em particular meu grande mentor e orientador Prof. Daniel Capaldo Amaral, pela oportunidade de tê-lo como um dos principais responsáveis pela minha formação profissional. Obrigado Daniel por ter acreditado desde o início naquele garoto recém formado e interessado em iniciar o curso de mestrado e que depois viria a realizar o doutorado. Agradeço por todas as conversas, exemplos e direcionamentos ao longo de todos esses anos. Exemplo de simplicidade, compreensão e competência no que se propõe a realizar. Minha admiração por você vai muito além do que aqui escrevo e do que poderia escrever. Sei que mais do que um professor, terei um amigo para a vida onde poderei encontrar apoio e sabedoria. Não direi obrigado por tudo, mas sim obrigado por tanto!

Não posso deixar de agradecer também outros grandes professores com quem tive o privilégio de aprender muito ao longo desses anos. Um obrigado especial ao professor Henrique Rozenfeld e a professora Janaina Mascarenhas. Também gostaria de deixar registrado meus mais sinceros agradecimentos ao Dr. Edivandro Conforto, por todo o apoio e trocas de conhecimento ao longo desses anos, os quais contribuíram diretamente para o desenvolvimento desse trabalho e minha formação profissional. Complemento meus agradecimentos aos funcionários da EESC-USP, em especial, aos do departamento de Engenharia de Produção e do Programa de Pós graduação.

Agradeço aos colegas do grupo de engenharia integrada – EI. Trata-se de um espaço acolhedor e com trocas de conhecimentos do mais alto nível. Obrigado amigos por todas as trocas de experiências, viagens, amizade, discussões e momentos compartilhados. Não irei citar todos os nomes, mas obrigado por todos que fizeram parte dessa caminhada.

Por fim, meu muito obrigado a minha família, pela motivação e apoio incondicional em toda a minha vida. À minha mãe Rita, meu pai Airton (Mitcho), e minha irmã Nathália. Também deixo registrado à minha namorada Giovanna, pela paciência, compreensão e incentivo ao longo de todos esses anos.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre aquilo que todo mundo vê.”

Arthur Schopenhauer

“Todos os homens sonham, mas não da mesma forma. Os que sonham de noite, nos recessos poeirentos das suas mentes, acordam de manhã para verem que tudo, afinal, não passava de vaidade. Mas os que sonham acordados, esses são homens perigosos, pois realizam os seus sonhos de olhos abertos, tornando-os possíveis.”

T. E. Lawrence

RESUMO

BIANCHI, M. J. **Recomendação de práticas de gestão de projetos baseadas em algoritmos e evidência científica: contribuições para proposição de modelos híbridos e tailoring.** 2022. 166f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2022.

Modelos de gestão de projetos que combinam práticas de diferentes abordagens estão sendo reconhecidos como a melhor opção nos ambientes de negócios complexos e com inovação. Os estudos sobre o tema não abordam, porém, um aspecto essencial e que interfere diretamente no resultado desta estratégia: a escolha de qual prática adotar em cada situação. Modelos existentes são baseados em opiniões de especialistas ou foram propostos sem conter a descrição da origem e fundamentação das escolhas. Investiga-se o uso de métodos para escolha de práticas lastreadas em evidências e experiências. A fim de contribuir nesse desafio, o presente estudo analisa criticamente metodologias gerenciais e modelos híbridos existentes, identifica e desenvolve duas propostas de solução para recomendação de práticas de gerenciamento de projetos: uso de algoritmos para escolhas baseadas em experiência prévia e uso de meta-análise para realizar escolhas baseadas em evidência. A primeira solução utilizou técnicas de agrupamento e regras de associação. O teste do procedimento, bem como dos algoritmos foi realizado em uma base de dados de 856 projetos de 76 países diferentes e 17 setores industriais. A segunda solução envolveu o uso da técnica de meta-análise com Forest Plot para recomendação de práticas para diferentes tipos de projeto a partir de evidências científicas de práticas usando dados de estudos de caso em gestão de projetos encontrados na literatura. A partir dos dados coletados e analisados, foi possível encontrar evidências científicas para dois tipos gerais de projetos: software e hardware-software. A partir das lições apreendidas no desenvolvimento e teste da segunda solução, um protocolo de meta-análise para gestão de projetos também é proposto. Os dados comprovaram a viabilidade das duas estratégias, o que corrobora a tese de que o uso de algoritmos e meta-análise são duas estratégias para fazer frente ao problema da customização de práticas de gestão de projetos. A primeira pode ser incorporada em sistemas informatizados de organizações. A segunda pode gerar no futuro a estruturação de bases científicas de estudos de campo de gestão de projetos, as quais poderiam proporcionar a indicação de práticas baseadas em evidência. A tese apresentada abre possibilidades para uma nova área de pesquisa em gestão de projetos: a indicação de práticas de forma automática e baseadas em evidência.

Palavras chave: Modelos Híbridos; Gerenciamento de Projetos; Recomendação de Práticas; Regras de Associação; Meta-análise; Tailoring.

ABSTRACT

BIANCHI, M. J. **Recommendation of project management practices based on algorithms and evidence: contributions to proposition of hybrid models and tailoring**. 2022. 166f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2022.

Project management models that combine practices from different approaches are being recognized as the best option in complex and innovative business environments. Studies on the subject do not address, however, an essential aspect that directly affects the result of this strategy: the choice of which practice to adopt in each situation. Existing models are based on expert opinions or have been proposed without describing the origin and rationale for the choices. The use of methods for choosing practices based on evidence and experiences is investigated. In order to contribute to this challenge, this study critically analyzes management methodologies and existing hybrid models, identifies and develops two proposed solutions for recommending project management practices: use of algorithms for choices based on previous experience and use of meta-analysis to make evidence-based choices. The first solution used grouping techniques and association rules. The testing of the procedure as well as the algorithms was performed on a database of 856 projects from 76 different countries and 17 industrial sectors. The second solution involved the use of the Forest Plot meta-analysis technique to recommend practices for different types of projects from scientific evidence of practices using data from case studies in project management found in the literature. From the collected and analyzed data, it was possible to find scientific evidence for two general types of projects: software and hardware-software. From the lessons learned in the development and testing of the second solution, a meta-analysis protocol for project management is also proposed. The data proved the viability of both strategies, which corroborates the thesis that the use of algorithms and meta-analysis are two strategies to face the problem of customization of project management practices. The first can be incorporated into computerized systems of organizations. The second may generate, in the future, the structuring of scientific bases for project management field studies, which could indicate evidence-based practices. The thesis presented opens possibilities for a new area of research in project management: the indication of practices automatically and based on evidence.

Keywords: Hybrid Models; Project Management; Practice Recommendation; Association Rules; Meta-analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Crescente demanda por modelos híbridos nas organizações.....	27
Figura 2. Tailoring em gestão de projetos.	36
Figura 3 - Processo de descoberta de conhecimento em base de dados.....	40
Figura 4 - Algoritmo Apriori.....	46
Figura 5 - Geração de itemsets candidatos e large itemsets.	47
Figura 6 - Se $\{c, d, e\}$ é frequente, todos os subconjuntos desse conjunto de itens serão frequentes.	48
Figura 7 - Áreas de conhecimento relacionadas com mineração de dados.	52
Figura 8 - Representação de práticas essenciais dos métodos.....	54
Figura 9 - Resultado final da combinação de métodos ágeis.	55
Figura 10 - Fases e etapas da pesquisa.	61
Figura 11 - Relação entre práticas, fatores críticos e agilidade.....	66
Figura 12 - Identificação de grupos de projetos com fatores críticos de agilidade semelhantes.	67
Figura 13 - Método utilizado para identificação de padrões de práticas de gestão.	80
Figura 14 - Transformação dos dados em atributos.	81
Figura 15 - Resultados da análise de cluster para transformação de dados em atributos.....	82
Figura 16 - Dados no formato ARFF.	83
Figura 17 - Interface de geração de regras de associação do software WEKA.....	84
Figura 18 - Exemplos de regras geradas com o software Weka.....	84
Figura 19 - Exemplo de Forest Plot para análise do impacto das doses de estatina no infarto do miocárdio.....	96
Figura 20 - Forest Plot de meta-análise aplicada a práticas de gestão de projetos.....	97
Figura 21 - Forest Plot das práticas associadas estatisticamente a projetos de desenvolvimento de software. RR indica relação de risco; IC, intervalo de confiança. A seta indica que o limite superior está acima da escala descrita.	98
Figura 22 - Forest Plot das práticas associadas estatisticamente a projetos de desenvolvimento de Hardware-Software. RR indica relação de risco; IC, intervalo de confiança. A seta indica que o limite superior está acima da escala descrita.	100
Figura 23 - Forest Plot por prática de gestão. RR indica relação de risco; IC, intervalo de confiança. A seta indica que o limite superior está acima da escala descrita. (1/2).....	102
Figura 24 - Ilustração ampliada das fases e etapas de pesquisa.	157

Figura 25 - Modelo para condução da revisão bibliográfica sistemática (RBS Roadmap)...	158
Figura 26 - Procedimento iterativo da fase de processamento.....	159

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Métodos selecionados para a situação específica.....	53
Tabela 2 - Práticas do métodos FDD e seus respectivos pesos.	54
Tabela 3 - Práticas do método SCRUM e seus respectivos pesos.....	54
Tabela 4 - Informações da RBS sobre regras de associação em gestão de projetos.....	63
Tabela 5 - Informações da RBS sobre machine learning em gestão de projetos.....	63
Tabela 6 - Informações da RBS para consolidação da base de dados para meta-análise.....	70
Tabela 7 - Output do processo de codificação aberta.....	74
Tabela 8 - Estruturação dos dados.....	81
Tabela 9 - padronização dos dados após transformação variável-atributo.	82
Tabela 10 - Interpretação das regras de associação.....	85
Tabela 11 - Exemplo de cálculos de meta-análise.....	96
Tabela 12 - Visão geral da combinação de pares das práticas analisadas. O gráfico é baseado em 36 práticas, provenientes de 20 estudos de caso (1/2).....	108
Tabela 13 - Exemplo de um banco de dados criado a partir do protocolo MetaPM.	121
Tabela 14. Comparação entre os métodos propostos na pesquisa.....	128
Tabela 15 - Resultado da análise de clusters para identificação de cenários.	165

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Modelos híbridos presentes na literatura.	31
Quadro 2 - Diferenciais e problemas relacionados ao modelos híbridos presentes na literatura.	33
Quadro 3 - Estudos envolvendo regras de associação em Gestão de Projetos.	49
Quadro 4 - Requisitos do projeto exemplo.	53
Quadro 5 - Grupo de questões analisados na survey.	65
Quadro 6 - Definição das dimensões selecionadas para mineração de dados.	65
Quadro 7 - Cenários identificados na análise de cluster.	68
Quadro 8 - Estudos selecionados para compor a base de dados para meta-análise.	72
Quadro 9. Escala de evidência do rigor científico do estudo.	76
Quadro 10. Escala de evidência das categorias/subcategorias.	76
Quadro 11. Estrutura utilizada na consolidação da base de dados criada.	77
Quadro 12 - Análise comparativa da recomendação e literatura para o Cenário 1 – Próximo ao waterfall.	87
Quadro 13 - Análise comparativa da recomendação e literatura para o Cenário 2 - Ambiente próximo ao ágil.	89
Quadro 14 - Análise comparativa da recomendação e literatura para o Cenário 3 - Híbrido. .	90
Quadro 15. Estrutura utilizada na consolidação da base de dados criada.	94
Quadro 16 - Evidências sobre práticas de gerenciamento de projetos e diferentes tipos de projetos usando meta-análise.	104
Quadro 17 - Fases do protocolo proposto.	110
Quadro 18 - Checklist do protocolo MetaPM.	111
Quadro 19 - Strings de busca utilizadas na RBS sobre regras de associação e GP.	160
Quadro 20 - Strings de busca utilizadas na RBS sobre modelos combinados.	162
Quadro 21 - Strings de busca utilizadas na RBS sobre fatores críticos de agilidade.	163
Quadro 22 – Conjunto de variáveis utilizadas na recomendação de práticas de gestão utilizando regras de associação.	164

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACF	Agility Critical Factors
AME	Agile Method Engineering
APA	Agility Practices Adoption
ATP	Agility team performance
ARFF	Attribute-Relation File Format
ARNs	Association rules networks
ASD	Adaptative Software Development
BANI	Brittle, Anxious, Nonlinear, Incomprehensible
CCA	Canonical Correspondence Analysis
EESC	Escola de Engenharia de São Carlos
EM	Expectation Maximization
<i>ENV</i>	Project Environment
FDD	Feature Driven Development
FLC	Fuzzy Logic Controller
GRADE	Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation
GS	Google Scholar
IC	Intervalo De Confiança
ICMC	Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação
KDD	Knowledge Discovery in Databases
MIT	Massachusetts Institute of Technology
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NPD	New Product Development
OR	Odds Ratio
<i>PC</i>	Project Characterization
<i>PFM</i>	Project Performance
PMI	Project management Institute
PQTM	Project Management Technology Quotient
PTT	Practices, Techniques and Tools
RBS	Revisão Bibliográfica Sistemática
RR	Razão de Risco
RUP	Rational Unified Process
SAS	Statistical Analysis System

SIQ	Study Identification and Quality
SMART	Specific, Measurable, Achievable, Relevant and Time-bound
SQL	Structured Query Language
SSADM	Structured Systems Analysis & Design Method
USP	Universidade de São Paulo
VUCA	Volatility, Uncertainty, Complexity e Ambiguity
WBS	Work Breakdown Structure
WOS	Web of Science
XP	Extreme Programming

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	20
1.1. Problema de pesquisa.....	21
1.2. Objetivo de pesquisa	24
1.3. Justificativa	26
1.4. Estrutura do documento	28
2 REVISÃO DA LITERATURA	29
2.1 O problema da customização de modelos híbridos de gestão de projetos.....	29
2.1.1 Modelos híbridos de gerenciamento de projetos: definição e desafios	29
2.1.2 Caracterizando o Tailoring em gestão de projetos	33
2.2 Mineração de dados sobre práticas de gestão de projetos.....	38
2.2.1 Conceitos básicos de mineração de dados.....	38
2.2.2 Técnicas de mineração de dados	40
2.2.3 Técnicas de Machine Learning.....	51
2.3 Meta-análise.....	57
2.4 Síntese da revisão bibliográfica	59
3 MÉTODO DE PESQUISA	60
3.1 Classificação da pesquisa.....	60
3.2 Fases da pesquisa	60
3.2.1 Etapa 1. Revisão dos trabalhos anteriores do grupo de pesquisa	61
3.2.2 Etapa 2. Revisão bibliográfica sobre modelos híbridos de gestão	62
3.2.3 Etapa 3. Revisão bibliográfica sistemática sobre data mining em gestão de projetos 62	
3.2.4 Etapa 4. Seleção e tratamento da base de dados para uso das regras de associação	64
3.2.5 Etapa 5. Proposta de método para recomendação de práticas utilizando regras de associação	69
3.2.6 Etapa 6. Consolidação de base de dados para meta-análise em gestão de projetos.69	
3.2.7 Etapa 7. Proposta de método para recomendação de práticas baseada em evidências utilizando meta-análise	78
3.2.8 Etapa 8. Proposta de protocolo para meta-análise.....	79
3.2.9 Etapa 9. Discussão das soluções propostas	79
4 RECOMENDAÇÃO DE PRÁTICAS DE GESTÃO UTILIZANDO REGRAS DE ASSOCIAÇÃO	80
4.1 Método de recomendação de práticas de gestão com algoritmo.....	80

4.2	Descrição das regras geradas.....	85
4.3	Padrões de práticas para o cenário 1 (Waterfall).....	86
4.4	Padrões de práticas para o cenário 2 (Ágil).....	88
4.5	Padrões de práticas para o cenário 3 (Híbrido)	89
4.6	Considerações sobre os padrões de práticas encontrados utilizando regras de associação.....	91
5	RECOMENDAÇÃO DE PRÁTICAS DE GESTÃO BASEADA EM EVIDÊNCIA	
	93	
5.1	Aplicando meta-análise para a recomendação de práticas de gerenciamento de projetos	93
5.2	Resultados por tipo de projeto.....	97
5.2.1	Projetos de desenvolvimento de Software	97
5.2.2	Projetos de Hardware - Software	99
5.3	Resultados por práticas de gestão.....	101
5.4	Considerações sobre os padrões de práticas encontrados utilizando meta-análise .	104
5.5	Comparação em pares das práticas analisadas	106
6	PROTOCOLO PARA RECOMENDAÇÃO DE PRÁTICAS DE GERENCIAMENTO DE PROJETOS BASEADA EM EVIDÊNCIA UTILIZANDO META-ANÁLISE.....	110
6.1	Pre-Database.....	113
6.1.1	Identificação do caso.....	113
6.1.2	Objetivos	114
6.1.3	Método	114
6.1.4	Dados referente ao caso	115
6.1.5	Resultados	117
6.2	Criação da base de dados.....	117
6.2.1	Background	117
6.2.2	Coleta de dados	118
6.2.3	Extração dos dados.....	120
6.3	Consolidação da base de dados	121
6.3.1	Síntese dos dados	121
6.3.2	Compartilhamento dos dados.....	122
6.4	Cálculos da meta-análise	123
6.4.1	Análise dos dados	123
6.4.2	Visualização dos resultados	123
7	DISCUSSÃO E IMPLICAÇÕES DAS SOLUÇÕES PROPOSTAS PARA A GESTÃO DE PROJETOS	124

7.1	Introdução	124
7.2	Implicações gerenciais do método 1: recomendação utilizando regras de associação 124	
7.3	Implicações gerenciais do método 2: recomendação baseada em evidência	126
7.4	Comparação dos métodos	128
7.5	O potencial uso de sistemas de recomendação de práticas de gestão de projetos ...	130
8	CONCLUSÕES.....	134
8.1	Limitações da pesquisa	135
8.2	Perspectivas futuras	137
8.2.1	Quanto à recomendação de práticas por algoritmos computacionais.....	137
8.2.2	Quanto à recomendação de práticas baseada em evidências.....	137
8.2.3	Sobre o processo de tailoring em geral.....	138
	REFERÊNCIAS	139
	APÊNDICES	157
	APÊNDICE A – Fases e Etapas da Pesquisa.....	157
	APÊNDICE B – Definição do procedimento de revisão bibliográfica sistemática.....	158
	APÊNDICE C – Conjuntos de variáveis utilizadas na recomendação de práticas de gestão utilizando regras de associação	164
	APÊNDICE D – Resultados da análise de cluster para identificar diferentes cenários.....	165
	APÊNDICE E – Principais regras de associação geradas para cada cenário de projeto. ...	166

1. INTRODUÇÃO

O ambiente de negócios está cada vez mais dinâmico, gerando um cenário conhecido como VUCA (*Volatility, Uncertainty, Complexity e Ambiguity*) e/ou mais recentemente BANI (*Brittle, Anxious, Nonlinear, Incomprehensible*). Esse cenário, segundo San cristóbal et al. (2019) culmina em projetos com alta complexidade, seja pelas mudanças tecnológicas, diversidade de atores, modelos de negócios, entre tantos outros fatores. A complexidade é resultado de fatores como por exemplo o número de variáveis e a interação entre eles, quando causa e efeito não são aparentes, mudanças desencadeiam consequências amplas, fatores externos em constante mudança impedem a previsão e percepções são adquiridas gradualmente (LUO *et al.*, 2017; BRANDL *et al.*, 2021). A grande consequência disso são projetos com desempenho baixo em orçamento, cronograma e resultados (PICH; LOCH; MEYER, 2002).

Outro aspecto importante é a inovação. Conforme avança a tecnologia, as organizações buscam oferecer aos seus clientes novos produtos e serviços, melhores que os anteriores, com custos reduzidos e de forma rápida. Esses fatores geram um impacto profundo nas organizações, as quais devem alterar sua forma de gestão a fim de se adaptar a esse novo cenário e serem capazes de se destacarem da concorrência e manterem sua competitividade no mercado (BOS-BROUWERS, 2010). De acordo com McGrath e Kostalova (2020) a gestão de projetos está em constante evolução e continuará a ganhar impulso como competência estratégica de negócios em todos os setores da indústria.

O impacto nos projetos resulta em uma demanda por adaptações rápidas no plano e pressões frente a maior flexibilidade e velocidade. Em paralelo, acontece também um aumento de complexidade. Múltiplos projetos, revisão da estratégia organizacional, revisão da forma de gestão, desenvolvimento de produtos que fazem parte de sistemas maiores e mais complexos, alto nível de interações, inovação e incertezas (LUO *et al.*, 2017; ADELAKUN *et al.*, 2017). Na prática, um desafio novo para os gestores de projeto que precisam incluir uma nova dimensão na sua agenda de preocupações. Este item é a agilidade, uma dimensão de desempenho da equipe de projeto que possui um impacto positivo no trato da complexidade. Estudos recentes demonstram que desenvolver agilidade na equipe é uma estratégia útil para acomodar oscilações e imprevistos oriundos de projetos complexos (STIEF *et al.*, 2018; FLORICEL; PIPERCA; TEE, 2018; BRANDL *et al.*, 2021) e redes ou ecossistemas de inovação (IANSITI; EUCHNER, 2018).

1.1. Problema de pesquisa

Agilidade pode ser definida como uma capacidade da equipe em mudar rapidamente o plano do projeto como uma resposta às necessidades dos clientes ou partes interessadas, demandas de mercado ou tecnologia (CONFORTO *et al.*, 2016). Agilidade, portanto, engloba características como flexibilidade, velocidade, aprendizagem e resposta à mudança (CAMPANELLI; PARREIRAS, 2015; GHEZZI; CAVALLO, 2020). Inicialmente, a agilidade era associada ao uso de metodologias ágeis e voltada para o contexto de desenvolvimento de software. Inúmeros métodos foram criados baseados neste princípio, como o *Extreme Programming* (XP), Scrum e Crystal. Esta evolução aconteceu entre 1990 e até metade dos anos 2000.

Nos anos seguintes, a partir de 2010, os benefícios da agilidade foram começaram a ser comprovados para além da indústria de software, como uma forma de aumentar o valor do produto e a satisfação do cliente (CONFORTO *et al.*, 2014; CONFORTO & AMARAL, 2016). Organizações que utilizavam predominantemente práticas tradicionais de gestão, dirigidas a um plano de projeto e de diferentes ramos industriais (aeronáutico, automobilístico, etc..), aumentaram o interesse pelo uso de práticas ágeis mesmo em contextos de complexidade e tamanho de projeto distintos do ambiente inicial, isso é em condições não favoráveis ao uso destas práticas como equipes grandes e dificuldade de prototipagem (Conforto *et al.*, 2014). Dada às novas condições ambientais enfrentadas, adaptações foram necessárias nos métodos e tradicionais da gestão ágil, comumente por meio da combinação de práticas dirigidas ao plano. Iniciou-se assim, o surgimento do fenômeno de hibridismo ou uso combinado de práticas ágeis com tradicionais. Conforto *et al.* (2014) identificaram princípios e práticas ágeis em um conjunto de empresas de setores não ligados ao software, comprovando a existência do fenômeno no meio organizacional.

Nos anos seguintes, um número crescente de profissionais e pesquisadores reconheceram a impossibilidade de atender aos contextos distintos de cada projeto com um único conjunto de práticas, sejam ágeis ou orientadas ao plano, conforme registrado em Ambler e Lines (2018). Desde então, profissionais e pesquisadores imersos nesses cenários almejam a capacidade de compor e adaptar práticas de gerenciamento para lidar com as necessidades especiais de cada projeto, ou seja, buscando a agilidade. Luo *et al.*, (2017, p.8) recomendaram o desenvolvimento de modelos capazes de auxiliar equipes e líderes a preverem quais soluções são mais adequadas para enfrentar esse novo desafio da combinação de práticas.

O resultado foi um referencial teórico que começou a ser conhecido como modelos híbridos. O híbrido está sendo o objeto de estudo em muitas organizações, dos mais diferentes setores da economia, que possuem a necessidade de lidar com todos esses desafios e mudanças constantes em seus projetos (ADELAKUN et al., 2017; CIRIC et al., 2018). Segundo Azenha, Reis e Fleury (2020) o hibridismo é um fenômeno natural no gerenciamento de projetos, pois existe uma necessidade intrínseca de adaptação às necessidades do ambiente. Estudos investigando o impacto da gestão ágil, identificaram a existência do hibridismo como algo natural e necessário para adaptar as práticas ágeis em contextos diferentes do software (SERRADOR; PINTO, 2015). Em seguida, estudos mostraram a importância de utilizar esta abordagem em nichos específicos como a de gestão de tecnologia (AZENHA; REIS; FLEURY, 2020). Outros autores, mais recentes, por meio de casos e surveys, estão demonstrando a necessidade dos gerentes de projeto em optar por esta abordagem em detrimento às demais, como em Imani, Nakano e Anantatmiula (2017), ou identificaram vantagens desta nova forma de abordar os modelos de gestão de projetos (BIANCHI; MARZI; GUERINI, 2020). Também recente, é o estudo de McGrath e Kostalova (2020), no qual os autores constatam o aumento significativo em resultados de projetos quando as equipes desenvolvem metodologias híbridas personalizadas, adaptadas ao ambiente de projeto.

Ao mesmo tempo em que se somavam as evidências em favor do uso de modelos híbridos de gestão, vários autores se dedicaram à proposição e construção destes modelos. Cada um deles propondo modelos híbridos para contextos específicos. Cooper e Somer (2018) desenvolveram modelos para produtos manufaturados em série, Alqudah e Razali (2016) desenvolveram para grandes projetos, Fitzgerald et al., (2013) para ambientes regulados e Lappi e Aalltonen (2017) para o setor público.

Silva, Bianchi e Amaral (2019) realizaram uma revisão e comparação dos modelos híbridos presentes na literatura. A conclusão é que, apesar de serem extremamente importantes para o desenvolvimento do tema, os modelos híbridos propostos foram projetados e desenvolvidos para contextos específicos, ou seja, para tipos de projetos específicos com suas próprias características e necessidades, sem considerar uma possível customização e implementação para outros cenários, indústrias e tipos de projetos. Esses estudos também não apresentam o processo utilizado para desenvolver os modelos propostos, os quais se baseiam fundamentalmente na experiência do especialista. Essas questões dificultam o uso desses modelos para fora do contexto o qual foi criado.

A forma ou método de combinação entre práticas ágeis e tradicionais, portanto, é uma questão importantíssima que não está sendo considerada apropriadamente nesta literatura. Ela

exige um especialista e envolve complexidade. Essa combinação depende das práticas de gestão e características do projeto (BOEHM; TURNER, 2003; WYSOCKI, 2019), além dos fatores ambientais da organização (BUSTELO; AVELLA; FERNÁNDEZ, 2007; QUMER; HENDERSON-SELLERS, 2008; CONFORTO et al., 2014). Dependem também de o especialista dominar muitas técnicas e práticas de diferentes abordagens de gerenciamento de projetos. Isso fica evidente no estudo de Gemino et al., (2020). Em um dos estudos mais recentes que avaliou modelos híbridos, os autores indicaram que uma combinação apropriada de práticas deve considerar essas variáveis e ser capaz de justificar a relação entre ambiente e prática.

Esse problema já foi citado na literatura como Tailoring e obter uma boa combinação de práticas não é trivial. A diversidade de situações, variáveis e ambientes de projeto, torna difícil de se obter recomendações gerais. Façamos uma analogia aqui com a área de medicina, onde um corpo humano é diferente do outro, e uma determinada prática médica pode funcionar ou não para cada situação. Portanto, apesar de estudos recentes apontarem para a necessidade da customização, não há propostas investigando o problema de como combinar as práticas. Como identificar as práticas mais adequadas a cada situação? Como combiná-las em modelos híbridos coerentes e adequados?

Analisando a literatura em busca de trabalhos que avançaram na escolha de práticas ágeis e orientadas ao plano, encontramos estudos iniciais que não foram seguidos. Os primeiros autores a citar o tema foram Boehm e Turner (2003) que propuseram uma ferramenta qualitativa que denominaram como *Risk Approach*. Ela tem como objetivo encontrar a melhor abordagem de gestão para um determinado projeto frente uma análise de riscos associadas a práticas ágeis e orientadas ao plano. Também foram encontrados estudos que exploraram sistemas de decisão multicritério como uma forma de auxiliar a decisão para escolher métodos de gerenciamento de projetos baseando em um conjunto de dimensões abstratas e escalas qualitativas. Talvez pela abrangência e nível de abstração não foram encontrados estudos com aplicações práticas específicas de uso do método para a construção de um modelo híbrido. Foram encontrados também trabalhos que utilizam ferramentas multicritério para a escolha como em Demirtas, Tuzkaya e Seker (2014), Sharma e Bawa (2016), Silva, Schramm e Damasceno (2016), Kononenko e Lutsenko (2017). Estes trabalhos, porém, fizeram avaliações gerais com especialistas, mas não desenvolveram suas aplicações para o contexto específico de elaboração de um modelo híbrido e também não foram acompanhadas de aplicações.

Este problema já havia sido notado pelo grupo de pesquisa. Em 2017, o pesquisador autor desenvolveu em Bianchi (2017) uma ferramenta gerencial, do tipo metodologia de

projeto, baseada em uma matriz análoga com a técnica de matriz morfológica de desenvolvimento de produtos, visando a identificação da combinação de práticas. Em comum estes estudos utilizam critérios e listas de práticas a fim de nortear a tomada de decisão, entretanto as metodologias falham em: não considerar o ambiente de projeto, não utilizar dados ou fatos que amparem a escolha e não conseguem indicar se a escolha de práticas realizada por meio de suas propostas realmente funciona ou não.

Conclui-se que a comunidade de gestão de projetos não avançou neste problema de “como” realizar um diagnóstico de um contexto de projeto e depois gerar modelos híbridos com inferências seguras e fundamentadas em um método. Ao contrário, a busca atual se concentra fortemente na publicação de modelos híbridos prescritos, voltados para uma situação muito específica. Esse foco está gerando uma profusão de propostas prontas e estabelecidas, com poucos seguidores. Esse é um sinal que, por serem muito específicas a um contexto, terminam por não serem úteis.

Um desenvolvimento recente, porém, foi a proposição por Conforto et al., (2016) do construto de agilidade. Segundo estes autores, independentemente da abordagem de gestão de projetos, se ágil, orientada ao plano ou híbrida, um objetivo comum é a busca de agilidade, entendida como a capacidade da equipe de ouvir o cliente e alterar o seu plano de projeto. Considerando este parâmetro de desempenho é possível considerar a hipótese de utilizar dados de projetos ou de estudos de caso para traçar inferências entre o contexto do projeto (ambiente, características do projeto, etc.), a prática utilizada e o nível de agilidade conquistado pela equipe. Se isso é verdade, seria possível então criar métodos de inferência, seja baseado na teoria de recomendação ou de meta-análise, para identificar estas “regras” e utilizá-las para criar modelos híbridos. Este é o tema desta tese. Investiga-se nesta tese um novo caminho para a solução deste problema que é investigar a recomendação de modelos por meio de técnicas de inferência baseado em dados. São investigadas e comparadas duas estratégias dentro desta nova possibilidade e compara a viabilidade de ambos os caminhos.

1.2. Objetivo de pesquisa

A presente pesquisa investiga dois métodos para se criar inferências capazes de apoiar a recomendação de práticas de gestão de projetos visando a proposição de modelos híbridos, ou seja, avançar nos métodos de Tailoring. Ambas as técnicas utilizam o construto agilidade e buscam obter uma relação, baseada em dados, sobre o relacionamento entre variáveis do ambiente, práticas utilizadas e desempenho em agilidade. No início da análise do problema

foram identificados dois caminhos distintos possíveis. Utilizar dados de projetos reais e realizar a inferência computacionalmente, utilizando/desenvolvendo algoritmos capazes de apoiar a decisão. E uma segunda, utilizando métodos de meta-análise para obter recomendações baseadas em evidências científicas.

Considerando a novidade do problema, optou-se por investigar de forma paralela as duas estratégias e, ao final comparar os resultados de forma a indicar o caminho mais promissor para o avanço na solução deste problema. Portanto, o objetivo desta tese foi propor métodos utilizando as duas abordagens e avaliá-los separadamente para, em seguida, realizar a comparação. A primeira estratégia investiga a recomendação por meio de algoritmos com potencial para ser incorporado em sistemas de informação de gestão de projetos para gerar soluções por meio de combinações de práticas. A segunda, por sua vez, foi baseada em evidência, utilizando a técnica de meta-análise, cujo potencial pode ser utilizado para triangulação de dados de diferentes fontes permitindo a criação de repositórios de dados que auxiliem na escolha de práticas de gestão.

Em ambas as propostas se empregou o construto agilidade como elemento importante de referência para medir a resposta ou o resultado da combinação. Os métodos foram desenvolvidos e testados quanto à viabilidade e, ao final, apresenta-se uma comparação e recomendações futuras a partir da análise realizada no estudo. O objetivo da pesquisa, portanto, foi **propor e avaliar dois métodos capazes de fornecer recomendações de práticas para diferentes ambientes de projeto e setores industriais, seguindo duas estratégias distintas: a customização baseada em evidência e a recomendação por meio de algoritmos computacionais.**

Com base neste problema foram definidas algumas questões de pesquisa:

Q1 – Como propor/utilizar um algoritmo de recomendação para apoiar a customização de práticas de forma a apoiar a customização de modelos híbridos?

Q2 – Quais as vantagens e limitações do uso de algoritmos para esse problema?

Q3 – É possível identificar práticas utilizando evidências coletadas de base de dados científica?

Q4 – Quais as vantagens e desvantagens da recomendação baseada em evidência?

Q5 – Qual deles seria mais promissor para a continuidade da pesquisa na área.

Como objetivos secundários, a fim de auxiliar a atingir o objetivo principal, temos:

1. Propor um procedimento para recomendação de práticas de gestão, utilizando algoritmos de mineração de dados, e analisar sua viabilidade;
2. Propor um procedimento para recomendação de práticas de gestão, utilizando a técnica de meta-análise, e analisar sua viabilidade;
3. Comparar os resultados das soluções propostas a fim de fornecer subsídios para a escolha e combinações de práticas de gestão;
4. Consolidar os resultados anteriores de forma a contribuir para a evolução de modelos híbridos de gestão.

Ambas as propostas visam otimizar o tempo e o esforço dos profissionais e organizações na escolha de práticas apropriadas para os seus projetos, apresentando uma maneira de criar modelos híbridos de gestão baseado no uso recorrente de certas práticas e condições organizacionais.

1.3. Justificativa

Os desafios na área de projetos inovadores e complexos, conforme apresentado na introdução, são: Elevado número de variáveis e a interação entre elas; Necessidade de adaptações rápidas no plano de projeto, devido a inovação e incertezas; Gerenciamento de múltiplos projetos em paralelo; e Escolha de modelos, métodos, e práticas de gerenciamento de projetos para lidar com as necessidades especiais de cada um.

Esses desafios têm feito as organizações buscarem novas formas de gestão a fim de se adaptar a esse novo cenário. Um dos resultados foi a crescente demanda por modelos híbridos de gestão nos últimos anos, conforme apresentado a seguir:

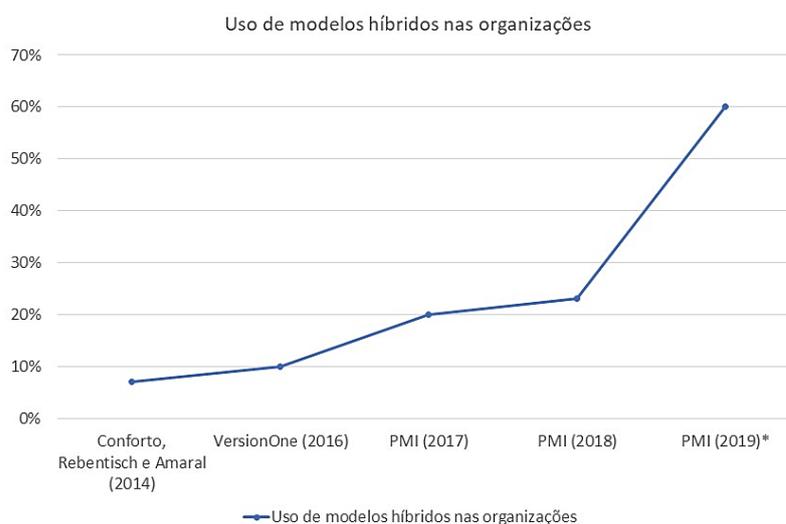
- Conforto, Rebentisch e Amaral (2014) realizaram um estudo global em parceria com o *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) e identificaram que 7% dos respondentes (n=856) indicaram que utilizavam modelos híbridos de projetos em suas organizações;
- Em 2016 a comunidade conhecida como VersionOne¹, evidenciou que 10% dos seus entrevistados utilizavam modelos híbridos (VERSIONONE, 2016). Em 2017 esse valor subiu para 14% (VERSIONONE, 2017), se mantendo em 2018 (VERSIONONE, 2018).

¹ Uma das principais comunidades internacionais que estuda e discute gestão ágil de projetos, e anualmente publica um relatório denominado de “*State of Agile Report*”, onde evidenciam como está a gestão ágil de projetos ao redor do mundo, evidenciando as metodologias mais utilizadas, ferramentas de gestão, desafios na implementação e escalonamento do ágil, entre outros.

- O *Project Management Institute*, em seu relatório *Pulse of the Profession*[®], evidenciou que em 2017 20% dos entrevistados (n= 3,234) utilizavam modelos híbridos de gestão (PMI, 2017a), em 2018 foram 23% (n=4,455), e em 2019 foi evidenciado que 60% das organizações que possuem um ambiente PMTQ² (*Project Management Technology Quotient*) utilizam modelos híbridos de gestão (PMI, 2019).

Essa crescente demanda pode ser representada no gráfico da Figura 1 que indica a porcentagem de projetos que utilizam modelos híbridos em diferentes levantamentos do tipo survey, identificados no eixo X. O gráfico demonstra uma tendência de crescimento no uso destes modelos e, portanto, demonstra a pertinência de se compreender a aplicação e conhecer mais sobre o desenvolvimento destes modelos.

Figura 1- Crescente demanda por modelos híbridos nas organizações.



Fonte: Elaborado pelo autor com base nos maiores valores referentes a cada ano. *Valor relacionado com organizações que possuem um ambiente PMTQ, segundo PMI (2019).

Uma survey recente conduzida por Gemino, Horner reich e Serrador (2020), incluindo 477 projetos de diferentes setores ao redor do mundo, indicou que 52% dos projetos poderiam ser categorizados como abordagens híbridas. O número de empresas que utilizam modelos híbridos pode não ser ainda maior devido à dificuldade encontrada na criação desses modelos. Como já mencionado, a combinação de práticas é algo complexo e que exige o conhecimento

² PQTM (*Project Management Technology Quotient*) é um novo termo utilizado pelo PMI que remete à capacidade de uma pessoa de adaptar, gerenciar e integrar a tecnologia com base nas necessidades da organização ou do projeto em questão.

de diversas teorias, métodos, técnicas e ferramentas para ser efetivo. Esse, entretanto é um dos principais desafios dos modelos híbridos de gestão, e algo não trivial de ser superado.

A presente pesquisa visa evoluir nesse desafio, apresentando propostas de solução por meio da exploração de bancos de dados de projetos e que podem ser analisadas para esse fim. Hair et al., (2009) diz que não há falta de informação, mas escassez de conhecimento. Tom Peters no século passado, já dizia em seu livro *Thriving on Chaos*, que “Estamos nos afogando em informações e famintos por conhecimento” (PETERS; RODABAUGH, 1988).

A contribuição principal é fornecer meios para a identificação e recomendação de práticas de gestão que quando utilizadas em um determinado tipo e ambiente de projeto, podem levar o projeto a um melhor gerenciamento e níveis de agilidade. Com isso podemos gerar evidências científicas para auxiliar organizações e profissionais na escolha de quais práticas usar em seus projetos contribuindo para o desempenho organizacional. Essa ideia segue a mesma lógica, em suas devidas proporções, da prescrição de remédios, onde por exemplo para cada doença temos remédios que estão associados ou não a uma melhora no combate da mesma.

1.4. Estrutura do documento

Este trabalho é composto por 8 capítulos, iniciando pela seção de introdução. O capítulo 2 traz as revisões da literatura realizadas a fim de embasar o presente estudo. Entre os temas abordados estão os modelos híbridos de gestão, mineração de dados englobando regras de associação, *machine learning* e a teoria sobre meta-análise. O capítulo 3 apresenta a classificação da pesquisa e o método utilizado para desenvolver a mesma, bem como suas etapas e atividades. O capítulo 4 traz a primeira proposta de solução para atingir o objetivo de pesquisa, que compreende a aplicação de regras de associação para recomendação de práticas para diferentes ambientes de projeto. O capítulo 5 traz os resultados da segunda proposta de solução que utilizou da técnica de meta-análise aplicada no contexto de gerenciamento de projetos para analisar a associação entre práticas e tipos de projetos, visando gerar recomendações para cada situação. O capítulo 6 apresenta o protocolo de meta-análise em gestão de projetos, o qual foi proposto a partir das limitações encontradas ao longo do desenvolvimento do presente estudo. O capítulo 7 apresenta a discussão e implicações das soluções desenvolvidas e dos resultados alcançados na pesquisa. Por fim, o capítulo 8 apresenta as conclusões da pesquisa, principais limitações e perspectivas futuras. Complementam esse documento, a seção de referências e os apêndices do trabalho.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Este capítulo apresenta os conceitos fundamentais empregados na pesquisa. Inicia-se abordando sobre modelos híbridos, seus principais diferenciais e problemas, em seguida discute-se sobre mineração de dados, englobando regras de associação e *machine learning*, sistemas de recomendação, meta-análise, e por fim o relacionamento dos tópicos abordados com o tema da pesquisa.

2.1 O problema da customização de modelos híbridos de gestão de projetos

A crescente necessidade por soluções que superem os atuais desafios impostos pelo mercado e pelos diferentes tipos e características de projetos nas organizações têm impulsionado a demanda por modelos de gestão de projetos que combinam práticas de diferentes abordagens, os chamados modelos híbridos (ADELAKUN et al., 2017; ZASA; PATRUCCO; PELLIZZONI, 2020; GEMINO; HORNER REICH; SERRADOR, 2020). Esses modelos objetivam promover a agilidade organizacional, que é a capacidade de uma empresa de lidar com mudanças rápidas e incertas, prosperando em um ambiente competitivo de oportunidades de mudança contínua e imprevisível (DOVE, 2002; HARRAF et al., 2015; NAFEI, 2016).

2.1.1 Modelos híbridos de gerenciamento de projetos: definição e desafios

Segundo Niederman, Lechler e Petit (2018) modelos híbridos são um tópico emergente e importante de pesquisa na área de gerenciamento de projetos. A busca por esses modelos cresceu devido ao interesse das empresas em desenvolver a agilidade em seus projetos como forma de aumentar o sucesso de suas iniciativas de inovação e responder às necessidades de seus clientes ou partes interessadas (MARKHAM; LEE, 2013). Em setores além do desenvolvimento de software, as empresas normalmente dividem os produtos em módulos independentes e requer interações entre diferentes departamentos organizacionais. Este processo desafia as premissas básicas da gestão ágil e exige o desenvolvimento de novos modelos de trabalho (BRANDL et al., 2021). Além disso, organizações grandes já possuem processos bem estruturados e práticas tradicionais já consolidadas que não abandonarão completamente (ZASA; PATRUCCO; PELLIZZONI, 2020).

Outros fatores que influenciam a demanda por modelos híbridos são a grande variedade de tipos de projetos, a complexidade e inovação cada vez maiores, e o desafio das organizações e profissionais em identificar práticas e ferramentas mais adequadas às suas necessidades. O desafio da gestão, segundo Bäcklander (2019), é saber o que estruturar e o que não estruturar,

de forma a encontrar um equilíbrio entre esses dois mundos. Assim é possível fornecer o estímulo e liberdade suficientes para experimentar e se adaptar, em conjunto com estruturas e controle para os processos da organização (MCMILLAN, 2004). Porém, mais do que saber, é necessário explorar maneiras para realizar esse equilíbrio.

As práticas orientadas ao plano, também denominadas abordagem tradicional de gestão de projetos, priorizam a previsibilidade, antecipação e padronização (BOEHM & TURNER, 2003; WYSOCKI & MCGARY, 2007), promovendo a disciplina e controle para as organizações e seus projetos (AMBLER & LINES, 2018). Por causa dessas características, essas práticas são indicadas para projetos previsíveis, com poucas mudanças ao longo do seu curso e com requisitos de documentação formal (BOEHM & TURNER, 2003; FITSILIS, 2008). Como exemplo temos os projetos de construção civil (ŠPUNDAK, 2014).

As práticas ágeis por sua vez, proporcionam maior flexibilidade, adaptabilidade e capacidade de resposta (HIGHSMITH, 2004; SCHWABER, 2004). Elas também incentivam o envolvimento dos clientes, além da interação e colaboração entre os envolvidos no projeto (CHIN, 2004; LEFFINGWELL, 2010). Tais práticas são comumente usadas em projetos que envolvem inovação (AUGUSTINE, 2005; ŠPUNDAK, 2014). Exemplos clássicos que se beneficiam de prática ágeis são projetos de desenvolvimento de software (ŠPUNDAK, 2014). Riesener et al., (2018), defende que apesar das diferenças entre ambas, é possível encontrar sinergias entre esses diferentes tipos de práticas.

A ideia de combinar práticas de diferentes abordagens como uma forma de atender um determinado projeto não é algo novo na área de gerenciamento de projetos. Logo após a publicação do Manifesto para desenvolvimento ágil de software³, Pich, Loch and Meyer (2002) discutiram a falta de frameworks que ajudam os gerentes de projeto a entender o motivo de tantos métodos diferentes existirem, qual deles escolher, quando e como usá-los. Boehm e Turner (2003) por sua vez, abordaram a importância de diagnosticar as necessidades e características dos projetos por meio do *Risk Approach*, visando identificar a melhor forma de gerenciá-los.

Outros trabalhos estudaram esse tema como uma possibilidade de balancear controle com flexibilidade e agilidade (VINEKAR; SLINKMAN; NERUR, 2006; GALAL-EDEEN; RIAD; SEYAM, 2007; BATRA et al., 2010). Esse tema se mantém em discussão e a projeção é de crescimento, como pode ser evidenciado com a publicação recente de trabalhos nessa área

³ Documento que declara os principais princípios e valores que fundamentam e orientam o desenvolvimento ágil de projetos. Para saber mais visite <https://www.manifestoagil.com.br/>

(CIRIC et al., 2018; PAPADAKIS & TSIRONIS, 2018; GEMINO; HORNER REICH; SERRADOR, 2020; BIANCHI; MARZI; GUERINI, 2020).

Apesar de algumas iniciativas de definição de modelos híbridos, iremos utilizar a que acreditamos ser a mais robusta até o momento, proposta por Conforto et al., (2015), que definem modelos híbridos como:

“A combinação de princípios, práticas, técnicas e ferramentas de diferentes abordagens em um processo sistemático que visa adequar a gestão para o contexto de negócio e tipo específico de projetos. Têm como objetivo maximizar o desempenho do projeto e produto, proporcionar um equilíbrio entre previsibilidade e flexibilidade, reduzir os riscos e aumentar a inovação, para entregar melhores resultados de negócio e valor agregado para o cliente.”

Diferentes modelos híbridos foram propostos ao longo dos anos. Bianchi e Amaral (2020) realizaram uma revisão bibliográfica sistemática em busca desses modelos. Uma síntese pode ser conferida no Quadro 1, trazendo os modelos em ordem cronológica.

Quadro 1 - Modelos híbridos presentes na literatura.

Autores/Ano	Nome do modelo	Quais abordagens combinam	Quais métodos/modelos englobam	Área de aplicação
Nawrocki et al., (2006)	XPrince	Ágil + Tradicional	Extreme Programming (XP), PRINCE2 e o Rational Unified Process (RUP)	Desenvolvimento de software
Rahimian e Ramsin (2008)	Mobile Software Development Methodology	Ágil + Ágil	Adaptative Software Development (ASD) e Desenvolvimento de Novos Produtos (NPD)	Desenvolvimento de softwares para celulares
Cho (2009)	Hybrid Software Development Method For Large-Scale Projects	Tradicional + Ágil	Rational Unified Process (RUP) e SCRUM	Projetos grandes e complexos
Zaki e Moawad (2010)	A Hybrid Disciplined Agile Software Process Model	Ágil + Tradicional	Scrum, Extreme Programming (XP), Feature Driven Development (FDD) e Rational Unified Process (RUP)	Desenvolvimento de software
Seyam e Galal-edein (2011)	Tragile	Ágil + Tradicional	SCRUM, XP, Crystal Family, Structured Systems Analysis & Design Method (SSADM)	Sistemas de informação
Ambler (2013)	Disciplined Agile Delivery	Ágil + Ágil	XP, SCRUM, Lean Software Development, entre outros	Desenvolvimento de software
Anitha, Savio e Mani (2013)	V-model +Scrum	Tradicional + Ágil	V-model, Scrum	Sistemas de informação
Binder, Aillaud e Schilli (2014)	Cocktail Model	Ágil + Tradicional	Práticas ágeis e a ISO 21500	Desenvolvimento de software
Ahmad, Soomro e Brohi, (2014)	XSR Model	Ágil + Tradicional	SCRUM, Extreme programming (XP) e Rational Unified Process (RUP)	Desenvolvimento de software
Cooper, (2014)	Agile-Stage-Gate	Tradicional + Ágil	Modelo Stage-Gate® e práticas ágeis	Projetos complexos
Sommer et al. (2015)	Industrial Scrum Framework	Tradicional + Ágil	Modelo Stage-Gate® e SCRUM	Indústria (ex: turbinas de vento, válvulas e sensores)
Silva, (2015)	Planejamento de tempo combinado	Ágil + Tradicional	SCRUM e práticas tradicionais	Indústria aeronáutica

Autores/Ano	Nome do modelo	Quais abordagens combinam	Quais métodos/modelos englobam	Área de aplicação
Conforto e Amaral (2016)	Iterative and Visual Project Management Method	Tradicional + Ágil	Modelo Stage-Gate® e práticas ágeis	Produtos manufaturados e desenvolvimento de software

Fonte: traduzido de Bianchi e Amaral (2020).

Apesar da existência e variedade de modelos híbridos na literatura. Esses modelos apresentam a limitação de terem sido desenvolvidos para ambientes e tipos de projetos específicos, apresentando ciclos de vida únicos e estruturados, dificultando seu uso de forma generalizada. Por exemplo, o XPrince foi proposto para desenvolvimento de software, enquanto o *Industrial Scrum Framework* para a indústria de produtos tipo turbinas de ventos, válvulas e sensores (NAWROCKI *et al.*, 2006; SOMMER *et al.*, 2015). Assim como ele, cada modelo foi desenvolvido para condições específicas de acordo com as particularidades do negócio, características do produto, cliente, mercado e tecnologias específicas.

Segundo Azenha, Reis e Fleury (2020) esses são modelos prescritivos baseados em teoria. Eles fornecem as mesmas fases e grupos de atividades para serem utilizados em quaisquer tipos de projetos. No mundo real, sabemos que isso é difícil de ocorrer, uma vez que a organização pode apresentar múltiplos projetos dos mais variados tipos em seu portfólio, cada um com suas particularidades, necessitando de ciclos de vida distintos.

Destaca-se que nenhuma das propostas de modelos híbridos citada descreveu com profundidade o procedimento utilizado para a escolha das práticas sugeridas no modelo, isso é, nenhuma delas descreveu um procedimento sistemático e robusto que seja útil na construção ou adaptação para diferentes ambientes de negócio, ambiente organizacional, equipe ou tipo de projeto. Soluções híbridas exigem métodos e ferramentas específicas para cada projeto, dinamicamente customizadas para cada caso (COPOLA AZENHA; APARECIDA REIS; LEME FLEURY, 2020).

O Quadro 2 apresenta uma síntese das características e problemas identificados. Os dois primeiros já foram abordados ao longo do documento e remete ao fato das propostas encontradas na literatura serem desenvolvidos para um contexto específico sem considerar uma possível customização e implementação para outros cenários, além de não apresentarem o procedimento utilizado para desenvolver os modelos propostos. A falta de um procedimento acaba impactando no terceiro problema, que é a não definição de quais fatores devem ser considerados para desenvolver modelos híbridos, ou seja, se devemos levar em consideração apenas as práticas de gestão em si, ou também características do projeto, características da equipe do projeto, estrutura organizacional, entre outras possibilidades e o porquê desses

fatores. Isso faz com que tenhamos o quarto problema, que é a falta de diferentes recomendações de práticas para diferentes tipos de projetos e segmentos da indústria. Também não há nas propostas presentes na literatura a análise de desempenho das práticas utilizadas nesses modelos, ou seja, há apenas a indicação, mas sem a aplicação e análise dos resultados que as práticas trazem de fato para o projeto, equipe ou organização. Isso acaba gerando outro problema que é a falta de associação de problemas ou lições aprendidas a partir das práticas utilizadas, os quais devem ser registrados e compartilhados amplamente na organização visando melhorar continuamente o modelo de gestão, garantindo maior alinhamento às necessidades e demandas dos projetos. E por fim, não há associação de possíveis riscos que poderão ocorrer relacionado ao uso dos modelos ou práticas indicadas por tipo de projeto, dificultando a identificação de causas e efeitos a fim de elaborar ações e medidas para que os mesmos não aconteçam ou sejam minimizados para quem desejada implementar tais modelos.

De forma geral, os principais problemas estão relacionados à singularidade dos projetos, ao entendimento do ambiente e à seleção ou adequação das práticas de gestão para cada caso, a partir das mais diversas possibilidades. A presente pesquisa visa contribuir para os quatro primeiros problemas destacados no Quadro 2, por meio do desenvolvimento de soluções capazes de analisar e recomendar práticas de gestão para diferentes ambientes e tipos de projetos, visando auxiliar na customização de modelos híbridos.

Quadro 2 - Diferenciais e problemas relacionados ao modelos híbridos presentes na literatura.

Principais Características	Principais Problemas
1. Combinam princípios, práticas, técnicas ou ferramentas de duas ou mais abordagens;	1. Desenvolvidos para um contexto específico, e não devem ser generalizados para qualquer tipo de projeto;
2. Customizados para atender às especificidades do tipo de projeto;	2. Falta de um procedimento sistemático indicando como combinar as práticas;
3. Equilibram previsibilidade, antecipação e minimização de riscos com flexibilidade;	3. Não há definição de quais fatores devem ser considerados para desenvolver modelos híbridos;
4. Eliminação de atividades e documentação que não adicionam valor para a gestão do projeto;	4. Não há uma recomendação de práticas para diferentes projetos e setores da economia;
5. Podem apresentar diferentes papéis e responsabilidades trabalhando de forma colaborativa;	5. Não há análise de desempenho das práticas utilizadas;
6. Combinam disciplina de processos com autogestão das equipes.	6. Não há associação de riscos por tipo de projeto;
	7. Não há associação de problemas ou lições aprendidas com práticas.

Fonte: Traduzido de Bianchi e Amaral (2020).

2.1.2 Caracterizando o Tailoring em gestão de projetos

A evolução da teoria de gestão de projetos foi marcada pela busca por padrões e pela proposição de metodologias ou métodos de gestão de projetos, com processos de trabalho, práticas, técnicas e ferramentas pré definidas. Exemplos antigos foram as técnicas padronizadas

clássicas como PERT/CPM e Earned Value, e os mais recentes são os modelos padrão como o Scrum, modelo Spotify, SAFe, entre tantos outros que existem.

Atualmente reconhece-se que estes modelos muitas vezes são inadequados frente às características dos projetos que a organização desenvolve. Isso acaba gerando um desalinhamento entre a gestão dos projetos e a estratégia de negócios da empresa (SRIVANNABOON, 2006). Como consequência tem-se impactos negativos em termos de dinheiro, tempo e esforço gastos nos projetos (WHITAKER, 2014).

Conforme já mencionado ao longo do texto, existem muitas metodologias e métodos de gestão de projetos disponíveis na literatura. Não é difícil encontrar essas metodologias indicadas para diferentes tipos de projetos, entretanto a metodologia utilizada deve ser alinhada com a realidade dos projetos e necessidade da organização a que se destina e não é comum encontrar propostas que apresentem um processo capaz de auxiliar na adaptação desses métodos para diferentes contextos organizacionais.

Paralelo a este desenvolvimento, porém, desde a década de 90, havia autores ressaltando a importância da perspectiva contingencial. Shenhar e Dvir (2007) foram um dos precursores dessa teoria que defende que não existe um método único a ser utilizado e o contexto irá influenciar qual a melhor abordagem a ser utilizada. Para tal, haveria a necessidade de observar os fatores contingenciais para diferentes tipos e características dos projetos, adequando a forma de gestão de acordo as características específicas desses. O modelo proposto pelos autores, conhecido como “Diamond Approach” (SHENHAR & DVIR, 2007) consiste em analisar um projeto de acordo com quatro dimensões: Novidade, Tecnologia, Complexidade e Urgência. Cada uma dessas dimensões afeta a forma de gerenciar um determinado projeto. Assim, estes autores apresentaram a importância de se realizar um diagnóstico e identificar as melhores práticas conforme o ambiente e tipo de projeto. Não havia, porém, a distinção de abordagens e os métodos, quando existentes, eram gerais como o modelo de diamante citado anteriormente.

Nos últimos anos vivenciamos um movimento mais forte desta discussão com o surgimento, primeiro, do gerenciamento ágil e depois com os modelos híbridos, conforme apresentado na seção anterior. A adaptação das metodologias e métodos de gestão de acordo com a organização e ambiente de negócios tem conquistado espaço tanto na área da academia quanto na prática.

Um exemplo importante da prática é o conceito de *Tailoring* introduzido pelo Project Management Institute (PMI). De acordo com a sétima edição do guia PMBOK (PMI, 2021), *Tailoring* é a adaptação da abordagem de gerenciamento de projetos, governança e processos para torná-los mais adequados para o ambiente da organização.

Para Whitaker (2014) *Tailoring* é o processo de customização de uma metodologia de gerenciamento de projetos, utilizando elementos que fornecem processos, ferramentas e técnicas mais adequados para aquela organização em particular. O resultado nesse caso seria uma metodologia adequada para uso em tipos específicos de projetos de acordo com as características desses projetos e contexto organizacional. Mahmood, Iftikhar e Arun (2018) defendem que o *Tailoring* deve ser específico para o projeto, sendo necessário determinar os recursos necessários, habilidades necessárias, o nível de gerenciamento de configuração necessário e também a necessidade de documentação.

Uma organização com aversão por riscos tende a possuir muitos processos e procedimentos para orientar projetos ao longo de seus ciclos de vida, enquanto que uma outra empresa do mesmo segmento de mercado pode apresentar alta tolerância ao risco e tende a optar por menos processos e procedimentos (WHITAKER, 2014). Em ambos os casos se faz necessário adaptar a forma de gestão de acordo com o contexto da organização, ou seja, o *Tailoring*, estando totalmente alinhado com o que se defende com o uso de modelos híbridos.

Alguns dos benefícios gerados para a organização ao se adotar o *Tailoring*, incluem: Comprometimento e adesão da equipe do projeto que ajudou a adaptar a abordagem, Foco orientado para o cliente, Alinhamento da proposta com a cultura da organização e Uso mais eficiente dos recursos do projeto (WHITAKER, 2012; PMI, 2021). Entre as desvantagens podemos citar o tempo e esforço necessários para realizar a adaptação (WHITAKER, 2012).

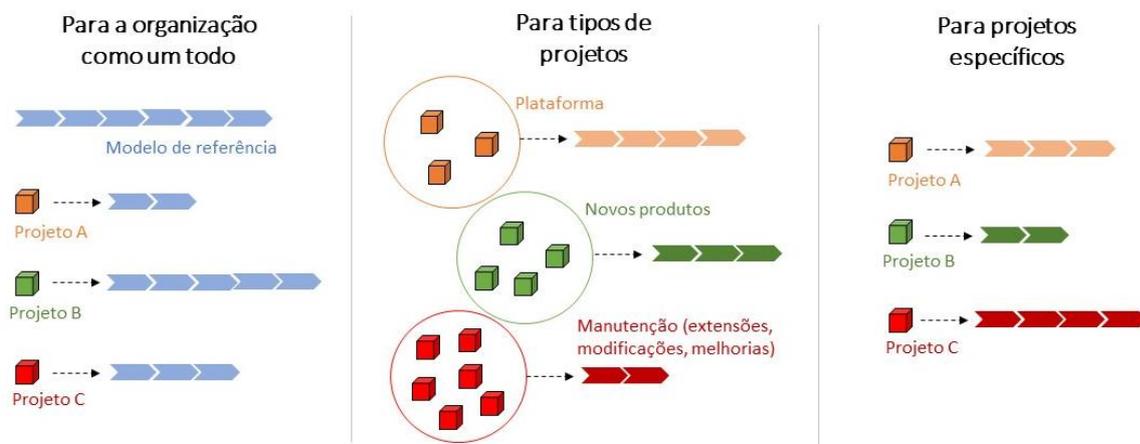
O *Tailoring* pode ser aplicado de diferentes maneiras, conforme ilustrado na Figura 2. Podemos, por exemplo, aplicá-lo para criar um modelo referência de gestão para toda a organização, o qual irá posteriormente fornecer as bases para o planejamento de um projeto em particular. Modelo de referência descreve atividades, resultados esperados, responsáveis, recursos disponíveis, as ferramentas de suporte e as informações necessárias e/ou geradas no processo (ROZENFELD et al., 2006). Entretanto, conforme o ambiente fica mais dinâmico, essa forma de uso tende a ser colocada em dúvida, visto que a referência e padrões para um projeto pode não ser a mesma para outro. A saída, portanto, seria não a busca por um modelo geral, mas sim modelos mais específicos para os projetos da organização, conforme as duas próximas possibilidades de aplicação.

Também podemos aplicar para gerar um modelo de gestão para diferentes conjuntos de projetos que compartilham características e semelhanças entre si. Por exemplo, projetos do tipo plataforma podem ser uma tecnologia, um design, um subsistema, qualquer coisa que é compartilhada por uma ou mais famílias de produtos. Nesse caso criamos um modelo de gestão

alinhado com as necessidades de projetos desse tipo e que pode sofrer alterações específicas para cada caso.

Por fim, o *Tailoring* pode ser utilizado para projetos específicos, de forma singular. Nesse caso analisa-se as particularidades de cada caso (projeto) e adaptamos/personalizamos um modelo de gestão que satisfaça tais necessidades e ambiente organizacional de acordo com os objetivos que se deseja alcançar. Cada projeto necessita de recursos específicos e fornece diferentes contribuições para as empresas.

Figura 2. Tailoring em gestão de projetos.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para tal, independente da forma a ser utilizado e baseado nas experiências do presente autor e do grupo de pesquisa ao qual faz parte, existem algumas variáveis essenciais a serem consideradas durante esse processo de adequação/customização. Entre essas variáveis estão: Práticas, Ambiente e Agilidade. Iremos tratar de cada uma delas de forma mais aprofundada na seção 3.2.4, mas se faz importante apresentar os conceitos gerais nesse momento. A variável Práticas como o próprio nome já diz remete as práticas de gestão de projetos de forma a identificar quais estão mais alinhadas a abordagem orientada ao plano ou ágil e assim ser possível verificar a relação com as outras duas variáveis. A variável Ambiente remete aos fatores internos e externos da organização que impactam diretamente no uso e desempenho de uma determinada prática, técnica ou ferramenta. Por fim, a variável Agilidade, conforme defendido por Conforto et al., (2016), remete a capacidade da equipe do projeto de alterar rapidamente o plano como uma resposta às necessidades do cliente ou das partes interessadas às demandas de mercado ou de tecnologia, a fim de obter um melhor desempenho do projeto e do produto. Dessa forma o processo de *Tailoring* deve levar em consideração a escolha de práticas que podem levar ao nível de agilidade necessário/desejado para aquele determinado

projeto de forma que esteja alinhado com a realidade e características do ambiente em que esse está inserido.

Os textos analisados e aqui referenciados não apresentam uma definição robusta de *Tailoring*. Tomando como base as informações apresentadas até aqui e as experiências/estudos que desenvolvemos ao longo dos últimos anos, propomos para esta tese a seguinte definição para *Tailoring* no contexto de gestão de projetos:

Tailoring é o processo de adaptação/customização de modelos de gerenciamento de projetos por meio da análise de práticas, ambiente e agilidade, a fim de identificar os elementos mais adequados para atender às necessidades específicas de um projeto de acordo com suas características, objetivo e contexto organizacional, e assim, alinhar a gestão dos projetos com a estratégia de negócios da empresa.

Desenvolver seu próprio modelo de gestão não é algo trivial e muito menos fácil, é um processo que demanda conhecimento, tempo e iterações. O guia PMBOK apresenta algumas etapas para o processo de *Tailoring*, que consiste em selecionar a abordagem de desenvolvimento inicial, adaptar para a organização, adaptar para o projeto e por fim, implementar melhorias ao longo do tempo (PMI, 2021).

É possível encontrar na literatura estudos que tratam sobre algumas dessas etapas de maneira isolada. Por exemplo, há estudos que discutem sobre diagnóstico em gestão de projetos com objetivo de auxiliar na identificação da abordagem de gestão a ser utilizada no caso analisado, como é o caso de Boehm e Turner (2003), Wysocki (2006), Shenhar e Dvir (2007), Kennedy e Philbin (2014). Entretanto, conforme evidenciado por Bianchi, Amaral e Conforto (2016), tais iniciativas não apresentam construtos robustos o suficientes para identificar as características do ambiente e do projeto a fim de possibilitar a recomendação de um conjunto apropriado de práticas para atender às necessidades do projeto. Em relação a etapa de Customização e Implementação, conforme já mencionado na seção anterior (2.1.1) há estudos que apresentam a proposta e em alguns casos a implementação de modelos personalizados para condições específicas, como Cooper (2014) e Sommer *et al.*, (2015). Entretanto, em nenhum deles há a explicação ou uso do procedimento utilizado para chegar nos modelos apresentados, permitindo a construção ou adaptação de soluções para diferentes contextos.

Evidencia-se que os autores da área trabalharam fortemente para desenvolver modelos de gestão e medir resultados, mas pouco avançaram em outras frentes tão importantes quanto, como a questão do método utilizado para se chegar no modelo, isso é, os processos (etapas, atividades e recursos) utilizados para diagnosticar o contexto do projeto e realizar as inferências sobre quais são as práticas mais recomendadas para o contexto. Falta, portanto, investigar

processos voltados para customização de modelos e acompanhamento e aprendizado com o uso desses.

Assim, nesta pesquisa optou-se por contribuir e avançar neste problema, principalmente no que tange a questão de inferências e recomendação de práticas adequadas de acordo com as particularidades e o ambiente do projeto, de forma a contribuir para o avanço do tema para a área de gestão de projetos. Para tal, uma das estratégias possíveis para lidar problemas desta natureza é o uso de técnicas de mineração de dados, que são abordadas na próxima seção.

2.2 Mineração de dados sobre práticas de gestão de projetos

A área de gerenciamento de projetos se beneficiou desde a década de 80 com a introdução de sistemas informatizados para planejamento e controle, incluindo dados de pessoas, recursos e desempenho. Seria possível considerar a mineração de dados como uma ferramenta nestes ambientes e, especialmente, no problema de combinação de práticas? Quais tipos de padrões e informações poderiam ser revelados utilizando técnicas de mineração de dados, visando auxiliar essas empresas e seus profissionais em projetos futuros? Nesta seção apresentamos os conceitos básicos sobre mineração de dados e, de forma específica, duas subáreas deste domínio que são as técnicas de recomendação (algoritmos de recomendação) e a área de aprendizagem de máquinas. Finalizamos com a descrição sobre aplicações destas técnicas no campo do gerenciamento de projetos.

2.2.1 Conceitos básicos de mineração de dados

A velocidade com que as empresas obtêm informações e tomam decisões determina a sua competitividade e seu sucesso no longo prazo, fator que se destaca no mundo globalizado em que vivemos atualmente. Informações são constantemente coletadas e armazenadas em bancos de dados e estão disponíveis para serem analisadas visando a melhoria na tomada de decisões (HAIR *et al.*, 2009).

O Wal-Mart por exemplo, em todas as suas lojas, processa cerca de 21 milhões de transações por dia e armazena as informações em um banco de dados de cerca de uma dúzia de terabytes. A NASA gera vários gigabytes de dados por hora através do seu Sistema de Observação da Terra. Empresas de petróleo armazenam centenas de terabytes de dados sobre diferentes aspectos da exploração de petróleo (CIOS *et al.*, 2007). As práticas científicas e de engenharia também geram altas ordens de petabytes de dados de maneira contínua, desde sensoriamento remoto, medição de processos, experimentos científicos, desempenho de sistemas, observações de engenharia e vigilância ambiental (HAN; KAMBER; PEI, 2012).

Esse crescimento explosivo do volume de dados disponível é resultado da informatização de nossa sociedade e do rápido desenvolvimento de poderosas ferramentas de coleta e armazenamento de dados (HAN; KAMBER; PEI, 2012). No passado, podíamos contar com analistas humanos para realizar a análise necessária, confiando no conhecimento especializado para chegar a uma decisão. No entanto, com grandes bancos de dados, uma consulta simples pode retornar facilmente centenas ou milhares de correspondências (FEYYAD, 1996).

Essa grande quantidade de dados exige necessariamente o uso de técnicas apropriadas para reduzir os dados em termos de quantidade e dimensionalidade (CIOS *et al.*, 2007). Como os computadores permitiram a coleta de mais dados do que podemos analisar, é natural recorrer a técnicas computacionais para nos ajudar a encontrar padrões e estruturas significativas nesses dados (FAYYAD; PIATETSKY-SHAPIRO; SMYTH, 1996).

Segundo Han, Kamber e Pei (2012), a necessidade de descobrir informações valiosas da enorme quantidade de dados, transformando em conhecimento organizado, levou ao surgimento da mineração de dados.

A mineração de dados pode ser definida como o processo de descobrir padrões e conhecimentos interessantes a partir de grandes quantidades de dados (HAN; KAMBER; PEI, 2012). O termo mineração vem da analogia com a mineração de pedras preciosas, onde o objetivo é encontrar conjunto de pepitas em uma grande quantidade de matéria prima. No caso dos dados, as pepitas são os novos conhecimentos adquiridos.

Camilo e Silva (2009) apresentam uma lista das áreas em que a mineração de dados é aplicada de forma satisfatória, como em detecção de fraudes, identificação e padrões para ajudar o relacionamento de clientes, possibilidade de diagnósticos mais precisos na área da saúde, etc.

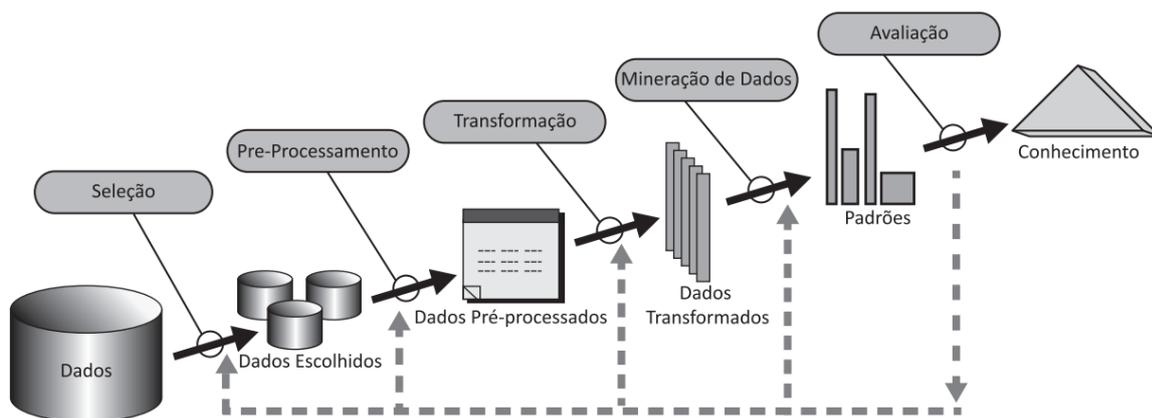
Imaginemos o seguinte cenário: um mecanismo de pesquisa recebe centenas de milhões de consultas todos os dias. Cada consulta pode ser vista como uma transação em que o usuário descreve sua necessidade de informação. Que conhecimento novo e útil, um mecanismo de pesquisa pode aprender com essa enorme coleção de consultas coletadas dos usuários ao longo do tempo? Curiosamente, alguns padrões encontrados em consultas de pesquisa podem revelar um conhecimento inestimável que não pode ser obtido lendo apenas itens de dados individuais (HAN; KAMBER; PEI, 2012).

Outros termos são utilizados como sinônimos da mineração de dados - por exemplo, extração de conhecimento, análise de dados/padrões, descoberta de informações, arqueologia de dados e dragagem de dados (CIOS *et al.*, 2007; HAN; KAMBER; PEI, 2012).

Ressalta-se que mineração de dados e *Knowledge Discovery in Databases* (KDD) são diferentes entre si, mas em muitos casos utilizados como sinônimos. De acordo com Fayyad, Piatetsky-shapiro e Smyth (1996) KDD refere-se ao processo geral de descoberta de conhecimento a partir de dados, enquanto a mineração de dados refere-se a uma etapa específica nesse processo. Exemplos de processos de KDD podem ser conferidos em Fayyad et al. (1996), Anand et al., (1998) e Han, Kamber e Pei (2012).

O processo de descoberta de conhecimento é composto por uma sequência de etapas iterativas com o objetivo de descobrir novos conhecimentos na base de dados analisada, conforme ilustrado na Figura 3. Cada etapa subsequente é iniciada após a conclusão bem-sucedida da etapa anterior e exige que o resultado gerado pela etapa anterior seja sua entrada (CIOS et al., 2007).

Figura 3 - Processo de descoberta de conhecimento em base de dados.



Fonte: Traduzido de Fayyad, Piatetsky-shapiro e Smyth (1996).

O processo é apresentado em detalhes na seção 3.2.4, uma vez que foi tomado como base para mineração dos dados da presente pesquisa. A seguir são apresentadas as principais técnicas utilizadas no processo de descoberta de conhecimento em base de dados.

2.2.2 Técnicas de mineração de dados

As técnicas de mineração de dados podem ser divididas em duas categorias: descritiva e preditiva. Técnicas de mineração descritivas caracterizam as propriedades dos dados tomando como base o conjunto de dados disponível, enquanto as técnicas de mineração preditivas executam a indução nos dados atuais para fazer previsões. Aqui, não iremos nos aprofundar em cada uma das técnicas possíveis de mineração de dados, mas sim mostrar os tipos que existem que podemos utilizar para minerar uma base de dados:

a) Caracterização e Discriminação de dados

A caracterização de dados é uma sumarização das características gerais ou características de uma classe de dados. Os dados correspondentes à classe especificada pelo usuário são normalmente coletados por uma consulta. Por exemplo, para estudar as características de produtos com vendas que aumentaram em 10% no ano anterior, os dados relacionados a esses produtos podem ser coletados executando uma consulta SQL (*Structured Query Language*) no banco de dados de vendas (HAN; KAMBER; PEI, 2012).

A discriminação de dados é uma comparação entre os recursos gerais dos objetos de dados da classe analisada e os recursos gerais dos objetos de uma ou várias classes contrastantes (HAN; KAMBER; PEI, 2012).

b) Mineração de padrões frequentes, associações e correlações

Padrões frequentes (*frequent patterns*) são padrões que ocorrem com uma determinada frequência na base de dados analisada. Um conjunto de itens frequente geralmente se refere a um conjunto de itens que aparecem juntos em um conjunto de transações na base de dados - por exemplo, leite e pão, que são frequentemente comprados juntos em muitos armazéns por muitos clientes. Padrões frequentes de mineração levam à descoberta de associações e correlações interessantes dentro do banco de dados (HAN; KAMBER; PEI, 2012).

c) Classificação e Regressão

Classificação é o processo de encontrar um modelo (ou função) que descreva e diferencie classes ou conceitos de dados. Esse modelo é usado para prever o rótulo de classe de objetos para os quais o rótulo de classe é desconhecido. O modelo derivado pode ser representado de várias formas, tais como regras de classificação, árvores de decisão, fórmula matemática ou redes neurais (HAN; KAMBER; PEI, 2012).

Análise de regressão é uma metodologia estatística que é mais usada para previsão numérica, embora outros métodos também existam. Regressão também engloba a identificação de tendências de distribuição com base nos dados disponíveis (HAN; KAMBER; PEI, 2012).

d) Análise de Cluster

A análise de clusters é um método de agrupamento que utiliza um procedimento estatístico multivariado com o objetivo de classificar objetos similares em diferentes grupos, relativamente homogêneos, de modo que os dados de cada grupo (*cluster*) compartilhem características comuns (ANDERBERG, 1973; ALDENDERFER; BLASHFIELD, 1984; JÁNOS; FEIL, 2007; HAIR et al., 2009). Os clusters são formados de modo que os objetos

tenham alta semelhança em comparação uns com os outros, mas são dissimilares a objetos de outros clusters (HAN; KAMBER; PEI, 2012).

e) Análise “Outlier”

O conjunto de dados que não estão em conformidade com o comportamento geral da base de dados são chamados de *outliers*. Normalmente esses dados são descartados na forma de ruídos e exceções. Porém, em certos casos esse tipo de dados pode ser a razão principal da análise, como por exemplo na detecção de fraudes em transações bancárias. Os outliers podem ser detectados usando testes estatísticos que pressupõem um modelo de distribuição ou probabilidade para os dados ou usando medidas de distância em que os objetos que são remotos de qualquer outro cluster são considerados *outliers* (HAN; KAMBER; PEI, 2012).

f) Consideração sobre as técnicas de mineração de dados

Dentre as técnicas mencionadas, a que mais se adequa aos objetivos do presente estudo é a de mineração de padrões frequentes, associações e correlações, que visam identificar padrões que ocorrem com uma certa frequência em uma determinada base de dados, uma vez que dado um conjunto de dados de projetos, objetiva-se encontrar as práticas mais adequadas para cada caso de acordo com seu contexto de negócio.

Especificamente iremos trabalhar com as chamadas regras de associação. Essa escolha se deve ao fato de que a técnica não necessita de dados rotulados (exemplos) para realizar as análises, ou seja, é uma técnica do tipo não supervisionada. A “resposta correta” não é informada ao sistema, e o algoritmo precisa descobrir por si só. Assim, a técnica possibilita a tentativa de identificar, a partir de um banco de dados de projetos, padrões de práticas de gestão de projetos que quando utilizadas em conjunto poderiam levar o projeto a um melhor nível de agilidade. A técnica é descrita em detalhes nas seções seguintes.

2.2.2.1 Regras de associação e o Algoritmo Apriori

A competitividade das empresas está se tornando cada vez mais dependente da qualidade de sua tomada de decisão. Portanto, não é de admirar que as empresas muitas vezes tentem aprender com eventos passados, a fim de melhorar a qualidade das decisões tomadas no presente e no futuro. Para suportar esse processo, grandes quantidades de dados são coletadas e armazenadas durante as operações comerciais, e posteriormente são analisados para identificar informações relevantes (HOUTSMA; SWAMI, 1995).

a) Regras de associação

Uma das técnicas de data mining possíveis para realizar a análise desses dados é a técnica conhecida como regras de associação (*association rules*), a qual visa encontrar associações/padrões interessantes (relacionamentos, dependências) em grandes conjuntos de itens de dados (CIOS *et al.*, 2007). Por regras entende-se como identificar elementos que implicam na presença de outros em uma mesma transação. Essas associações permitem a geração de conhecimentos acerca do problema que está sendo analisado.

Por exemplo, dado um banco de dados de transações de vendas, é desejável descobrir as associações importantes entre itens, de modo que a presença de alguns itens em uma transação implicará a presença de outros itens (CHEN; HAN; YU, 1996).

Considere os exemplos a seguir propostos por Cios et al., (2007):

- I. $buys(x, skim_milk) \Rightarrow buys(x, large_white_bread)$ [$s = 2.5\%$, $c = 60.0\%$]
- II. $major(x, Engenharia\ da\ Computação) \wedge takes_course(x, Análise\ Avançada\ de\ Dados\ e\ Tomada\ de\ Decisão) \Rightarrow nível(x, PhD)$ [$s = 1\%$, $c = 75\%$]

Na qual X é uma variável representando o consumidor/pessoa. A parte da esquerda é chamada de antecedente e a da direita de consequente. Estas regras podem ser lidas da seguinte forma:

- I. SE $buys = \text{“leite desnatado”}$, ENTÃO $buys = \text{“pão branco grande”}$
- II. SE $major = \text{“Engenharia de computação”}$ E $takes_course = \text{“Análise avançada de dados de tomadas de decisão”}$, ENTÃO $nível = \text{“PhD”}$

A primeira regra afirma que quem compra leite desnatado também compra pão branco grande com suporte de 2,5% e confiança de 60%. Já a segunda regra afirma que os alunos que se especializam em Engenharia da Computação e que fazem o Curso de Análise Avançada de Dados e Tomada de Decisão estão no nível de Ph.D. com suporte de 1% e confiança de 75%.

Devido às boas características de escalabilidade dos algoritmos de regras de associação e ao tamanho cada vez maior dos dados acumulados, essa é uma técnica essencial de mineração de dados para extrair conhecimento de bancos de dados (CIOS *et al.*, 2007). Essas associações são frequentemente utilizadas para os mais diversos objetivos, como: elaboração de catálogos de produtos, layout de prateleiras de lojas, análise de sequências de DNA, sistemas de recomendação, etc (HOUTSMA; SWAMI, 1995; CARVALHO, 2015). De forma geral, as regras de associação podem ser utilizadas para apoiar a tomada de decisões.

Os primeiros a discutirem sobre regras de associação foram Agrawal, Imielinski e Swami (1993), que introduziram o problema de mineração de um grande número de transações

do tipo *Market basket* (cesta de compras) em uma grande empresa de varejo. Por exemplo, pode-se descobrir que clientes que compram leite e pão, também compram manteiga, e ainda relacionar quais marcas de leite, pão e manteiga são mais frequentemente adquiridas.

De acordo com Agrawal, Imielinski e Swami (1993), a mineração de regras de associação funciona da seguinte maneira. Seja $I = \{i, i_1, i_2, \dots, i_m\}$ um conjunto de atributos binários chamados itens. Seja D um conjunto de transações, onde cada transação T é um conjunto de itens tais que $T \subseteq I$. Cada transação T é representada como um vetor binário, com $T[k] = 1$ se T comprou o item i_k , e $T[k] = 0$ caso contrário. Note que as quantidades de itens comprados em uma transação não são consideradas, significando que cada item é uma variável binária que representa se um item foi ou não comprado. Existe uma tupla no banco de dados para cada transação.

Seja X um conjunto de itens. Uma transação T é dito conter X se e somente se $X \subseteq T$. Uma regra de associação é uma implicação da forma $X \Rightarrow Y$, onde $X \subseteq I$, $Y \subseteq I$, e $X \cap Y = \emptyset$. A regra $X \Rightarrow Y$ é válida no conjunto de transações D com confiança c se $c\%$ das transações em D que contêm X também contêm Y . A regra $X \Rightarrow Y$ tem suporte no conjunto de transações D se $s\%$ de transações em D contêm X e Y . Ou seja, os algoritmos procuram regras que satisfaçam os valores mínimos estipulados para suporte e confiança.

O suporte de uma determinada regra indica a frequência (probabilidade com que esse padrão aparece na base de dados D). É definida como a razão do número de transações contendo A e B pelo número total de transações (CIOS *et al.*, 2007):

$$\text{Suporte}(A \Rightarrow B) = \frac{||\{T \in D \mid A \cup B \subseteq T\}||}{||D||} \quad (1)$$

A confiança por sua vez, indica a força de implicação na regra. É definido como a relação do número de transações contendo A e B com o número de transações contendo A (probabilidade condicional de B dado A) (CIOS *et al.*, 2007):

$$\text{Confiança}(A \Rightarrow B) = \frac{||\{T \in D \mid A \cup B \subseteq T\}||}{||\{T \in D \mid A \subseteq T\}||} \quad (2)$$

Segundo Agrawal, Imielinski e Swami (1993), suporte não deve ser confundido com confiança. Enquanto a confiança é uma medida da força das regras, o suporte corresponde à significância estatística. O suporte e a confiança são utilizados como parâmetros para definir se uma determinada regra apresenta um padrão interessante ou não. Dado um valor de confiança mínimo e um valor de suporte mínimo, o intuito é encontrar todas as regras cuja confiança e suporte sejam maiores que os respectivos limites (CHEUNG *et al.*, 1996).

A medida em que aumentamos o valor do suporte e da confiança, o número total de regras geradas diminui. Entretanto, uma confiança muito alta, normalmente tende a gerar apenas regras bastante óbvias. Esses valores variam para cada análise e, normalmente, são definidas empiricamente (tentativa e erro), não havendo um valor universal para essas medidas.

Segundo Agrawal, Imielinski e Swami (1993), o problema de descobrir regras de associação pode ser decomposto em duas etapas:

- 1) Encontrar todas as combinações de itens que tenham suporte acima do suporte mínimo. Essas combinações são chamadas de grandes conjuntos de itens (*large itemsets*);
- 2) Usar os *large itemsets* para gerar as regras desejadas (com confiança acima do valor mínimo estipulado). A ideia geral é que, por exemplo, se ABCD e ABC são *large itemsets*, então podemos determinar se a regra $AB \Rightarrow CD$ é válida calculando a relação $r = \text{suporte}(ABCD) / \text{suporte}(AB)$. Se $r \geq \text{minconf}$, então a regra é válida.

Diferentes algoritmos foram criados para atender a primeira etapa, ou seja, descobrir grandes conjuntos de itens do banco de dados de transações. Entre eles destacam-se: o algoritmo AIS (AGRAWAL; IMIELINSKI; SWAMI, 1993), APRIORI e APRIORITid (AGRAWAL; SRIKANT, 1994), DHP (PARK; CHEN; YU, 1995), SETM (HOUTSMA; SWAMI, 1995), PARTITION (SAVASERE; OMIECINSKI; NAVATHE, 1995), DMA (CHEUNG *et al.*, 1996). Esses algoritmos buscam descobrir todos os grandes conjuntos de itens (*large itemsets*) através de múltiplos passes na base de dados, apresentando diferentes métodos para tal, em muitos casos com o intuito de minimizar a necessidade de memória durante o processamento dos dados.

De uma forma geral podemos tomar o trabalho de Agrawal e Srikant (1994) como base, onde os autores relatam que na primeira passagem no banco de dados, conta-se o suporte dos itens individuais e determina-se quais deles são considerados *large itemsets*, ou seja, que possuem o suporte mínimo exigido. Em cada passada subsequente, inicia-se com o conjunto de *large itemsets* encontrado na passada anterior e utilizam esses conjuntos para gerar novos conjuntos de itens potencialmente grandes, chamados de conjuntos de itens candidatos (*candidate itemsets*). Um conjunto de itens pode ser chamado de tupla, a qual pode ser entendida como uma sequência finita de objetos. Associado a cada conjunto de itens, há um contador que analisa quais desses conjuntos atendem ao suporte mínimo. Este contador é inicializado para zero quando um conjunto de itens é criado. Ao final da passagem, determina-

se quais dos *itemsets* candidatos são realmente grandes (maior que o suporte mínimo) e eles se tornam a base para a próxima passagem. Esse processo continua até que nenhum novo grande conjunto de itens seja encontrado.

De acordo com Agrawal, Imielinski e Swami (1993) para um determinado número de itens (m) existe 2^m possibilidades de *itemsets* candidatos. *Itemsets* podem ser entendidos como um conjunto de itens, onde o número de atributos determina a dimensão desse *itemset*. Exemplo:

1-itemset \Rightarrow {aparência=sol};

2-itemset \Rightarrow {aparência=sol}, {umidade=normal};

3-itemset \Rightarrow {aparência=sol}, {temperatura=quente}, {umidade=alta}.

b) O algoritmo Apriori

O algoritmo pioneiro e considerado referência na área de regras de associação é o Apriori, proposto por Agrawal e Srikant (1994), representado na Figura 4.

Figura 4 - Algoritmo Apriori.

```

1)  $L_1 = \{\text{large 1-itemsets}\};$ 
2) for (  $k = 2; L_{k-1} \neq \emptyset; k++$  ) do begin
3)    $C_k = \text{apriori-gen}(L_{k-1});$  // New candidates
4)   forall transactions  $t \in \mathcal{D}$  do begin
5)      $C_t = \text{subset}(C_k, t);$  // Candidates contained in  $t$ 
6)     forall candidates  $c \in C_t$  do
7)        $c.\text{count}++;$ 
8)     end
9)      $L_k = \{c \in C_k \mid c.\text{count} \geq \text{minsup}\}$ 
10)  end
11)  $\text{Answer} = \bigcup_k L_k;$ 

```

Fonte: Agrawal e Srikant (1994).

Cheung et al., (1996) resumem a ideia principal do algoritmo Apriori da seguinte forma:

- 1) Os *large itemsets* são calculados por meio de iterações. Em cada iteração, o banco de dados é varrido uma vez e todos os *large itemsets* de mesmo tamanho são calculados na ordem crescente de seus tamanhos.
- 2) Na primeira iteração, os *large itemsets* de tamanho 1 (*1-itemset*) são calculados varrendo o banco de dados uma vez. Posteriormente, na iteração k (onde $k > 1$), um conjunto candidato C_k é criado aplicando a função de geração de conjunto candidato Apriori-gen em L_{k-1} , onde L_{k-1} é o conjunto de todos os *large (k-1)-itemsets* encontrados na iteração $k-1$. O Apriori-gen gera apenas os *k-itemsets* cujo subconjunto *(k-1)-itemset* está em L_{k-1} . As contagens de suporte dos

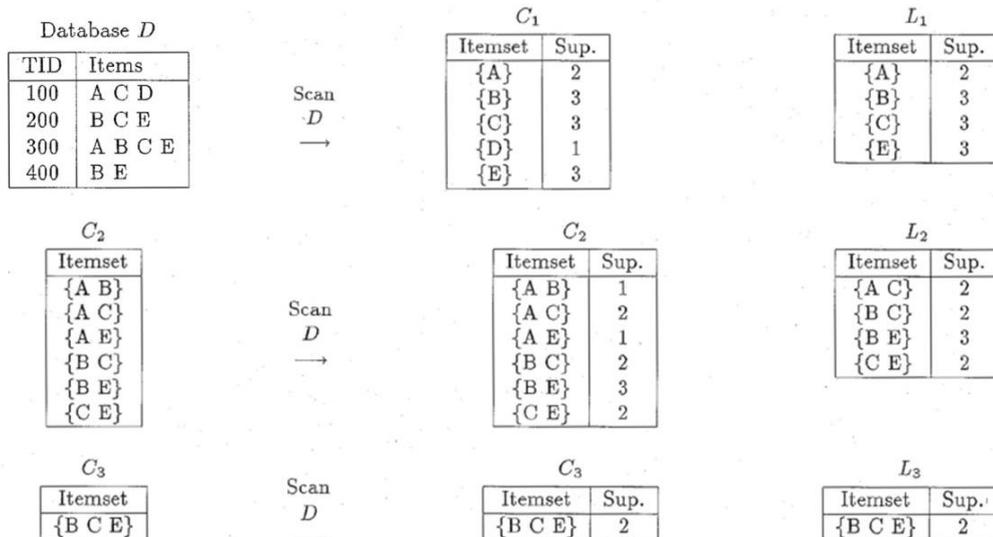
conjuntos de itens candidatos em C_k são então calculadas varrendo o banco de dados uma vez e os *large k-itemsets* são extraídos dos candidatos.

Exemplificando melhor temos a Figura 5. Na primeira iteração, o Apriori verifica todas as transações para contar o número de ocorrências de cada item, gerando o conjunto de candidatos 1-itemsets, C_1 . Supondo que o suporte de transação mínimo necessário seja 2, o conjunto *large 1-itemsets*, L_1 , composto de candidatos 1-itemsets com o suporte mínimo necessário, pode então ser determinado. Para descobrir o conjunto *large 2-itemsets*, o Apriori realiza $L_1 * L_1$ para gerar um conjunto candidato de *itemsets* C_2 (CHEN; HAN; YU, 1996).

Em seguida, as quatro transações de D são escaneadas e o suporte de cada conjunto de itens candidato em C_2 é contado. O Quadro do meio da Figura 5 representa o resultado da contagem em C_2 . O conjunto de *large 2-itemsets*, L_2 , é, portanto, determinado com base no suporte de cada um dos candidatos 2-itemsets em C_2 (CHEN; HAN; YU, 1996).

O conjunto de itens candidatos, C_3 , é gerado a partir de L_2 , onde dois conjuntos 2-itemsets com o primeiro item comum, como $\{BC\}$ e $\{BE\}$, são identificados primeiro. Depois, o algoritmo testa se o conjunto de 2-itemsets $\{CE\}$, que consiste em seus segundos itens, constitui um *large 2-itemset* ou não. Como $\{CE\}$ é um *large itemset*, sabemos que todos os subconjuntos de $\{BCE\}$ são grandes e, em seguida, $\{BCE\}$ se torna um candidato a 3-itemset. No exemplo, não há nenhum outro candidato 3-itemset além desse. O Apriori, em seguida, analisa todas as transações e descobre os grandes 3-itemsets, L_3 . Como não há nenhum candidato com 4-itemsets, o Apriori termina o processo de descobrir os *large itemsets* (CHEN; HAN; YU, 1996).

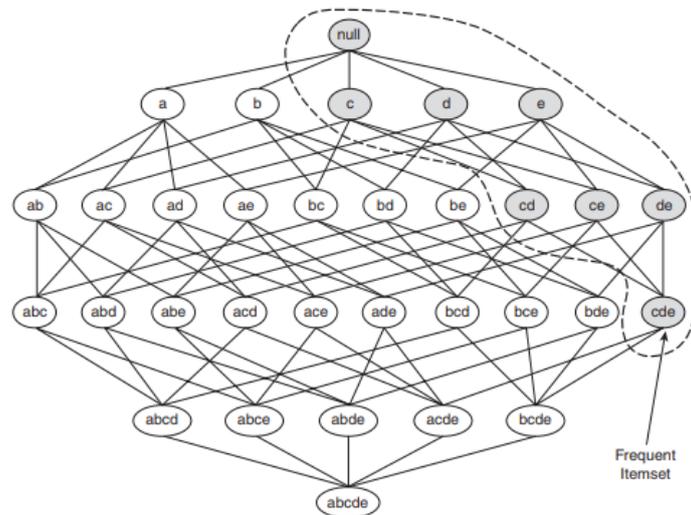
Figura 5 - Geração de itemsets candidatos e *large itemsets*.



Fonte: Adaptado de Chen, Han e Yu (1996).

Como pode ser observado, os *1-itemsets* são utilizados para gerar *2-itemsets*, que posteriormente dão origem ao *3-itemsets* e assim sucessivamente. Ressalta-se que conforme mencionado em Agrawal e Srikant (1994), qualquer subconjunto de um *itemset* frequente também é considerado frequente, ou seja, também possui o suporte mínimo especificado (Figura 6).

Figura 6 - Se {c, d, e} é frequente, todos os subconjuntos desse conjunto de itens serão frequentes.



Fonte: Tan, Steinbach e Vipin (2006).

O Apriori foi testado nas últimas décadas e reconhecido como referência no campo das áreas de mineração de dados e inteligência artificial (HONG; LIN; WANG, 2003). Ao longo dos anos, as extensões, como Apriori-SD (KAVŠEK; LAVRAČ; JOVANOSKI, 2003) ou mesmo o algoritmo puro foram aplicados em diversos domínios, por exemplo: ensino (HELAL *et al.*, 2019), indústria 4.0 (XU; DUAN, 2019), e medicina (DAVAZDAHAMI; DELEN, 2019). Considerando esses fatos, o uso de Apriori foi escolhido como uma alternativa válida para verificar a aplicabilidade das regras de associação na recomendação de práticas de gerenciamento de projetos. Na próxima seção apresentamos sobre o uso da técnica de regras de associação na área de gerenciamento de projetos.

2.2.2.1.1 Aplicação de regras de associação no gerenciamento de projetos

As crescentes restrições e complexidades, em conjunto com os diferentes tipos de projetos e a demanda por alta qualidade com custo e tempo reduzidos, tem contribuído para o avanço das pesquisas na área de gerenciamento de projetos. A mineração de dados provou ser uma das técnicas que podem contribuir para o gerenciamento efetivo de projetos recentemente (GUPTA; SUMA, 2014).

Diversos autores têm explorado o uso de regras de associação na área de gerenciamento de projetos. O Quadro 3 apresenta os estudos encontrados na literatura.

Quadro 3 - Estudos envolvendo regras de associação em Gestão de Projetos.

Autor	Conteúdo do estudo	Considerações
Chawla, Arunasalam and Davis (2003)	Utilizaram <i>association rules networks</i> (ARNs) em conjunto com a técnica de cluster para descobrir padrões que caracterizassem o sucesso ou fracasso dos projetos do tipo <i>Open Source Software</i> (OSS), retirados do SourceForge.net.	Não explicam e não discutem a importância e impacto das regras encontradas para a área de gerenciamento de projetos, apenas geram as regras e as padronizam na forma de redes de associação, separando seus itens em clusters.
Veloso (2004)	Usaram regras de associação para auxiliar a escolha de recursos para formar equipes de projeto. Esta atividade lida com diversas variáveis, como características técnicas e pessoais, disponibilidade; características do projeto e do cliente; entre outras. As regras propostas pelo autor são do tipo: se A trabalhar num determinado projeto, então B tem x% de probabilidade de trabalhar nesse mesmo projeto.	O autor gerou seus resultados a partir de registros históricos dos <i>times reports</i> de projetos reais desenvolvidos por uma determinada empresa, utilizando o algoritmo Apriori. O trabalho traz contribuições interessantes para a área de gerenciamento de projetos, possibilitando que profissionais da área tenham uma técnica capaz de apoiá-los na escolha de recursos humanos para um determinado projeto.
García et al., (2004)	Utilizaram regras de associação para descobrir padrões que relacionam o tamanho de um projeto de software, com o esforço necessário para realizá-lo. O objetivo foi encontrar padrões para auxiliar nas estimativas de tamanho do projeto permitindo um bom planejamento e redução de custos.	Após a geração das regras, os autores propõem um método de refinamento para identificar padrões inesperados. O foco principal dos autores está na aplicação desse método de refinamento e conseqüentemente, não discutem como os resultados encontrados (relação de esforço e tamanho do projeto) podem ajudar efetivamente o gerente de projetos na condução de seus projetos.
Song et al., (2006)	Integraram a técnica de regras de associação com a de classificação para prever defeitos em softwares e os esforços necessários para a correção desses, a partir de dados históricos de engenharia de software. É possível entender como um defeito se relaciona com outro, possibilitando que o gerente de projetos tome decisões e evite defeitos ou problemas futuros.	O artigo é bem desenvolvido, ficando claro como um defeito se relaciona com outro, possibilitando que o gerente de projetos tome decisões e evite defeitos ou problemas futuros. Com o método proposto eles conseguiram chegar em regras de predição de esforço, as quais também podem auxiliar os profissionais da área.
García et al., (2008)	Usaram as regras de associação para estimar a influência de certos fatores da política de gerenciamento em vários atributos do projeto de software como fatores tecnológicos, de produto e de processo. Como resultado os autores apresentam onze regras associando o impacto das políticas de gestão com a qualidade, tempo e esforço de desenvolvimento de softwares.	Os resultados são apresentados de forma que dificulta seu entendimento, uma vez que o foco dos autores está em testar e analisar o método proposto, sem discutir as regras geradas e a implicação de tais padrões na área de gerenciamento de projetos.
Prasad, Arsiwala and Singh (2010)	Descobriram fatores que orientam o projeto para o sucesso utilizando regras de associação, árvore de decisão, redes neurais e Naive Bayes. A base de dados foi formada através de um survey on-line, analisando fatores de sucesso e fracasso, além de constatar se o projeto do respondente foi um sucesso ou não.	A ideia dos autores é pertinente, porém não são mostrados resultados concretos de quais são os fatores que levam ao sucesso de um projeto e/ou como poderíamos mudar o andamento de um projeto rumo ao sucesso baseados nos resultados encontrados. Novos estudos podem ser realizados com o mesmo objetivo em bases de dados mais robustas a fim de gerar resultados que auxiliem de

Autor	Conteúdo do estudo	Considerações
Azzeh, Cowling e Neagu (2010)	Utilizam regras de associação e uma teoria chamada “ <i>Fuzzy set theory</i> ” para prever o esforço necessário para um determinado estágio do projeto tomando como base informações de estágios anteriores. O intuito é permitir que o gerente de projeto realoque o número correto de recursos para terminar no prazo e dentro do orçamento.	forma satisfatória os profissionais da área de gestão de projetos. É um trabalho que envolve vários cálculos matemáticos e que no final deixam dúvidas em relação ao como podemos utilizar a proposta para melhorar de forma efetiva o gerenciamento de um projeto. A principal contribuição está na proposta da combinação de regras de associação e “ <i>Fuzzy set theory</i> ” que podem ser utilizadas para outros propósitos.
Emanuel et al., (2010)	Utilizam as regras de associação para encontrar os fatores de sucesso de Projetos de Software de Código Aberto (OSS) no portal sourceforge.net. Para os autores o projeto seria um sucesso baseado no número de downloads na plataforma analisada. O trabalho resultou em seis fatores que devem ser utilizados em projetos desse tipo para aumentar sua probabilidade de sucesso, entre eles: usuários comuns como audiência, o código fonte deve estar em produção/estável, deve funcionar tanto no sistema operacional Linux quanto no Windows, deve ser revisado por pelo menos um usuário, ter nome de arquivo no formato zip com tamanho em megabyte, e o projeto deve ter tradução para inglês ou europeu.	É um estudo que atinge seu objetivo, porém surgem algumas dúvidas como por exemplo, o número de downloads é uma boa métrica para o sucesso de um projeto? Se o projeto é voltado para as indústrias, o número de downloads provavelmente vai ser menor do que os projetos para público em geral, e isso necessariamente quer dizer que o primeiro não foi um sucesso para o público o qual foi criado? A forma com que o projeto é gerenciado não irá afetar sua probabilidade de sucesso? As práticas estão adequadas as suas necessidades? Enfim, apesar de cumprir seu propósito e utilizar a técnica de regras de associação, o estudo deixa margem para questionamentos.
Parsanejad (2013)	Utilizam as regras de associação para descobrir a relação/padrões entre nove critérios de sucesso de projeto, apresentado os resultados encontrados. Os critérios utilizados são: Custo, Tempo, Qualidade, Satisfação do Cliente, Satisfação da organização de gerenciamento de projetos, Satisfação dos integrantes da equipe de projeto, satisfação do fornecedor, satisfação do usuário final, e satisfação de outras partes interessadas.	Esse trabalho se diferencia dos anteriores, pois o autor foca nos resultados que as regras geraram e não no aspecto matemático, algo que se assemelha com a proposta da presente pesquisa. Os resultados mostram que o método utilizado conseguiu atingir seus objetivos relacionando os nove critérios de sucesso de projetos, os quais são discorridos ao longo do texto.
Savchuk et al., (2017)	Investigaram o uso de regras associativas na fase de testes no desenvolvimento de um software, com o intuito de prever o tempo necessário para corrigir um determinado erro, através da relação bugs e tempo, além de poder prever o profissional que irá corrigir esse erro de acordo com suas habilidades. O autor utilizou os dados de dois grandes projetos de código aberto para a pesquisa.	Apesar da proposta, os autores não mostram nenhuma regra de associação, apenas apresentam a quantidade de resultados encontrado em relação ao número de bugs nos dados analisados. Esperava-se que o autor identificasse as associações entre bugs e o esforço necessário para resolvê-los, mas isso não acontece.

Fonte: Elaborado pelo autor.

De maneira geral a grande maioria dos trabalhos mencionados envolvendo o uso de regras de associação na área de gerenciamento de projetos focam na aplicação de modelos matemáticos e seus desdobramentos, conseqüentemente os resultados relacionados ao desenvolvimento dos projetos ficam em segundo plano, não tendo a devida atenção. Não que o enfoque no uso dos modelos matemáticos seja algo ruim, porém as suas implicações na área de

gestão de projetos ficam a desejar. Um aspecto a ser destacado é o domínio do desenvolvimento de softwares nos estudos apresentados, nenhum deles aborda explicitamente outro segmento de mercado.

Destaca-se que nenhum dos trabalhos encontrados na literatura abordam o uso de técnicas de data mining, em especial as regras de associação, a fim de encontrar a combinação de práticas mais apropriadas para um projeto dependendo de suas características ou a criação de modelos de gestão, ou até mesmo para auxiliar na escolha da melhor forma de se gerenciar um projeto em termos de abordagens de gerenciamento disponíveis. Tal fato ressalta a originalidade da presente pesquisa. Apesar das limitações mencionadas, destaca-se que os autores concordam no potencial uso de técnicas de data mining para aperfeiçoar e auxiliar na evolução da área de gerenciamento de projetos.

Além da mineração de dados e regras de associação, outra teoria que pode nos auxiliar a atingir o objetivo de pesquisa é conhecida como aprendizado de máquinas, a qual é discutida a seguir.

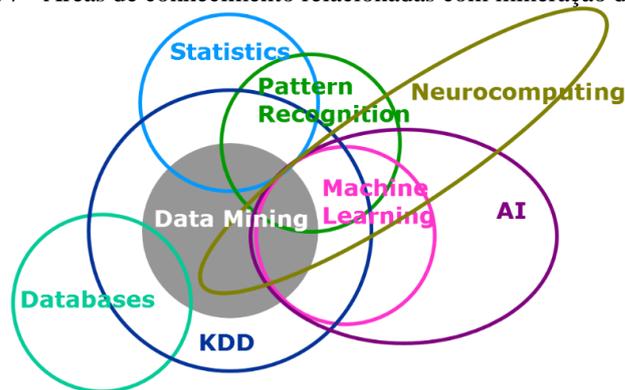
2.2.3 Técnicas de Machine Learning

O aprendizado de máquinas incorpora os princípios da mineração de dados, mas permite fazer correlações automáticas e aprender com elas ao longo do tempo. A ideia é que sistemas podem aprender com dados, identificando padrões e tomando decisões com o mínimo de intervenção humana. Aprendizagem nesse caso “denota mudanças no sistema que são adaptativas no sentido de que elas permitem que o sistema faça a mesma tarefa ou tarefas extraídas da mesma população de forma mais eficiente da próxima vez.” (MITCHELL; MICHALSKI; CARBONELL, 2013).

O aprendizado de máquinas visa programar computadores para realizar tarefas usando dados de exemplo ou experiências passadas. Ele permite ser preditivo para fazer previsões no futuro ou descritivo para obter conhecimento dos dados ou ambos (ALPAYDIN, 2009). Utiliza-se a teoria da estatística na construção de modelos matemáticos, uma vez que a tarefa principal é inferir a partir de uma determinada amostra. Assim, se faz necessário algoritmos eficientes para resolver os problemas, bem como para armazenar e processar a enorme quantidade de dados que geralmente temos (ALPAYDIN, 2009).

Como podemos ver na Figura 7, a teoria de *machine learning* está dentro da área de inteligência artificial ao mesmo tempo em que está englobada dentro de mineração de dados e do processo de descoberta de padrões (KDD).

Figura 7 - Áreas de conhecimento relacionadas com mineração de dados.



Fonte: blogs.sas.com, 2014.

O intuito de se explorar *machine learning* na presente pesquisa é devido a possibilidade de analisar e aprender com dados de projetos passados dentro de uma organização, e conseguir realizar a predição das melhores práticas de acordo com as necessidades específicas de um projeto. A seguir iremos apresentar os estudos encontrados relacionando aprendizado de máquinas e gestão de projetos.

2.2.3.1 Aplicações do Machine learning em gerenciamento de projetos

A grande maioria dos estudos que relacionam *machine learning* e gerenciamento de projetos envolvem estimativa de esforço, custo e duração em projetos. Esses estudos utilizam diversas técnicas de aprendizado de máquinas e dados de projetos passados para prever alguns elementos de projetos futuros, e comparam os resultados com técnicas bem estabelecidas na área, como o *planning poker* para estimativa de complexidade das atividades. Exemplos desses trabalhos são Wang, Song e Shen (2007), Twala, (2010), Han et al.,(2014), Moharreri et al., (2016), Ionescu, (2017), Pospieszny, Czarnacka-chrobot, Kobylinski, (2018), Scott, (2018), e Malgonde e Chari (2018).

Há também um estudo que visa recomendar os membros da equipe de desenvolvimento para um determinado projeto, levando em consideração as características desses, informações passadas e as habilidades dos profissionais da organização, como evidenciado no trabalho de Liu et al., (2014). Ainda nessa linha, Samath et al., (2017) propõe a alocação de tarefas com base nas habilidades e no trabalho anterior feito pelos membros da equipe.

Foram encontrados apenas dois estudos que relacionam *machine learning* com escolha de métodos/práticas de gestão de projetos e são discutidos em maiores detalhes a seguir. O primeiro, desenvolvido por Dwivedi e Gupta (2015), propõe um método para encontrar o grau de adequação de diferentes métodos ágeis para uma situação (projeto) específica. O método é

chamado de *Agile Method Engineering* (AME), o qual visa criar um método ágil específico para uma situação (projeto), reunindo práticas dos diferentes métodos ágeis existentes.

O processo inicia com a identificação dos requisitos do projeto, os quais são formatados como palavras chaves utilizando um adjetivo e um nome (ex: Pequenas equipes, Tecnologia complexa) para que se possa realizar as análises posteriores (Quadro 4).

Quadro 4 - Requisitos do projeto exemplo.

Número	Requisitos
R1	Software grande
R2	Requisitos de mudança
R3	Tecnologia complexa
R4	Pequenas equipes
R5	Equipes isoladas
R6	Requisitos documentados
R7	Desenvolvimentos iterativos
R8	Equipe auto-organizada

Fonte: Traduzido Dwivedi e Gupta (2015).

Em seguida os autores utilizam regras de associação visando identificar a relação dos requisitos do projeto com os diferentes métodos ágeis, indicando os mais adequados para o projeto em questão. Após isso, os métodos ágeis recebem pesos (0-1) utilizando a técnica conhecida como *Fuzzy Logic Controller* (FLC)⁴. O termo "peso" refere-se ao grau de adequação do método e prática para o conjunto de requisitos especificado. Os métodos que apresentarem os maiores valores seguem para a próxima etapa (Tabela 1). Não fica claro, entretanto, qual o limiar necessário para escolha dos métodos que irão passar para a próxima etapa.

Tabela 1 - Métodos selecionados para a situação específica.

Número	Método	Peso
M1	Feature Driven Development	0.8
M2	Scrum	0.7

Fonte: Traduzido Dwivedi e Gupta (2015).

No passo seguinte, é utilizada novamente a técnica FLC para atribuir pesos para as diferentes práticas que compõem cada um dos métodos ágeis mais adequados para a situação em análise (Tabela 2 e Tabela 3). Para cada um dos métodos, calcula-se a média simples dos pesos de todas as suas práticas a fim de encontrar um limiar de essencialidade delas. Práticas com valores acima desse limiar são consideradas essenciais, devendo fazer parte do método de gestão. Para essas práticas é atribuído o valor "1", enquanto para as demais são atribuídos o valor "0".

⁴ Veja mais em LEE, (1990).

Para o método *Feature Driven Development*:

Tabela 2 - Práticas do métodos FDD e seus respectivos pesos.

Número	Prática	Peso
P1	Modelagem de objetos de domínio	0.8
P2	Desenvolvendo por Recurso	0.8
P3	Inspeção	0.4
P4	Propriedade de classe individual	0.7
P5	Equipes de recursos	0.9
P6	Compilações regulares	0.3
P7	Gerenciamento de configurações	0.2
P8	Relatório de progresso	0.3

Fonte: Traduzido de Dwivedi e Gupta (2015).

Para o método Scrum:

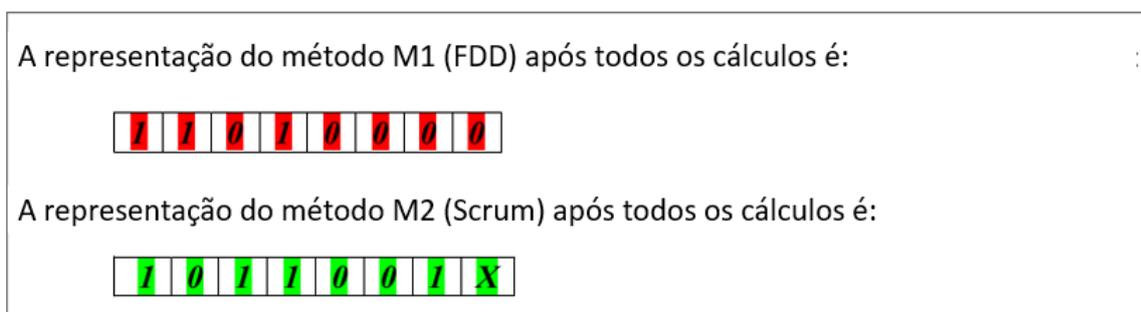
Tabela 3 - Práticas do método SCRUM e seus respectivos pesos.

Número	Prática	Peso
P1	Product Backlog	0.8
P2	Sprint Backlog	0.8
P3	Effort Estimation	0.4
P4	Sprint	0.7
P5	Daily Scrum Meeting	0.9
P6	Sprint Review Meeting	0.3

Fonte: Traduzido Dwivedi e Gupta (2015).

Os autores também trabalham com diferentes cores para os diferentes métodos ágeis, por exemplo, vermelho como representação de práticas essenciais do método FDD e verde para práticas essenciais do método SCRUM.

Figura 8 - Representação de práticas essenciais dos métodos.



Fonte: Traduzido de Dwivedi e Gupta (2015).

Na representação acima, observe que há uma condição de "não se importar" representada pela letra x. O processo de análise de quais práticas irão compor o método usa a operação logica OR, seguindo os 4 parâmetros abaixo:

1. **1** OU 0: a saída será **1** na parte do método.
2. **1** OU 0: a saída será **1** na parte do método.

3. 0 OU 0: a saída será 0 na parte do método.
4. 1 OU 1: a saída será 1 na parte do método e 1 na parte da extensão do método.

A saída final do método proposto é representada em duas partes: parte do método e parte estendida do método (Figura 9). A parte do método inclui a parte real que sai da operação OR, conforme já mencionado, e o restante da parte anexada que é chamada de parte de extensão que cai no 4º parâmetro de operação OR, quando as práticas de ambos os métodos possuem valor 1. (DWIVEDI; GUPTA, 2015). Não há cor atribuída a "0" devido ao fato de que nenhuma das práticas dos métodos foi selecionada na sequência de saída.

Figura 9 - Resultado final da combinação de métodos ágeis.

1	1	1	1	0	0	1	0	1	1
1	2	3	4	5	6	7	8	1	2
|----- Parte do Método -----|					|----- Parte de extensão do Método -----|				

Fonte: Traduzido de Dwivedi e Gupta (2015).

Considera-se também o sequenciamento das práticas. A saída acima pode ser explicada como: Posição 1 e 2 da parte do método significa a presença da 1ª e 2ª práticas do método FDD; o valor na posição 3 implica na terceira prática do método SCRUM, e assim sucessivamente.

A essência do trabalho é muito interessante, visto a percepção dos autores de que projetos são únicos e por serem únicos precisam de práticas de gestão apropriadas para atingirem seus objetivos, algo que, conforme já discutido, é uma necessidade na área de gestão de projetos e tema da presente pesquisa. Entretanto, apesar do caráter inovador do estudo dos autores, eles limitam apenas para métodos ágeis de gestão de projetos, não discutindo em nenhum momento um possível hibridismo entre práticas ágeis e tradicionais. A técnica *Fuzzy Logic Controller* é apresentada como uma caixa preta, uma vez que não mostram claramente como os cálculos são realizados para chegar nas ponderações dos métodos e das práticas. O trabalho também apresenta valores dos pesos das práticas divergentes ao longo do texto, que alterariam as práticas escolhidas para o método proposto, mas não o processo de combinação em si. Conforme ressaltado pelos próprios autores, o método introduzido apresenta uma dependência do sequenciamento das práticas para cada um dos métodos, onde a ordem pode alterar o resultado final.

O segundo estudo que discute sobre recomendação de modelos é o de Song et al., (2016), cuja proposta visa ajudar os gerentes de projeto a escolher o modelo de processo de software mais apropriado para um novo projeto, de acordo com dados históricos de engenharia

de software. O estudo trabalha com a recomendação do modelo como um problema de classificação. Primeiro, os autores avaliaram diferentes algoritmos de classificação, onde o melhor avaliado foi utilizado para construir o modelo de recomendação com dados históricos de engenharia de software; o método então é usado para prever modelos de processo para um novo projeto de software. O método consiste nas três partes: (1) pré-processamento de atributos de projeto, (2) construção de modelo de recomendação de processo e (3) análise de impacto.

A primeira parte compreende o pré-processamento dos dados dos projetos, para que segundo os autores, cada atributo tenha apenas um valor e os atributos redundantes sejam eliminados. Os atributos são separados em grupos por meio de técnicas de agrupamento. Nessa etapa os autores utilizam o algoritmo EM (*Expectation Maximization*) (DEMPSTER; LAIRD; RUBIN, 1977), o qual trabalha com medidas de similaridade, e cada grupo de atributos é rotulado como um cluster. A fim de utilizar apenas casos de sucesso, os autores trabalharam com 4100 projetos, realizados entre 2000 e 2007, divididos em 37 grupos de acordo com as equipes que os desenvolveram.

Os atributos foram divididos em *Project Level Factors* (Tipo de Projeto, Tipo de Indústria, Tipo de Aplicação e Tipo de Caractere do Produto), *Team Level Factors* (Experiência de Gestão de Projetos, Experiência de Sistemas, Experiência de Tecnologia da Informação, Experiência de Métodos, Experiência de Ferramentas e Experiência de Linguagem) e *Process-Level Factors* (Tipo de mudança, Gravidade do defeito e Contagem de defeitos).

A segunda parte do método compreende a construção de modelo de recomendação e por ser trabalhado como um problema de classificação, a construção do modelo foi realizada treinando um classificador com dados históricos de diferentes projetos. Dentro dos 37 grupos (times de projeto) utilizados no estudo, foram identificados dez modelos de processos adotados: *Production support; SLC roadmap; System life cycle; System life cycle 3; GSMS production support; GSMS development; Standard systems process; Production support; GSMS development +, GSMS production support–other projects & services.*

Com esses dados, os autores avaliaram o desempenho da classificação de 13 algoritmos distintos em relação a recomendação dos métodos disponíveis e dados históricos dos projetos selecionados. Por meio da técnica de *Cross-Validation* identificaram que os algoritmos que apresentaram melhor precisão de recomendação para o problema em questão foram o SMO (PLATT, 1999), o *Bagging* combinado com J48 (BREIMAN, 1996) e o *Boosting* combinado com o SMO (FREUND; SCHAPIRE; HILL, 1996).

Na terceira parte (análise de impacto) os autores usam uma técnica chamada *Canonical Correspondence Analysis* (CCA) que analisa a correlação (positiva ou negativa) de cada um

dos fatores (*Project-Level*, *Team Level* e *Process- Level*) em relação aos 10 modelos de processo. Essa estratégia é utilizada para ajudar os gerentes a filtrarem os modelos mais adequados com a situação específica do projeto a ser desenvolvido.

Fica claro a preocupação dos autores em escolher um modelo apropriado ao desenvolvimento de software a fim de evitar erros e desperdícios, seja de tempo ou de recursos. A proposta apresenta um passo a passo de como proceder para obter o resultado desejado. O método tem como foco a recomendação de um modelo em específico, apesar de que a decisão final fica por conta do usuário baseado nas informações geradas pelas análises. Evidencia-se que não há uma discussão sobre uma possível combinação entre modelos diferentes, dependendo da situação enfrentada.

A análise das referências do trabalho de Song et al., (2016) permitiu identificar outros estudos sobre a adequação dos modelos de processo de software para um projeto específico, conforme evidenciado em Davis, Bersoff e Comer (1988), Alexander e Davis (1991), Acuña et al., (2005), Little (2005), Kettunen e Laanti (2005), Egwali e Akwukwuma (2008). Apenas Song et al., (2016) trabalham com uso de *machine learning*, os demais utilizam a adoção de alguns critérios para descrever os projetos e os modelos de processo e, em seguida, desenvolvem alguma estratégia para selecionar o modelo de processo adequado. No entanto, esses critérios são propostos com base nas experiências de desenvolvedores ou opiniões individuais, e nem sempre são consistentes (SONG et al., 2016).

Apesar das evidências de uso de técnicas de *machine learning* em gerenciamento de projetos, poucos discutem seu uso para a escolha de práticas. Os que existem, não discutem sobre uma possível combinação entre práticas tradicionais e ágeis. Entretanto, os autores desses trabalhos evidenciam a necessidade de adaptar modelos de gestão de acordo com as necessidades de um projeto, buscando evitar desperdício de tempo e recursos, além da qualidade do projeto. A fim de continuar a fundamentação teórica do trabalho, a próxima seção traz uma discussão sobre meta-análise.

2.3 Meta-análise

Conhecimento é um processo que precisa ser capturado, processado e reutilizado para criar novos conhecimentos (FIGUEIREDO; PEREIRA, 2017). Alinhado com esse pensamento, nós temos disponíveis resultados e dados de uma série de estudos anteriores sobre um determinado tópico de interesse, que podem e devem ser utilizados na construção da teoria (HUNTER; SCHMIDT, 2004).

A meta-análise vai de encontro com esse objetivo e busca sintetizar evidências empíricas a partir dos resultados de um conjunto de estudos primários (BORENSTEIN et al., 2011; AGUINIS et al., 2011; AYTUG et al., 2012; GUREVITCH et al., 2018). As chamadas técnicas meta-analíticas foi o primeiro esforço coordenado para coletar e sintetizar dados já existente para determinar padrões, fazer previsões, chegar a generalizações e tomar decisões baseadas em evidências, de uma maneira transparente e objetiva, fornecendo uma base para o desenvolvimento de novos conhecimentos (HUNTER; SCHMIDT, 2004; GUREVITCH et al., 2018). Mais do que isso, defende-se que a síntese proveniente de um conjunto de estudos pode gerar conhecimentos que não seriam possíveis quando comparados com um único estudo individual (GUREVITCH et al., 2018).

Um exemplo clássico é a análise de uma série de estudos para avaliar a eficácia de um medicamento. A meta-análise permite sintetizar os dados de vários estudos sobre o mesmo medicamento, produzindo um resultado mais preciso do efeito da droga em relação a uma determinada doença (BORENSTEIN *et al.*, 2011). É importante frisar que a escolha dos estudos devem se basear nas relações que o pesquisador deseja explorar, de forma a gerar uma descoberta geral (ZUPIC, 2015).

A meta-análise é amplamente utilizada na medicina, psicologia e ciências sociais (GUREVITCH *et al.*, 2018) e menos frequente em estudos organizacionais (DALTON; DALTON, 2008). Segundo Dalton e Dalton (2008), a baixa frequência da meta-análise nessa área pode se dar pelo fato da juventude comparativa de estudos organizacionais empíricos, falta de familiaridade com a técnica, falta de confiança em seu uso ou alguma combinação destes fatores. A técnica tem sido utilizado com dois objetivos principais: (a) estimar a força geral (associação) de um efeito ou relacionamento entre duas variáveis de interesse; (b) estimar a variação em todo o estudo na distribuição de estimativas de tamanho de efeito e as variáveis moderadoras que explicam essa variação (DALTON; DALTON, 2008; AGUINIS et al., 2011; BORENSTEIN et al., 2011).

O presente estudo está alinhado com o primeiro objetivo, de forma a analisar se as práticas de gerenciamento de projetos possuem diferentes correlações de acordo com diferentes tipos de projetos. Com isso, podemos revelar o conhecimento cumulativo que existe sobre o tema e evidenciar quais práticas são mais recomendadas para cada projeto, de forma a auxiliar as organização e profissionais na criação dos seus modelos de gestão. Além disso, análises desse tipo podem fornecer orientações sobre quais atuais temas/necessidades de pesquisa seguir (HUNTER; SCHMIDT, 2004). Os detalhes da técnica utilizada na tese são apresentados junto com os resultados para facilitar o acompanhamento do método proposto. A meta-análise em si,

incluindo as variáveis de análise, cálculos envolvidos e a forma que os resultados são analisados, estão descritos na seção de métodos do presente documento (seção 3.2.7) já incluindo a adaptação para o contexto da pesquisa. Optamos por essa divisão visando deixar o texto mais fluido e facilitar para o leitor de como a técnica foi aplicada no método proposto na presente pesquisa. Na próxima seção é apresentado uma síntese das revisões bibliográficas realizadas para fundamentar a pesquisa.

2.4 Síntese da revisão bibliográfica

O desenvolvimento da presente pesquisa envolve de forma conjunta várias teorias a fim de atingir um objetivo comum: propor soluções capazes de recomendar práticas de gestão de acordo com o ambiente e tipo de projeto. A motivação se deu pela crescente demanda por modelos híbridos a fim de adaptar a gestão de projetos para a atual realidade enfrentada pelas organizações, entretanto customizar o modelo para responder à essas necessidades não é algo simples. Dessa forma abordou-se sobre o tema a fim de embasar teoricamente o estudo, explorando os principais diferenciais e problemas dos modelos híbridos de gestão.

Verificou-se que uma das possíveis maneiras de lidar com o problema de customização é por meio da mineração de dados. Assim apresentamos as principais técnicas utilizadas para descobrir padrões e conhecimentos a partir de grandes conjuntos de dados, a fim de auxiliar na tomada de decisões. Em especial, focamos na técnica de regras de associação. Explorou-se também a teoria de *machine learning* a fim de auxiliar o desenvolvimento da pesquisa.

Em seguida apresentamos a técnica de méta-análise, com o objetivo de entender seu potencial uso em estudos organizacionais e especificamente verificar seu potencial uso para auxiliar na recomendação de práticas de gestão de projetos por meio da análise de associação entre variáveis de interesse em uma base de dados de projetos, contribuindo para a teoria de gerenciamento de projetos baseada em evidências.

A partir dessas teorias e técnicas discutidas, o projeto de pesquisa teve como intuito desenvolver diferentes soluções para o problema de escolha de práticas de gestão de projetos. As propostas aqui desenvolvidas se beneficiam dos dados disponíveis na literatura de gestão de projetos para atingir o objetivo proposto. A primeira proposta utilizou como base a técnica de regras de associação, enquanto que a segunda se fundamentou na técnica de meta-análise. A próxima seção aborda o método de pesquisa utilizado.

3 MÉTODO DE PESQUISA

Esse capítulo apresenta a classificação da pesquisa, resgata o objetivo de pesquisa e explora a discussão sobre as fases, etapas e os procedimentos científicos adotados.

3.1 Classificação da pesquisa

Em termos de classificação, esta pesquisa pode ser enquadrada como exploratória e prescritiva. Exploratória devido ao fato de analisar melhor o problema de pesquisa, incluindo um estudo preliminar para avaliar a viabilidade da mesma (GERHARDT; SILVEIRA, 2009). Prescritiva pois tem como objetivo a proposição de uma solução, a qual forneça uma resposta direta ao problema apresentado (BONAT, 2009), visando auxiliar as organizações e profissionais de gestão de projetos (DESLAURIERS, 1991, p. 58. apud GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

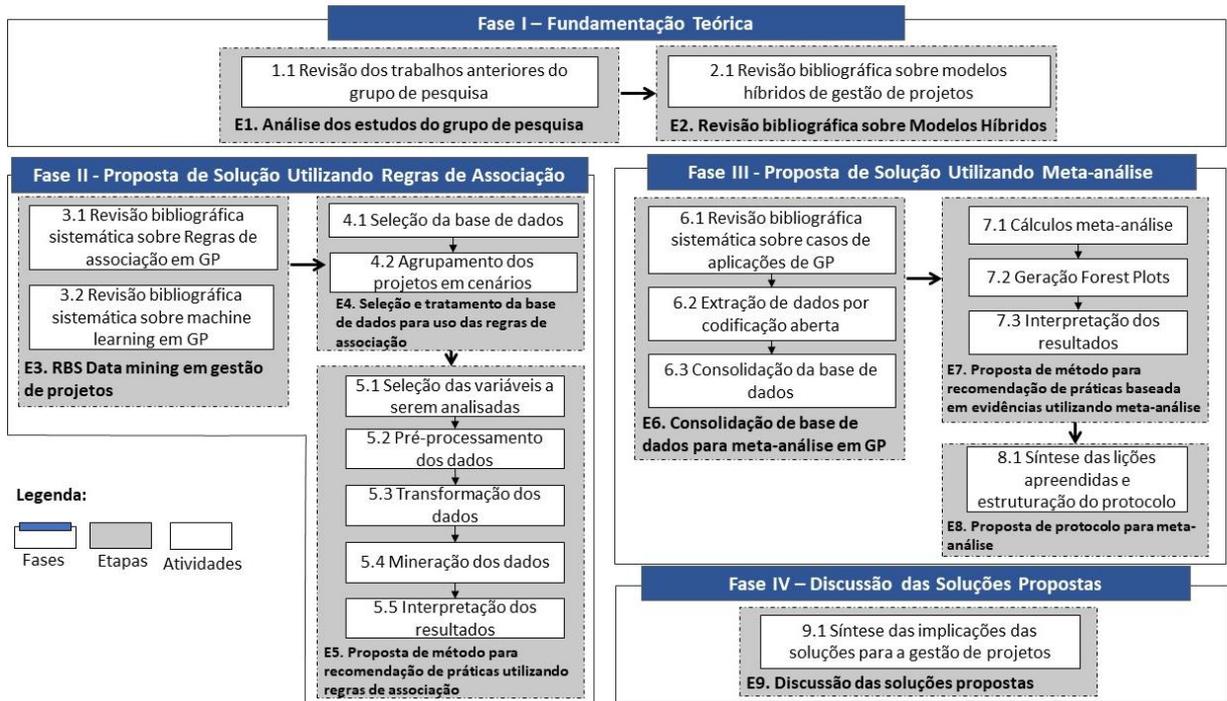
Quanto à abordagem, trata-se de uma pesquisa em suma quantitativa, pois as amostras geralmente são consideradas representativas da população, utilizando linguagem matemática para descrever as causas de um fenômeno, as relações entre variáveis (GERHARDT; SILVEIRA, 2009). Esse tipo de pesquisa se centra na objetividade, considerando que a realidade pode ser compreendida com base na análise de dados brutos, recolhidos com o auxílio de instrumentos padronizados e neutros (GERHARDT; SILVEIRA, 2009). A pesquisa utiliza técnicas de mineração de dados para encontrar conhecimento em um grande volume de dados, obtidos a partir de instrumentos padronizados.

A natureza desta pesquisa é aplicada, uma vez que visa gerar conhecimento para a solução de problemas específicos (GERHARDT; SILVEIRA, 2009), nesse caso, a recomendação de práticas de gestão de acordo com as necessidades de cada projeto, auxiliando a criação de modelos híbridos de gestão.

3.2 Fases da pesquisa

A execução desta pesquisa exigiu várias etapas de estudo e diversos procedimentos metodológicos. A Figura 10 apresenta as fases, etapas e atividades da pesquisa. Por motivos de dimensões, essa mesma figura pode ser melhor visualizada no Apêndice A. Nas próximas subseções são apresentadas em detalhes todas as etapas e atividades desenvolvidas na pesquisa.

Figura 10 - Fases e etapas da pesquisa.



Fonte: Elaborado pelo autor.

3.2.1 Etapa 1. Revisão dos trabalhos anteriores do grupo de pesquisa

Conhecimento é um processo que precisa ser capturado, processado e reutilizado para criar novos conhecimentos (FIGUEIREDO; PEREIRA, 2017). Por esse motivo a **Atividade 1.1** envolveu a análise de estudos anteriores do Grupo de Engenharia Integrada - EI da Escola de Engenharia de São Carlos (EESC-USP), o qual o autor faz parte, como forma de reutilizar todo o conhecimento científico desenvolvido e adquirido ao longo dos anos sobre gestão de projetos para auxiliar no desafio de gerar recomendações práticas baseadas em evidências e explicadas por teorias robustas.

Entre os principais trabalhos analisados estão estudos sobre a aplicação de prática de gerenciamento de projetos em projetos inovadores (EDER *et al.*, 2012); modelo e ferramenta para avaliação de agilidade em gestão de projetos (CONFORTO, 2013); uso da gestão ágil para além das indústrias de software (CONFORTO *et al.*, 2014); diferenciação entre as abordagens de gestão de projetos (EDER *et al.*, 2015); proposta de planejamento de tempo combinando ágil e tradicional (SILVA, 2015); avaliação do desempenho em agilidade (ALMEIDA *et al.*, 2015); construto agilidade aplicado no gerenciamento de projetos (CONFORTO *et al.*, 2016); e ferramenta para customização de modelos híbridos de gestão de projetos (BIANCHI, 2017).

Os conceitos discutidos nesses estudos foram a base inicial para o desenvolvimento da presente pesquisa e encontram-se referenciados ao longo de todo o documento. Estas revisões também geraram publicações. A revisão dos trabalhos sobre o indicador de agilidade e a ferramenta de diagnóstico foi feita reunindo os vários trabalhos publicados pelo grupo de pesquisa e realizando uma análise conjunta, que acabaram sendo publicadas em Bianchi, Conforto e Amaral (2021) e Bianchi e Amaral (2021), respectivamente.

3.2.2 Etapa 2. Revisão bibliográfica sobre modelos híbridos de gestão

A **Atividade 2.1** levou em consideração a análise das principais obras científicas da área, englobando a teoria sobre hibridismo e os modelos híbridos propriamente ditos. Explorou-se as principais características desses modelos, bem como seus benefícios, desafios e problemas de sua aplicação. Utilizou-se como base inicial o estudo de mestrado do presente autor (BIANCHI, 2017). Os resultados dessa etapa estão sintetizados na seção 2.1.1 e foram publicadas em conjunto com outros pesquisadores no artigo Silva, Bianchi e Amaral (2019).

3.2.3 Etapa 3. Revisão bibliográfica sistemática sobre data mining em gestão de projetos

Essa etapa teve como objetivo embasar teoricamente a pesquisa, buscando identificar na literatura estudos que envolvessem a aplicação de data mining em gestão de projetos, mais especificamente o uso de regras de associação, e *machine learning*.

A **Atividade 3.1** buscou investigar e identificar estudos que envolviam o uso de regras de associação aplicáveis ao contexto de gestão de projetos. A escolha das regras de associação se deve ao fato de que dentre as técnicas de mineração existentes, essa foi a que se mostrou mais viável para demonstrar a viabilidade do presente estudo, buscando identificar em um banco de dados de projetos, padrões de práticas de gestão para diferentes ambientes de projetos, que poderiam levar o projeto a um melhor nível de agilidade. Se fez necessário analisar na literatura a existência de trabalhos semelhantes, a fim de se aprofundar no tema e verificar o grau de novidade do presente estudo.

Foi utilizado o método de Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) proposto por Conforto, Amaral e Silva (2011). Um resumo das informações dessa revisão é apresentado na Tabela 4. Os resultados dessa etapa estão apresentados na seção 2.2.2.1.1, enquanto que o Apêndice B traz mais informações e detalhes das revisões bibliográficas desenvolvidas no trabalho.

Tabela 4 - Informações da RBS sobre regras de associação em gestão de projetos.

Bases de dados utilizadas	<i>Web of Science®, Scopus</i>
	<i>"Association Rules" or "Association analysis" or "Apriori Algorithm"</i>
Strings	<i>Project* or "Project management" or "Project assessment" or "Agile" or "Plan-driven" or "waterfall"</i>
	<i>Disease* or Gene* or Health* or Bio* or Medical or Diagnosis or Diabetes or Disorder or cancer</i>
Critérios de aceitação	1 - Descrever sobre aplicações de regras de associação na área de gestão de projetos; 2 - Descrever sobre o uso de regras de associação na escolha de práticas de gestão de projetos; 3 – Relacionar o uso de regras de associação na configuração de modelos de gestão de projetos.
Número de artigos identificados	1101
Filtro 1 (leitura do título, resumo e palavras-chave)	50
Filtro 2 (leitura da introdução e da conclusão)	15
Filtro 3 (leitura completa)	11
Total de artigos selecionados	11

Fonte: Elaborado pelo autor.

A **Atividade 3.2** por sua vez teve como foco a área de *machine learning* aplicada em gerenciamento de projetos, visando identificar a existência ou não de estudos similares ao proposto na presente pesquisa, utilizando o conceito de aprendizado de máquinas.

O aprendizado de máquina incorpora os princípios da mineração de dados, mas permite fazer correlações automáticas e aprender com elas ao longo do tempo. Dessa forma, poderia permitir recomendações de práticas de gestão de projetos de forma automatizada. A Tabela 5 traz uma síntese dessa revisão. Novamente utilizou-se o método de RBS proposto por Conforto, Amaral e Silva (2011). Os resultados dessa busca estão descritos na seção 2.2.3.1.

Tabela 5 - Informações da RBS sobre machine learning em gestão de projetos.

Bases de dados utilizadas	<i>Web of Science®, Scopus</i>
	<i>"Project management" or "Plan-driven" or "waterfall" or "PMBOK" or "Agile Methods" or "Agile" or "Scrum" or "Extreme Programming"</i>
Strings	<i>Machine learning"</i>
Critérios de aceitação	1 - Descrever sobre aplicações de aprendizado de máquinas na área de gestão de projetos; 2 - Descrever sobre uso de aprendizado de máquinas no planejamento de projetos (sistema de recomendação, estimativa, previsão, etc); 3 - Descrever sobre uso de aprendizado de máquinas na escolha de práticas ou na customização de modelos/métodos de gestão de projetos.
Número de artigos	537

identificados	
Filtro 1 (leitura do título, resumo e palavras-chave)	35
Filtro 2 (leitura da introdução e da conclusão)	16
Filtro 3 (leitura completa)	2
Total de artigos selecionados	2

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.2.4 Etapa 4. Seleção e tratamento da base de dados para uso das regras de associação

Essa etapa iniciou o trabalho de desenvolvimento de diferentes soluções para atingir o objetivo de pesquisa. A **Atividade 4.1** consistiu em selecionar o conjunto de dados que seriam analisados visando identificar e recomendar padrões de práticas para diferentes projetos, por meio do uso da técnica de regras de associação.

A base de dados utilizada foi formada pelas respostas de uma survey realizada em 2014 por uma parceria entre a Universidade de São Paulo (USP) e o Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), a qual teve o intuito de analisar como estava ocorrendo a gestão de projetos inovadores em diferentes empresas ao redor do mundo. Mais detalhes e análises descritivas da base de dados, incluindo os dados demográficos da pesquisa, podem ser encontrados no relatório da pesquisa publicado em Conforto, Rebentisch e Amaral (2014).

A survey teve 856 respostas de projetos reais de 76 países diferentes e 17 setores da economia. A amostra foi composta por projetos que visavam desenvolver um novo produto (31%), um software (19%), uma implementação de um software / solução (32%), um serviço (17%), e 1% foram classificados como “outros”. Entre os setores da economia, os mais representativos foram projeto de software, seguido por consultoria e serviços financeiros, telecomunicações, aeroespacial e defesa, governo e construção. Os respondentes foram gerentes de projeto (44%), gerentes de programa (22%), gerentes de portfólio (15%), membros da equipe do projeto (9%) e outros cargos (10%), 89% tinham mais de seis anos de experiência em posições de liderança relacionadas a projeto.

Cada entrada desse banco de dados é um projeto, para o qual cada entrevistado respondeu a 56 questões (vide Quadro 5) que englobavam diferentes dimensões de análise como caracterização da empresa, do respondente, do projeto, fatores críticos de agilidade, habilidade de improvisação dos times, entre outras. As respostas seguiam uma escala de diferencial semântico, que diferenciavam entre características alinhadas com a abordagem waterfall (polo 1) até a abordagem ágil (polo 7).

Quadro 5 - Grupo de questões analisados na survey.

Grupo / Dimensões	# da questão
Descrição da Empresa	3
Caracterização do Respondente	1
Projeto / Caracterização de Produto	7
Adoção de práticas de agilidade (práticas, ferramentas e técnicas) - APA	15
Fatores Críticos de Agilidade - ACF	14
Desempenho da equipe de agilidade - ATP	5
Improvisação - IP	4
Resultados do produto	4
Resultados do projeto	3
TOTAL	56

Fonte: Traduzido de Bianchi et al., (2021).

A importância de usar este banco de dados se deve ao fato de possuir projetos executados em uma variedade de ambientes, setores e diferentes contextos em termos de inovação, tamanho de equipe e complexidade do produto. Esta base de dados é complexa e sofisticada, envolvendo múltiplas variáveis. Selecionamos para este estudo em específico, três conjuntos de variáveis: Ambiente (*Agility Critical Factors* - ACF), Práticas (*Agility Practices Adoption* - APA) e Agilidade (*Agility Team Performance* - ATP). Essas dimensões são definidas no Quadro 6. O conjunto de variáveis de cada um dessas dimensões pode ser verificado no Apêndice C.

Quadro 6 - Definição das dimensões selecionadas para mineração de dados.

Dimensão	Definição
ACF - Fatores críticos da agilidade (Ambiente)	Fatores internos ou externos à organização que estão direta ou indiretamente relacionados à implementação da abordagem de gerenciamento de projeto ágil que podem afetar o desempenho e o uso de uma determinada prática, técnica ou ferramenta.
APA - Características da agilidade (Práticas)	Características relacionadas às práticas de gestão de planejamento e controle de projetos que buscam diferenciar a abordagem waterfall da abordagem ágil. As variáveis dessa dimensão buscam demonstrar se o conjunto de práticas adotadas está mais alinhado com uma abordagem waterfall ou ágil, e assim verificar a relação com as características do ambiente de projeto (ACF) e desempenho de agilidade (ATP).
ATP - Desempenho em agilidade (Agilidade)	Avaliar a capacidade da equipe do projeto de alterar rapidamente o plano como uma resposta às necessidades do cliente ou das partes interessadas, às demandas de mercado ou de tecnologia, a fim de obter um melhor desempenho do projeto e do produto.

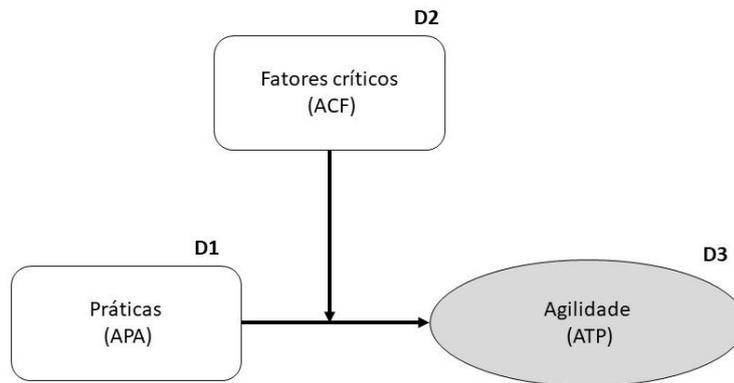
Fonte: Adaptado de Almeida *et al.*, (2012) e Conforto *et al.*, (2016).

Essa seleção se deve ao fato da busca de relações entre práticas e projetos, tendo como variável de desempenho a agilidade e não o desempenho do projeto em geral. Segundo a teoria de agilidade que serviu de base para este estudo (Conforto et al., 2016), essas dimensões não são considerados elementos isolados, se relacionando entre si e afetando diretamente a agilidade

do projeto. As práticas se relacionam com os fatores do ambiente do projeto, podendo tornar o processo mais ágil ou não.

Segundo Conforto et al., (2016), o uso de diferentes práticas gerenciais pode tornar o processo mais flexível ou não, em relação à capacidade de responder às novas exigências do mercado e dos clientes, maximizar a qualidade dos serviços, ser mais rápido, melhor e mais barato que o concorrente, entre outros. Portanto, práticas (D1) podem levar a um maior nível de agilidade (D3) se o ambiente de projeto (D2) for adequado para tal (Figura 11).

Figura 11 - Relação entre práticas, fatores críticos e agilidade.



Fonte: Adaptado de Conforto (2013).

Além da seleção da base de dados, alcançar o objetivo de recomendar práticas para diferentes projetos requer a resolução de dois problemas. O primeiro é identificar grupos de projetos com características semelhantes, agrupando-os em ambientes distintos, justamente para poder recomendar práticas de gestão para cada caso. O segundo problema é utilizar a técnica de regras de associação para gerar recomendações a partir desses dados. As próximas atividades tratam dessas questões.

A **Atividade 4.2** compreendeu o agrupamento dos projetos da base de dados de acordo com suas características. Conforme dito, essa atividade foi necessária a fim de identificar diferentes ambientes de projeto e poder gerar recomendações para cada um deles. Para tal, uma análise de cluster foi realizada usando o software *Statistical Analysis System* (SAS) e o algoritmo K-Means. A Figura 12 ilustra o procedimento, o qual é descrito em seguida.

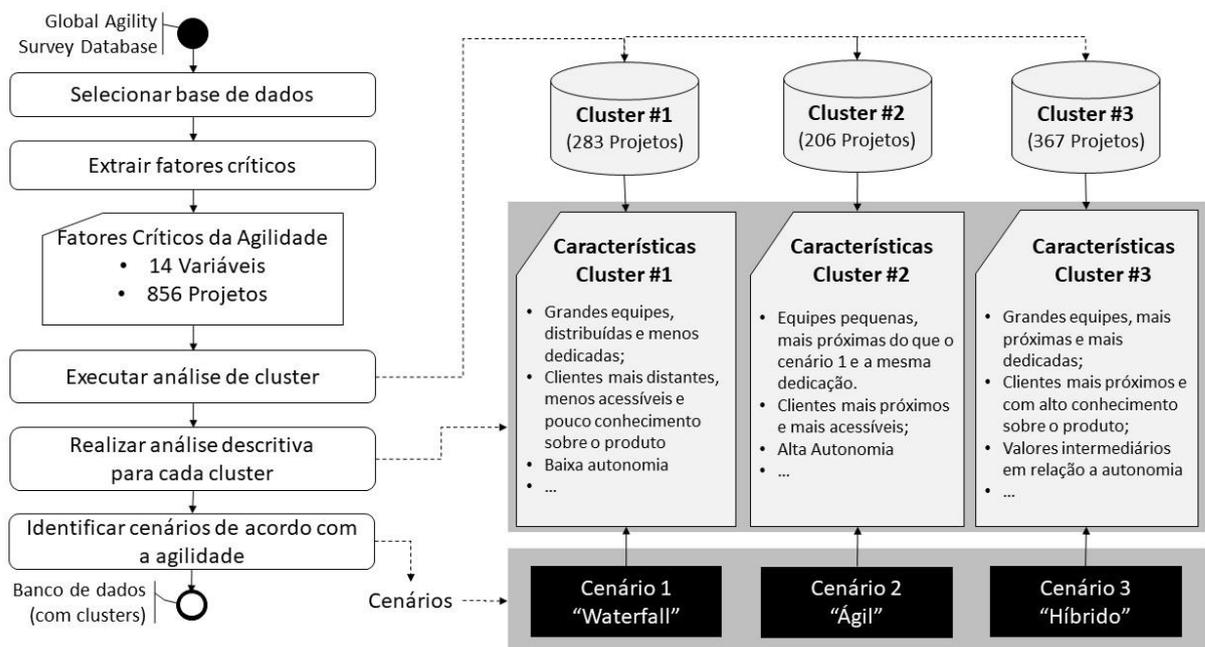
Para realizar esse procedimento, as variáveis da base de dados relacionadas ao ambiente foram extraídas. Dessa forma, apenas o conjunto de variáveis denominado de fatores críticos da agilidade (ACF) foi considerado, culminando em 14 variáveis a serem analisadas. Várias tentativas e simulações foram realizadas nesse momento utilizando diferentes valores de k para a análise de cluster, como k=6, k=5, k=4 e k=3. Apesar de todas as tentativas terem identificado diferentes ambientes de projeto, teve-se dificuldade de identificar a diferença entre eles.

Tomando o $k=5$ como exemplo, conseguiu-se diferenciar dois dos grupos de forma clara, um mais alinhado com a abordagem ágil e outro com a abordagens tradicional, entretanto os três grupos restantes mesclavam entre si características desses dois anteriores, apresentando ambientes híbridos. Devido ao elevado número de variáveis e o relacionamento entre elas, a atividade de diferenciar esses ambientes híbridos entre si se tornou algo muito complexo.

Após a análise de cada situação, optou-se por utilizar o valor de $k=3$ baseado na hipótese que poderíamos encontrar um grupo com características ambientais mais favoráveis para o ágil, outro para o tradicional e um com uma mistura dessas características, que seria considerado como híbrido.

Fez-se os grupos e deu-se início a uma análise descritiva dos grupos cuja síntese é apresentada no Quadro 7. As variáveis, bem como a análise estatística desse processo pode ser verificada no Apêndice D.

Figura 12 - Identificação de grupos de projetos com fatores críticos de agilidade semelhantes.



Fonte: Traduzido de Bianchi et al., (2021).

Quadro 7 - Cenários identificados na análise de cluster.

Variáveis analisadas	Cenário 1 “Waterfall” (283 projetos)	Cenário 2 “Ágil” (206 projetos)	Cenário 3 “Híbrido” (367 projetos)
<i>Experiência do gerente de projetos</i>	Gerente de projetos com experiência em GP e experiência média em projetos semelhantes ao analisado na survey	Gerente de projetos com experiência em GP e alta experiência em projetos similares ao analisado na survey	Gerente de projetos com experiência em GP e baixa experiência em projetos semelhantes ao analisado na survey
<i>Envolvimento do cliente</i>	Clientes mais distantes, menos acessíveis e com menos conhecimento sobre o produto	Clientes mais próximos e mais acessíveis	Idêntico ao cenário 2, com a diferença de maior conhecimento sobre o produto por parte do cliente
<i>Habilidades e experiência em equipe</i>	Equipe com disponibilidade de competência, experiência média em GP e multidisciplinar	Equipe com alta disponibilidade de competência, alta experiência em GP e multidisciplinar	Equipe com baixa disponibilidade de competência, baixa experiência em GP e multidisciplinar
<i>Tamanho da equipe</i>	Equipes grandes	Equipes pequenas	Equipes grandes (similar ao cenário 1)
<i>Localização e dedicação da equipe</i>	Equipes mais distribuídas e menos dedicadas	Equipes mais próximas que o cenário 1 e a mesma dedicação do cenário 1	Equipes mais próximas e mais dedicadas entre os três cenários
<i>Atitude e autonomia</i>	Equipes com menos atitude para mudanças e menos autonomia	Equipes com maior atitude e maior autonomia	Valores intermediários
<i>Apoio Executivo</i>	Alto suporte executivo		

Fonte: Traduzido de Bianchi et al., (2021).

A análise descritiva das variáveis de cada grupo, permitem confirmar que se tratam de projetos com fatores ambientais distintos. Comparando as características do Cenário 2 com Schwaber (2004) e Highsmith, (2004), conclui-se que esse apresentou fatores ambientais tipicamente mencionados na literatura de gerenciamento ágil de projetos: pequenas equipes, clientes mais próximos e mais acessíveis, membros próximos da equipe, alta autonomia e suporte executivo. O Cenário 1 possui características ambientais alinhadas à abordagem waterfall (cenário 1), segundo Decarlo (2004), Awad (2005) e Wysocki (2006): equipes grandes, distribuídas e menos dedicadas, equipes com pouca atitude frente às mudanças e baixa autonomia, clientes mais distantes, menos acessíveis e menos conhecedores do produto. O terceiro grupo (Cenário 3), considerado um intermediário, segue uma tendência de gerenciamento híbrido: equipes maiores, mais próximas e mais dedicadas dentre os três cenários, clientes mais próximos e mais acessíveis, alto suporte executivo e projetos gerente com baixa experiência em projetos semelhantes (BATRA et al., 2010; ADELAKUN et al., 2017; CIRIC et al., 2018). Assim, referenciamos esses cenários ao longo do documento como: C1-Waterfall, C2-Ágil e C3-Híbrido.

3.2.5 Etapa 5. Proposta de método para recomendação de práticas utilizando regras de associação

Com os projetos agrupados por ambientes, restava saber se o algoritmo poderia recomendar práticas de maneira “coerente” com a literatura. Essa etapa compreendeu a escolha das variáveis para uso com o aplicativo e a sua aplicação utilizando o software Weka⁵. A análise da base de dados selecionada visou encontrar padrões de práticas de gestão de projetos, que quando relacionadas com fatores organizacionais, são capazes de aumentar as chances do projeto de atingir um alto nível de agilidade. O desenvolvimento dessa etapa teve auxílio de dois especialistas do laboratório de inteligência computacional (LABIC) do instituto de ciências matemáticas e de computação (ICMC) da USP-São Carlos.

O procedimento proposto por Fayyad, Piatetsky-shapiro e Smyth (1996) foi utilizado como a principal referência para a construção do procedimento de mineração das práticas de gestão de projetos. Esses autores elaboraram um conjunto de etapas para realizar a mineração de dados, tendo mais de 1280 citações no banco de dados *Web of Science*®. Para a presente pesquisa desenvolvemos um procedimento seguindo a mesma estrutura geral: seleção, pré-processamento, transformação, mineração de dados e interpretação dos resultados.

As contribuições feitas nesta adaptação foram duas. Primeiro, a proposta de uso do indicador de desempenho em agilidade como a variável resposta para a recomendação. Segundo, o desenvolvimento de um procedimento para agrupar projetos similares de acordo com os seus fatores ambientais e que serviu para a realização dos testes de recomendação, conforme explicado anteriormente na Etapa 3 do procedimento. As etapas (5.1 a 5.5) e o procedimento completo, bem como os resultados são apresentados na seção de resultados, capítulo 4.

3.2.6 Etapa 6. Consolidação de base de dados para meta-análise em gestão de projetos.

Essa etapa em específico teve como objetivo consolidar um conjunto de dados robustos e estruturado para desenvolver e testar a segunda proposta de recomendação de práticas de gestão, a qual utiliza a técnica conhecida como meta-análise. Esse processo foi necessário devido à falta de base de dados estruturadas na área de gestão de projetos que permitiriam atingir o objetivo da presente pesquisa.

⁵ É um software livre do tipo open source para mineração de dados, desenvolvido pela Universidade de Waikato (Nova Zelândia). Ele é escrito em Java e foi implementado em 1997.

A **Atividade 6.1** compreendeu a coleta dos dados para formar a amostra de estudo, e consequentemente a base de dados pretendida. A seleção dos estudos deve ser baseada nas relações que o pesquisador deseja explorar. O intuito principal foi analisar as associações entre práticas de gestão e tipos de projetos, a fim de gerar recomendações adequadas para cada situação. Para tal foi realizada uma revisão bibliográfica sistemática para identificar casos reais de aplicação de métodos, práticas, técnicas e ferramentas de gestão de projetos. As informações da revisão bibliográfica podem ser conferidas na Tabela 6.

Tabela 6 - Informações da RBS para consolidação da base de dados para meta-análise.

Bases de dados utilizadas	<i>Web of Science®</i>
Strings	"Project management " or "Plan-driven" or "Waterfall" or "Agile" or "Scrum" or "Extreme Programming"
	AND "Case stud*" or "Survey" or "Grounded theory" or "Action research" or "Implementation"
	AND "Practice*" or "Tools" or "technique"
	NOT "Agile manufacturing" or "health" or "safety" or "natur*" or "green" or "art*" or "architectural" or "Algorithms" or "game" or "BIM" or "Maturity"
CrITÉrios de aceitação	1 - O estudo deverá explorar a aplicação da gestão de projetos em casos reais de desenvolvimento de produto, serviço, software e/ou tecnologia;
	2 - A unidade de análise deve ser um ou mais projetos de características semelhantes, e não uma organização como um todo;
	3 - Os estudos devem fornecer informações sobre práticas, técnicas, ferramentas, ambiente de projeto e indicadores de desempenho.
Número de artigos identificados	2206
Filtro 1 (leitura do título, resumo e palavras-chave)	126
Filtro 2 (leitura da introdução e da conclusão)	62
Filtro 3 (leitura completa)	16
Total de artigos selecionados	16

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para realizar uma meta-análise, precisamos de estudos mais rigorosos que contenham informações de qualidade. Neste caso, o que queremos dizer é que os estudos precisavam descrever de maneira clara a implantação de um ou mais métodos de gestão de projetos, com avaliação rigorosa do uso e, ao mesmo tempo, indicadores de sucesso baseados em informações objetivas coletadas de maneira sistemática e metodológica.

Desde o começo da análise foi possível perceber que havia uma quantidade significativa de estudos sobre práticas de gestão de projetos com casos, mas que, falhavam no seu aspecto descritivo, seja não identificando a técnica, omitindo referências e descrições claras sobre a real aplicação e/ou ausência de avaliação posterior do resultado de forma objetiva. Por esse motivo,

concentramos nossos esforços na análise das buscas apenas em uma base de dados, a Web of Science (WOS). A escolha se deu pelo fato dessa base de dados apresentar maior abrangência histórica e estudos de maior rigor e impacto, conforme explicado a seguir. A WOS compreende sete bancos de dados de citações, incluindo informações coletadas de periódicos, conferências, relatórios e livros (CHADEGANI *et al.*, 2017). Além disso, essa base de dados fornece cobertura de estudos científicos desde 1900 (LI *et al.*, 2010; CHADEGANI *et al.*, 2017).

Vários estudos compararam os bancos de dados WOS, Scopus e Google Scholar (GS) em termos de cobertura, análise de citações e recursos. Por exemplo, Li *et al.*, (2010) descobriram que não havia diferença na recuperação de referências de citação do Web of Science e Scopus ao pesquisar ciências médicas básicas. Adriaanse and Rensleigh (2013) analisou as três bases de dados e identificou que a Web of Science (WOS) recuperou a maioria dos resultados de citações, seguido por Google Scholar (GS) e em terceiro a Scopus.

Além disso, e o mais importante segundo nossa visão para a presente pesquisa, foi o fato da WOS ter uma maior cobertura total da população de amostra de periódicos e recuperar os itens mais exclusivos (ADRIAANSE; RENSLEIGH, 2013). Winter, Zadpoor, and Dodou (2014) afirma que embora o GS forneça maior número de resultados, quantidade não significa qualidade, e que a WOS possui um procedimento de inclusão seletiva, a fim de evitar estudos de baixa qualidade ou baixo impacto (WINTER; ZADPOOR; DODOU, 2014). Em relação a WOS e Scopus, Chadegani *et al.*, (2017) evidenciou que apesar da Scopus retomar um número até maior de periódicos, aqueles da WOS apresentavam maiores fatores de impacto. A partir da busca e após o uso de todos os filtros, apenas 16 estudos reuniam todas as condições de qualidade na descrição e metodologia suficientes para a aplicação da meta-análise. Ao todo estes estudos reportaram 20 projetos de aplicações de práticas de gestão de projetos. Isso porque os estudos de Pino *et al.*, (2010) e Paasivaara, Durasiewicz e Lassenius (2009), apresentam dois projetos diferentes cada um, enquanto Könnölä *et al.*, (2017) apresenta três casos distintos. Existe apenas uma sobreposição entre os artigos analisados. É o caso dos trabalhos de Paasivaara *et al.*, (2009) e Paasivaara and Lassenius (2011), que discutem um mesmo projeto em comum. Os estudo selecionados podem ser consultados na Quadro 8.

Quadro 8 - Estudos selecionados para compor a base de dados para meta-análise.

Autores	Título	Publicação
Layman, Williams, Damian, and Bures (2006)	Essential communication practices for Extreme Programming in a global software development team	Information and software technology
Paasivaara, Durasiewicz, and Lassenius (2008)	Distributed agile development: Using scrum in a large project.	2008 IEEE International Conference on Global Software Engineering
Paasivaara et al., (2009)	Using Scrum in Distributed Agile Development: A Multiple Case Study	2009 Fourth IEEE International Conference on Global Software Engineering
Pino et al., (2010)	Using Scrum to guide the execution of software process improvement in small organizations.	The Journal of Systems & Software
Paasivaara and Lassenius (2011)	Scaling Scrum in a Large Distributed Project.	2011 International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement
Sultana, Motla, Asghar, Jamal, and Azad (2014)	A Hybrid Model by Integrating Agile Practices for Pakistani Software Industry	2014 International Conference on Electronics, Communications and Computers (CONIELECOMP)
Conforto and Amaral (2016)	Agile project management and stage-gate model—A hybrid framework for technology-based companies	Journal of Engineering and Technology Management
Hilt, Wagner, Osterlehner, and Kampker (2016)	Agile predevelopment of production technologies for electric energy storage systems – a case study in the automotive industry	26th CIRP Design Conference
Weinreich et al., (2016)	Scrum as method for agile project management outside of the product development area.	IFIP International Conference on Advances in Production Management Systems.
Azanha et al., (2017)	Agile project management with scrum: case study of a Brazilian pharmaceutical company IT project	International Journal of Managing Projects in Business
Könnölä et al., (2017)	Can embedded space system development benefit from agile practices?	EURASIP Journal on Embedded Systems
Rocha, Sabino, Suely, Silva, and Santana (2017)	Scrum as a way to manage students in projects of technological development and scientific initiation: a case study conducted at UNIT / SE	EDaPECI Magazine
Bastarrica, Espinoza, and Marín (2018)	Implementing Agile Practices: The Experience of TSol	Proceedings of the 12th ACM/IEEE International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement
Dingsøy, Moe, Fægri, Seim, and Moe (2018)	Exploring software development at the very large-scale: a revelatory case study and research agenda for agile method adaptation.	Empirical Software Engineering
Gupta, Jain, and Singh (2018)	Challenges in Scaling up a Globally Distributed Legacy Product	Proceedings of the 13th International Conference on Global Software Engineering.
Jenness et al., (2020)	LSST data management software development practices and tools	Software and Cyberinfrastructure for Astronomy V.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A **Atividade 6.2** teve como objetivo extrair os dados de interesse dos diferentes estudos selecionados. Isso remete a identificação de informações relevantes nos textos para auxiliar a responder à questão de pesquisa, e compor a base de dados desejada. Para esse processo utilizamos análise de conteúdo e a técnica de codificação aberta (CORBIN; STRAUSS, 1990). A codificação aberta inclui a comparação de eventos / ações / interações com outros por similaridade ou não, usando conceitos de rotulagem e agrupando-os em categorias e subcategorias (CORBIN; STRAUSS, 1990; FLICK; KARDORFF; STEINKE, 2004). Essas informações constituem a base da amostra teórica e servem como blocos de construção na consolidação da base de dados.

O processo de codificação aberta pode ser realizada linha a linha, frase a frase ou parágrafo a parágrafo, dependendo do objeto de estudo e objetivo da pesquisa (Holton, 2007; Khandkar, 2009). Recomenda-se utilizar perguntas para guiar a rotulação dos dados. Para o presente estudo, as seguintes questões foram utilizadas: 1) Quais setores e tipos de projetos são abordados em cada caso?; 2) Quais métodos, práticas, técnicas e ferramentas de gestão de projetos foram utilizadas?; 3) Quais as características do ambiente de projeto?; 4) A forma de gestão adotada trouxe melhora no desempenho do projeto? Os pesquisadores usam seu conhecimento prévio sobre o contexto da passagem de texto sendo investigada e, em termos gerais, seus conhecimentos sobre a área de investigação (FLICK; KARDORFF; STEINKE, 2004). Nesse momento o pesquisador tem a liberdade de rever e acrescentar novas categorias de acordo com os dados e observações que estão sendo realizadas.

Utilizou-se nesse processo de codificação o software MAXQDA, resultando em cinco grandes categorias de análise: 1) *Study Identification and Quality (SIQ)*: informações sobre os autores, ano de publicação e rigor científico; 2) *Project Characterization (PC)*: informações que caracterizam o projeto (ex: unidade de análise, tipo de projeto, setor industrial, grau de inovação e complexidade, número de participantes e duração do projeto); 3) *Practices, techniques and tools (PTT)*: informações sobre as práticas, técnicas e ferramentas utilizadas em cada caso; 4) *Project Environment (ENV)*: informações que caracterizam o ambiente do projeto (ex: localização da equipe, habilidades da equipe, suporte executivo, autonomia da equipe e dedicação); 5) *Project Performance (PFM)*: informações sobre o desempenho do projeto de acordo com as práticas utilizadas. As duas primeiras categorias (SIQ e PC) reúnem informações sobre o estudo em si e as principais características dos projetos, considerando informações comuns entre os casos descritos. As demais categorias (PTT, ENV e PFM) reúnem informações de práticas, ambiente e desempenho do projeto. Essas categorias foram criadas tomando como base o trabalho de Conforto et al., (2016), que conforme explicado na seção 3.2.4, argumenta

que o uso de diferentes práticas pode melhorar o processo de gestão, dependendo do ambiente do projeto.

Um exemplo do processo de codificação é mostrado a seguir. Sultana et al., (2014) apresentam um modelo híbrido de gestão e discorrem sobre sua aplicação em um projeto de software. Em uma das passagens os autores relatam que:

“Ao fim de um sprint, é realizada a reunião de revisão. Isso ocorre no início desta fase, onde a equipe mostra as tarefas realizadas. Nesta reunião, a equipe se encontra com o product owner, clientes e partes interessadas para incorporar feedback e também para identificar novos requisitos” Sultana et al., (2014, p. 4).

Para a extração dessa informação, criou-se a sub-categoria Sprint/Iteration Review (PTT.29), a qual faz parte da categoria *Practices, techniques and tools (PTT)*. Todos os estudos selecionados foram codificados seguindo o mesmo processo, resultando nas categorias e subcategorias apresentadas na Tabela 7.

Tabela 7 - Output do processo de codificação aberta.

Categorias	Subcategorias
Study Identification and Quality (SIQ)	<i>Study (SIQ.01)</i> <i>Scientific Rigor (SIQ.02)</i>
Project Characterization (PC)	<i>Analysis Unit (PC.01)</i> <i>Degree of complexity (PC.02)</i> <i>Degree of innovation (PC.03)</i> <i>Industrial sector (PC.04)</i> <i>Project Duration (PC.05)</i> <i>Project team size (PC.06)</i> <i>Project Type (PC.07)</i>
Practices, Techniques and Tools (PTT)	<i>Activities estimation based on Complexity Points (PTT.01)</i> <i>Activities estimation based on hours (PTT.02)</i> <i>Agile Project Management Software (PTT.03)</i> <i>Daily Standup meetings (PTT.04)</i> <i>Develop Epic(s) (PTT.05)</i> <i>Different Communication channels (phone, email, video conf) (PTT.06)</i> <i>High Customer involvement (PTT.07)</i> <i>Integration tests (PTT.08)</i> <i>Iterative development (PTT.09)</i> <i>Kanban Board (PTT.10)</i> <i>Pair programming (PTT.11)</i> <i>Phase Gate/Milestones (PTT.12)</i> <i>Plan-driven Project Management Software (PTT.13)</i> <i>Product Backlog (PTT.14)</i> <i>Product Owner role (PTT.15)</i> <i>Product Vision (PTT.16)</i> <i>Project Charter (PTT.17)</i> <i>Project control based on cost, time and percentage of progress (PTT.18)</i> <i>Project control based on partial deliveries, demonstrations, prototypes, drawings, etc (PTT.19)</i> <i>Project Documentation (PTT.20)</i> <i>Project Manager role (PTT.21)</i> <i>Project Status Report or iteration reports (PTT.22)</i> <i>Release Planning (PTT.23)</i>

Categorias	Subcategorias
	<i>Schedule (Gantt Bar Chart) (PTT.24)</i> <i>Scrum master role (PTT.25)</i> <i>Scrum of Scrum meetings (PTT.26)</i> <i>Sprint/ Iteration Backlog (PTT.27)</i> <i>Sprint/Iteration Planning (PTT.28)</i> <i>Sprint/Iteration Retrospective (PTT.29)</i> <i>Sprint/Iteration Review (PTT.30)</i> <i>Synchronizing work hours due to different time zones (PTT.31)</i> <i>Tasks / User stories (PTT.32)</i> <i>Team absorbs changes during the project (PTT.33)</i> <i>Timeboxing (PTT.34)</i> <i>Visual devices (Whiteboard, posters, panels, etc) (PTT.35)</i> <i>Work Breakdown Structure (PTT.36)</i>
Project Enviroment (ENV)	<i>Colocalized Team (ENV.01)</i> <i>Dedicated team (ENV.02)</i> <i>Empowerment Team (ENV.03)</i> <i>Executive support (ENV.04)</i> <i>Self-organized Team (ENV.05)</i> <i>Team with experience in similar projects (ENV.06)</i> <i>Team with multiple competencies / skills (ENV.07)</i>
Project Performance (PFM)	<i>High interaction improvement between project team members and the client (Feedbacks) (PFM.01)</i> <i>Process/Project Improvement (time, cost, quality, communication, knowledge sharing) (PFM.02)</i> <i>Speed to analyze data and make a decision (PFM.03)</i>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Cada uma dessas categorias visa auxiliar na extração de informações importantes para compor a base de dados de acordo com o objeto de estudo. Posteriormente foi necessário identificar o nível de evidência de cada subcategoria entre os estudos analisados, visando analisar se determinada prática foi ou não de fato utilizada no caso descrito, fornecendo informações confiáveis para compor a base de dados. Para realizar essa análise recorreremos ao uso de escalas de evidências, de forma a representar a confiança na informação extraída de um determinado estudo. Essa foi a forma que consideramos relevante para representar a confiança nas informações extraídas dos estudos.

Escalas de evidência são muito utilizadas na área da saúde, como o conhecido sistema GRADE (*Grading of Recommendation Assessment, Development and Evaluation*), uma abordagem sistemática que fornece orientação na classificação da qualidade da evidência sobre uma informação (BROZEK *et al.*, 2009; GRADE, 2004; SCHÜNEMANN *et al.*, 2008).

Para o presente estudo, utilizamos o mesmo conceito, porém adaptado para estudos organizacionais. Nesse caso, a qualidade da evidência é realizada para cada subcategoria utilizando diferentes níveis. A seguir apresentamos as duas escalas de evidências utilizadas. A primeira tem como propósito analisar o rigor científico do estudo. A segunda escala de evidência tem como objetivo permitir a análise das subcategorias codificadas anteriormente.

Para cada dessas escalas são definidos critérios específicos para a análise que permite avaliar o nível de evidência, conforme Quadro 9 e Quadro 10.

Quadro 9. Escala de evidência do rigor científico do estudo.

Nível	Amostragem	Procedimento de campo	Técnica de Análise	Validação dos resultados
Alto	Amostra descrita e representativa; Casos intencionais;	Bem delineado e bem descrito	Bem definida (Equações estruturais ou Cluster ou Regressão) e bem descrita;	Validação concisa e bem delineada; Níveis altos de significância e correlação
Moderado	Amostra descrita e representativa; Sem casos intencionais	Bem delineado e Descrito com limitações leves*	Bem definida, porém com pequenas falhas;	Validação bem delineada com pequenas falhas; Níveis moderados de significância e correlação
Baixo	Amostra não descrita ou com falhas.	Mal descrito ou com limitações moderadas*	Mal definida e/ou com falhas	Validação incoerente ou com falhas; Níveis baixos de significância e correlação
Nulo	Sem descrição	Limitações graves*	Com falhas graves	Sem validação

*Limitações: vieses no delineamento do estudo, inconsistência nos resultados, ou validade comprometida.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quadro 10. Escala de evidência das categorias/subcategorias

Nível	Descrição	Amostragem	Implicações
Alto	Há forte confiança da variável analisada no estudo	Níveis de significância alto em relação à técnica de análise; Alta quantidade de evidências empíricas na argumentação.	É improvável que trabalhos adicionais irão modificar a confiança da variável analisada.
Moderado	Há confiança moderada na variável analisada	Níveis de significância em moderados em relação à técnica de análise; Baixa quantidade de evidências empíricas na argumentação.	Trabalhos futuros poderão modificar a confiança da variável analisada.
Baixo	A confiança na variável é limitada/baixa	Sem níveis de significância - apenas descritivo; Somente a percepção/conclusão do autor.	Alta incerteza sobre variável. Trabalhos futuros provavelmente terão um impacto importante em relação a variável analisada.
Nulo	Não há confiança na variável analisada	Sem níveis de significância; Nenhuma evidência	Não há como fazer implicações nessas condições

Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir desses parâmetros, cada estudo foi analisado conforme cada subcategoria. Seguindo o exemplo abordado anteriormente, uma das práticas categorizadas foi a Sprint/Iteration Review. Nesse momento analisamos o nível de evidência dessa prática entre todos os estudos analisados. Uma evidência nula, significa que aquela determinada prática não

foi evidenciada no caso analisado, enquanto uma evidência alta significa que a prática foi utilizada e o estudo apresenta argumentos bem fundamentados em relação ao seu uso. Dessa forma, conseguimos inferir se a prática foi ou não utilizada no caso descrito, e em caso positivo, qual a confiança na informação extraída. O mesmo conceito vale para a análise do rigor científico.

A **Atividade 6.3** compreendeu a consolidação de fato a base de dados, ou seja, sintetizar e estruturar os dados coletados a partir da análise de diferentes estudos nas etapas passadas, armazenando esses dados de forma adequada em um único local. O objetivo foi tornar os dados disponíveis e utilizáveis, permitindo a realização da meta-análise nas etapas posteriores da pesquisa. A Quadro 11 ilustra a consolidação dos dados para duas das categorias analisadas.

Quadro 11. Estrutura utilizada na consolidação da base de dados criada.

ID	Study Identification and Quality (SIQ)			Practices, Techniques and Tools (PTT)						
	<i>Study (SIQ.01)</i>	<i>Scientific rigor (SIQ.02)</i>	...	<i>Gantt Bar Chart (PTT.07)</i>	...	<i>Iterative development (PTT.10)</i>	...	<i>Phase Gate/Milestones (PTT.13)</i>	...	<i>Product vision (PTT.16)</i>
1	Pino et al (2010)	Alto	...	Nulo	...	Alto	...	Nulo	...	Nulo
2	Könnölä et al (2017)	Moderado	...	Alto	...	Alto	...	Alto	...	Nulo
3	Conforto and Amaral (2016)	Alto	...	Alto	...	Alto	...	Alto	...	Baixo
n	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

Fonte: Elaborado pelo autor.

Iremos abordar sobre meta-análise de forma aprofundada na próxima seção, porém nesse momento é importante saber que para performar a meta-análise trabalhamos com a presença ou não de determinada prática nos casos descritos. Portanto, se fez necessário transformar a escala nominal em escala intervalar. Para tal, usamos a seguinte estratégia: para evidências moderadas e altas assumimos o valor igual a 1, ou seja, aquela determinada prática estava de fato presente no estudo, apresentando fortes evidências de aplicação. Para evidências baixas e nulas, assumimos o valor de 0, indicando que aquela prática não estava presente no estudo, por não apresentar evidências de sua aplicação.

As atividades dessa etapa acabaram gerando um protocolo que fornece um procedimento sistemático que permite alcançar resultados semelhantes em aplicações sobre um mesmo objeto de estudo. A partir desse conjunto de dados, os pesquisadores ou interessados,

podem fazer uso da técnica de meta-análise para sintetizar evidências empíricas a partir dos resultados de diferentes aplicações em gestão de projetos. O protocolo com todo o passo a passo foi sintetizado em um artigo para ser publicado futuramente e é apresentado em detalhes no capítulo 6.

Em seguida explicamos como os dados coletados foram utilizadas para realizar o estudo de meta-análise.

3.2.7 Etapa 7. Proposta de método para recomendação de práticas baseada em evidências utilizando meta-análise

Essa etapa compreendeu o passo a passo do estudo meta-analítico em gestão de projetos, a fim de identificar associações entre práticas de gestão e tipos de projetos, como uma forma de encontrar recomendações de práticas mais apropriadas para cada situação, de acordo com as características do projeto.

Utilizando os dados coletados na etapa passada, iniciou-se o processo para recomendação de práticas baseadas em evidência, compreendendo inicialmente a coleta das variáveis dos artigos e identificação das métricas de meta-análise mais apropriadas. Empregou-se o estudo de Borenstein et al., (2011) como referência principal de meta-análise por ser amplamente utilizado em estudos de meta-análise (CUMMING, 2014; JIKE et al., 2018).

O primeiro passo da investigação foi o de identificar quais indicadores e cálculos seriam mais indicados para a natureza do problema, considerando a qualidade e tipo das variáveis que era possível obter dos estudos de caso e o propósito da meta-análise. Fez-se a extração de variáveis de um conjunto menor de estudos de caso, que pareciam mais promissores, seguida de testes das análises, de forma a verificar se eram viáveis para se obter graus de evidência científicas das práticas de gestão de projetos.

O método de razões-risco combinado com os gráficos Forest Plot foram os que renderam os resultados mais promissores em função da qualidade e tipos de variáveis que era possível extrair dos estudos nos testes iniciais com uma coleção menor de artigos. A partir destes resultados, fez-se então a varredura de todos os artigos, analisando-os profundamente, cada um, e alimentando a base de dados.

Os estudos de caso de projetos de software foram os que apresentaram maior consistência e, portanto, foram menos descartados, isso é, apareceram em maior número na base de dados. Como resultado só havia número suficiente para se realizar a inferência por tipo de projeto considerando o tipo projetos de software e não software. Outras considerações não

eram possíveis em função da pequena quantidade de artigos. Portanto, optou-se por uma avaliação entre estes tipos.

Além desta análise, fez-se uma avaliação por prática para verificar o potencial da técnica quanto a este tipo de análise. Ao final, considerações foram feitas sobre cada uma das análises, incluindo as limitações e as possíveis fontes de limitação. As etapas (7.1 a 7.3) e o procedimento completo utilizando a técnica de meta-análise são apresentados na seção de resultados, capítulo 5.

3.2.8 Etapa 8. Proposta de protocolo para meta-análise

Baseado na experiência adquirida com o desenvolvimento da etapa anterior, evidenciamos uma série de limitações que dificultavam a realização de um estudo de meta-análise na área de gestão de projetos. Entre essas limitações se destacam a falta de dados e descrições robustas dos estudos de caso em gestão de projetos e a falta de estudos descrevendo a aplicação de métodos, práticas, técnicas e ferramentas. Essas limitações são discutidas na seção 7.3.

A partir dessas limitações e a fim de contribuir para o avanço de estudos de meta-análise em gestão de projetos, nós realizamos um esforço no sentido de desenvolver um protocolo de meta-análise para ser usado em estudos de gerenciamento de projetos, englobando desde recomendações de informações a serem inseridas nos estudos de caso da área, até os passos para realização dos cálculos da meta-análise (**Atividade 8.1**). Esse protocolo é apresentado no capítulo 6.

3.2.9 Etapa 9. Discussão das soluções propostas

Essa etapa compreendeu a **Atividade 9.1**, de síntese das implicações das soluções para a recomendação de práticas em gestão de projetos. Tanto os resultados gerados pela aplicação da técnica de regras de associação quanto a técnica de meta-análise foram levados em consideração, bem como as limitações e lições apreendidas ao longo do desenvolvimento e uso dessas propostas. A síntese teve como enfoque as implicações dos resultados para a área de gestão de projetos e pode ser conferida no capítulo 7.

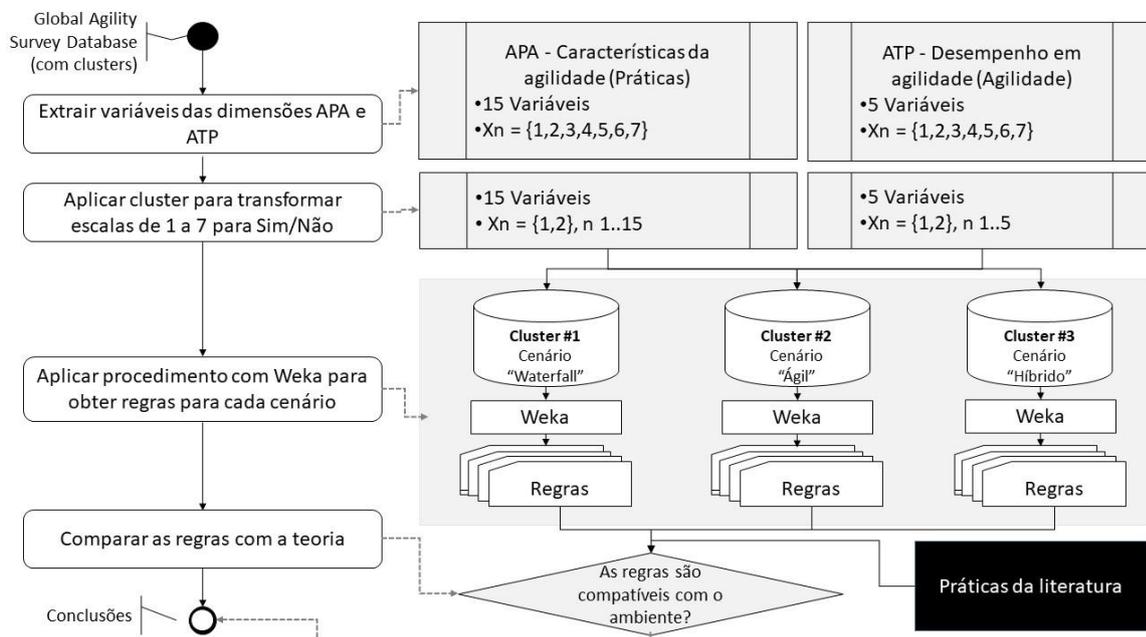
4 RECOMENDAÇÃO DE PRÁTICAS DE GESTÃO UTILIZANDO REGRAS DE ASSOCIAÇÃO

Este capítulo é dedicado aos resultados da análise realizada em uma base de dados de projetos (descrita em detalhes na seção 3.2.4) que teve o intuito de verificar a possibilidade de encontrar padrões de práticas de gestão (APA), que quando relacionadas com fatores ambientais do projeto (ACF), aumentam as chances do projeto de atingir um alto nível de agilidade (ATP). Estes resultados foram publicados ao longo do desenvolvimento da tese e estão disponíveis em Bianchi *et al.*, (2021).

4.1 Método de recomendação de práticas de gestão com algoritmo

Conforme apresentado no método, o procedimento proposto por Fayyad, Piatetsky-shapiro e Smyth (1996) foi utilizado como a principal referência, tendo sido adaptado com o uso da variável Desempenho em Agilidade (ATP) e a inclusão de uma etapa de criação de uma base de testes utilizando a técnicas de análise de cluster. O procedimento completo é explicado em detalhes a seguir e está esquematicamente ilustrado na Figura 13.

Figura 13 - Método utilizado para identificação de padrões de práticas de gestão.



Fonte: Traduzido de Bianchi *et al.*, (2021).

A primeira atividade consistiu em selecionar um subconjunto de variáveis (atributos) e dados (exemplos) a serem utilizados na tarefa de descoberta (FAYYAD; PIATETSKY-SHAPIRO; SMYTH, 1996). Como o intuito foi analisar práticas de gestão que, em conjunto com fatores organizacionais (cenários de projeto), levassem a um maior nível de agilidade, as dimensões Práticas (APA) e Agilidade (ATP) foram selecionadas para análise e correlação. As

dimensões selecionadas foram estruturadas conforme representado na Tabela 8. Nas colunas temos o código da questão e nas linhas temos as respostas dos respondentes.

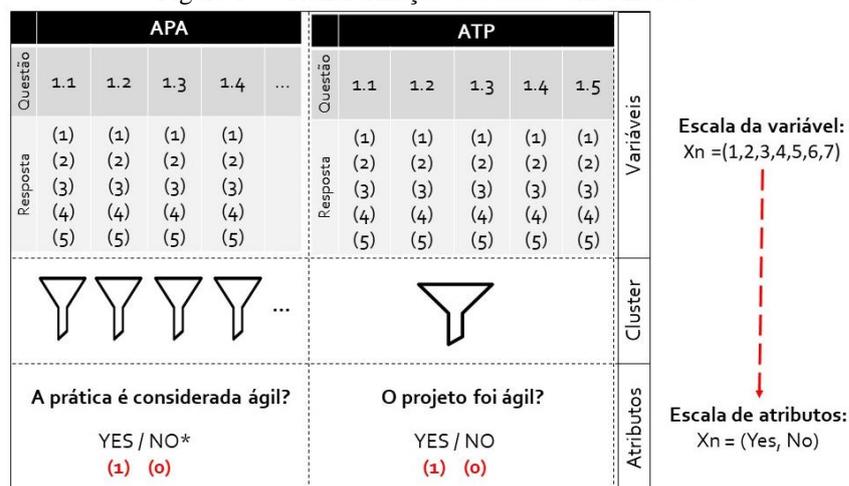
Tabela 8 - Estruturação dos dados.

#Projeto	APA_24	...	APA_36	...	ATP_51
1	6		5		6
2	4		1		7
3	1		6		1
...
856	4		5		4

Fonte: Traduzido de Bianchi et al., (2021).

Em seguida foi realizada a limpeza e pré-processamento de dados. Um importante passo foi a transformação das variáveis em atributos. A técnica de regras de associação trabalha com atributos do tipo SIM ou NÃO, ou seja, a partir da presença ou não de um item em uma determinada transação, a fim de identificar padrões em uma grande quantidade de dados. Por exemplo, se uma determinada pessoa compra leite (SIM) então ela também compra pão (SIM), com um determinado suporte e confiança. Por esse motivo, as variáveis da base de dados tiveram que ser convertidas em atributos, a fim de possibilitar o uso da técnica. Para isso uma nova análise de cluster foi realizada, agrupando as respostas de cada dimensão (APA e ATP) em dois clusters (SIM ou NÃO) (Figura 14).

Figura 14 - Transformação dos dados em atributos.



* Para cada pergunta, temos SIM / NÃO. O 1 representa as respostas de acordo com a abordagem ágil, enquanto o Zero representa as respostas alinhadas com a abordagem waterfall.

Fonte: Traduzido de Bianchi et al., (2021).

A Figura 15 traz um exemplo da transformação para uma das variáveis analisadas. Para cada pergunta, o cluster 1 representa as respostas alinhadas com a abordagem ágil, enquanto o cluster 2 representa as respostas alinhadas com a abordagem waterfall.

Figura 15 - Resultados da análise de cluster para transformação de dados em atributos.

Cluster	APA_36	Project #	APA_36	Cluster	Distance from Seed
1	7.0000	1	5	1	0.2067
2	1.0000	2	1	2	1.2337
<hr/>					
Cluster Means					
Cluster	APA_36				
1	5.2067	3	6	1	0.7933
2	2.2337	4	1	2	1.2337
		5	5	1	0.2067
	
		856	5	1	0.2067

Fonte: Bianchi et al., (2021).

Este procedimento foi executado para todas as dimensões selecionadas. Ressalta-se que para a análise do ATP levou em consideração o agrupamento das cinco variáveis que o compõem, a fim de determinar quais projetos eram ágeis ou não, e posteriormente relacionar essa informação às práticas. As cinco variáveis que compõem o indicador ATP são: Interação com o cliente e a equipe; Frequência de entrega; Frequência de validação do cliente; Tempo de decisão; e Tempo de atualização do Plano do Projeto. A descrição detalhada de cada uma dessas variáveis pode ser encontrada no estudo de Conforto et al., (2016).

A partir dessa análise de cluster, os resultados foram formatados conforme Tabela 9. Nesse caso as variáveis do cluster 2 (alinhadas ao waterfall) tiveram que ser numeradas como zero (não possui caráter ágil), enquanto o Cluster 1 (alinhadas ao ágil) manteve a numeração (possui caráter ágil).

Tabela 9 - padronização dos dados após transformação variável-atributo.

<i>#Projeto</i>	<i>APA_24</i>	<i>...</i>	<i>APA_36</i>	<i>...</i>	<i>ATP</i>
1	1		1		0
2	1		0		0
3	0		1		0
...
856	1		1		1

Fonte: Bianchi et al., (2021).

Os dados passaram então por uma etapa de transformação para deixá-los no melhor formato para realizar o processo de mineração. O software escolhido para realizar a mineração

de dados foi o Weka⁶. Esta ferramenta é amplamente utilizada para tarefas de mineração de dados no âmbito acadêmico, como podemos verificar através do trabalho de Hall et al., (2009) que apresentam o software em seu artigo, contendo mais de 18700 citações na literatura. Há evidências do uso do Weka em diversas áreas, como na saúde (BIN OTHMAN; YAU, 2007), bioinformática (FRANK ET AL., 2004), e mídias sociais (BRAVO-MARQUEZ; FRANK; PFAHRINGER, 2016).

O Weka trabalha com arquivos de entrada no formato ARFF (*Attribute-Relation File Format*). O ARFF é um arquivo de texto contendo uma lista de instâncias que ilustram um conjunto de atributos. Dessa forma, os dados tiveram que ser formatados novamente em SIM ou NÃO (Figura 16).

Figura 16 - Dados no formato ARFF.

```
@attribute APA_41 {SIM,NAO}
@attribute APA_42 {SIM,NAO}
@attribute APA_44 {SIM,NAO}
@attribute APA_45 {SIM,NAO}
@attribute APA_47 {SIM,NAO}
@attribute APA_48 {SIM,NAO}
@attribute APA_49 {SIM,NAO}
@attribute APA_50 {SIM,NAO}
@attribute ATP {SIM,NAO}

@data
SIM, NAO, SIM, SIM, SIM, SIM, SIM, SIM, SIM
SIM, SIM, NAO, SIM, NAO, NAO, NAO, NAO, SIM
SIM, NAO, NAO, SIM, NAO, NAO, NAO, NAO, NAO
NAO, NAO, NAO, SIM, SIM, NAO, SIM, NAO, SIM
SIM, NAO, NAO, SIM, SIM, SIM, SIM, SIM, NAO
SIM, NAO, NAO, NAO, NAO, SIM, SIM, NAO, NAO
SIM, SIM, SIM, SIM, SIM, SIM, SIM, NAO, NAO
```

Fonte: Bianchi et al., (2021).

Em seguida foi definida a técnica de mineração de dados, escolha do algoritmo, e mineração propriamente dita. Conforme descrito na seção 2.2.2 a técnica de regras de associação foi escolhida, uma vez que o objetivo é analisar os dados e encontrar associações de práticas que forneçam um alto nível de agilidade para o projeto. Para realizar essa análise escolhemos o algoritmo Apriori (AGRAWAL; SRIKANT, 1994), conforme explicado na seção 2.2.2.1.

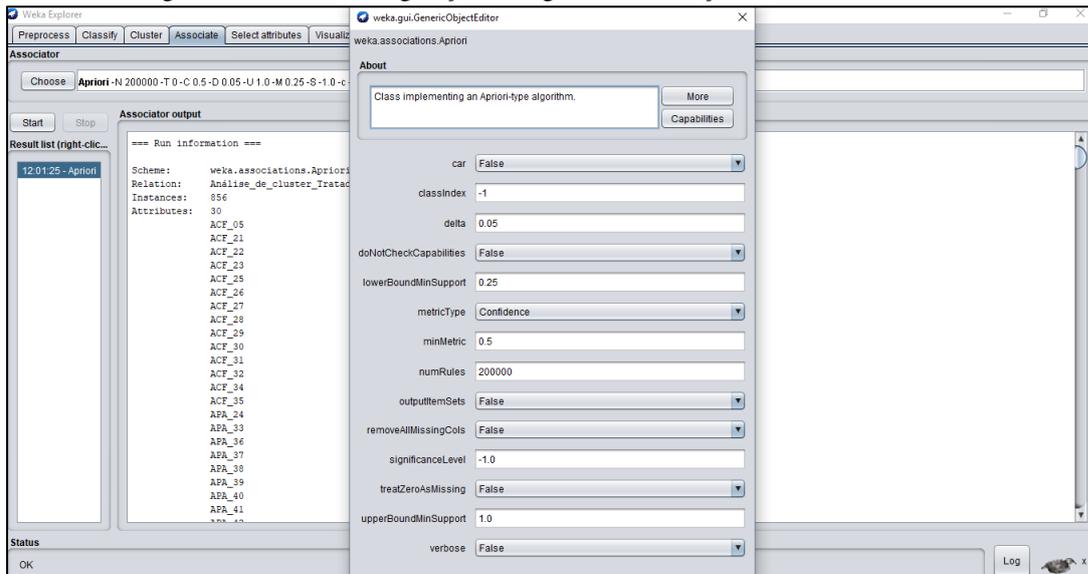
O setup dos parâmetros foi realizado no software Weka para que a mineração fosse realizada. O suporte e a confiança (discutidos na seção 2.2.2.1) são utilizados como parâmetros para definir se uma determinada regra apresenta um padrão interessante ou não. Não há um valor ideal ou padrão, variando de acordo com cada estudo. A medida em que aumentamos o valor do suporte e da confiança, o número total de regras geradas tende a diminuir. Para o

⁶ É um software livre do tipo open source para mineração de dados, desenvolvido pela Universidade de Waikato (Nova Zelândia). Ele é escrito em Java e foi implementado em 1997. Versão utilizada 3.6.

presente estudo, o suporte mínimo foi definido em 0,25 e confiança mínima em 0,50. Definimos esses números visando encontrar apenas padrões que ocorrem em pelo menos um quarto dos registros e as correlações que ocorrem em pelo menos metade dos casos.

Uma vez que os dados em arquivo ARFF foram carregados no software, estipulado o algoritmo e o setup dos parâmetros, selecionamos a opção “Associate” para gerar as regras de associação, conforme ilustrado na Figura 17.

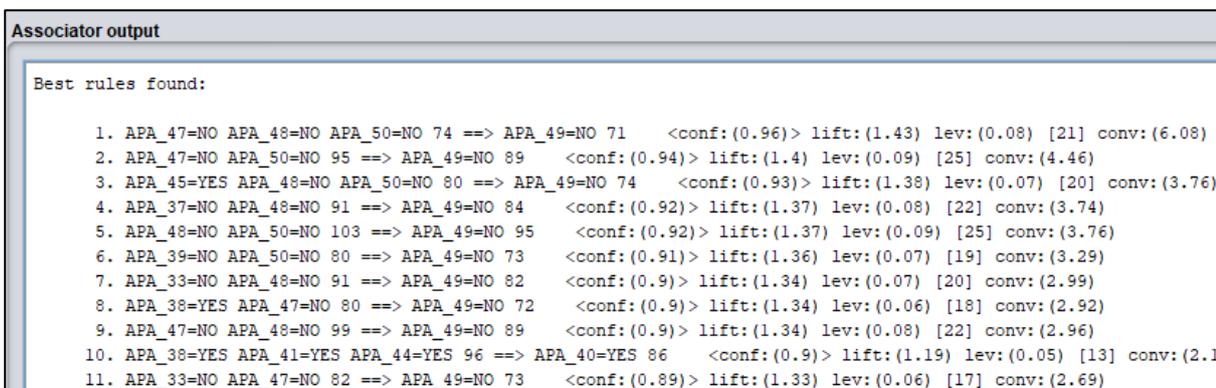
Figura 17 - Interface de geração de regras de associação do software WEKA.



Fonte: Elaborado pelo autor

Após o período de análise, os resultados da mineração aparecem na tela, conforme ilustrado na Figura 18. O software retornou um total de 2.282 Regras para o Cenário 1 (Waterfall), 9.142 para o Cenário 2 (Ágil), e 6.871 para o Cenário 3 (Híbrido).

Figura 18 - Exemplos de regras geradas com o software Weka.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A última etapa desse processo consistiu na visualização e interpretação das regras geradas. Como o objetivo era descobrir a combinação de práticas que levam o projeto a um

melhor nível de agilidade, filtramos as regras em que seu conseqüente retornava o desempenho em agilidade alto (ATP=YES), e obtivemos os seguintes resultados: C1 – 60 regras; C2- 351 regras; C3-165 regras.

4.2 Descrição das regras geradas

Dentre todas as regras analisadas, apresentaremos aqui os padrões mais significativos para cada um dos cenários propostos, sendo aceitas regras com confiança mínima de 0,50 e suporte mínimo de 0,25, conforme mencionado anteriormente. Entende-se neste estudo que cada cenário apresenta seus principais fatores críticos, bem como padrões/regras específicas.

As regras de associação seguem um padrão conforme evidenciado na Tabela 10. Os termos antecedentes em conjunto levam ao conseqüente, ou seja, de acordo com o exemplo retirado do cenário 2 (Ágil) os projetos que utilizam de forma conjunta as práticas APA_41, APA_44 e APA_45 obtiveram bons níveis de agilidade (ATP=YES). A base para a interpretação é a estrutura IF-THEN. As principais regras de cada um dos cenários podem ser conferidas no Apêndice E.

Tabela 10 - Interpretação das regras de associação.

Regra:	APA_41=YES APA_44=YES APA_45=YES APA_47=YES 66 ==> ATP=YES 61			
Parâmetros:	<i>conf:(0.92); lift:(1.23); lev:(0.06); conv:(2.72)</i>			
Leitura:	IF APA_41= YES	AND APA_44=YES	AND APA_45=YES	THEN ATP=YES
	O escopo do projeto é descrito usando imagens, ilustrações e analogias, indicando as principais diretrizes, desafios e oportunidades do projeto, de forma que a mudança seja bem-vinda.	O número de membros da equipe do projeto necessários para concluir o trabalho é identificado com base na complexidade e inovação do produto.	A frequência da reunião entre a equipe do projeto e outras partes interessadas para discutir tópicos relacionados ao projeto (por exemplo, progresso, questões, ideias, etc.) é alta (diária, semanal).	O projeto foi considerado ágil

Fonte: Traduzido de Bianchi et al., (2021).

Além do suporte e confiança, temos outras medidas de interesse para avaliar a pertinência de uma regra. Entre elas estão o *Lift*, *Leverage* e *Conviction*. O *Lift* (ou *interest*) é utilizado para avaliar dependências. Dada uma regra de associação $A \Rightarrow B$, esta medida indica o quanto mais frequente torna-se B quando A ocorre. Se $Lift(A \Rightarrow B) = 1$, então A e B são independentes; Se $Lift(A \Rightarrow B) > 1$, então A e B são positivamente dependentes; e Se $Lift(A \Rightarrow B) < 1$, A e B são negativamente dependentes. Nesse sentido, quanto maior o valor do *Lift*, mais interessante a regra se torna (BRIN *et al.*, 1997).

O *Leverage* calcula a diferença entre a frequência observada de A e B aparecendo juntos e a frequência que seria esperada se A e B fossem independentes (GENG; HAMILTON, 2006).

A diferença entre o *Lift* e o *Lverage* é que o primeiro calcula a proporção de ambos os fatores (A e B) e o segundo calcula a diferença.

A convicção (*conviction*) mede a razão da frequência esperada que A ocorre sem B (isto quer dizer, a frequência que a regra faz uma predição incorreta) (BRIN *et al.*, 1997). Um valor com alta convicção significa que o consequente é altamente dependente do antecedente. Ao contrário do *Lverage*, a convicção é sensível à direção da regra, e leva em consideração a confiança e suporte da regra (JORGE; AZEVEDO, 2005).

4.3 Padrões de práticas para o cenário 1 (Waterfall)

O cenário 1 apresenta um ambiente de gerenciamento de projetos no qual o gerente de projeto possui experiência em projetos semelhantes, tem alto suporte executivo, os clientes estão distantes, menos acessíveis e possuem pouco conhecimento sobre o produto, os membros da equipe têm diferentes habilidades, o número de pessoas envolvidas no projeto é alto e estão distribuídas geograficamente, a dedicação e autonomia da equipe são baixas, e apresentam dificuldades em absorver mudanças ao longo do projeto. Essas características estão alinhadas com ambientes tradicionais de gestão (BOEHM; TURNER, 2003; DECARLO, 2004). As práticas recomendadas, de acordo com o algoritmo e os critérios, são apresentadas abaixo. A comparação com as evidências da literatura é apresentada no Quadro 12.

- **Uso de níveis diferentes de planejamento.** O primeiro nível contém uma visão macro sem muitos detalhes do projeto, descrevendo as entregas e marcos mais relevantes. O segundo deve ser periodicamente preparado pela equipe do projeto e usado para detalhar as atividades do projeto, considerando períodos curtos de tempo (APA_39);
- **Planejamento Inicial de alto nível.** Desenvolver o plano inicial do projeto descrevendo os principais resultados e a visão geral das entregas do projeto, sem muitos detalhes sobre quais atividades devem ser realizadas (APA_38);
- **Declaração de escopo de alto nível.** Incluir no conteúdo da declaração de escopo pré-condições ou regras de como agir sobre as mudanças do projeto, fornecendo uma "direção" para o desenvolvimento do produto / software / serviço, ao invés de detalhar (APA_40);
- **Estimativa de recursos baseada na complexidade e inovação do produto.** Identificar o número de membros da equipe do projeto necessários para executar o trabalho neste projeto com base na complexidade e inovação do produto (APA_44);

- **Alta comunicação com as partes interessadas.** Alta frequência (diária, semanal) da reunião entre a equipe do projeto e outras partes interessadas para discutir tópicos relacionados ao projeto (por exemplo, progresso, questões, ideias, etc.) (APA_45).

Quadro 12 - Análise comparativa da recomendação e literatura para o Cenário 1 – Próximo ao waterfall.

Prática recomendada para o cenário 1 de acordo com o algoritmo	Evidências dessas práticas na literatura	
	Origem da prática	Referências
Uso de níveis diferentes de planejamento	Ágil	(SCHWABER, 2004; LEFFINGWELL, 2010)
	Híbrido	(BINDER; AILLAUD; SCHILLI, 2014; COOPER, 2014; SOMMER et al., 2015; CONFORTO; AMARAL, 2016)
Planejamento inicial de alto nível	Ágil	(SCHWABER, 2004; WYSOCKI, 2007; LEFFINGWELL, 2010)
Declaração de escopo de alto nível	Ágil	(HIGHSMITH, 2004; AUGUSTINE, 2005)
	Híbrido	(BINDER; AILLAUD; SCHILLI, 2014)
Estimativa de recursos baseada na complexidade e inovação do produto	Ágil	(SCHWABER, 2004; HIGHSMITH, 2004; LEFFINGWELL, 2010)
Alta comunicação com as partes interessadas	Waterfall	(PMI, 2017, p. 523)
	Ágil	(AUGUSTINE, 2005)
	Híbrido	(COOPER; SOMMER, 2016)

Fonte: Traduzido de Bianchi et al., (2021).

As práticas recomendadas estão relacionadas com a gestão de escopo e recursos. Em relação ao escopo, sugere-se ter um planejamento inicial e uma declaração de escopo de alto nível, enquanto para a estimativa de recursos recomenda-se basear-se na complexidade. Essas são soluções adequadas para projetos inovadores e pode estar relacionado ao fato de que o banco de dados utilizado na análise era formado apenas por projetos dessa natureza, desde novos componentes até novos produtos e serviços.

A limitação do banco de dados é uma das hipóteses para que os resultados não seguissem os princípios da abordagem tradicional. Apesar de abranger projetos dos mais variados tipos de indústria, os projetos tinham em comum a características de serem inovadores. Estudos recentes mostram que o gerenciamento ágil está sendo utilizado em indústrias tradicionais e projetos imersos nesses ambientes, e que apresentam caráter inovador, podem já ter se beneficiado de algumas práticas ágeis (BARLOW et al., 2011; ŠPUNDAK, 2014; SCHUH et al., 2017). Portanto é possível que os projetos da base de dados analisada e que estão imersos em ambientes mais tradicionais já tenha utilizado uma ou mais praticas ágeis.

Outra possível hipótese é que os métodos ágeis vêm ganhando cada vez mais popularidade em organizações dos mais variados setores da economia, conforme evidenciado em trabalhos da área (CONFORTO; REBENTISCH; AMARAL, 2014; PMI, 2018; VERSIONE, 2020). Considerando que a amostra foi obtida por meio do contato direto com a Matriz do PMI, foram consultados e coletadas informações de profissionais treinados e atualizados, o que poderia indicar que já estivessem aplicando práticas ágeis em seus projetos.

Esse resultado indica a necessidade de inserir elementos que favoreçam a flexibilidade e agilidade quando temos projetos inovadores e complexos inseridos em ambientes tipicamente tradicionais.

4.4 Padrões de práticas para o cenário 2 (Ágil)

O cenário 2 apresenta um ambiente em que os clientes estão próximos e mais acessíveis, possui alto apoio executivo, a equipe é formada por profissionais com múltiplas habilidades, o número de pessoas envolvidas no projeto é baixo, são geograficamente próximos, a dedicação dos membros da equipe ao projeto é elevada, as equipes possuem autonomia para a tomada de decisões e constantemente absorvem mudanças ao longo do projeto. Observa-se que esse cenário possui muitas características em comum com o que o gerenciamento ágil de projetos defende (CHIN, 2004, HIGHSMITH, 2004, AUGUSTINE, 2005). De acordo com os resultados, as práticas para os projetos atingem um alto nível de agilidade nesse cenário são indicadas a seguir, e evidenciadas no Quadro 13:

- **Alto envolvimento do cliente.** Envolver o cliente na definição e priorização de entregas e atividades de projeto (APA_24);
- **Visão do Produto.** Descrever o escopo do projeto, incluindo fotos e ilustrações, analogias, metáforas, indicando as principais diretrizes, desafios e oportunidades do projeto, de forma que mudanças sejam bem-vindas e possam ser adequadamente absorvidas. O foco principal deve ser o problema e os desafios a serem resolvidos, não as soluções antecipadas (APA_41 e APA_36);
- **Estimativa de recursos baseada na complexidade e inovação do produto.** Identificar o número de membros da equipe do projeto necessários para executar o trabalho com base na complexidade e inovação do produto (APA_44);
- **Alta comunicação com as partes interessadas.** Alta frequência (diária, semanal) da reunião entre a equipe do projeto e outras partes interessadas para discutir tópicos relacionados ao projeto (ex: progresso, questões, ideias, etc.) (APA_45);

- **Reuniões frequentes e informais.** Atualizar o status e o progresso do projeto com base em reuniões rápidas e informais entre membros da equipe, gerentes de projeto e, às vezes, partes interessadas (APA_47);
- **Entregas parciais.** Monitorar o progresso/status do projeto, apresentando ou demonstrando resultados parciais do projeto, por ex: simulações, protótipos, desenhos, etc. (APA_48).

Quadro 13 - Análise comparativa da recomendação e literatura para o Cenário 2 - Ambiente próximo ao ágil.

Prática recomendada para o cenário 2 de acordo com o algoritmo	Evidências dessas práticas na literatura	
	Origem da prática	Referências
Alto envolvimento do cliente	Ágil	(SCHWABER, 2004; HIGHSMITH, 2004; AUGUSTINE, 2005)
	Híbrido	(COOPER, 2014; CONFORTO; AMARAL, 2016)
Visão do produto	Ágil	(CHIN, 2004; LEFFINGWELL, 2010; HIGHSMITH, 2004; CHRISTENSON; WALKER, 2004)
Estimativa de recursos baseada na complexidade e inovação do produto	Ágil	(SCHWABER, 2004; HIGHSMITH, 2004; LEFFINGWELL, 2010)
Alta comunicação com as partes interessadas	Waterfall	(PMI, 2017, p. 523)
	Ágil	(AUGUSTINE, 2005)
	Híbrido	(COOPER; SOMMER, 2016)
Reuniões frequentes e informais	Ágil	(SCHWABER, 2004, (HIGHSMITH, 2004)
	Híbrido	(COOPER; SOMMER, 2016; CONFORTO; AMARAL, 2016)
Entregas parciais	Ágil	(SCHWABER, 2004, HIGHSMITH, 2004)
	Híbrido	(COOPER; SOMMER, 2016; CONFORTO; AMARAL, 2016)

Fonte: Traduzido de Bianchi et al., (2021).

Todas as práticas recomendadas para esse cenário são consistentes e alinhadas com o que é discutido e defendido no gerenciamento ágil de projetos, promovendo maior flexibilidade e agilidade nos projetos. Dentre elas, a análise mostrou que algumas se destacam quando se busca alcançar melhores níveis de agilidade neste ambiente, a saber: "Visão de produto", "Envolvimento com o cliente" e "Entregas parciais", que inclusive são defendidos por vários autores da literatura ágil como algumas das principais diferenças em relação à abordagem tradicional de gestão.

4.5 Padrões de práticas para o cenário 3 (Híbrido)

O cenário 3 apresenta um ambiente no qual o gerente de projeto tem experiência em gestão, mas baixa experiência em projetos semelhantes, número alto de pessoas envolvidas no

projeto (semelhante ao cenário 1), mas o cliente e a equipe do projeto são geograficamente próximos (semelhante ao cenário 2), há total dedicação dos membros da equipe ao projeto, além de autonomia para tomar decisões e atitude para lidar com as mudanças. Este cenário combina características de ambientes ágeis e tradicionais de gestão, mas sem caracterizar um ambiente puramente waterfall ou ágil (ADELAKUN et al., 2017; CIRIC et al., 2018). As práticas para este cenário estão representadas abaixo e evidenciadas na literatura, conforme Quadro 14:

- **Alto envolvimento do cliente.** Envolver o cliente na definição e priorização de entregas e atividades de projeto (APA_24);
- **Uso de níveis diferentes de planejamento.** O primeiro nível contém uma visão macro sem muitos detalhes do projeto, descrevendo as entregas e marcos mais relevantes. O segundo deve ser periodicamente preparado pela equipe do projeto e usado para detalhar as atividades do projeto, considerando períodos curtos de tempo (APA_39);
- **Visão do produto.** Descrever o escopo do projeto, incluindo fotos e ilustrações, analogias, metáforas, indicando as principais diretrizes, desafios e oportunidades do projeto, de forma que mudanças sejam bem-vindas e possam ser adequadamente absorvidas. O foco principal deve ser o problema e os desafios a serem resolvidos, não as soluções antecipadas (APA_41 e 36);
- **Estimativa de recursos baseada na complexidade e inovação do produto.** Identificar o número de membros da equipe do projeto necessários para executar o trabalho com base na complexidade e inovação do produto (APA_44);
- **Alta comunicação com as partes interessadas.** Alta frequência (diária, semanal) da reunião entre a equipe do projeto e outras partes interessadas para discutir tópicos relacionados ao projeto (ex: progresso, questões, ideias, etc.) (APA_45);
- **Reuniões frequentes e informais.** Atualizar o status e o progresso do projeto com base em reuniões rápidas e informais entre membros da equipe do projeto, gerentes de projeto e, às vezes, partes interessadas (APA_47).

Quadro 14 - Análise comparativa da recomendação e literatura para o Cenário 3 - Híbrido.

Prática recomendada para o cenário 3 de acordo com o algoritmo	Evidências dessas práticas na literatura	
	Origem da prática	Referências
Alto envolvimento do cliente	Ágil	(SCHWABER, 2004; HIGHSMITH, 2004; AUGUSTINE, 2005)
	Híbrido	(COOPER, 2014; CONFORTO; AMARAL, 2016)
Use níveis diferentes de planejamento	Ágil	(SCHWABER, 2004; LEFFINGWELL, 2010)

Prática recomendada para o cenário 3 de acordo com o algoritmo	Evidências dessas práticas na literatura	
	Origem da prática	Referências
	Híbrido	(BINDER; AILLAUD; SCHILLI, 2014; COOPER, 2014; SOMMER et al., 2015; CONFORTO; AMARAL, 2016)
Visão do produto	Ágil	(CHIN, 2004; LEFFINGWELL, 2010; HIGHSMITH, 2004; CHRISTENSON; WALKER, 2004)
Estimativa de recursos baseada na complexidade e inovação do produto	Ágil	(SCHWABER, 2004; HIGHSMITH, 2004; LEFFINGWELL, 2010)
Alta comunicação com as partes interessadas	Waterfall	(PMI, 2017, p. 523)
	Ágil	(AUGUSTINE, 2005)
	Híbrido	(COOPER; SOMMER, 2016)
Reuniões frequentes e informais	Ágil	(SCHWABER, 2004, (HIGHSMITH, 2004)
	Híbrido	(COOPER; SOMMER, 2016; CONFORTO; AMARAL, 2016)

Fonte: Traduzido de Bianchi et al., (2021).

Ambientes híbridos podem variar muito entre um e outro, isso dependerá do tipo de produto, ambiente de negócios, clientes, fatores organizacionais, entre outros. Nesse ambiente, a chave está em encontrar o equilíbrio entre agilidade e previsibilidade para cada caso. Dentre as práticas recomendadas, as mais citadas na literatura de gerenciamento híbrido e, portanto, mais alinhadas à essa forma de gerenciamento, são "Usar diferentes níveis de planejamento", "Alto envolvimento do cliente", "Alta comunicação com os stakeholders". e "Reuniões rápidas e informais".

As práticas "Visão do produto" e "Estimativa de recursos com base na complexidade e inovação do produto" não são explicitamente mencionadas em trabalhos que discutem o gerenciamento híbrido, mas sua recomendação pode se dar ao fato de que estão diretamente relacionadas ao uso de diferentes níveis de planejamento.

4.6 Considerações sobre os padrões de práticas encontrados utilizando regras de associação

De acordo com os resultados encontrados, organizações imersas em ambientes tipicamente tradicionais, mas que possuem e desenvolvem projetos inovadores em seu portfólio (cenário 1), podem ser beneficiar do uso de práticas ágeis, como diferentes níveis de planejamento e planejamento inicial de alto nível, a fim de melhorar o desempenho em relação à agilidade. Exemplo seriam as empresas de energia, que apesar de possuir serviços convencionais em seu portfólio, também pode apresentar iniciativas de inovação para atender

às constantes mudanças em seu ambiente de negócios, ao mesmo tempo que necessitam seguir rígidos requisitos das agências reguladoras.

Por outro lado, para projetos imersos em ambientes que estimulam a experimentação e inovação contínua, que não são necessariamente focados no desenvolvimento de software, mas buscam criatividade, inovação e adaptabilidade (conforme Cenário 2) recomenda-se o uso de práticas ágeis como uma visão do produto e entregas parciais. Tais práticas permitem lidar com a alta incerteza desse tipo de ambiente, permitindo avaliar os resultados periodicamente e fazer as alterações necessárias para entregar valor ao cliente ao final do projeto.

Como vimos, também temos os ambientes híbridos que apresentam características desses dois anteriores, mesclando previsibilidade e adaptabilidade. Para projetos imersos nesse ambiente (cenário 3) os resultados recomendam o uso de diferentes níveis de planejamento, alto envolvimento do cliente e reuniões informais frequentes para melhorar o desempenho em agilidade. Como um exemplo a ser citado temos as organizações focadas no desenvolvimento integrado de hardware e software.

Resultados como esses podem auxiliar os profissionais de gestão de projetos na escolha das práticas mais adequadas aos projetos que desenvolvem, em especial, contribuir para atingir a agilidade em projeto para além da indústria de software. Um exemplo do potencial uso tanto desse método quanto dos resultados gerados por ele seria na atual Quarta Revolução Industrial e todas as tendências relacionadas a projetos nesse ambiente (internet das coisas, sistema físico cibernético, sistemas autônomos, transformação digital e big data) (FAKHAR MANESH *et al.*, 2020). Nesse contexto, temos uma grande quantidade de dados disponíveis, as equipes de projeto tendem a ser cada vez mais autônomas e geograficamente dispersas, a inovação se tornará cada vez mais importante e o tempo de comercialização cada vez menor. As recomendações da prática e consequente customização do modelo de gestão poderão auxiliar a lidar com os projetos complexos desse tipo de indústria.

5 RECOMENDAÇÃO DE PRÁTICAS DE GESTÃO BASEADA EM EVIDÊNCIA

Este capítulo é dedicado aos resultados da meta-análise realizada em gestão de projetos que teve como objetivo analisar possíveis associações entre práticas de gestão e diferentes tipos de projetos, e então poder recomendar práticas mais adequadas para cada caso. A base de dados utilizada para esse estudo foi formada por estudos de casos encontrados na literatura, já descrita na seção 3.2.4.

Foram considerados vinte projetos ao todo, incluindo projetos de desenvolvimento de software (14), hardware-software (4), tecnologia (1); e redução de custos (1). Os projetos de tecnologia e redução de custos não foram analisados individualmente por não apresentarem significância estatística para seus respectivos tipos de projetos (apenas um caso cada), porém, foram mantidos no banco de dados para a análise dos demais casos. Não foram encontrados estudos que descrevessem sistematicamente o uso de práticas de gerenciamento de projetos em outros tipos de indústria, como construção e engenharia. Isso demonstra uma carência de estudos descritivos na área de gerenciamento de projetos, tema que será abordado na seção de discussão.

Os resultados foram divididos em duas seções: na primeira seção apresentamos os resultados por tipo de projeto, abordando as práticas associadas ou não a cada situação. Em seguida apresentamos os resultados por práticas, abordando especificamente a associação de cada uma das práticas com os diferentes tipos de projetos analisados.

5.1 Aplicando meta-análise para a recomendação de práticas de gerenciamento de projetos

Utilizando a coletânea de artigos coletadas na etapa de Consolidação de base de dados para meta-análise em gestão de projetos (mostrada na seção 3.2.6), desenvolveu-se a realização dos cálculos da meta-análise, baseado em Borenstein et al., (2011), publicação reconhecida na área e amplamente utilizada em outros estudos de meta-análise (CUMMING, 2014; JIKE et al., 2018).

Existem várias métricas disponíveis e foi necessário investigar e realizar tentativas para encontrar a mais apropriada. O cálculo de razões de risco (RRs) foi o que primeiro demonstrou maior aderência ao problema de estabelecer a relação entre o tipo de projeto e as práticas de gestão. O risco relativo compara a probabilidade, ou razão de risco de um evento ocorrer em um grupo versus o risco do evento no outro grupo (SISTROM & GARVAN, 2004; NOORDZIJ et al., 2017). O Quadro 15 exemplifica a estrutura padrão dos dados para realizar o cálculo dessa medida. O exemplo utilizado está dentro da realidade do presente estudo e

permite identificar associações positivas entre práticas de gestão e tipos de projetos, a fim de gerar recomendações de práticas para diferentes situações.

Quadro 15. Estrutura utilizada na consolidação da base de dados criada.

Grupos	Prática A – Quadro Kanban (Outcome)	
	SIM	NÃO
Tipo de projeto - Desenv. Software	a	b
Tipo de projeto - Outros	c	d

Fonte: Adaptado de Siström e Garvan (2004).

Os valores de “a”, “b”, “c” e “d” foram definidos de acordo com o uso da prática em cada tipo de projeto, identificados a partir da codificação aberta e análise de evidência nos casos analisados (etapa anterior). Nenhum dos projetos apresentou desempenho negativo, portanto, todas as práticas contabilizadas estão associadas a melhoria de desempenho do projeto, seja a melhoria na interação entre os membros da equipe do projeto e o cliente, rapidez para analisar dados e tomar uma decisão, ou melhoria nos resultados do projeto (tempo, custo, qualidade, comunicação, etc). A equação para cálculo do RR é mostrada abaixo (SISTRÖM; GARVAN, 2004):

$$RR = \frac{a/(a+b)}{c/(c+d)} \quad (4)$$

Caso $RR = 1,0$ a prática está proporcionalmente associada aos dois tipos de projetos analisados. Se $RR > 1,0$ significa existência de associação positiva entre a prática e o tipo de projeto de interesse e, por fim, $RR < 1,0$ indica associação negativa entre a prática e o tipo de projeto de interesse. Quanto maior o valor do risco, maior a associação (BORENSTEIN et al., 2011). Em termos práticos, usando o exemplo do Quadro 15, um $RR = 1,5$ significa que o uso do quadro Kanban está 1,5 vezes mais associado ao grupo de projetos de desenvolvimento de software do que ao grupo com outros tipos de projetos (50% mais probabilidade de usar essa prática).

Além do RR, o limite inferior e o limite superior de risco foram calculados com 95% de confiança, conforme equações abaixo (MORRIS; GARDNER, 1988):

$$95\% CI = \exp (\ln(RR) - 1,96 \times SE \{\ln(RR)\}) \quad (5)$$

$$95\% CI = \exp (\ln(RR) + 1,96 \times SE \{\ln(RR)\}) \quad (6)$$

Como o erro padrão do risco relativo de log sendo:

$$SE\{\ln(RR)\} = \sqrt{\frac{1}{a} + \frac{1}{c} - \frac{1}{a+b} - \frac{1}{c+d}} \quad (7)$$

Outra possível medida de ser utilizada é o Odds Ratio (OR) ou chamado de razão de chances, que por definição remete a razão entre a chance de sua ocorrência em um grupo e a chance de sua não ocorrência em outro grupo (RANGANATHAN; AGGARWAL; PRAMESH, 2015). As definições são muito semelhantes entre essas duas medidas, e ambas são medidas de associação entre variáveis. Como essas medidas e termos são provenientes da área da saúde, várias simulações foram realizadas com as duas medidas a fim de utilizá-las de forma adequada para a presente pesquisa. Ambas demonstraram resultados muito semelhantes, onde o perfil dos resultados (associação de uma prática ou não para um determinado tipo de projeto) foi praticamente o mesmo. O que sofria algumas alterações eram os intervalos de confiança, e consequente a representação visual dos resultados no forest plot, o qual veremos a seguir.

Optamos por utilizar o RR por três motivos. O primeiro foi pelo fato de buscar avaliar se a exposição a um determinado ambiente de projeto aumentaria ou não a associação (presença ou não) de uma determinada prática. O segundo motivo foi que para casos em que as práticas apareciam na mesma proporção nos dois grupos de projetos analisados, o Risco Relativo nos fornecia resultando com valor igual a 1, o que nos permitiu analisar que tais práticas poderiam aparecer nos dois ambientes analisados, algo que não seria possível com o OR pelo fato de que para esses casos os valores zeravam, além de não fornecer inputs para a análise gráfica. O terceiro e último motivo foi em relação a visualização gráfica, que apesar do perfil de resultados ser o mesmo, conforme já mencionado, o intervalo de confiança do OR era significativamente mais amplo do que o RR, comprometendo a visualização dos resultados no gráfico.

O uso das equações permitiu medir a associação de diferentes práticas com diferentes tipos de projetos. A Tabela 11 fornece um exemplo de tabulação para realizar os cálculos e análises da meta-análise em gerenciamento de projetos. Conforme já mencionado, cada prática é comparada entre o grupo de interesse (por exemplo, Software) e um grupo de controle (por exemplo, Não Software), obtendo os valores RR e seus limites.

Tabela 11 - Exemplo de cálculos de meta-análise.

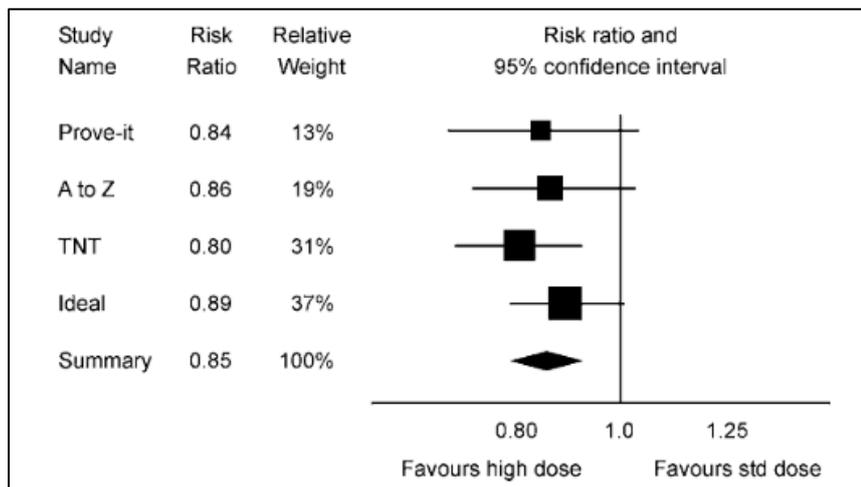
Prática		Projetos Software= 14				Projetos não software = 6				Diferença em percentual (a/a+c) -	Risk Ratio	Risk Lower limit	Risk Upper limit
Cód	Nome	Presença da prática (a)	Ausência da prática (b)	Total (a+b)	% exposta (a/a+b)	Presença da prática (c)	Ausência da prática (d)	Total (c+d)	% exposta (a/a+b)				
PTC. 02	Activities estimation based on hours	5	9	14	35,7	1	5	6	16,67	19,05	2,1	0,3	14,6
PTC. 12	Phase Gate/Mile stones	3	11	14	21,43	5	1	6	83,33	-61,9	0,3	0,08	0,74
...

Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir dos cálculos realizados, os gráficos comumente utilizados em meta-análise, os chamados Forest Plots, foram gerados. O Forest Plot é uma forma fundamental de os pesquisadores resumirem dados de vários estudos em uma única imagem. Ele fornece uma visão geral da direção e da força de uma relação entre os estudos considerados nesta meta-análise (vide Figura 19).

Embora esses gráficos possam assumir diversas formas, geralmente eles são apresentados em duas colunas. A coluna da esquerda lista os nomes dos estudos que estão sendo analisados ou os nomes das variáveis que estão sendo analisadas. A coluna da direita corresponde ao gráfico da medida do efeito (por exemplo, razão de riscos) para cada um dos estudos, representado por um quadrado e incorporando intervalos de confiança (linhas horizontais).

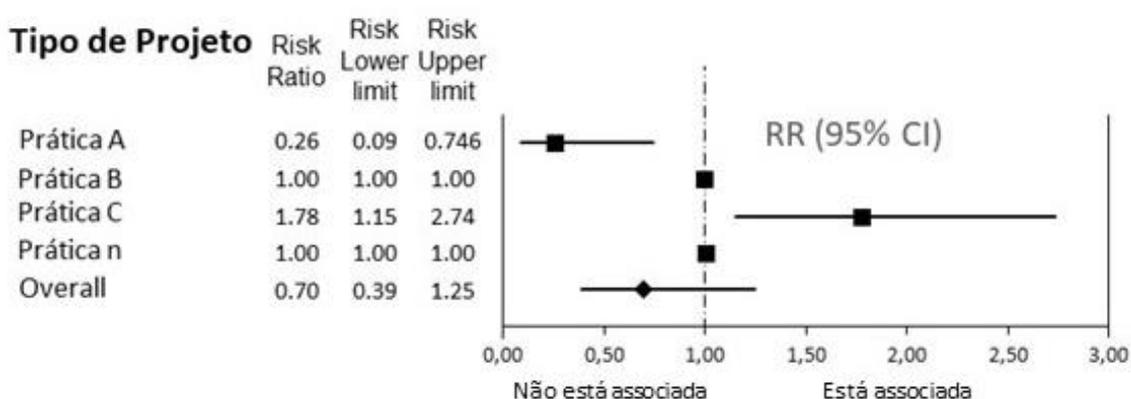
Figura 19 - Exemplo de Forest Plot para análise do impacto das doses de estatina no infarto do miocárdio.



Fonte: Borenstein et al., (2011).

Para a presente pesquisa, como veremos na seção de resultados, na coluna da esquerda temos as práticas de acordo com o tipo de projeto e do lado direito a medida do efeito. A Figura 20 ilustra o forest plot aplicado ao gerenciamento de projetos. De forma hipotética o gráfico nos mostra que a prática A, uma vez que o RR teve como resultado um valor abaixo de 1 (0.26), enquanto que a Prática C teve como resultado RR com valor superior a 1 (1.78), indicando associação com o tipo de projeto analisado. A prática B por sua vez apresentou valor de RR igual a 1, o que indica que não há uma associação estabelecida com o tipo de projeto analisado, podendo aparecer na mesma proporção que o outro grupo/tipo de projeto analisado.

Figura 20 - Forest Plot de meta-análise aplicada a práticas de gestão de projetos.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir dos gráficos, os resultados da meta-análise foram analisados, comparando a associação entre práticas de gestão e diferentes tipos de projetos. A análise teve como objetivo tamanho do efeito, de forma a auxiliar os profissionais de gerenciamento de projetos a tomarem a decisão de usar uma determinada prática de acordo com o tipo de projeto. Os resultados são apresentados na próxima seção.

5.2 Resultados por tipo de projeto

Essa seção se divide em duas frentes. Uma voltada para a discussão dos resultados para projetos do tipo desenvolvimento de software e a outra para projetos do tipo hardware-software.

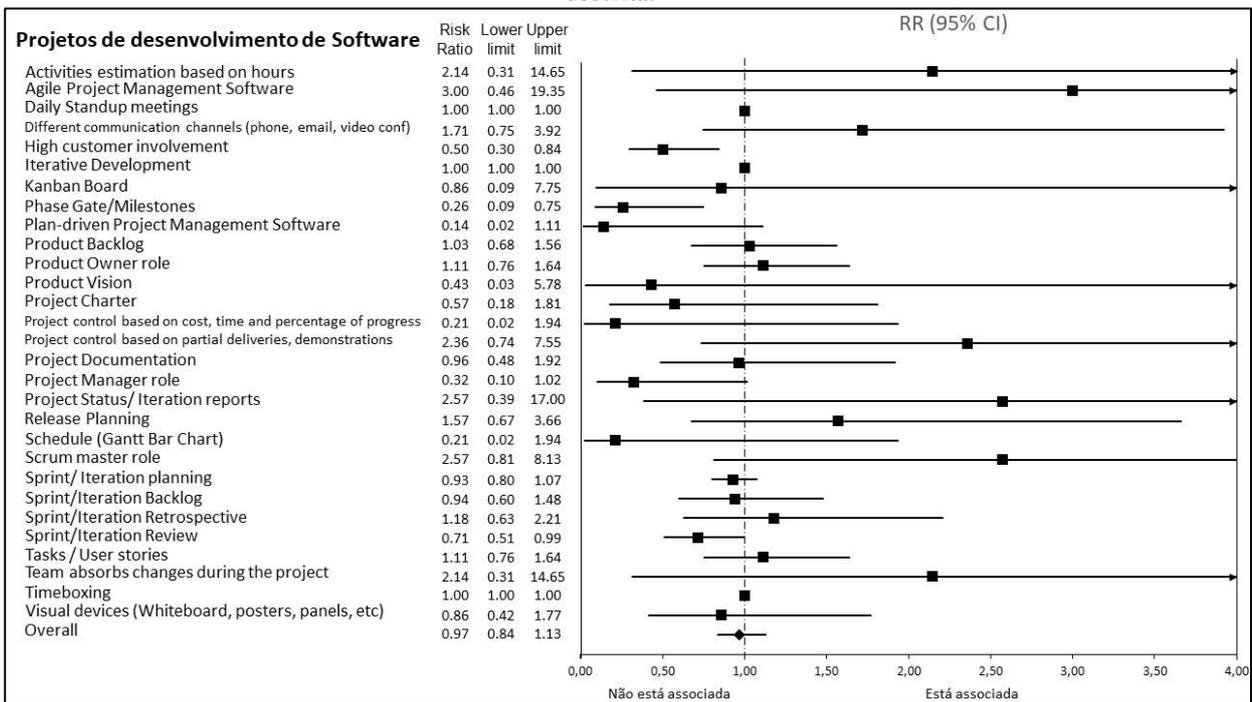
5.2.1 Projetos de desenvolvimento de Software

Apresentamos na Figura 21 os resultados da meta-análise para projetos do tipo desenvolvimento de software. O gráfico fornece uma visão geral da direção e da força de um relacionamento entre os estudos analisados. A relação entre as variáveis de interesse foi analisada por meio do cálculo do risco relativo, o que permitiu observar o tamanho do efeito

(vide seção 3.2.7). O tamanho do efeito reflete a magnitude da força de associação entre duas variáveis (BORENSTEIN *et al.*, 2011). Os resultados mostram diferenças entre a práticas utilizadas nesse ambiente, permitindo observar qual prática está mais fortemente associada quando comparamos projetos de software com os demais projetos da base de dados

Ressalta-se que alguns limites tiveram variações consideráveis, e isso se explica pela limitação da base de dados, entretanto não afeta o uso da meta-análise, permitindo analisar o efeito das relações entre práticas e projetos.

Figura 21 - Forest Plot das práticas associadas estatisticamente a projetos de desenvolvimento de software. RR indica relação de risco; IC, intervalo de confiança. A seta indica que o limite superior está acima da escala descrita.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir do gráfico podemos inferir alguns resultados interessantes. As práticas denominadas “Iterative development”, “Timeboxing”, e “Daily scrum meeting” obtiveram um RR igual a 1. Esse resultado indica que essas práticas não estão positivamente ou negativamente associadas a projetos de desenvolvimento de software quando comparado aos demais tipos de projetos analisados. Esse pode ser um indicativo que essas práticas também são utilizadas fora do mundo de software do qual surgiram originalmente, possivelmente como uma forma de buscar melhores níveis de flexibilidade, agilidade e interação entre os times.

O gráfico também nos permite inferir quais as práticas que não estão associadas a projetos do tipo software (RR<1) quando comparado aos outros tipos de projetos. Algumas confirmam os argumentos e evidências encontradas na literatura de gestão de projetos, de que não são bem aceitas nesse ambiente, como o uso de Phase Gate/Milestones (RR=0.26, IC 95%=

0.09-0.75), Plan-driven Project Management Software (RR=0.14, IC 95%= 0.02-1.11); Project control based on cost time and percentage of progress (RR=0.21, IC 95%= 0.02-1.94); Project Documentation, which mean heavy documentation (RR=0.96, IC 95%= 0.48-1.92); Project Manager role (RR=0.32, IC 95%= 0.10-1.02); e Schedule (Gantt Bar Chart) (RR=0.21, IC 95%= 0.02-1.94). Esses resultados estão alinhados com a literatura, uma vez que tais práticas são indicadas normalmente para projetos que necessitem de maiores níveis de previsibilidade e controle, e seguem um plano de projeto inicialmente definido. Por outro lado, alguns resultados vão na contramão do que é defendido na literatura. Algumas práticas comumente defendidas na literatura ágil não apresentaram associação positiva com esse tipo de projeto segundo os resultados obtidos, como: High customer involvement (RR=0.50, IC 95%= 0.30-0.84); Product Vision (RR=0.43, IC 95%= 0.03-5.78); e Sprint/Iteration Review (RR=0.71, IC 95%= 0.51-0.99).

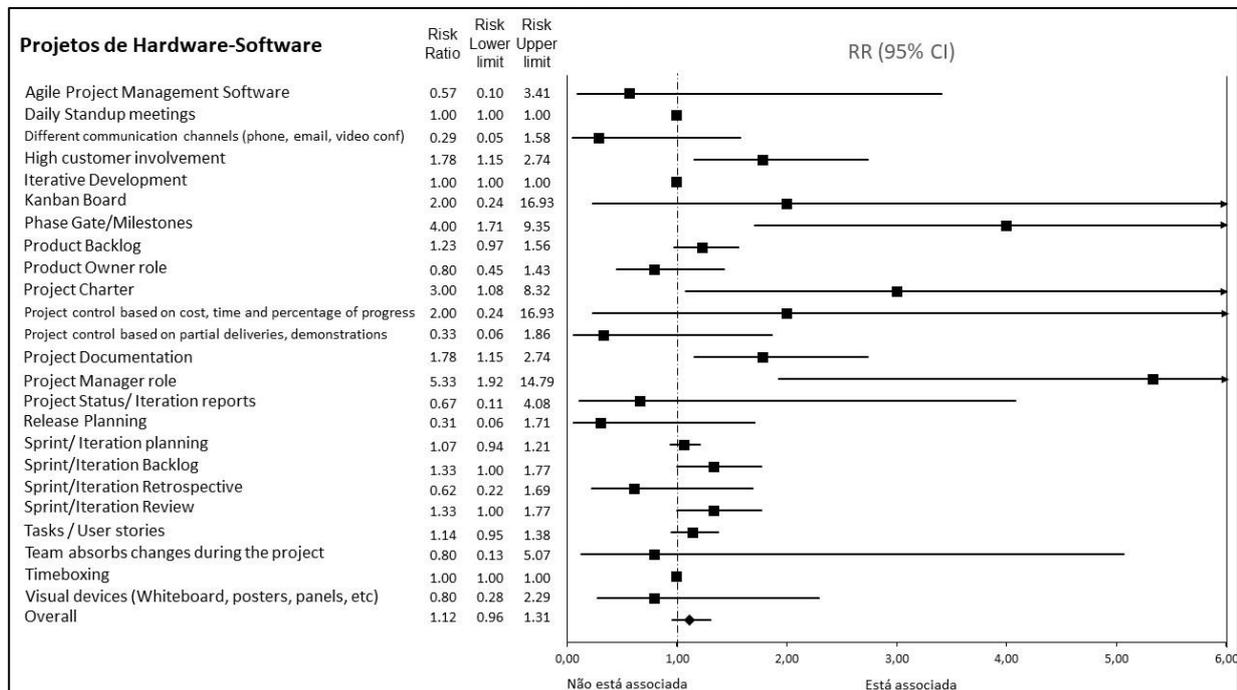
Foi possível avaliar também as práticas que estão diretamente associadas a projetos de desenvolvimento de software segundo a base de dados analisada (RR>1). Entre elas, destacam-se: Different communication channels (phone, email, video conf, etc) (RR=1.71, IC 95%= 0.75-3.92); Product Owner role (RR=1.11, IC 95%= 0.76-1.64); Project control based on partial deliveries, demonstrations (RR=2.36, IC 95%= 0.74-7.55); Release Planning (RR=1.57, IC 95%= 0.67-3.66); Scrum Master role (RR=2.57, IC 95%= 0.81-8.13); Sprint/Iteration Retrospective (RR=1.18, IC 95%= 0.63-2.21); e Tasks/User stories (RR=1.11, IC 95%= 0.76-1.64). Esses resultados comprovam de forma empírica que o uso de práticas comumente defendidas na literatura ágil é de fato associada a projetos para os quais inicialmente foi proposta, ou seja, projetos de desenvolvimento de software.

Ressalta-se que algumas práticas identificadas na base de dados aparecem única e exclusivamente nos projetos do tipo desenvolvimento de software, não sendo possível sua comparação com os demais projetos da base de dados e, portanto, não aparecem no gráfico de análise. Entre essas práticas estão: Develop Epic (s); Pair programming; Scrum of Scrum meetings; Integration tests; Activities estimation based on Complexity Points; e Refactoring. Esse pode ser um indício da alta especificidade dessas práticas para esse tipo de projeto.

5.2.2 Projetos de Hardware - Software

A seguir apresentamos o resultado da meta-análise para projetos do tipo Hardware-Software (Figura 22). Normalmente, projetos desse tipo são altamente complexos devido à diversidade de componentes e a integração entre eles.

Figura 22 - Forest Plot das práticas associadas estatisticamente a projetos de desenvolvimento de Hardware-Software. RR indica relação de risco; IC, intervalo de confiança. A seta indica que o limite superior está acima da escala descrita.



Fonte: Elaborado pelo autor.

De acordo com os resultados, as práticas que apresentam maior associação com projetos do tipo Hardware-Software, incluem: High customer involvement (RR=1.78, IC 95%= 1.15-2.74); Kanban Board (RR=2.00, IC 95%= 0.24-16.93); Phase Gate/Milestones (RR=4.00, IC 95%= 1.71-9.35); Product Backlog (RR=1.23, IC 95%= 0.97-1.56); Project Charter (RR=3.00, IC 95%= 1.08-8.32); Project control based on cost, time and percentage of progress (RR=2.00, IC 95%= 0.24-16.93); Project Documentation (RR=1.78, IC 95%= 1.15-2.74); Project Manager role (RR=5.33, IC 95%= 1.92-14.79); Sprint/Iteration Backlog (RR=1.33, IC 95%= 1.00-1.77); Sprint/Iteration Review (RR=1.33, IC 95%= 1.00-1.77); e Tasks/User stories (RR=1.14, IC 95%= 0.95-1.38). Ressaltamos ainda que a prática Plan-driven Project Management Software teve um resultado fortemente associado a projetos deste tipo (RR = 12,0, IC 95% = 1,66-86,9), porém, devido ao range dos limites, optamos por não a inserir no forest plot.

Entre as práticas que não apresentaram associação positiva com esse tipo de projetos, de acordo com a base de dados analisada, temos: Agile Project Management Software (RR=0.57, IC 95%= 0.10-3.41); Different communication channels (phone, email, video conf, etc) (RR=0.29, IC 95%= 0.05-1.58); Product Owner role (RR=0.80, IC 95%= 0.45-1.43); Project control based on partial deliveries and demonstrations (RR=0.33, IC 95%= 0.06-1.86); Project Status/Iteration Reports (RR=0.67, IC 95%= 0.11-4.08); Release Planning (RR=0.31, IC 95%= 0.06-1.71); Sprint/Iteration Retrospective (RR=0.62, IC 95%= 0.22-1.69); Team

absorbs changes during the project (RR=0.80, IC 95%= 0.13-5.07); e Visual devices (Whiteboard, posters, panels, etc.) (RR=0.80, IC 95%= 0.28-2.29).

Os resultados nos mostram, de forma empírica, a associação de práticas de diferentes abordagens de gestão (ágil e tradicional), podendo indicar que a combinação de práticas de gestão, e conseqüente o uso de modelos híbridos, pode ser benéfico para projetos de Hardware & Software.

5.3 Resultados por práticas de gestão

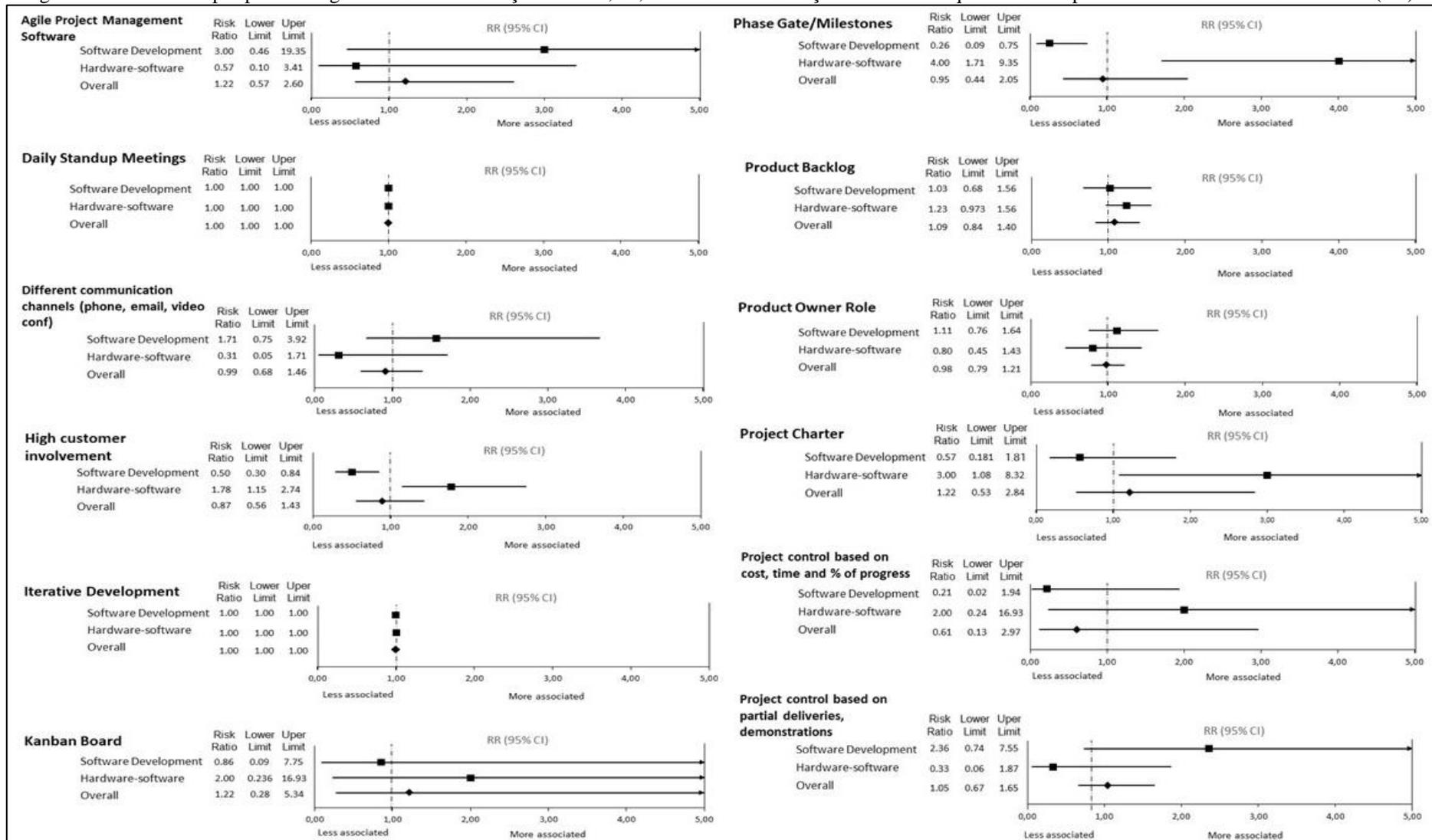
Nessa seção mudamos a forma de visualizar os resultados da meta-análise. A Figura 23 ilustra os resultados por práticas de gestão de projetos, relacionado com os tipos de projetos analisados. Os gráficos são formados por práticas que aparecem em comum nos dois tipos de projetos abordados na seção anterior, uma vez que os demais, conforme já explicado, não apresentaram relevância estatística para serem incluídos.

Nessa representação conseguimos analisar a associação de cada prática com os diferentes tipos de projeto, além de comparar os tipos de projetos entre si. O uso de Phase-Gate/Milestones está mais associado a projetos do tipo hardware-software (RR=4.00, IC 95%= 1.71-9.35) do que projetos de desenvolvimento de software (RR=0.26, IC 95%= 0.09-0.75). Esse pode ser um indício de que projetos que envolvem hardware-software necessitam de pontos de controle predeterminados ao longo do projeto para avaliar os resultados e tomar decisões sobre o futuro do projeto.

Por sua vez, projetos de desenvolvimento de software estão mais associados ao controle baseado em entregas parciais, demonstrações, protótipos, apresentação, desenhos, etc. (RR=2.36, IC 95%= 0.73-7.55) do que projetos de hardware-software (RR=0.33, IC 95%= 0.06-1.87). Esse resultado pode estar associado ao fato de que projetos puramente de software precisam de maiores níveis de experimentação, integração e feedback para desenvolvimento de suas soluções. Por outro lado, as práticas que tiveram como resultado o risco relativo igual a 1, pode indicar seu uso em diferentes tipos de projetos.

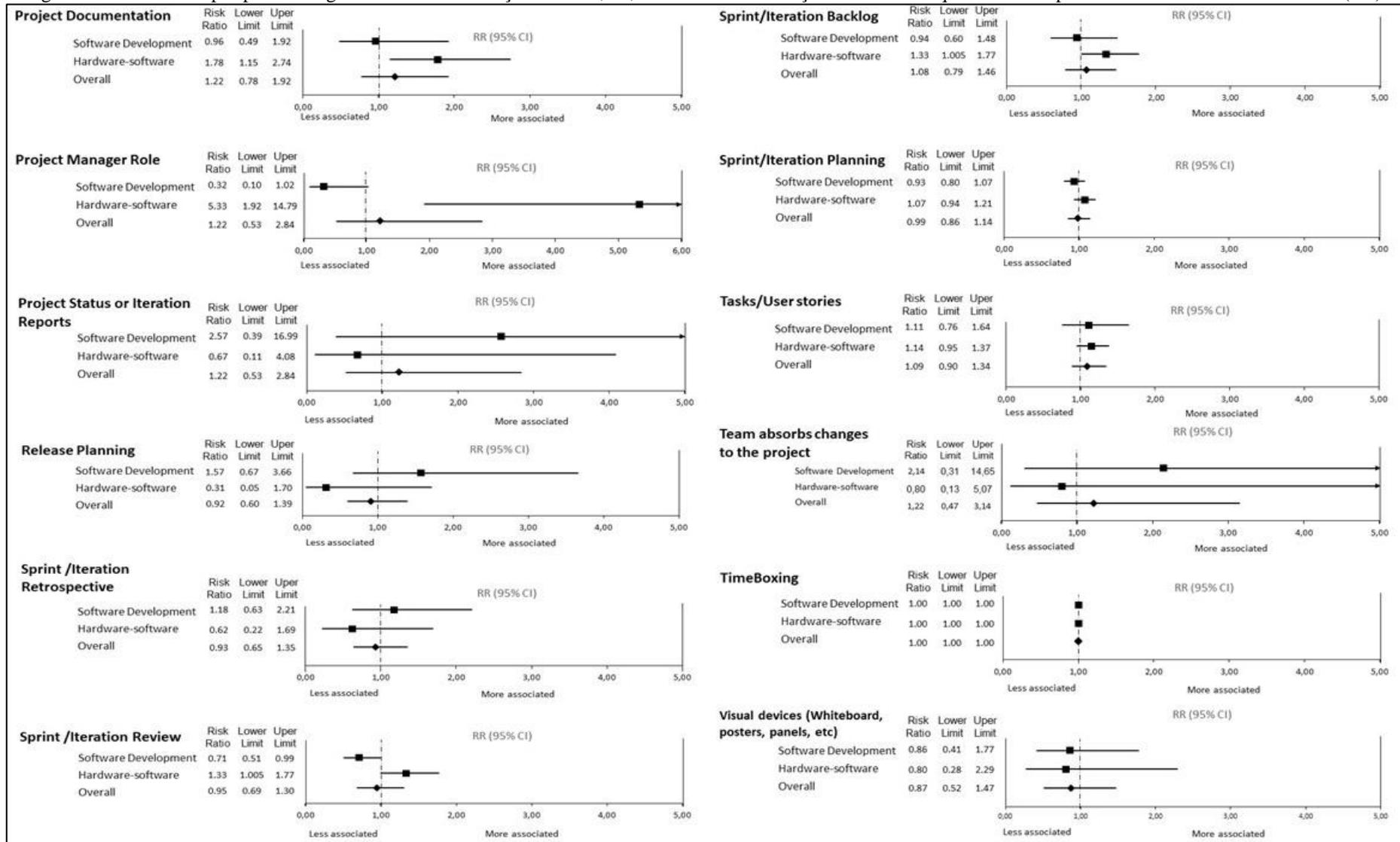
A representação individual das práticas também permite analisar como diferentes práticas podem ser relacionadas entre si de acordo com diferentes tipos de projetos. Essa visão é interessante uma vez que podem auxiliar as organizações na construção de seus modelos de gestão. Por exemplo, uma empresa que desenvolve projetos de hardware-software pode visualizar os relacionamentos e verificar quais práticas podem trazer melhores benefícios para a organização.

Figura 23 - Forest Plot por prática de gestão. RR indica relação de risco; IC, intervalo de confiança. A seta indica que o limite superior está acima da escala descrita. (1/2)



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 23 - Forest Plot por prática de gestão. RR indica relação de risco; IC, intervalo de confiança. A seta indica que o limite superior está acima da escala descrita (2/2).



Fonte: Elaborado pelo autor.

5.4 Considerações sobre os padrões de práticas encontrados utilizando meta-análise

A análise revela associações positivas e negativas entre esses elementos e pode ser benéfico para auxiliar as empresas na escolha das práticas para gerenciarem os seus projetos, e consequente criação de modelos híbridos de gestão. Os resultados sugerem que diferentes práticas estão relacionadas a diferentes tipos de projetos (Quadro 16), reforçando de forma empírica a ideia de que “one size does not fit all” (SHENHAR & DVIR, 2007) e que projetos distintos precisam ser gerenciados de formas distintas (AMBLER & LINES, 2018).

Quadro 16 - Evidências sobre práticas de gerenciamento de projetos e diferentes tipos de projetos usando meta-análise.

Tipo de projeto	Desenvolvimento de software	Hardware-Software
Evidência encontrada	Associação positiva entre o uso de práticas ágeis com projetos de desenvolvimento de software, promovendo experimentação, agilidade e flexibilidade.	Associação positiva de práticas ágeis e orientadas ao plano, indicando a combinação de práticas como estratégia para equilibrar controle e previsibilidade com experimentação e agilidade para lidar com as características desse tipo de projeto.
Práticas ágeis positivamente relacionadas	<ul style="list-style-type: none"> • Agile project management software • Different communication channels (phone, email, video conf) • Product Backlog • Product Owner role • Project control based on partial deliveries, demonstrations • Iteration reports • Scrum master role • Sprint/Iteration Retrospective • Tasks / User stories • Team absorbs changes during the Project 	<ul style="list-style-type: none"> • High customer involvement • Kanban Board • Product Backlog • Sprint/ Iteration planning • Sprint/Iteration Backlog • Sprint/Iteration Review • Tasks / User stories
Práticas orientadas ao plano positivamente relacionadas	<ul style="list-style-type: none"> • Activities estimation based on hours • Project Status/ Iteration reports 	<ul style="list-style-type: none"> • Phase Gate/Milestones; • Project Charter • Project control based on cost, time and percentage of progress • Project Documentation • Project Manager role • Plan-driven Project Management Software

Fonte: Elaborado pelo autor.

Evidencia-se o uso de práticas de diferentes abordagens para projetos do tipo hardware-software, que envolvem altos níveis de complexidade e inovação. Ao mesmo tempo que constatamos a associação de práticas que fomentam a experimentação contínua e busca por agilidade, flexibilidade como o uso de Tasks/User story; Product Backlog; Kanban Board;

Sprint/Iteration Backlog; e Sprint Review. Também observou a associação com práticas que prezam pelo controle e processos da organização como Phase Gate/Milestones, Project Manager role, Project control based on cost, time and percentage of progress, and Project documentation. Concluímos que projetos desse tipo tendem a buscar um equilíbrio entre planejamento e aprendizagem. Isso reforça a busca por parte das organizações por soluções mais balanceadas (MAGISTRETTI et al., 2019; BIANCHI et al., 2020).

Observamos também práticas que não possuem associações diretas com um tipo específico de projeto, indicando que sua presença pode ocorrer em diferentes tipos de projetos. Como exemplo temos o desenvolvimento iterativo. Enquanto que no desenvolvimento de software essa prática já é bem consolidada, vem sendo observado o aumento de seu uso fora desse segmento como uma forma de lidar com as constantes incertezas e mudanças do ambiente de negócios. Os resultados também confirmam empiricamente o uso de práticas ágeis em projetos de desenvolvimento de software como entregas parciais, histórias do usuário, o papel do product owner, e os rituais ágeis (SCHWABER, 2004; LEFFINGWELL, 2010). Essas informações podem ajudar empresas inseridas em ambientes de inovação a desenvolverem melhores soluções de gerenciamento, prezando pela experimentação, feedback e integração constante.

A presença de práticas tradicionais de estimativa, com relatórios de status e controle por horas, é um resultado relevante para as organizações de software. Os manuais e livros ágeis recomendam a estimativa de pontos com controle por velocidade (pontos por iteração) e gráficos como burn-up ou burn-down. Este resultado recomenda combiná-los, mesclando abordagens ágeis e orientadas ao plano. Esta declaração produz evidências científicas por meio de meta-análise, demonstrando o potencial desta técnica para produzir novas teorias baseadas em evidências para modelos híbridos.

Em relação a projetos de hardware-software, as evidências científicas reforçam os resultados de Bianchi et al., (2020), obtidos por meio de outro método científico (survey). Ambas as investigações chegam à conclusão de que os modelos híbridos seriam a melhor opção para o conjunto de projetos que envolvem hardware. Porém, ao contrário de Bianchi et al., (2020), a meta-análise fornece uma lista com evidências de quais seriam as práticas mais “validadas” nesta situação, com níveis de recomendações.

É interessante notar no caso de hardware-software, dois conjuntos de práticas que servem para um mesmo objetivo geral de controle de tarefas, e que apesar de parecer inconsistente, aparecem de forma simultânea. Temos um grupo orientado ao plano (software de gerenciamento de projetos orientado a planos e controle de projetos baseado em custo, tempo e

porcentagem de progresso) e um grupo ágil (planejamento de Sprint / Iteração, Backlog de iteração Sprint e Tarefas/ estórias de usuários). Isso pode ser explicado pelo uso de diferentes níveis de planejamento em modelos híbridos (CANDI; VAN DEN ENDE; GEMSER, 2013; CONFORTO & AMARAL, 2016; COOPER, 2016), nos quais as empresas possuem um plano macro, utilizando as práticas do primeiro grupo. Ao mesmo tempo, possuem um planejamento “micro” onde uma entrega do plano macro passa a utilizar práticas do segundo grupo, seguindo um desenvolvimento ágil. O que esse resultado mostra é que é necessário um esforço de pesquisa para teorizar essas práticas, compreendê-las e relacioná-las. Hoda and Noble (2017) é um exemplo de estudo nessa direção.

Para outras práticas, faltam evidências sobre seu uso. Alguns exemplos são visão do produto e WBS. O primeiro aparece em apenas dois projetos de banco de dados, enquanto o segundo aparece em apenas um, impossibilitando a análise. Seria interessante investigar o porquê os autores não relatam essas práticas em seus casos. Será que as organizações não estão utilizando-as de fato? Ou os pesquisadores desses estudos não os registraram? Outra hipótese pode ser o uso de outras práticas para atingir os mesmos objetivos. Por exemplo, o uso de um termo de abertura do projeto pode substituir a visão do produto.

Conforme já discutido ao longo do documento, o entendimento e escolha de quais práticas são mais adequadas para cada projeto e ambiente organizacional não é algo trivial, e pode gerar dificuldades para as organizações. Os resultados obtidos com a meta-análise são mais uma fonte de informações/subsídios, para que os profissionais e organizações tomem decisões mais assertivas em relação a quais práticas utilizarem em seus projetos. As evidências aqui discutidas podem contribuir para lidar com os avanços das tecnologias e mudança nos mercados e competição, impactando não só o modelo de gestão da organização, mas também a percepção dos envolvidos de como poder lidar com essas situações.

5.5 Comparação em pares das práticas analisadas

A partir da meta-análise realizada, percebemos a oportunidade de analisar as práticas presentes nos estudos analisados em pares. Dessa forma é possível verificar quais as práticas que mais apareceram em conjunto, ou seja, a combinação de práticas dentre os estudos de caso analisados. Uma matriz foi criada para analisar a combinações de pares (Tabela 12). Essa matriz mostra a frequência das combinações. A cor mais escura indica uma maior frequência da combinação entre duas práticas, enquanto a cor mais clara indica uma menor frequência.

A partir da tabela, podemos observar que no que diz respeito ao uso de práticas ágeis, o uso de desenvolvimento iterativo está atrelado sempre com o uso de reuniões diárias e

Timeboxing, que é o uso de determinado período de tempo preestabelecido para desenvolver e realizar uma entrega do projeto. O uso de desenvolvimento iterativo também está fortemente atrelado ao uso do Product backlog, Tasks/user stories, e Sprint planning. Muitas outras relações e uso combinado entre praticas ágeis podem ser verificadas na tabela.

No que tange ao uso combinado entre praticas ágeis e tradicionais, a comparação por pares nos permite identificar algumas relações interessantes. É possível observar que o uso de Phase gate/milestones se destaca, sendo utilizado em conjunto com desenvolvimento iterativo, Timeboxing, Daily meeting, Sprint planning e Sprint review, demonstrando a presença de tal combinação híbrida em casos reais de gestão de projetos. Também evidencia o uso de documentação atrelada ao uso de práticas da abordagem ágil de projetos, como as reuniões de planejamento, revisão e retrospectiva.

Constatamos a existência de “práticas base”, que servem de guarda-chuva para a integração com outras práticas de diferentes abordagens, como o uso de desenvolvimento iterativo e Phase gate/milestones. Em resumo, há uma infinidade de combinações possíveis entre práticas de gestão de projetos, e irá depender de cada caso, entretanto os resultados mostram que algumas dessas práticas são mais frequentemente observadas quando discutimos combinações entre práticas orientadas ao plano e práticas ágeis.

Tabela 12 - Visão geral da combinação de pares das práticas analisadas. O gráfico é baseado em 36 práticas, provenientes de 20 estudos de caso (1/2).

	Activities estimation based on Complexity Points	Activities estimation based on hours (PTT.02)	Agile Project Management Software (PTT.03)	Daily Standup meetings (PTT.04)	Develop Epic(s) (PTT.05)	Different Communication channels between (Phone, web camera, teleconference, video conference, web conference, net meeting, email) (PTT.06)	High customer involvement (PTT.07)	Integration tests (PTT.08)	Iterative development (PTT.09)	Kanban Board (PTT.10)	Pair programming (PTT.11)	Phase Gate or Milestones (PTT.12)	Plan-driven Project Management Software (PTT.13)	Product Backlog (PTT.14)	Product Owner role (PTT.15)	Product Vision (PTT.16)	Project Charter (PTT.17)	Project control based on cost, time and percentage of progress	Project control based on partial deliveries, demonstrations, prototypes, drawings, etc (PTT.19)	Project Documentation (PTT.20)	Project Manager role (PTT.21)	Project Status Report or iteration reports (PTT.22)	Release Planning (PTT.23)	Schedule (Gantt Bar Chart) (PTT.24)	Scrum master role (PTT.25)	Scrum of Scrum meetings (PTT.26)	Sprint/ Iteration Backlog (PTT.27)	Sprint/Iteration Planning (PTT.28)	Sprint/Iteration Retrospective (PTT.29)	Sprint/Iteration Review (PTT.30)	Synchronizing work hours due to different time zones	Tasks /User stories (PTT.32)	Team absorbs changes during the project (PTT.33)	Timeboxing (PTT.34)	Visual devices (Whiteboard, posters, panels, etc)	Work Breakdown Structure (PTT.36)	Número de projetos em que a prática apareceu	
Activities estimation based on Complexity Points		0	2	3	1	3	2	1	3	0	1	2	1	1	2	0	1	1	2	3	3	3	3	1	1	1	0	1	2	2	1	2	2	2	3	2	1	3
Activities estimation based on hours (PTT.02)			2	6	1	5	4	2	6	0	1	1	0	6	6	1	3	0	5	5	0	2	6	0	6	1	5	6	6	6	0	6	2	6	2	0	6	
Agile Project Management Software (PTT.03)				8	1	7	3	3	8	1	1	2	1	6	7	0	4	1	5	6	3	5	6	1	5	2	6	8	6	5	4	8	3	8	3	1	8	
Daily Standup meetings (PTT.04)					2	15	13	7	20	3	3	7	4	17	18	2	7	3	13	13	7	7	14	3	14	3	16	19	15	16	6	18	6	20	12	1	20	
Develop Epic(s) (PTT.05)						2	1	2	2	0	0	2	1	1	2	0	1	1	0	2	1	1	2	1	1	1	0	2	2	1	1	2	2	2	2	1	2	
Different Communication channels between (Phone, web camera, teleconference, video conference, web conference, net meeting, email) (PTT.06)							9	6	15	2	1	5	2	12	13	2	3	3	11	9	4	7	12	2	12	3	11	14	11	12	6	13	6	15	10	1	15	
High customer involvement (PTT.07)								3	13	2	2	7	3	11	11	2	4	2	8	10	6	3	9	2	8	1	10	12	9	12	2	11	5	13	9	0	13	
Integration tests (PTT.08)									7	0	1	2	1	6	7	0	2	1	4	3	1	2	4	1	6	3	5	7	6	5	5	7	2	7	4	1	7	
Iterative development (PTT.09)										3	3	8	4	17	18	2	7	3	13	13	7	7	14	3	14	3	16	19	15	16	6	18	6	20	12	1	20	
Kanban Board (PTT.10)											1	1	1	3	2	0	0	1	3	2	1	1	3	1	2	0	3	3	1	2	0	3	2	3	3	0	3	
Pair programming (PTT.11)												0	0	2	2	0	1	0	3	2	1	1	3	0	2	0	2	3	2	1	1	3	1	3	2	0	3	
Phase Gate or Milestones (PTT.12)													4	6	7	1	4	3	2	7	6	3	5	3	3	1	5	7	6	7	1	6	3	8	5	1	8	
Plan-driven Project Management Software (PTT.13)														3	3	0	3	2	1	4	4	2	2	3	0	0	3	4	2	3	1	4	2	4	2	1	4	
Product Backlog (PTT.14)															16	1	6	1	12	11	5	5	11	2	13	3	16	16	13	15	4	16	4	17	10	0	17	
Product Owner role (PTT.15)																2	7	2	11	11	5	5	12	2	14	3	15	17	15	15	5	16	4	18	10	1	18	
Product Vision (PTT.16)																	0	1	1	1	0	0	2	0	2	0	1	2	2	2	0	1	1	2	1	0	2	
Project Charter (PTT.17)																		1	3	7	4	3	4	2	3	0	6	7	6	6	1	7	1	7	1	1	7	

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 16 - Visão geral da combinação de pares das práticas analisadas. O gráfico é baseado em 36 práticas, provenientes de 20 estudos de caso (2/2).

	Activities estimation based on Complexity Points	Activities estimation based on hours (PTT.02)	Agile Project Management Software (PTT.03)	Daily Standup meetings (PTT.04)	Develop Enicls) (PTT.05)	Different Communication channels between (Phone, web camera, teleconference, net video conference, web conference, net meeting, email)	High customer involvement (PTT.07)	Integration tests (PTT.08)	Iterative development (PTT.09)	Kamban Board (PTT.10)	Pair programming (PTT.11)	Phase Gate or Milestones (PTT.12)	Plan-driven Project Management Software (PTT.13)	Product Backlog (PTT.14)	Product Owner role (PTT.15)	Product Vision (PTT.16)	Project Charter (PTT.17)	Project control based on cost, time and percentage of progress	Project control based on partial deliveries, demonstrations, prototypes, drawings, etc (PTT.19)	Project Documentation (PTT.20)	Project Manager role (PTT.21)	Project Status Report or iteration reports (PTT.22)	Release Planning (PTT.23)	Schedule (Gantt Bar Chart) (PTT.24)	Scrum master role (PTT.25)	Scrum of Scrum meetings (PTT.26)	Sprint/ Iteration Backlog (PTT.27)	Sprint/Iteration Planning (PTT.28)	Sprint/Iteration Retrospective (PTT.29)	Sprint/Iteration Review (PTT.30)	Synchronizing work hours due to different time zones	Tasks / User stories (PTT.32)	Team absorbs changes during the project (PTT.33)	Timeboxing (PTT.34)	Visual devices (Whiteboard, posters, panels, etc)	Work Breakdown Structure (PTT.36)	Número de projetos em que a prática apareceu
Project control based on cost, time and percentage of progress (PTT.18)																		1	2	2	2	3	2	1	0	1	3	2	2	1	2	2	3	2	1	3	
Project control based on partial deliveries, demonstrations, prototypes, drawings, etc (PTT.19)																			8	3	5	11	1	11	1	12	12	9	11	4	12	4	13	9	0	13	
Project Documentation (PTT.20)																				7	6	10	3	7	1	10	12	9	11	2	12	6	13	6	1	13	
Project Manager role (PTT.21)																					4	4	3	1	0	5	6	4	5	2	6	3	7	4	1	7	
Project Status Report or iteration reports (PTT.22)																						6	2	4	1	5	6	5	4	3	6	3	7	3	1	7	
Release Planning (PTT.23)																							2	11	2	10	13	11	11	3	12	6	14	9	1	14	
Schedule (Gantt Bar Chart) (PTT.24)																								0	0	2	3	2	2	1	3	2	3	2	1	3	
Scrum master role (PTT.25)																									3	12	13	12	12	4	12	3	14	9	0	14	
Scrum of Scrum meetings (PTT.26)																										2	3	3	2	2	3	1	3	2	0	3	
Sprint/ Iteration Backlog (PTT.27)																											15	12	14	4	15	3	16	9	0	16	
Sprint/Iteration Planning (PTT.28)																												14	15	6	18	6	19	11	1	19	
Sprint/Iteration Retrospective (PTT.29)																													12	4	13	3	15	8	1	15	
Sprint/Iteration Review (PTT.30)																													3	14	4	16	10	0	16		
Synchronizing work hours due to different time zones (PTT.31)																													6	2	6	4	1	6			
Tasks / User stories (PTT.32)																														6	18	10	1	18			
Team absorbs changes during the project (PTT.33)																														6	4	1	6				
Timeboxing (PTT.34)																															6	4	1	20			
Visual devices (Whiteboard, posters, panels, etc)																																	1	12			
Work Breakdown Structure (PTT.36)																																					12

Fonte: Elaborado pelo autor.

6 PROTOCOLO PARA RECOMENDAÇÃO DE PRÁTICAS DE GERENCIAMENTO DE PROJETOS BASEADA EM EVIDÊNCIA UTILIZANDO META-ANÁLISE

O protocolo tem três objetivos principais. O primeiro é auxiliar na estruturação de estudos de caso em gestão de projetos para que esses incluam informações de qualidade e que permitam a comparação com outros estudos. O segundo objetivo é orientar a consolidação dos dados coletados na literatura, de acordo com os conceitos de reprodutibilidade e replicabilidade para permitir a aplicação da meta-análise e uso dos dados em pesquisas futuras. O terceiro objetivo é auxiliar nos cálculos da meta-análise visando sintetizar evidências empíricas a partir dos dados coletados.

Como o protocolo proposto é fruto dos desdobramentos da presente pesquisa, muitas das atividades incluídas nele já foram abordadas em detalhes em outros momentos nesse documento, principalmente na seção de métodos (seção 3). Portanto, para evitar repetições desnecessárias, iremos sempre referenciar tais atividades ao longo desse capítulo. O protocolo compreende quatro grandes fases, conforme evidenciado no Quadro 17. O protocolo foi denominado de MetaPM.

Quadro 17 - Fases do protocolo proposto.

Fases	Descrição
1. Pre-Database	Fornecer diretrizes e informações a serem adicionadas aos estudos de caso de gerenciamento de projetos para permitir que sejam usados em pesquisas futuras.
2. Criação da base de dados	Define a finalidade do banco de dados, além da busca, extração e tratamento dos dados coletados.
3. Consolidação da base de dados	Sintetiza e integra os dados coletados, armazenando-os adequadamente em um único local. Também inclui o compartilhamento dos dados para a comunidade científica.
4. Cálculos da Meta-análise	Fornecer os passos para cálculo da meta-análise, sintetizando evidências empíricas do banco de dados.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Cada fase possui tópicos específicos, itens a serem incluídos e atividades a serem realizadas, conforme Quadro 18. Essas informações são discutidas a seguir.

Quadro 18 - Checklist do protocolo MetaPM.

Fases e tópicos	Itens do checklist	Sugestões de referências
1. PRE-DATABASE		
1.1 Identificação	a) Identificar se o caso está relacionado a outro projeto ou programa maior. b) Identificar o contexto do caso por meio de suas características (por exemplo, sobre a organização, setor da indústria, profissionais envolvidos, principais problemas a serem superados, etc).	- -
1.2 Objetivos	a) Fornecer uma declaração explícita da (s) questão (ões) que o estudo de caso visa abordar.	(Doran, 1981; Stake, 1995)
1.3 Método	a) Apresentar o tipo de estudo de caso (por exemplo, estudos causais ou explicativos; estudos descritivos; estudos exploratórios). b) Apresentar a unidade de análise (por exemplo, indivíduo ou evento (decisões, programas, mudança organizacional, etc.)).	(Mills <i>et al.</i> , 2012; Yin, 2018) (Yin, 2018)
1.4 Dados do caso	a) Especificar as características do projeto (por exemplo, tipo de projeto, grau de inovação, grau de complexidade, tamanho da equipe, funções, duração do projeto). b) Definição de categorias, tipologias e sistemas de classificação apropriados (exemplos abaixo): i. Governança (por exemplo, estratégia organizacional, gestão ágil, equipes); ii. Building information modelling – BIM (Construção, etc.); iii. Parceria Público-Privada (Infraestrutura, parceria público-privada transacional - TPPP, etc.); iv. Social Network Analysis -SNA (Software, projetos complexos, etc.); v. Business intelligence and analytics - BI&A (Pequenas e médias empresas, etc.); vi. * Caso não haja tipologia em função do tema ou estudo, o artigo de caso deve acompanhar o referencial teórico. c) Especificar os métodos, práticas, técnicas e ferramentas de gerenciamento de projetos usados (por exemplo, Estrutura analítica do projeto, phase-gate, desenvolvimento iterativo, visão do produto, reunião diária, protótipos). d) Especificar as características do ambiente do projeto (por exemplo, suporte executivo, equipes distribuídas, experiência / habilidades da equipe, capacitação, auto-organização, dedicação).	- (Musawir; Abd-karim; Mohd-danuri, 2020) (Oraee <i>et al.</i> , 2017; Vigneault <i>et al.</i> , 2020; Liu <i>et al.</i> , 2020) (Yu <i>et al.</i> , 2018; Cui <i>et al.</i> , 2018) (Lee <i>et al.</i> , 2018; Schreiber & Zylka, 2020) (Llave, 2017) - (Schwaber, 2004; Leffingwell, 2010; Kerzner, 2014; PMI, 2017) (Almeida <i>et al.</i> , 2012; Conforto <i>et al.</i> , 2014)
1.5 Resultados	a) Listar e definir os resultados de desempenho do projeto (por exemplo, melhorias de processo (tempo, custo, qualidade, comunicação), velocidade para tomar decisões, interação com o cliente).	(Schwaber, 2004; Leffingwell, 2010; Kerzner, 2014; PMI, 2017)

2. DATABASE BUILDING		
2.1 Background	a) Definir a principal questão de pesquisa a ser investigada no estudo.	(Kitchenham, 2004)
	b) Identificar hipóteses ou subquestões para investigar a questão de pesquisa.	(Kitchenham, 2004)
2.2 Coleta de dados	a) Definir bases de dados de pesquisa acadêmica que serão utilizadas.	(Kitchenham, 2004)
	b) Definir strings de pesquisa e operadores booleanos.	(Kim; seo; croft, 2011)
	c) Definir o armazenamento de dados.	-
	d) Definir critérios de inclusão.	(Kitchenham, 2004)
	e) Realizar pesquisa, análise e documentação dos dados.	-
2.3 Extração dos dados	a) Executar codificação rigorosa.	(Corbin & Strauss, 1990; Flick et al., 2004; Khandkar, 2009)
	b) Realizar análise de evidências.	(Brozek et al., 2009; GRADE, 2004; Schünemann et al., 2008)
3. DATABASE CONSOLIDATION		
3.1 Síntese dos dados	a) Realizar a consolidação de dados.	-
	b) Identificar as limitações do banco de dados.	-
3.2 Compartilhamento dos dados	a) Fornecer o acesso e compartilhamento do banco de dados.	-
4. SUMMARIZING DATA: META-ANALYSIS		
4.1 Análise dos dados	a) Definir método de cálculo.	(Morris & Gardner, 1988; Siström & Garvan, 2004; Ranganathan et al., 2015; Noordzij et al., 2017)
	b) Realizar cálculo do tamanho do efeito.	(Borenstein <i>et al.</i> , 2011)
4.2 Visualização dos resultados	a) Desenvolver forest plot.	(Borenstein <i>et al.</i> , 2011)

Fonte: Elaborado pelo autor.

6.1 Pre-Database

Nossas experiências ao longo do desenvolvimento da presente pesquisa nos mostraram a falta de artigos contendo informações de qualidade sobre seus estudos de caso ou apresentavam falhas que impediam o uso dos resultados e conhecimentos gerados. Problemas semelhantes foram evidenciados em estudos de revisão sistemática, conforme discutidos nos trabalhos de Lappi et al., (2018), Musawir et al., (2020), e Morcov et al., (2020).

Portanto, o primeiro passo definido no protocolo é estruturar os dados primários, que remete em auxiliar os pesquisadores em descrever seus estudos de caso de forma mais rigorosa e detalhada. Alguns tipos de informação são muito simples e importantes para analisar o estudo, porém ignoradas na maioria das vezes, como por exemplo indicar a duração total do projeto ou o tamanho da equipe. Descrições pobres ou falhas, impedem o desenvolvimento de estudos de meta-análise robustos.

Por isso incluímos esta fase chamada Pre-Database, que visa fornecer um guia para os pesquisadores que estão realizando estudos primários, indicando as informações essenciais a serem incluídas na descrição de seus estudos de caso em gerenciamento de projetos. Dessa forma, as informações podem ser utilizadas em estudos futuros. A seguir, apresentamos os tópicos e itens a serem considerados nesta fase do protocolo.

6.1.1 Identificação do caso

a) Identificar se o caso está relacionado a outro projeto ou programa anterior.

É importante identificar se o projeto descrito no estudo é um projeto individual ou faz parte de iniciativas maiores, como programas, em que um conjunto de projetos inter-relacionados visa atingir objetivos comuns. Por exemplo, o caso pode descrever um projeto de software educacional para uma pequena instituição educacional ou o desenvolvimento de um novo sistema de comunicação por satélite com diferentes projetos em paralelo. Essas informações permitem um melhor entendimento de todo o contexto em que o projeto está inserido, facilitando a interpretação dos dados e dos resultados apresentados.

b) Identificar o contexto do caso.

O contexto do caso envolve deixar explícito questões como o tipo de organização e setor industrial, os atores envolvidos e os principais problemas que o projeto pretende resolver. Como sabemos, cada projeto é único e apresenta seus próprios objetivos. A definição dessas informações facilitará o relacionamento com outros casos semelhantes, permitindo futuras comparações e análises entre diferentes estudos e casos.

6.1.2 Objetivos

a) Fornecer uma declaração explícita da (s) questão (ões) que o estudo de caso irá abordar.

Os autores devem esclarecer os resultados que o caso pretende alcançar, ou seja, os objetivos que visa atingir. O (s) objetivo (s) deve ser apresentado de forma clara e sucinta. Recomendamos o uso do conceito SMART (*Specific, Measurable, Achievable, Relevant and Time-bound*) proposto por Doran (1981).

A definição do objetivo deve direcionar toda a descrição dos casos, justificando as ações e desdobramentos apresentados. O objetivo também permite avaliar se as ações descritas no caso contribuíram ou não para o resultado esperado.

6.1.3 Método

a) Definir o tipo de estudo de caso.

A escolha do estudo de caso empregado depende do problema de pesquisa. Diferentes tipos de estudos de caso diferem com base nas hipóteses que os estudos pretendem analisar. Apresentamos para fins de exemplo os estudos de caso propostos por Yin (2018): causais ou explicativos, descritivos e exploratórios. Os estudos de caso explicativos não apenas exploram e descrevem uma questão ou fenômeno, mas também são usados para explicar relações causais. Os estudos de caso exploratórios investigam fenômenos que ainda não foram explorados por pesquisas anteriores. Estudos de caso descritivos analisam detalhadamente uma amostra, procurando padrões e conexões a respeito de construtos teóricos, avançando o tema (MILLS; DUREPOS; WIEBE, 2012).

b) Definir a unidade de análise.

Na explicação do caso, é fundamental definir a unidade de análise que é o que está sendo analisado no estudo. Segundo Yin (2018), uma unidade de análise pode envolver indivíduos ou eventos (decisões, programas, mudança organizacional). Esta definição permite comparar o que foi planejado e o que aconteceu com a unidade de análise do estudo, além da comparação entre diferentes casos.

6.1.4 Dados referente ao caso

a) Especificar as características do projeto.

Um caso bem descrito deve destacar as características do projeto, as quais estarão diretamente relacionadas às práticas e técnicas de gestão utilizadas e conseqüentemente aos resultados obtidos. Exemplos desse tipo de informação são o grau de inovação, grau de complexidade, tamanho da equipe do projeto e duração do projeto.

Considere o seguinte exemplo: um estudo de caso cuja unidade de análise é um projeto de desenvolvimento de robô para apoiar atividades de pesquisa e ensino. Trata-se de um projeto Hardware-Software para educação, desenvolvido por uma empresa de base tecnológica (CONFORTO; AMARAL, 2016). O projeto apresenta altos níveis de inovação e complexidade devido ao elevado número de componentes e a integração entre eles. A equipe por sua vez, foi composta por dez profissionais (podemos citar os papéis de cada um), e o projeto teve duração total de doze meses.

b) Definição de categorias, tipologias e sistemas de classificação apropriados.

Os pesquisadores que atuam na área de gerenciamento de projetos precisam construir teorias sobre objetos complexos e abstrações do mundo real, como conjunto de organizações, a própria organização, portfólio de projetos, projetos, equipes e profissionais. Isso significa que as teorias trabalham com diferentes unidades de análise, semelhantes aos diferentes sistemas e subsistemas da medicina.

A descrição do caso deve apresentar este objeto o mais claro possível, sem qualquer ambigüidade. Catalogar em grupos, por propriedades comuns, é uma tarefa fundamental. A padronização em categorias é usada em muitas áreas da ciência. Podemos citar como exemplo a taxonomia dos seres vivos em biologia, plantas, insetos, moléculas (química) e doenças (medicina e psicologia). No gerenciamento de projetos, o que mais se assemelha são os esforços isolados como revisões sistemáticas que geram tipologias e levantamentos comumente adotados. É uma oportunidade para nossa comunidade se juntar a este esforço.

Realizamos uma pesquisa bibliográfica para identificar tipos de estudos em gerenciamento de projetos a serem usados como exemplos no protocolo e servir de base inicial para os leitores. Para isso, as seguintes strings foram utilizada na base de dados SCOPUS: EXACTKEYWORD (projeto AND management) AND (KEY (sistemático AND revie *) OR KEY (sytematic AND (bibliograp * OR literatura) AND review) OR KEY (integrative AND (bibliograp * OR literatura) E revisão)) AND (LIMIT-TO (EXACTKEYWORD, "Project Management")).

Foram analisados 219 artigos, culminando em alguns exemplos de tipologias citadas no tópico 1.4, item b, do Quadro 18.

c) Especificar os métodos, práticas, técnicas e ferramentas de gerenciamento de projetos utilizadas.

O autor deve descrever todos os métodos, práticas, técnicas e ferramentas de gerenciamento de projetos foram utilizadas no caso descrito. O objetivo é explorar quais e como esses elementos foram usados ao longo do ciclo de vida do projeto. Essas informações permitem ao leitor identificar como os resultados foram alcançados. Além disso, organizações e profissionais que desenvolvem projetos semelhantes podem aproveitar as experiências descritas para utilizar em seus projetos, ou estudos futuros podem avaliar quais os resultados de aplicação dessas práticas e gerar novas contribuições para a área.

Por exemplo, uma das práticas utilizadas por uma equipe de projetos em um determinado projeto é a *Daily Meeting*, uma reunião de até 15 minutos em que a equipe discute o que já foi feito, identifica impedimentos e alinha o trabalho que será realizado no dia que se inicia. A reunião é realizada todos os dias, no mesmo local e horário. Outro exemplo é a *Work Breakdown Structure* (WBS), que é a decomposição hierárquica orientada para entregar o trabalho a ser executado no projeto. Nesse caso, a equipe utilizou um quadro branco e post-its, em seguida, transferiu as informações para softwares disponíveis na nuvem.

d) Caracterizar o ambiente do projeto.

Consiste em especificar as condições do contexto organizacional. Existem fatores internos e externos à organização que podem afetar o desempenho das práticas utilizadas e consequentemente o gerenciamento de projetos (CONFORTO *et al.*, 2014). Exemplos desses fatores são suporte executivo, equipes distribuídas, experiência / habilidades da equipe, capacitação, auto-organização e dedicação da equipe.

Por exemplo, o caso descrito pode conter equipes distribuídas em diferentes países com uma diferença de horário. As diferenças de fuso horário podem causar desafios para a organização e a comunicação entre as equipes. Além disso, pode resultar em problemas culturais e de idioma. Outro exemplo é o apoio executivo que apresenta o suporte da gerência em apoiar a execução do projeto. Esses fatores podem afetar as práticas utilizadas no projeto e o desempenho do projeto

6.1.5 Resultados

a) Listar e definir os resultados de desempenho do projeto.

Esses resultados indicam o progresso em direção aos objetivos do projeto. A medição de desempenho permite avaliar se as ações e práticas utilizadas tiveram ou não um impacto positivo no gerenciamento do projeto. Essas informações podem ser usadas para identificar melhorias e ajudar novos projetos. Exemplos desses resultados podem ser melhorias de processo / projeto (por exemplo, tempo, custo, qualidade, conhecimento, comunicação), velocidade para analisar dados e tomar decisões e a melhoria da interação entre os membros da equipe do projeto e o cliente.

6.2 Criação da base de dados

Esta fase inclui a coleta, análise e transformação dos dados de interesse no banco de dados desejado, visando realizar a meta-análise posteriormente.

6.2.1 Background

a) Definir a principal questão de pesquisa a ser investigada no estudo.

A questão de pesquisa deve determinar o objetivo do estudo, auxiliando na condução dos próximos passos para o alcance dos resultados. A questão de pesquisa deve ser clara, empírica e passível de solução. No gerenciamento de projetos, o objeto de estudo pode ser o mais diversificado possível. A questão de pesquisa que serviu de base para o desenvolvimento deste protocolo centrou-se em analisar a existência de relações de associação entre as características do projeto, os métodos, práticas, técnicas e ferramentas utilizadas e os resultados alcançados.

O processo de extração de dados deve identificar estudos para responder à questão de pesquisa.

b) Identificar hipóteses ou subquestões para investigar a questão de pesquisa.

A partir da pergunta de pesquisa, são definidas proposições, subquestões e até possíveis relações de causa e efeito para fornecer informações críticas para que o pesquisador execute as etapas subsequentes de forma mais assertiva. Por exemplo, de acordo com a questão de pesquisa identificada no item anterior, algumas hipóteses definidas podem ser: H1) Diferentes práticas, técnicas e ferramentas de gestão estão associadas a diferentes tipos de projetos?; H2) Os fatores organizacionais podem ter uma influência positiva ou negativa no uso de uma determinada prática, técnica ou ferramenta de gerenciamento de projetos ?; H3) Existe relação entre o tipo

de projeto e as práticas de gestão adotadas? Esses elementos apoiarão a análise dos dados e a criação do banco de dados.

6.2.2 Coleta de dados

a) Definir base de dados científica.

O pesquisador deve definir qual base de dados irá utilizar para buscar os estudos que irão compor a base de dados. O resultado final da utilização do protocolo dependerá diretamente da qualidade dos estudos selecionados. Dentre as bases de dados bibliográficas disponíveis para estudos organizacionais, destacamos:

1. ACM Digital Library (dl.acm.org)
2. CiteSeer (citeseerx.ist.psu.edu)
3. GoogleScholar (scholar.google.com)
4. IEEEExplore (ieeexplore.ieee.org)
5. ISI Web of Science (webofknowledge.com)
6. ScienceDirect (sciencedirect.com)
7. SciELO (scielo.org)
8. SpringerLink (springer.com)

b) Definir strings de busca e operadores booleanos (ou lógicos).

Strings são palavras e termos relacionados ao tópico e à pesquisa, que nos permitem identificar documentos relevantes para o estudo. A identificação dessas palavras deve ser consistente com a questão de pesquisa a ser investigada. A criação de strings deve ser realizada por meio de operadores lógicos, informando ao sistema como os termos estão relacionados:

- AND: relaciona os termos da pesquisa, retornando documentos que contenham todas as palavras-chave inseridas, restringindo o resultado da busca;
- OU: Encontra sinônimos ou termos relacionados, identificando documentos que contenham pelo menos um dos termos, expandindo os resultados da busca;
- NÃO: utilizado para evitar documentos que não sejam do seu interesse;
- Truncamento (*): para encontrar variações do termo utilizado;
- Proximidade (""): limita a busca por resultados que contenham exatamente essas palavras juntas.

c) Definir o armazenamento de dados.

Consiste em definir o local em que os documentos serão arquivados e organizados. É essencial especificar com antecedência qual software usar para auxiliar nessas atividades. É

extremamente importante registrar e organizar as informações para garantir a localização rápida e fácil dos documentos, evitando retrabalho, perda de dados e consumo de tempo. Alguns exemplos desses softwares incluem:

- Mendeley (mendeley.com)
- EndNot (endnote.com)
- RefWorks (refworks.com)
- Zotero (zotero.org)

d) Definir critérios de inclusão.

Os critérios de inclusão permitem o pesquisador avaliar os resultados para selecionar os estudos para responder à questão de pesquisa. Os estudos que atenderem aos critérios de inclusão serão escolhidos para compor a base de dados desejada; caso contrário, o pesquisador deve eliminá-los.

A definição desses critérios deve levar em consideração os objetivos do estudo. Por exemplo, para identificar estudos descritivos para determinar a aplicação de práticas de gerenciamento de projetos em casos reais, os artigos devem conter estudos de caso ou pesquisação. Também é necessário identificar se esses estudos apresentam o uso de práticas de gerenciamento de projetos, descrevendo o ambiente em que o projeto está inserido e os resultados alcançados. A utilização desses critérios garante sistematização e confiança nos dados, de forma a selecionar os estudos mais relevantes para a pesquisa.

e) Realizar pesquisa, análise e documentação.

Consiste em realizar a busca na base de dados bibliográfica usando as strings definidas anteriormente. A partir dos resultados da pesquisa, cada estudo analisado individualmente para avaliar a aderência aos critérios de inclusão. Podemos dividir a análise em filtros de triagem (CONFORTO; AMARAL; SILVA, 2011). Por exemplo, no primeiro filtro, fazemos a leitura do título, resumo e palavras-chave e avaliamos se o estudo atende aos critérios definidos. O segundo filtro compreende a análise da introdução e conclusão do estudo. No terceiro filtro, analisamos o documento por completo. Sugerimos que dois ou mais pesquisadores avaliem cada artigo. Se um único pesquisador realiza a análise, ele deve discutir o resultado com um especialista da área. Após esse processo, os artigos são armazenados no software de gerenciamento de referências. Em seguida, os dados de interesse serão extraídos dos estudos selecionados

6.2.3 Extração dos dados

a) Executar uma codificação rigorosa.

Esta etapa envolve a identificação de informações relevantes nos manuscritos para ajudar a responder à pergunta de pesquisa e compor o banco de dados desejado. Sempre que possível, o pesquisador deve utilizar categorias padronizadas e reconhecidas de estudos anteriores para garantir maior capacidade de generalização e comparação. Nesse caso, o pesquisador parte de categorias e subcategorias existentes e análises que se alinham com o objeto de estudo.

Porém, quando essas categorias são inexistentes, insuficientes ou o objeto de estudo é novo e não há estudo prévio, a comparação de eventos, ações e interações entre os estudos selecionados ocorre utilizando os conceitos de rotulagem por meio de codificação aberta (CORBIN & STRAUSS, 1990; FLICK ET AL., 2004; KHANDKAR, 2009; SALDAÑA, 2016). A partir dos estudos, desenvolvemos uma sucessão de códigos e categorias que servirão como blocos de construção na consolidação do banco de dados.

Esse processo já foi abordado na seção 3.2.6 desse documento, sendo detalhada na atividade 6.2. O resultado desse passo é uma lista de categorias e subcategorias que permitem extrair informações importantes para compor o banco de dados de acordo com o objeto de estudo (Vide Tabela 7, página 74). Podemos utilizar softwares como o NVivo ou MAXQDA para auxiliar nesta etapa. Em seguida, é necessário identificar o nível de evidência para cada uma dessas informações entre os estudos.

b) Realizar análise de evidências.

Devido ao grande volume e variabilidade das informações, é necessário identificar o grau de evidência dessas categorias e subcategorias nos estudos analisados, a fim de fornecer informações confiáveis para a consolidação do banco de dados. Propomos o uso de escalas de evidência.

As escalas de evidência e sua forma de uso já foram abordadas na seção 3.2.6 desse documento. As escalas (vide Quadro 9 e Quadro 10, página 75) permitem inferir se a prática foi utilizada no caso descrito e a confiança nas informações extraídas. Evidência nula significa que a prática não foi utilizada no caso, enquanto alta evidência significa que a prática foi utilizada e o estudo apresenta argumentos bem fundamentados em relação ao seu uso. Após essa análise, a consolidação dos dados é explicada na próxima etapa.

6.3 Consolidação da base de dados

A consolidação permite integrar os dados processados na fase anterior em um único local. Durante esse processo, os dados são reunidos em uma planilha mestre. O objetivo é tornar os dados compreensíveis e integrá-los para análises futuras. Também inclui tornar os dados acessíveis para análises futuras.

6.3.1 Síntese dos dados

a) Realizar a consolidação de dados.

A consolidação de dados é o processo que sintetiza os dados de diferentes estudos nas etapas anteriores, armazenando-os adequadamente em um local comum. O objetivo é tornar utilizáveis os dados extraídos, permitindo a realização da meta-análise.

Para realizar a meta-análise, trabalharemos com a presença ou não de uma determinada prática nos casos analisados. Portanto, se faz necessário transformar a escala nominal proveniente da análise de evidências em uma escala intervalar. Para evidências moderadas e altas, assumiu-se o valor 1, o que significa que a prática estava de fato presente no estudo, com fortes evidências de aplicação. Para evidências baixas e nulas, assumiu-se o valor 0, indicando que essa prática não estava presente no estudo, por não apresentar evidências de sua aplicação. Esse processo também foi discutido na seção 3.2.6 desse documento. A Tabela 13 ilustra o processo de consolidação de duas categorias do caso exemplo.

Tabela 13 - Exemplo de um banco de dados criado a partir do protocolo MetaPM.

ID	Study Identification and Quality (SIQ)			Practices, Techniques and Tools (PTT)						
	Study (SIQ.01)	Scientific rigor (SIQ.02)	...	Gantt Bar Chart (PTT.07)	...	Iterative development (PTT.10)	...	Phase Gate/Milestones (PTT.13)	...	Product vision (PTT.16)
1	Pino et al (2010)	High	..	0	...	1	...	0	...	0
2	Könnölä et al (2017)	Moderate	..	1	...	1	...	1	...	0
3	Conforto and Amaral (2016)	High	..	1	...	1	...	1	...	0
n	...	...	..	...	...	...	...	...	...	...

Fonte: Elaborado pelo autor.

b) Identificar as limitações da base de dados.

Por fim é necessário especificar os principais problemas relacionados a base de dados criado. O pressuposto é que nenhuma base de dados é perfeita, apresentando limitações. Por exemplo, o tamanho da amostra. Uma pequena amostra afetará diretamente as análises estatísticas futuras, além de dificultar generalizações e relacionamentos significativos entre os dados.

É responsabilidade do pesquisador identificar as principais limitações a fim de fornecer informações complementares, mostrando onde novos esforços devem ser despendidos para melhorar a base de dados.

6.3.2 Compartilhamento dos dados

a) Fornecer o acesso a base de dados.

Seguindo o movimento atual da ciência aberta, a comunidade científica vem incentivando os pesquisadores a compartilharem seus dados de pesquisa. O objetivo é tornar os dados acessíveis para análises futuras. Conhecido como “Data in Brief”, fornece um meio para os pesquisadores compartilharem seus conjuntos de dados, a fim de facilitar a reprodutibilidade de seus resultados.

Isso pode ser feito por meio de um arquivo suplementar contendo o conjunto de dados ou hospedando as informações em um repositório de dados. De acordo com a revista Data in Brief, documentos contendo dados de pesquisa devem conter os seguintes tópicos:

1. Título, autores e afiliações;
2. Resumo;
3. Tabela de especificações, contendo: Assunto, Área de assunto específica, Tipo de dados (Tabela, Imagem, Gráfico, Gráfico, Figura), Como os dados foram adquiridos, Formato dos dados (Brutos, Analisados, Filtrados), Parâmetros para coleta de dados, Descrição da coleta de dados, Localização da fonte de dados, Acessibilidade de dados (artigo ou em um repositório público) e Artigo de pesquisa relacionado;
4. Valor dos dados para a comunidade científica (por que os dados são úteis, quem pode se beneficiar com os dados e como os dados podem ser usados em pesquisas futuras);
5. Descrição dos dados, sem fornecer interpretações ou conclusões;
6. Projeto Experimental, Materiais e Métodos;

7. Declaração de ética;
8. Declaração de Concorrência de Interesses;
9. Referências.

6.4 Cálculos da meta-análise

A meta-análise busca sintetizar evidências empíricas do banco de dados. Esta fase inclui as etapas para realizar a Meta-análise, incluindo o método de cálculo, análise de dados e visualização dos resultados. Todo esse processo já foi apresentado em outros momentos dentro desse documento. Portanto, para evitar repetições de conteúdo, iremos referenciar as seções que tratam de cada tópico.

6.4.1 Análise dos dados

a) Método de cálculo

O cálculo da meta-análise é baseado na razão de risco (RRs). A definição do termo, bem como todas as equações envolvidas e análises necessárias podem ser consultadas em detalhes na seção 3.2.7 (página 78).

b) Cálculo do tamanho do efeito.

A partir das equações do risco relativo é calculado o tamanho do efeito. No exemplo utilizado o objetivo foi analisar a associação de diferentes práticas de gerenciamento de projetos com diferentes tipos de projetos. Além do risco relativo, também é calculado o limite inferior e superior de cada um (vide equações 5 e 6, página 92). Esse processo é descrito em detalhes na seção 3.2.7 (atividade 7.1, página 78).

6.4.2 Visualização dos resultados

a) Forest Plot

Os resultados da meta-análise são evidenciados no chamado forest plot (vide Figura 20, página 95). Esse tipo de gráfico permite analisar a associação entre as variáveis que estão sendo analisadas, de acordo com a medida do efeito, levando em consideração os intervalos de confiança.

7 DISCUSSÃO E IMPLICAÇÕES DAS SOLUÇÕES PROPOSTAS PARA A GESTÃO DE PROJETOS

7.1 Introdução

No decorrer do trabalho foram propostos dois métodos, sendo o primeiro a recomendação de práticas para modelos híbridos utilizando regras de associação. O segundo método foi criado para a recomendação de práticas para modelos híbridos baseado em evidência científica. Nesta seção apresentamos as implicações dos resultados de cada método (seções 7.2 e 7.3) e considerações sobre o potencial dos métodos para indicar pesquisas futuras (seção 7.4). Finalizamos com a apreciação do potencial de uso de sistemas de recomendação (seção 7.5).

7.2 Implicações gerenciais do método 1: recomendação utilizando regras de associação

A aplicação do método 1 demonstrou a capacidade de ao menos um algoritmo identificar práticas coerentes conforme tipo de projeto e ambiente que está inserido. Como dito, ao invés de usar modelos padronizados com um conjunto específico de práticas como Scrum, XP, IVPM2 ou Agile-Stage-Gate, a proposta permite analisar dados de projetos e obter recomendações específicas. Ou seja, ao invés de ter inúmeros modelos de gestão, os profissionais podem ter um processo de customização, identificando praticas adequadas para um contexto específico.

Esse primeiro método demonstrou a possibilidade de escolher práticas de forma assertiva, alinhadas com características do projeto e da organização, permitindo alcançar um melhor desempenho em agilidade para aquela situação. Por exemplo, a recomendação de práticas para um projeto no âmbito de uma empresa de serviços financeiros seria diferente daquela para uma empresa de equipamentos médicos. Os resultados podem ser conferidos na seção 4.

O uso da lente teórica da agilidade como desempenho da equipe (e não um método) permite que melhorias sejam realizadas ao longo do tempo. Além disso, o uso de algoritmos pode melhorar a assertividade da recomendação de práticas, conforme o acúmulo de dados de novos projetos ao longo do tempo.

É importante notar que a base de dados utilizada não foi a de uma organização ou empresa, mas de projetos de diferentes empresas, analisados por profissionais de gestão de projetos, coletadas ao redor do mundo. Mas, seria possível extrapolar para o nível de organizações. Por exemplo, essa solução pode ser utilizada nas organizações com o apoio dos profissionais de tecnologia da informação e membros do PMO. Bastaria, por exemplo, extrair dados de ferramentas de gestão de projetos. O algoritmo proposto utilizou três variáveis: agilidade, fatores críticos (ambiente) e práticas (detalhadas na seção 3.2.4).

Se realizado em uma empresa, seria possível a partir da extração dessas informações a classificação as práticas utilizadas em cada caso e criação de um banco de dado da organização para apoiar a customização de modelos para seus projetos. Com o tempo e inserção de novos dados, o algoritmo pode melhorar a assertividade da customização. O uso da lente teórica da agilidade como desempenho da equipe, considerando a organização, equipe e projeto, aliada ao poder dos algoritmos tende a ser um caminho promissor para a adoção de abordagens ágeis em diferentes setores. Destaca-se que a viabilidade do indicador de agilidade, por ser um procedimento operacional foi testado no grupo de pesquisa do presente autor a partir da extração e análise de dados provenientes de sistemas de gestão de projetos como o Trello e o Azure DevOps, cuja aplicação e resultados podem ser conferidos em Criscente (2020) e Silva (2021), respectivamente.

A partir dos dados apresentados no capítulo 4, é possível identificar as seguintes oportunidades relacionadas ao método 1:

- Oportunidade de obter dados de empresas reais a partir de soluções de gestão de projetos das empresas, integrando informação de diferentes sistemas.
- Existe a oportunidade de automatizar o indicador de agilidade
- Possibilidade de automatizar o pré-processamento e transformação dos dados, uma vez que os mesmos podem ser retirados dos bancos de dados já estruturados das organizações
- Efetiva manipulação de grandes bases de dados
- Elimina a necessidade de um especialista no relacionamento dos dados e geração de resultados.
- Integração com outras tecnologias e técnicas como Inteligência Artificial e Machine Learning para auxiliar na análise de dados e tomada de decisão.
- Elevada quantidade de regras geradas e dificuldade de priorização e análise das mesmas, visando encontrar as mais pertinentes pra cada situação

Mas, também há riscos envolvidos e importantes de serem destacados:

- Riscos de segurança da informação e propriedade dos dados.
- Dados estarem dispersos e apresentarem necessidade de grande esforço para pré-processamento e transformação.
- Devido à complexidade de análise do algoritmo, a rastreabilidade dos cálculos fica comprometida.
- A qualidade dos resultados vai depender diretamente da consistência com que dados de projetos anteriores são somadas na base.

7.3 Implicações gerenciais do método 2: recomendação baseada em evidência

A segunda proposta de solução envolveu a aplicação da técnica de meta-análise em gestão de projetos. A maior parte dos estudos na área de gestão de projetos envolvem análises individuais e qualitativas. Ainda faltam estudos empíricos quando comparada a outras áreas de pesquisa, como a medicina por exemplo. Além disso, em muitos casos, não é possível gerar resultados para o objeto de estudo a partir de estudos individuais. No caso do presente estudo, não há como recomendar práticas de gestão para diferentes projetos, analisando apenas um estudo individual. Portanto, a meta-análise foi utilizada como uma alternativa rigorosa e transparente, usando metodologias analíticas e estatísticas para analisar diferentes estudos de uma mesma perspectiva para gerar novos conhecimentos.

O método 2 permitiu a identificação de associações bilaterais entre práticas e tipos de projetos, possibilitando encontrar recomendações para diferentes tipos de projetos. Com isso o método se mostrou benéfico para transformar dados em conhecimento para auxiliar na tomada de decisões, contribuindo para o desempenho organizacional, além de reduzir os vieses dos estudos individuais e a possibilitar a criação de novas hipóteses para pesquisas futuras. Ressalta-se que as evidências construídas por meio da meta-análise permitiram uma recomendação mais detalhada das práticas do que as revisões sistemáticas e frameworks presentes na literatura de gerenciamento de projetos. Os resultados não mostram apenas se o híbrido é adequado ou não para um tipo de projeto, mas permite identificar quais práticas podemos combinar e o nível de evidência de cada uma.

Destaca-se que trabalhar com informações baseadas em evidências é algo novo na teoria de gestão de projetos e que podem ser muito úteis para a criação de modelos híbridos. Apesar

das limitações encontradas durante o desenvolvimento do estudo, essas podem ser aprimoradas, enquanto que o método em si se mostrou viável. Poderíamos ter uma recomendação melhor se houvesse mais documentos/informações na base de dados, o que não foi possível devido à dificuldade em encontrar dados robustos e confiáveis nos estudos analisados. Outra questão que poderia ajudar nesse quesito seria se a categorização das práticas nos diferentes estudos fosse padronizada, permitindo uma descrição mais uniforme dos dados. Em suma, os resultados mostram o potencial da meta-análise e a existência de um novo caminho para fomentar a teoria do gerenciamento de projetos sobre as práticas.

A partir dos dados apresentados no capítulo 5, é possível identificar as seguintes oportunidades relacionadas ao método 2:

- Oportunidade de obter dados reais a partir de estudos científicos.
- Existe a oportunidade de construção de bancos de dados mais robustos, melhorando a categorização de práticas e protocolos de estudos de caso.
- Criar protocolos e guias para a realização do pré-processamento e transformação, visando assegurar a qualidade e pertinência dos dados a serem analisados.
- Possibilidade de utilizar mineração de dados não estruturados para auxiliar nesse quesito.
- Possibilidade de desenvolvimento de máquinas de inferência para a realização de cálculos de meta-análise.
- Dados são fáceis de visualizar e interpretar. A oportunidade seria a automatização dos cálculos dos resultados e geração dos gráficos de análise (forest plot).

Mas, também há riscos envolvidos e importantes de serem destacados:

- Ainda existem poucos casos descritos com suficiente rigor na literatura.
- Não existem bases de dados registrando casos como em outras áreas, como medicina e psicologia.
- Maior probabilidade de erros durante o processo de pré-processamento e transformação, visto que o processo [é realizado de forma manual.
- A análise dos dados pode levar bastante tempo quando comparado com outros métodos.

- A necessidade de uma etapa de codificação dos dados pode ser um empecilho para a automatização.
- A falta de dados pode levar ao questionamento dos resultados encontrados e dos intervalos de confiança (elevados).

7.4 Comparação dos métodos

Utilizando o clássico trabalho de Fayyad, Piatetsky-shapiro e Smyth (1996), que descreveu os passos de um sistema de recomendação, é possível elencar critérios para a comparação do potencial de cada um dos métodos propostos. Primeiro, um método de recomendação de práticas para modelos híbridos deve necessitar de dados passíveis de serem encontrados e coletados no mundo real, a fim de gerar recomendações assertivas (Critério 1). O método também precisa de um processo de pré-processamento dos dados, no sentido de remover dados incompletos ou inconsistentes, bem como na transformação (como normalização, agregação, etc) para posterior inferência de resultados (Critério 2). A robustez da máquina de inferência também [e um ponto importante a ser observado, uma vez que serão a parte principal para a descoberta de conhecimento a parti dos dados selecionados (Critério 3). Por fim, elencamos o grau de facilidade de interpretação e validação dos dados (Critério 4). Esses critérios estão elencados na Tabela 14, explorando as oportunidades e riscos em relação a cada um dos métodos propostos.

Tabela 14. Comparação entre os métodos propostos na pesquisa.

Critérios	Método 1		Métodos 2	
	Oportunidades	Riscos	Oportunidades	Riscos
Facilidade de obter dados (Existência de dados fidedignos)	Oportunidade de obter dados de empresas reais a partir de soluções de gestão de projetos das empresas, integrando informação de diferentes sistemas. Existe a oportunidade de automatizar o indicador de agilidade	Riscos de segurança da informação e propriedade dos dados.	Oportunidade de obter dados reais a partir de estudos científicos. Existe a oportunidade de construção de bancos de dados mais robustos, melhorando a categorização de práticas e protocolos de estudos de caso	Ainda existem poucos casos descritos com suficiente rigor na literatura. Não existem bases de dados registrando casos como em outras áreas, como medicina e psicologia.
Facilidade de pré-processamento e transformação de dados	Possibilidade de automatizar o pré-processamento e transformação dos dados, uma vez que	Dados estarem dispersos e apresentarem necessidade de grande esforço	Criar protocolos e guias para a realização do pré-processamento e transformação,	Maior probabilidade de erros durante o processo de pré-processamento e

Critérios	Método 1		Métodos 2	
	Oportunidades	Riscos	Oportunidades	Riscos
	os mesmos podem ser retirados dos bancos de dados já estruturados das organizações	para pré-processamento e transformação.	visando assegurar a qualidade e pertinência dos dados a serem analisados.	transformação, visto que o processo [e realizado de forma manual
			Possibilidade de utilizar mineração de dados não estruturados para auxiliar nesse quesito.	
Robustez da máquina de inferência	Efetiva manipulação de grandes bases de dados Elimina a necessidade de um especialista no relacionamento dos dados e geração de resultados.	Devido à complexidade de análise do algoritmo, a rastreabilidade dos cálculos fica comprometida. A qualidade dos resultados vai depender diretamente da consistência de alimentação dos dados de projetos anteriores	Possibilidade de desenvolvimento de máquinas de inferência para a realização de cálculos de meta-análise.	A análise dos dados pode levar bastante tempo quando comparado com outros métodos A necessidade de uma etapa de codificação dos dados pode ser um empecilho para a automatização.
Grau de facilidade de interpretação e avaliação dos dados	Integração com outras tecnologias e técnicas como Inteligência Artificial e Machine Learning para auxiliar na análise de dados e tomada de decisão.	Elevada quantidade de regras geradas e dificuldade de priorização e análise das mesmas, visando encontrar as mais pertinentes para cada situação	Dados são fáceis de visualizar e interpretar. A oportunidade seria a automatização dos cálculos dos resultados e geração dos gráficos de análise (forest plot)	A falta de dados pode levar ao questionamento dos resultados encontrados e dos intervalos de confiança (elevados)

A tabela de comparação permite concluir que o método 1, com as regras de associação e técnicas de mineração de dados, foram mais exploradas nas últimas décadas, incluindo sua aplicação em estudos organizacionais. Ele apresenta uma vantagem quanto à fonte de dados em relação ao método 2. Note que a grande quantidade de dados que as organizações acumulam de seus projetos, hoje registradas em sistemas de gestão de projetos, permitiriam o desenvolvimento de sistemas de recomendação aplicáveis em situações reais. Os dados poderiam ser coletados de sistemas de gestão de projetos disponíveis, bastando um esforço de criação de algoritmos de extração, tratamento e análise destes dados. Entretanto, ressalta-se a necessidade de pessoas especializada para fazer a operacionalização do método, bem como poder computacional para uso da máquina de inferência.

Já o segundo método, apesar de também ter se mostrado viável, utiliza como fonte de dados estudos científicos e técnicas de meta-análise que, apesar de bem desenvolvida em outras áreas do conhecimento, ainda são pouco exploradas para estudos sobre gestão de projetos. Esta pesquisa mostrou que ainda há poucos estudos científicos capazes de serem utilizados como fonte de dados, o que inviabilizaria o desenvolvimento de uma aplicação prática com este método. O ponto positivo desse método é a baixa complexidade dos cálculos envolvidos e simplicidade na visualização e interpretação dos resultados. Novas pesquisas podem evoluir no sentido de automatização do processo de meta-análise como um todo, desde a coleta e tratamento dos dados até a geração dos gráficos de análise.

Assim, diante das oportunidades e riscos explorados observa-se que o primeiro método parece mais promissor para uma aplicação de curto prazo. O segundo método dependeria da evolução no protocolo descrito no Capítulo 6 e sua disseminação entre pesquisadores de gestão de projetos para que, no futuro, hajam estudos de casos, em número suficiente e com rigor necessário, para formar uma base de dados capaz de produzir recomendações de práticas de gestão de projetos baseadas em evidências.

7.5 O potencial uso de sistemas de recomendação de práticas de gestão de projetos

O desenvolvimento da presente pesquisa envolveu de forma conjunta várias teorias e técnicas a fim de atingir um objetivo comum: auxiliar no problema de recomendação de práticas de gestão. A motivação se deu pela crescente demanda por modelos híbridos a fim de adaptar a gestão de projetos para a atual realidade enfrentada pelas organizações.

Conforme já discutido, explorou-se duas possíveis maneiras de lidar com o problema de customização, utilizando algoritmos de mineração de dados e recomendação baseada em evidências. Os dados gerados a partir da presente pesquisa, podem ser utilizados como ponto de partida para um passo além, o desenvolvimento de sistemas de recomendação de práticas de gestão de projetos visando auxiliar no problema da combinação de práticas para o desenvolvimento de modelos híbridos de gestão, e os desafios que as organizações enfrentam na escolha das melhores práticas para o contexto específico de cada projeto. Um sistema desse tipo pode ser capaz de otimizar o tempo e o esforço dos especialistas para criar soluções personalizadas para seus projetos, com base em informações de práticas, fatores organizacionais e níveis de agilidade.

Os chamados sistemas de recomendação são caracterizados como técnicas e ferramentas de software capazes de gerar sugestões de itens que tenham maior probabilidade de interesse

para um determinado usuário (RESNICK; VARIAN, 1997; BURKE, 2007). Normalmente o usuário insere como entrada do sistema um conjunto de palavras ou indicadores, o sistema analisa esses dados e os itens identificados como os mais relevantes são recomendados por meio de algoritmos de busca e recuperação (MOTTA et al., 2011). A palavra "Item" é usada para denotar o que o sistema recomenda para o seu usuário (RICCI; SHAPIRA; ROKACH, 2015), podendo ser páginas web, filmes, músicas, livros, artigos, entre muitos outros.

Sistemas de recomendação são encontrados em várias empresas de escala global, entre elas a Amazon, Netflix e YouTube, a fim de recomendar livros, filmes e vídeos respectivamente. As recomendações nesse caso são personalizadas para diferentes usuários dentro das plataformas, de acordo com o perfil de cada um. Segundo Ricci, Shapira e Rokach, (2015) o uso de sistemas de recomendação pode aumentar o número de itens vendidos e a variedade desses, aumentar a satisfação e fidelidade do usuário, auxiliar na tomada de decisão, e compreender melhor o que o usuário deseja.

Em sua forma mais simples, recomendações personalizadas são oferecidas como listas classificadas de itens, a fim de prever quais são os produtos ou serviços mais adequados baseados nas preferências e restrições do usuário (RICCI; SHAPIRA; ROKACH, 2015). Um objetivo essencial dos sistemas de recomendação é ajudar os usuários a realizarem melhores escolhas (JAMESON et al., 2015). No caso da presente pesquisa, o sistema de recomendação visa auxiliar os usuários a escolherem as melhores práticas de gestão de projetos para uma situação específica.

Esses sistemas coletam ativamente vários tipos de dados para construir suas recomendações. De uma forma mais ampla, a coleta de informações vai depender da técnica de recomendação a ser utilizada e pode ocorrer de diferentes maneiras, desde avaliações de usuários, avaliações de produtos, dados históricos, descrições ontológicas dos usuários, relações sociais dos usuários, até mesmo por meio da identificação de padrões de navegação e buscas na web.

Os dados usados pelos sistemas de recomendação, em geral, envolvem três tipos de objetos: itens, usuários e transações (RICCI; SHAPIRA; ROKACH, 2015):

- Os itens são os objetos a serem recomendados, podendo ser caracterizados por sua complexidade e seu valor ou utilidade. O valor de um item pode ser positivo se o item é útil para o usuário ou negativo se o item não for apropriado;
- O usuário é quem irá receber as recomendações do sistema. Usuários podem ter objetivos e características muito diversas. Essas informações podem ser

estruturadas de várias maneiras e a seleção de quais informações modelar depende da técnica de recomendação a ser utilizada;

- Transação é a interação entre o sistema de recomendação e o usuário. Transações armazenam informações importantes geradas durante a interação homem-máquina que podem ser úteis para o algoritmo que o sistema esteja utilizando.

Existem diferentes tipos de sistemas de recomendação que variam em termos do domínio abordado e do conhecimento utilizado, e especialmente de como é feita a previsão da utilidade de um item (RICCI; SHAPIRA; ROKACH, 2015). Entre os tipos existentes, estão:

Recomendação baseada em Conteúdo: A Filtragem por Conteúdo é baseada em um algoritmo de aprendizado de máquina para induzir um perfil das preferências de um usuário a partir de exemplos, tendo em vista uma descrição das características desse conteúdo. Por exemplo, caso um determinado usuário tenha classificado positivamente um filme que pertence ao gênero de ação, o sistema pode aprender a recomendar outros filmes desse mesmo gênero. Técnicas de recomendação baseadas em conteúdo visam combinar os atributos do perfil do usuário com os atributos dos itens.

Dentre as vantagens dessa abordagem estão o fácil entendimento por parte do usuário e o baixo custo de aplicação, entretanto apresenta especialização excessiva, no qual o usuário está restrito a visualizar itens semelhantes aos que já foram experimentados no passado (SOARES; VIANA, 2015).

Recomendação baseada em Filtragem Colaborativa: As recomendações baseadas em filtragem colaborativa baseiam-se na colaboração entre os grupos de interessados, ou seja, em itens que outros usuários com gostos semelhantes ao usuário ativo do sistema gostaram no passado. Nesse caso, leva-se em consideração não só as avaliações feitas por este usuário, mas também as avaliações fornecidas por outros usuários do sistema.

Dentre as vantagens dessa abordagem estão a facilidade de lidar com qualquer tipo de conteúdo e a recomendação de itens com conteúdo diferente daqueles experimentados anteriormente, entretanto a falta de dados de preferência do usuário causa um declínio de desempenho e dificulta a localização de vizinhos mais próximos para usuários com preferências específicas, além de ser um método considerado computacionalmente caro (SOARES; VIANA, 2015).

Recomendação baseada em Demográfica: Este tipo de sistema recomenda itens baseados no perfil demográfico do usuário (BOBADILLA et al., 2013). A suposição é que diferentes recomendações devem ser geradas para diferentes nichos demográficos. Por

exemplo, os usuários são enviados para sites específicos com base em seu idioma ou país (RICCI; SHAPIRA; ROKACH, 2015).

Recomendação baseada em Conhecimento: Nesse caso a recomendação de itens é feita baseada em inferências sobre como determinados itens atendem às necessidades e preferências dos usuários (BURKE, 2007). Nesses sistemas, uma função de similaridade estima o quanto as necessidades do usuário (descrição do problema) correspondem às recomendações (soluções do problema).

Sistemas Híbridos de Recomendação: A abordagem híbrida se baseia na combinação da filtragem colaborativa e da filtragem baseada em conteúdo visando utilizar as vantagens de uma e corrigir as desvantagens da outra (HERLOCKER; KONSTAN; RIEDL, 2000).

Para o problema de recomendação de práticas, o sistema de recomendação a ser utilizado poderia ser o colaborativo, uma vez que se pretende analisar informações de diferentes projetos que por sua vez podem ter sido desenvolvidos por diferentes equipes e até organizações. Nesse caso, o sistema poderia identificar padrões de práticas de gestão de projetos baseado em informações passadas, conseguindo identificar e recomendar práticas que quando utilizadas em conjunto em um determinado tipo e ambiente de projeto, podem levar o projeto a um melhor gerenciamento e bons níveis de agilidade. Essa ideia segue a mesma lógica, em suas devidas proporções, dos sistemas de recomendação de filmes por exemplo, que permitem que o sistema indique filmes potencialmente interessantes para o usuário a partir de seu perfil e histórico de visualizações. Empresas e organizações poderiam se beneficiar como uma forma de extrair dados em sistemas integrados de gerenciamento de projetos, com ênfase na identificação de práticas, fatores críticos e agilidade, a fim de auxiliar as equipes no gerenciamento de seus projetos.

8 CONCLUSÕES

Modelos híbridos estão sendo considerados como uma solução interessante para lidar com a complexidade do atual ambiente de negócios, sendo considerado uma evolução natural na crescente gama de desafios em gerenciamento de projetos (GEMINO; HORNER REICH; SERRADOR, 2020). A combinação entre práticas orientadas ao plano e ágeis permite equilibrar a demanda por agilidade e flexibilidade com o controle e processos de acordo com a necessidade de cada projeto. Entretanto, um dos principais problemas na criação e uso desses modelos está na escolha de quais práticas utilizar em cada situação, fato que se agrava pela grande quantidade de práticas e modelos disponíveis na literatura. Com base nesse problema, propomos diferentes soluções para a recomendação de práticas de gestão de projetos.

Até onde sabemos, este é o primeiro estudo a explorar o uso de algoritmos de regras de associação e a técnica de meta-análise para gerar recomendação de práticas de gestão de projetos entre tradicionais e ágeis. Os resultados se mostraram consistentes e apoiam a teoria de que diferentes projetos demandam diferentes formas de gestão (one size does not fit all). As análises revelam o potencial uso combinado de práticas e fornecem informações valiosas para auxiliar organizações e profissionais na escolha de quais práticas usar em seus projetos. Além disso, o estudo destaca o potencial da mineração de dados e da meta-análise como formas de auxiliar nesse desafio.

Ambas as propostas utilizam métodos estatísticos para avaliar a associação entre diferentes práticas e projetos, visando gerar recomendações para cada situação. A solução baseada em regras de associação levou em consideração o relacionamento entre práticas e diferentes ambientes de projetos provenientes de uma base de dados com 856 projetos, de forma a identificar padrões de práticas que alcançam altos níveis de agilidade de acordo com o ambiente analisado. Nesse caso, as recomendações práticas foram diferentes entre os três cenários analisados (tradicional, ágil e híbrido), onde para cada situação um conjunto de práticas que visam promover maior flexibilidade e agilidade foi encontrado.

Por outro lado, a solução baseada na técnica de meta-análise permitiu investigar associações entre práticas e tipos de projetos, encontrando associações bidirecionais e explorando as diferenças entre elas. Nesse caso, a base de dados foi construída a partir de estudos de caso presentes na literatura de gestão de projetos. Ao todo vinte projetos foram levados em consideração na análise, tendo a predominância de projetos de software e hardware-software. A investigação restrita dessas duas tipologias gerais deve-se ao baixo número de estudos de caso de aplicação de práticas de gestão na área e a limitação da qualidade dos dados

dos que foram encontrados. Esse inclusive é um alerta para os periódicos da área, pois, aparentemente, não estão dando a devida atenção a casos reais e bem documentados.

De maneira geral, a pesquisa permitiu demonstrar a viabilidade tanto do uso de algoritmos de mineração de dados, quanto da técnica de meta-análise para desenvolver soluções que auxiliem os profissionais de gerenciamento de projetos a customizar e utilizar modelos híbridos. Essas foram duas das possibilidades encontradas e exploradas para contribuir com esse desafio, sendo um primeiro esforço nesse tema de pesquisa. Outras variáveis também podem ser levadas em consideração para analisar as práticas mais apropriadas para cada situação. Será que outros métodos e técnicas podem ser utilizados ou então desenvolvidos para esse fim? Acreditamos que sim e que possivelmente as novas tendências e avanços impulsionados pela quarta revolução industrial podem contribuir para problemas dessa natureza, como digitalização, robotização, inteligência artificial, aprendizado de máquinas, *big data*, *business intelligence*, internet das coisas, *blockchain*, etc.

8.1 Limitações da pesquisa

Como toda pesquisa, algumas limitações merecem ser destacadas. A principal delas é que as recomendações geradas não foram validadas em aplicações reais. Por se tratar de uma primeira proposta nesse sentido, houve um esforço prioritário no desenvolvimento e teste das soluções propostas. Novos estudos podem avaliar se as recomendações geradas pelos métodos propostos trazem de fato melhores resultados para o projeto, seja em agilidade ou também em tempo, custo, qualidade comunicação, entre outros.

A segunda limitação foi o uso da meta-análise com foco nas variáveis práticas e tipo de projetos. Outras variáveis podem ser analisadas visando discutir o impacto nas recomendações geradas, incluindo os fatores ambientais da empresa como apoio executivo, localização do time, experiência do time, estrutura organizacional, entre outros. Estudos futuros podem utilizar o método proposto no estudo para analisar outras variáveis e comparar com os resultados apresentados e discutidos nessa pesquisa.

A terceira limitação são as bases de dados utilizadas. Apesar da base de dados proveniente da parceria entre os pesquisadores da USP e do MIT ser única e apresentar informações de mais de 800 projetos, os projetos dessa base de dados tinham em comum a característica de serem inovadores. Enquanto que a base de dados criada a partir de estudos da literatura pra performar a meta-análise apresentou um limitado número de tipos de projetos, impactando os resultados gerados. Novos estudos podem verificar a aplicabilidade desses métodos em novos bancos de dados com uma variedade e variabilidade maior de projetos.

Essa última ainda reflete em algumas limitações na área de gestão de projetos e são importantes de serem apresentadas e discutidas. A principal é a falta de dados robustos na área e o baixo rigor nas descrições dos estudos de caso existentes de gerenciamento de projetos. Essa falta de dados de qualidade, aliada com descrições ambíguas e a ausência de sistematização das informações de muitos casos publicados, impendem a criação de banco de dados robustos para o desenvolvimento de novos estudos.

Uma vez que para o uso das regras de associação foi possível obter uma base de dados robusta e confiável, nós percebemos essa questão mais eminente durante o desenvolvimento do estudo de meta-análise. Para realizar uma meta-análise precisamos de estudos rigorosos e com informações de qualidade. Nesse caso, a ausência de qualidade dos dados sobre os projetos contidos nos documentos analisados teve um impacto significativo em nossa pesquisa. Um dos obstáculos por exemplo foi a falta de tipologias de projetos mais detalhadas. Dentre todos os estudos, a única distinção consistente foi entre hardware e software. Esses dois tipos foram usados porque foram os únicos dois suficientemente descritos em nossa amostra de documentos. Caso exista uma categorização padrão e um maior número de casos, seria possível identificar práticas para projetos mais específicos, como por exemplo para o desenvolvimento de componentes na indústria aeronáutica, ou para no setor de energia, ou ainda projetos de canteiro de obras.

Outra limitação é a falta de estudos descrevendo a aplicação de métodos, práticas, técnicas e ferramentas de gerenciamento de projetos em casos reais e seus respectivos impactos. Esse problema fica ainda mais evidente em periódicos de alto impacto, uma vez que a maioria dos trabalhos encontrados são de conferências e congressos. Essa hipótese deve ser investigada, uma vez que tais periódicos podem estar favorecendo em maior grau a publicação de sínteses e frameworks gerais do que casos de aplicação rigorosamente construídos. O incentivo a estudos desse tipo para a comunidade científica, pode permitir a formação de bases de dados úteis para a área de gestão de projetos.

Destaca-se também a limitação relacionada a ausência dos níveis de evidência das práticas utilizadas, nos casos que exploram esse objeto de estudo. Muitos pesquisadores descrevem sim casos de aplicação, entretanto não dão a devida importância para descrever de maneira sistemática o uso das práticas, bem como medidas de desempenho e o impacto que cada uma gera no projeto, de acordo com o contexto a qual está inserida. Melhorar o nível de evidência, pode auxiliar na descrição e confiabilidade das informações extraídas dos casos. Essa limitação, entretanto, foi transformada em um incentivo que acabou resultando em um protocolo para meta-análise de gestão de projetos, apresentado no capítulo 6

8.2 Perspectivas futuras

A pesquisa conseguiu comprovar a viabilidade das duas estratégias investigadas, tanto o uso de algoritmos computacionais de recomendação de práticas, como a proposição de práticas baseadas em evidência. Porém, ambas as proposições e validações, por serem inéditas, foram feitas de forma limitada. Apesar disso, a pesquisa aponta estas limitações as quais se tornam tópicos de pesquisa relevante para o avanço nestas duas estratégias. Assim, a tese abre muitas possibilidades de pesquisas futuras em três campos, descritos a seguir.

8.2.1 Quanto à recomendação de práticas por algoritmos computacionais

É importante avançar nos estudos sobre recomendações de práticas, buscando contribuir com a gestão de projetos, e especificamente com o uso de modelos híbridos. Em pesquisas futuras, o algoritmo de regras de associação pode ser adaptado e incorporado a sistemas de informação de gerenciamento de projetos. Seria interessante verificar seu uso, integrando todos os sistemas utilizados pelas equipes de projeto, como sistemas de desempenho, de comunicação e gestão de portfólio, de forma a contribuir para a melhoria do processo de gerenciamento. Essa estratégia pode permitir a geração de sistemas de recomendação de práticas que evitem a necessidade de um especialista em gerenciamento de projetos e que permitem gerar soluções cada vez mais adaptadas à realidade da organização. Técnicas de inteligência artificial e aprendizado de máquinas possuem o potencial de auxiliar os gerentes e equipes de projetos na condução de seus projetos, seja ajudando na priorização de tarefas, alocação de recursos, análise de riscos, o que pode gerar uma maior vantagem competitiva (MCGRATH; KOSTALOVA, 2020).

Esse tópico também abre novos caminhos em direção ao desenvolvimento de algoritmos capazes de gerar indicadores sobre as práticas a partir de dados coletados da documentação do projeto e da interação entre as equipes de trabalho. visando aprimorar a gestão dos projetos, como o indicador de agilidade, para medir de forma automática o desempenho da equipe e do projeto a partir dos dados registrados nos softwares de gestão, permitindo ajustar as práticas utilizadas visando o sucesso do projeto. Um esforço inicial sobre esse tema pode ser consultado em Criscente (2020). Esses sistemas podem ser usados para complementar o conhecimento de gerentes de projetos e equipes, apoiando a criação de soluções de gestão para seus projetos.

8.2.2 Quanto à recomendação de práticas baseada em evidências

A respeito da meta-análise, esperamos que esta pesquisa sirva como um incentivo para que a comunidade científica se engaje para melhorar a categorização de práticas e protocolos

de estudos de caso, além de contribuir com a melhoria do processo de meta-análise na área de gestão de projetos. Esperamos que outros pesquisadores se interessem pela colaboração na melhoria do protocolo proposto, seguindo o exemplo de outras áreas de conhecimento. Assim, abre-se uma oportunidade de pesquisa na área de gerenciamento de projetos, que envolve a construção de bancos de dados que orientem o desenvolvimento de teorias mais robustas baseada em evidências, com premissas resultantes da triangulação de dados de diferentes fontes.

8.2.3 Sobre o processo de tailoring em geral

Conforme já apresentado na seção 7.4, a pesquisa permitiu identificar etapas gerais do processo de *Tailoring*: a) Diagnóstico, b) Inferência, c) Customização e Implementação, e d) Acompanhamento e aprendizagem. Sugere-se que pesquisadores investiguem cada uma destas etapas de forma individual e conjunta a fim de evoluir na capacidade de criação e uso de modelos híbridos de projetos, melhorando de forma contínua a escolha e combinação de práticas de gestão conforme as necessidades de cada organização e projetos que desenvolvem. Além da necessidade de pesquisas sobre o processo de *Tailoring*, também se faz necessário o estudo de mais casos documentados a fim de contribuir na construção de uma teoria robusta sobre o tema.

REFERÊNCIAS

- ACUÑA, S. T.; JURISTO, N.; MORENO, A. M.; MON, A. Summary of the Overview of Software Process Models. **In: A Software Process Model Handbook for Incorporating People's Capabilities**. Springer, 2005. p. 129–134.
- ADELAKUN, O.; GARCIA, R.; TABAKA, T.; GARCIA, R. Hybrid Project Management : Agile with Discipline. **In: International Conference on Information Resources Management (CONF-IRM)**. Association For Information Systems, 2017.
- ADRIAANSE, L. S.; RENSLEIGH, C. **Web of Science , Scopus and Google Scholar A content comprehensiveness comparison**. v. 31, n. 6, p. 727–744, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/EL-12-2011-0174>
- AGRAWAL, R.; IMIELINSKI, T.; SWAMI, A. Mining Association in Large Databases. **Proceedings of the 1993 ACM SIGMOD international conference on Management of data - SIGMOD '93**, p. 207–216, 1993. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/170036.170072>
- AGRAWAL, R.; SRIKANT, R. Fast Algorithms for Mining Association Rules in Large Databases. **Proceedings of the 20th International Conference on Very Large Data Bases (VLDB '94)**, p. 487–499, 1994. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/BF02948845>
- AGUINIS, H.; PIERCE, C. A.; BOSCO, F. A.; DALTON, D. R.; DALTON, C. M. Debunking Myths and Urban Legends About Meta-Analysis. **Organizational Research Methods**, v. 14, n. 2, p. 306–331, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/1094428110375720>
- AHMAD, G.; SOOMRO, T.; BROHI, M. XSR: Novel Hybrid Software Development Model (Integrating XP, Scrum & RUP). **International Journal of Soft Computing and Engineering**, n. 3, p. 126–130, 2014. Disponível em: <http://www.ijscce.org/attachments/File/v4i2/B2228054214.pdf>
- ALDENDERFER, M. S.; BLASHFIELD, R. K. **Cluster analysis**. Sage Publications, Inc. 0803923767, 1984.
- ALEXANDER, L. C.; DAVIS, A. M. C Criteria for selecting software process models. **In: 1991 The Fifteenth Annual International Computer Software & Applications Conference**. IEEE Computer Society, 1991.
- ALMEIDA, L.; CONFORTO, E.; SILVA, S.; AMARAL, D. Fatores críticos da agilidade no gerenciamento de projetos de desenvolvimento de novos produtos. **Produto & Produção**, v. 13, p. 93–113, 2012. Disponível em: <http://seer.ufg.br/ProdutoProducao/article/view/24824>
- ALPAYDIN, E. **Introduction to Machine Learning Second Edition**. MIT press, 2009.
- ALQUDAH, Mashal; RAZALI, Rozilawati. A review of scaling agile methods in large software development. **International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology**, v. 6, n. 6, p. 828-837, 2016.
- AMBLER, S.; LINES, M. **Choose Your WoW ! A Disciplined Agile Delivery Handbook for Optimizing Your Way of Working**. Disciplined Agile, Inc., 2018.
- AMBLER, S. W. **Going Beyond Scrum: Disciplined Agile Delivery**. Disciplined Agile Consortium, White Paper Series, p. 1–16, 2013.
- ANAND, S. S.; PATRICK, A. R.; HUGHES, J. G.; BELL, D. A. A Data Mining methodology for cross-sales. **Knowledge-based systems**, v. 10, n. 7, p. 449–461, 1998.

ANDERBERG, M. R. **Cluster analysis for applications**, 1973.

ANITHA, P. C.; SAVIO, D.; MANI, V. S. Managing Requirements Volatility while ‘ Scrumming ’ within the V-Model. **In: 2013 3rd International Workshop on Empirical Requirements Engineering (EmpiRE)**. IEEE, p. 17–23, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/EmpiRE.2013.6615211>

AUGUSTINE, S. **Managing Agile Projects**. Prentice Hall PTR, 2005.

AWAD, M. A. **A Comparison between Agile and Traditional Software Development Methodologies**. The University of Western Australia, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/130840.130843>

AYTUG, Z. G.; ROTHSTEIN, H. R.; ZHOU, W.; KERN, M. C. Revealed or Concealed? Transparency of Procedures , Decisions , and Judgment Calls in Meta-Analyses. **Organizational Research Methods**, n. 1987, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/1094428111403495>

AZANHA, A.; RITA, A.; TERRA, T. Agile project management with scrum: case study of a Brazilian pharmaceutical company IT project. **International Journal of Managing Projects in Business**, v. 10, n. 1, p. 121- 142., 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/IJMPB-06-2016-0054>

AZZEH, M.; COWLING, P. I.; NEAGU, D. Software Stage-Effort Estimation Based on Association Rule Mining and Fuzzy Set Theory. **2010 10th IEEE International Conference on Computer and Information Technology**, n. Cit, p. 249–256, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/CIT.2010.76>

BÄCKLANDER, G. Doing complexity leadership theory: How agile coaches at Spotify practise enabling leadership. **Creativity and Innovation Management**, v. 28, n. 1, p. 42–60, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/caim.12303>

BARLOW, J. B.; GIBONEY, J. S.; KEITH, M. J.; WILSON, D. W.; SCHUETZLER, R. M.; LOWRY, P. B.; VANCE, A. Overview and Guidance on Agile Development in Large Organizations. **Communications of the Association for Information Systems**, v. 29, n. July 2011, p. 25–44, 2011.

BASTARRICA, M. C.; ESPINOZA, G.; MARÍN, J. Implementing Agile Practices : The Experience of TSol. **In: 2018, Proceedings of the 12th ACM/IEEE International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement**. p. 1–10, 2018.

BATRA, D.; XIA, W.; VAN DER MEER, D.; DUTTA, K. Balancing agile and structured development approaches to successfully manage large distributed software projects: A case study from the cruise line industry. **Communications of the Association for Information Systems**, v. 27, n. 1, p. 379–394, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1.1.186.7346>

BIANCHI, M.; CAPALDO, D. A systematic review of association rules in project management : opportunities for hybrid models. **Product: Management and Development**, v. 18, n. December, p. 136–144, 2020.

BIANCHI, M. J. **Ferramenta para configuração de modelos híbridos de gerenciamento de projetos**. Universidade de São Paulo, 2017.

BIANCHI, M. J.; AMARAL, D. C. A method to create hybrid models using a morphological matrix. **Journal of Modern Project Management**, v. 9, n. 1, p. 49–63, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.19255/JMPM02605>

BIANCHI, M. J.; AMARAL, D. C.; CONFORTO, E. C. Diagnostic techniques in project management. **Advances in Transdisciplinary Engineering**, v. 4, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.3233/978-1-61499-703-0-749>

BIANCHI, M. J.; CONFORTO, E. C.; AMARAL, D. C. Beyond the agile methods: a diagnostic tool to support the development of hybrid models. **International Journal of Managing Projects in Business**, v. 14, n. 5, p. 1219–1244, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/IJMPB-04-2020-0119>

BIANCHI, M. J.; CONFORTO, E. C.; REBENTISCH, E.; AMARAL, D. C.; REZENDE, S. O.; DE PÁDUA, R. Recommendation of project management practices : A contribution for hybrid models. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v. 00, n. X, p. 1–14, 2021.

BIANCHI, M.; MARZI, G.; GUERINI, M. Agile , Stage-Gate and their combination : Exploring how they relate to performance in software development. **Journal of Business Research**, v. 110, n. May 2017, p. 538–553, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2018.05.003>

BIN OTHMAN, M. F.; YAU, T. M. S. Comparison of Different Classification Techniques Using WEKA for Breast Cancer. *In*: 2007, Berlim. **3rd Kuala Lumpur International Conference on Biomedical Engineering 2006**. Berlim: Springer, 2007. p. 520–523. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-3-540-68017-8>

BINDER, J.; AILLAUD, L. I.; SCHILLI, L. The Project Management Cocktail Model: An Approach for Balancing Agile and ISO 21500. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 119, n. 119, p. 182–191, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.03.022>

BOBADILLA, J. et al. Recommender systems survey. **Knowledge-based systems**, v. 46, p. 109-132, 2013.

BOEHM, B.; TURNER, R. Using risk to balance agile and plan- driven methods. **Computer**, v. 36, n. 6, p. 57–66, 2003 a. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/MC.2003.1204376>

BOEHM, B.; TURNER, R. Using risk to balance agile and plan-driven methods. **Computer**, v. 36, n. 6, p. 57–66, 2003 b. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/MC.2003.1204376>

BONAT, D. **Metodologia da Pesquisa**. IESDE Brasil S.A, 2009.

BORENSTEIN, M.; HEDGES, L. V; HIGGINS, J. P. T.; ROTHSTEIN, H. R. **Introduction to Meta-Analysis**. John Wiley & Sons, 2011.

BOS-BROUWERS, H. E. J. Corporate Sustainability and Innovation in SMEs: Evidence of Themes and Activities in Practice. **Business strategy and the environment**, v. 435, n. June 2009, p. 417–435, 2010.

BRANDL, F. J.; ROIDER, N.; HEHL, M.; REINHART, G. Selecting practices in complex technical planning projects: A pathway for tailoring agile project management into the manufacturing industry. **CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology**, v. 33, p. 293–305, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cirpj.2021.03.017>

BRAVO-MARQUEZ, F.; FRANK, E.; PFAHRINGER, B. Building a Twitter Opinion Lexicon from Automatically-annotated Tweets. **Knowledge-Based Systems**, v. 108, p. 65–78, 2016.

BREIMAN, L. Bagging predictors. **Machine learning**, v. 24, n. 2, p. 123-140, 1996.

BRIN, S.; MOTWANI, R.; ULLMAN, J. D.; TSUR, S. Dynamic Itemset Counting and Implication Rules for Market Basket Data. **Acm Sigmod Record**, v. 26, n. 2, p. 255–264, 1997.

BROZEK, J. L. *et al.* Grading quality of evidence and strength of recommendations in clinical practice guidelines: part 1 of 3. An overview of the GRADE approach and grading quality of evidence about interventions. **Allergy**, v. 64, n. 5, p. 669–677, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1398-9995.2009.01973.x>

BURKE, R. Hybrid Web Recommender Systems. **The Adaptive Web**, p. 377–408, 2007.

BUSTELO, D. V.; AVELLA, L.; FERNÁNDEZ, E. Agility drivers, enablers and outcomes: Empirical test of an integrated agile manufacturing model. **International Journal of Operations & Production Management**, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/01443570710835633>

CAMILO, C. O.; SILVA, J. C. da. **Mineração de Dados : Conceitos , Tarefas , Métodos e Ferramentas**. Universidade Federal de Goiás, p. 1–29, 2009.

CAMPANELLI, A. S.; PARREIRAS, F. S. Agile methods tailoring - A systematic literature review. **Journal of Systems and Software**, v. 110, p. 85–100, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jss.2015.08.035>

CANDI, M.; VAN DEN ENDE, J.; GEMSER, G. Organizing innovation projects under technological turbulence. **Technovation**, v. 33, n. 4–5, p. 133–141, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2013.01.002>

CARVALHO, H. M. **Aprendizado de Máquina voltado para Mineração de Dados : Árvores de Decisão**. Universidade de Brasília - UnB, 2014.

CHADEGANI, A. A.; SALEHI, H.; YUNUS, M.; FARHADI, H.; FOOLADI, M.; FARHADI, M. A Comparison between Two Main Academic Literature Collections : Web of Science and Scopus Databases. v. 9, n. 5, p. 18–26, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.5539/ass.v9n5p18>

CHAWLA, S.; ARUNASALAM, B.; DAVIS, J. Mining open source software (oss) data using association rules network. **Advances in Knowledge Discovery and Data Mining**, p. 564–564, 2003. Disponível em: <http://www.springerlink.com/index/6DVYCHN9DVMPEHEAT.pdf>

CHEN, M. S.; HAN, J.; YU, P. S. Data mining: An overview from a database perspective. **IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering**, v. 8, n. 6, p. 866–883, 1996. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/69.553155>

CHEUNG, D. W.; NG, V. T.; FU, a. W.; FU, Y. F. Y. Efficient mining of association rules in distributed databases. **IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering**, v. 8, n. 6, p. 911–922, 1996. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/69.553158>

CHIN, G. **Agile Project Management: How to Succeed in the Face of Changing Project Requirements**. AMACOM/American Management Association, 2004.

CHO, J. A hybrid software development method for large-scale projects: rational unified process with scrum. **Issues in Information Systems**, v. 10, n. 2, p. 340–348, 2009. Disponível em: http://iacis.org/iis/2009/P2009_1267.pdf

CHRISTENSON, D.; WALKER, D. H. Understanding the role of “vision” in project success. **Project Management Journal**, v. 35, n. 3, p. 39–52, 2004.

CIOŚ, K. J.; PEDRYCZ, W.; SWINIARSKI, R. W.; KURGAN, L. A. **Data Mining A Knowledge Discovery Approach**. Springer Science & Business Media, 2007.

CIRIC, D.; LALIC, B.; GRACANIN, D.; PALCIC, I.; ZIVLAK, N. Agile Project Management

in New Product Development and Innovation Processes : Challenges and Benefits Beyond Software Domain. **In: 2018 IEEE International Symposium on Innovation and Entrepreneurship (TEMS-ISIE)**., p. 1–9, 2018.

CONFORTO, E.; BARRETO, F.; AMARAL, D.; REBENTISCH, E. Modelos híbridos unindo complexidade, agilidade e inovação. **Revista Mundo PM**, v. 64, p. 10–17, 2015.

CONFORTO, E. C. **Modelo e ferramenta para avaliação da agilidade no gerenciamento de projetos**. Universidade de São Paulo, 2013.

CONFORTO, E. C.; ALUM, F.; AMARAL, D. C.; SILVA, S. L. Da; ALMEIDA, L. F. M. Can Agile Project Management Be Adopted by Industries Other than Software Development? **Project Management Journal**, v. 45, n. 3, p. 21–34, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/pmj>

CONFORTO, E. C.; AMARAL, D. C. Agile project management and stage-gate model—A hybrid framework for technology-based companies. **Journal of Engineering and Technology Management**, v. 40, p. 1–14, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jengtecman.2016.02.003>

CONFORTO, E. C.; AMARAL, D. C.; DA SILVA, S. L.; DI FELIPPO, A.; KAMIKAWACHI, D. S. L. The agility construct on project management theory. **International Journal of Project Management**, v. 34, n. 4, p. 660–674, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2016.01.007>

CONFORTO, E. C.; AMARAL, D. C.; SILVA, S. L. Da. Roteiro para revisão bibliográfica sistemática : aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos. **8º Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolviemnto de Produto**, p. 1–12, 2011. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/cbgdp2011/downloads/9149.pdf>

CONFORTO, E. C.; REBENTISCH, E.; AMARAL, D. C. The Building Blocks of Agility as a Team ’ s Competence. **Project Management Agility Global Survey**, 2014.

COOPER, R. G. What’s Next?: After Stage-Gate. **Research-Technology Management**, v. 57, n. 1, p. 20–31, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.5437/08956308X5606963>

COOPER, R. G.; SOMMER, A. F. The Agile–Stage-Gate Hybrid Model: A Promising New Approach and a New Research Opportunity. **Journal of Product Innovation Management**, v. 00, n. 00, p. n/a-n/a, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/jpim.12314>

COOPER, R. G.; SOMMER, A. F. Agile – Stage-Gate for Manufacturers Agile – Stage-Gate for Manufacturers Changing the Way New Products Are Developed. **Research-Technology Management**, v. 61, n. 2, p. 17–26, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/08956308.2018.1421380>

COPOLA AZENHA, F.; APARECIDA REIS, D.; LEME FLEURY, A. The Role and Characteristics of Hybrid Approaches to Project Management in the Development of Technology-Based Products and Services. **Project Management Journal**, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/8756972820956884>

CORBIN, J.; STRAUSS, A. Grounded theory research: Procedures, canons, and evaluative criteria. **Qualitative sociology**, v. 13, n. 1, p. 3–21, 1990.

CRISCENTE, E. **Medição de indicadores de envolvimento do cliente e grau de mudança de plano do projeto para definição de nível de agilidade em gestão ágil de projetos à partir de dados do Trello**. 2020. - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo,

[s. l.], 2020.

CUI, C.; LIU, Y.; HOPE, A.; WANG, J. Review of studies on the public–private partnerships (PPP) for infrastructure projects. **International Journal of Project Management**, v. 36, n. 5, p. 773–794, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2018.03.004>

CUMMING, G. The New Statistics : Why and How. **Psychological science**, v. 25, n. 1, p. 7–29, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/0956797613504966>

DALTON, D. R.; DALTON, C. M. Meta-analyses: Some very good steps toward a bit longer journey. **Organizational Research Methods**, v. 11, n. 1, p. 127–147, 2008.

DAVAZDAHAMI, B.; DELEN, D. The confounding role of common diabetes medications in developing acute renal failure: A data mining approach with emphasis on drug-drug interactions. **Expert Systems With Applications**, v. 123, p. 168–177, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2019.01.006>

DAVIS, A. M.; BERSOFF, E. H.; COMER, E. R. A Strategy for Comparing Alternative Software Development Life Cycle Models. **IEEE Transactions on software Engineering**, v. 14, n. 10, p. 1453–1461, 1988.

DECARLO. **Extreme Project Management: Using Leadership, Principles, and Tools to Deliver Value in the Face of Volatility**. San Francisco: Jossey-Bass, 2004.

DEMIRTAS, N.; TUZKAYA, U. R.; SEKER, S. Project management methodology selection using SWOT-fuzzy AHP. *In: 2014, London, UK. Proceedings of the World Congress on Engineering*. London, UK, 2014.

DEMPSTER, A. A. P.; LAIRD, N. M.; RUBIN, D. B. Maximum Likelihood from Incomplete Data via the EM Algorithm. **Journal of the Royal Statistical Society**, v. 39, n. 1, p. 1–38, 1977.

DINGSØYR, T.; MOE, N. B.; FÆGRI, T. E.; SEIM, E. A.; MOE, N. B. Exploring software development at the very large-scale: a revelatory case study and research agenda for agile method adaptation. **Empirical Software Engineering**, v. 23, n. 1, p. 490–520, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10664-017-9524-2>

DORAN, G. There's a SMART way to write management's goals and objectives. **Management review**, v. 70, n. 11, p. 35-36, 1981.

DOVE, R. **Response Ability: The Language, Structure, and Culture of the Agile Enterprise**. John Wiley & Sons, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/inst.20046241>

DWIVEDI, R.; GUPTA, D. Applying machine learning for configuring agile methods. **International Journal of Software Engineering and its applications**, v. 9, n. 3, p. 29-40, 2015.

EDER, S.; CONFORTO, E.; AMARAL, D.; SILVA, S. da. Diferenciando as abordagens tradicional e ágil de gerenciamento de projetos. **Production Journal**, v. 25, n. 3, p. 482–497, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-65132014005000021>

EDER, S.; CONFORTO, E. C.; SCHNETZLER, J. P.; AMARAL, D. C.; SILVA, S. L. Da. Estudo das práticas de gerenciamento de projetos voltadas para desenvolvimento de produtos inovadores. **Produto & Produção**, v. 13, n. 1, p. 148–165, 2012. Disponível em: <http://seer.ufrgs.br/ProdutoProducao/article/view/24600>

EGWALI, A. O.; AKWUKWUMA, V. V. Security framework for software process models:

measures for establishing a choice. **Asian Journal of Information Technology**, v. 7, n. 11, p. 463–471, 2008.

EMANUEL, A. W. R.; WARDOYO, R.; ISTIYANTO, J. E.; MUSTOFA, K. Success factors of OSS projects from sourceforge using Datamining Association Rule. **2010 International Conference on Distributed Frameworks for Multimedia Applications**, p. 1–8, 2010.

FAKHAR MANESH, M.; PELLEGRINI, M. M.; MARZI, G.; DABIC, M. Knowledge Management in the Fourth Industrial Revolution: Mapping the Literature and Scoping Future Avenues. **IEEE Transactions on Engineering Management**, p. 1–12, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/TEM.2019.2963489>

FAYYAD, U.; PIATETSKY-SHAPIRO, G.; SMYTH, P. From Data Mining to Knowledge Discovery in Databases. **AI Magazine**, v. 17, n. 3, p. 37, 1996. Disponível em: <https://doi.org/10.1609/aimag.v17i3.1230>

FERNANDO, L.; ALMEIDA, M. De; CARLOS, E.; LUIS, S. Avaliação do desempenho em agilidade na gestão de projetos. **Production**, v. 26, p. 757-770, 2015.

FEYYAD, U. M. Data mining and knowledge discovery: making sense out of data. **IEEE Expert Intelligent Systems And Their Applications**, v. 11, n. 5, p. 20–25, 1996. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/64.539013>

FIGUEIREDO, M. S. N.; PEREIRA, A. M. Managing knowledge – the importance of databases in the scientific production. **Procedia Manufacturing**, v. 12, n. December 2016, p. 166–173, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.08.021>

FITSILIS, P. Comparing PMBOK and agile project management software development processes. *In: 2008, Dordrecht. Advances in Computer and Information Sciences and Engineering*. Dordrecht: Springer, 2008. p. 378–383. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8741-7_68

FITZGERALD, Brian et al. Scaling agile methods to regulated environments: An industry case study. *In: 2013 35th International Conference on Software Engineering (ICSE)*. IEEE, 2013. p. 863-872.

FLICK, U.; KARDORFF, E. von; STEINKE, I. **A companion to qualitative research**. Sage Publications, 2004.

FLORICEL, S.; PIPERCA, S.; TEE, R. Strategies for Managing the Structural and Dynamic Consequences of Project Complexity. **Complexity**, v. 2018, 2018.

FRANK, E.; HALL, M.; TRIGG, L.; HOLMES, G.; WITTEN, I. H. Data mining in bioinformatics using Weka. **Bioinformatics**, v. 20, n. 15, p. 2479–2481, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/bth261>

FREUND, Y.; SCHAPIRE, R. E.; HILL, M. Experiments with a New Boosting Algorithm. **Icml**, p. 148–156, 1996.

GALAL-EDEEN, G. H.; RIAD, a. M.; SEYAM, M. S. Agility versus discipline: Is reconciliation possible? *In: 2007, ICCES'07 - 2007 International Conference on Computer Engineering and Systems*. : IEEE, 2007. p. 331–337. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/ICCES.2007.4447068>

GARCÍA, M. N.; ROMÁN, I. R.; GARCÍA PEÑALVO, F. J.; BONILLA, M. T. An association rule mining method for estimating the impact of project management policies on software

quality, development time and effort. **Expert Systems with Applications**, v. 34, n. 1, p. 522–529, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2006.09.022>

GARCÍA, M.; QUINTALES, L.; PEÑALVO, F.; MARTÍN, M. Building knowledge discovery-driven models for decision support in project management. **Decision Support Systems**, v. 38, n. 2, p. 305–317, 2004. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0167-9236\(03\)00100-3](https://doi.org/10.1016/S0167-9236(03)00100-3)

GEMINO, A.; HORNER REICH, B.; SERRADOR, P. M. Agile, Traditional, and Hybrid Approaches to Project Success: Is Hybrid a Poor Second Choice? **Project Management Journal**, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/8756972820973082>

GENG, L.; HAMILTON, H. J. Interestingness measures for data mining: A survey. **ACM Computing Surveys (CSUR)**, v. 38, n. 3, p. 9-es, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/1132960.1132963>

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisa**. Plageder, 2009.

GHEZZI, A.; CAVALLO, A. Agile Business Model Innovation in Digital Entrepreneurship: Lean Startup Approaches. **Journal of Business Research**, v. 110, n. June 2018, p. 519–537, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2018.06.013>

GRADE, W. G. Grading quality of evidence and strength of recommendations. **BMJ: British Medical Journal**, v. 328, n. 7454, p. 1490, 2004.

GUPTA, R. K.; JAIN, S.; SINGH, B. Challenges in Scaling up a Globally Distributed Legacy Product. *In*: 2018, **Proceedings of the 13th International Conference on Global Software Engineering**. p. 77–81, 2018.

GUPTA, S.; SUMA, V. Prediction of Human Performance Capability during Software Development using Classification. *In*: 2014, **Advances in Intelligent Systems and Computing**, : Springer, Cham, 2014. p. 475–480. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-319-03095-1_50

GUREVITCH, J.; KORICHEVA, J.; NAKAGAWA, S.; STEWART, G. Review Meta-analysis and the science of research synthesis. **Nature**, v. 555, n. 7695, p. 175, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/nature25753>

HAIR, J.; BLACK, W.; BABIN, B.; ANDERSON, R.; TATHAM, R. **Análise multivariada de dados**. 6. ed. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

HALL, M.; FRANK, E.; HOLMES, G.; PFAHRINGER, B.; REUTEMANN, P.; WITTEN, I. H. The WEKA Data Mining Software: An Update. **SIGKDD Explorations Newsletter**, v. 11, n. 1, p. 10, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/1656274.1656278>

HAN, J.; KAMBER, M.; PEI, J. **Data Mining: Concepts and Techniques**. Morgan Kaufmann, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-381479-1.00001-0>

HAN, W.; JIANG, H.; ZHANG, X.; LI, W. A Neural Network Based Algorithms for Project Duration Prediction. **2014 7th International Conference on Control and Automation**, p. 60–63, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/CA.2014.21>

HARRAF, A.; WANASIKA, I.; TATE, K.; TALBOTT, K. Organizational Agility. **Journal of Applied Business Research (JABR)**, v. 31, n. 2, p. 675–686, 2015.

HELAL, S.; LI, J.; LIU, L.; EBRAHIMIE, E.; DAWSON, S.; MURRAY, D. J. Identifying key factors of student academic performance by subgroup discovery. **International Journal of**

Data Science and Analytics, v. 7, n. 3, p. 227–245, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s41060-018-0141-y>

HERLOCKER, J. L.; KONSTAN, J. A.; RIEDL, J. Explaining collaborative filtering recommendations. **Proceedings of the 2000 ACM conference on Computer supported cooperative work - CSCW '00**, p. 241–250, 2000.

HIGHSMITH, J. **Agile Project Management: Creating Innovative Products**. Addison-Wesley, 2004.

HILT, M. J.; WAGNER, D.; OSTERLEHNER, V.; KAMPKER, A. Agile predevelopment of production technologies for electric energy storage systems – a case study in the automotive industry. **Procedia CIRP**, v. 50, p. 88–93, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.04.189>

HODA, R.; NOBLE, J. Becoming Agile : A Grounded Theory of Agile Transitions in Practice. **2017 IEEE/ACM 39th International Conference on Software Engineering (ICSE)**, p. 141–151, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/ICSE.2017.21>

HOLTON, J. A. The coding process and its challenges. *In: The Sage handbook of grounded theory*, v. 3, p. 265–289, 2007.

HONG, T.; LIN, K.; WANG, S. Fuzzy data mining for interesting generalized association rules. **Fuzzy sets and systems**, v. 138, n. 2, p. 255–269, 2003.

HOUTSMA, M.; SWAMI, A. Set-Oriented Mining for Association Rules in Relational Databases. **Proceedings of the Eleventh International Conference on Data Engineering**, p. 25–33, 1995. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/ICDE.1995.380413>

HUNTER, J. E.; SCHMIDT, F. L. **Methods of meta-analysis: Correcting error and bias in research findings**. 2. ed. Sage Publications, 2004.

IANSITI, M.; EUCHNER, J. Competing in Ecosystems. **Research-Technology Management**, v. 61, n. 2, p. 10–16, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/08956308.2018.1421378>

IMANI, T.; NAKANO, M.; ANANTATMULA, V. Does a Hybrid Approach of Agile and Plan-Driven Methods Work Better for IT System Development Projects? **Int. Journal of Engineering Research and Application**, v. 7, n. 3, p. 39–46, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.9790/9622->

IONESCU, V. An approach to software development effort estimation using machine learning. *In: 2017 13th IEEE International Conference on Intelligent Computer Communication and Processing (ICCP)*. p. 197–203, 2017.

JÁNOS, A.; FEIL, B. **Cluster Analysis for Data Mining and System Identification**. Birkhäuser, 2007.

JAMESON, A. et al. **Human decision making and recommender systems**. Boston: Springer, 2015.

JENNESS, T. *et al.* LSST data management software development practices and tools. *In: 2020, Software and Cyberinfrastructure for Astronomy V. : International Society for Optics and Photonics*, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1117/12.2312157>

JIKE, M.; ITANI, O.; WATANABE, N.; BUYASSE, D. J.; KANEITA, Y. Long sleep duration

and health outcomes: A systematic review , meta-analysis and meta-regression. **Sleep Medicine Reviews**, v. 39, p. 25–36, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2017.06.011>

JORGE, M.; AZEVEDO, P. J. An Experiment with Association Rules and Classification : Post-Bagging and Conviction. *In*: 2005, **International Conference on Discovery Science**. : Springer Berlin Heidelberg, 2005. p. 137–149.

KAVŠEK, B.; LAVRAČ, N.; JOVANOSKI, V. Adapting association rule learning to subgroup discovery. *In*: 2003, **International Symposium on Intelligent Data Analysis**. p. 230–241, 2003.

KENNEDY, D.; PHILBIN, S. Diagnostic Framework and Health Check Tool for Engineering and Technology Projects Simon. **Journal of Industrial Engineering and Management**, 2014.

KERZNER, H. **Project management best practices: Achieving global excellence**. John Wiley & Sons, 2014. *E-book*. Disponível em: www.wiley.com/go/permissions.

KETTUNEN, P.; LAANTI, M. How to steer an embedded software project : tactics for selecting the software process model. **Information and Software Technology**, v. 47, p. 587–608, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2004.11.001>

KHANDKAR, S. H. Open Coding. **University of Calgary**, v. 23, 2009.

KIM, Y.; SEO, J.; CROFT, W. B. Automatic boolean query suggestion for professional search. **SIGIR'11 - Proceedings of the 34th International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval**, p. 825–834, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/2009916.2010026>

KITCHENHAM, B. Procedures for Performing Systematic Reviews. **Keele, UK, Keele University**, v. 33, n. 2004, p. 1–26, 2004.

KÖNNÖLÄ, K.; SUOMI, S.; MÄKILÄ, T.; RANTALA, V.; LEHTONEN, T. Can embedded space system development benefit from agile practices? **EURASIP Journal on Embedded Systems**, v. 2, p. 3, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s13639-016-0040-z>

KONONENKO, I. V; LUTSENKO, S. Y. Method for selection of project management approach based on fuzzy concepts. **Bulletin of NTU" KhPI". Series: Strategic Management, Portfolio, Program and Project Management**, v. 7, n. 2 (1224), p. 8–17, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.20998/2413-3000.2017.1224.2>

Lappi, T. and Aaltonen, K. (2017), "Project governance in public sector agile software projects", **International Journal of Managing Projects in Business**, Vol. 10 No. 2, pp. 263-294. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/IJMPB-04-2016-0031>.

LAPPI, T.; KARVONEN, T.; LWAKATARE, L. E. Toward an Improved Understanding of Agile Project Governance : A systematic literature review. **Project Management Journal**, v. 49, n. 6, p. 39-63, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/8756972818803482>

LAYMAN, L.; WILLIAMS, L.; DAMIAN, D.; BURES, H. Essential communication practices for Extreme Programming in a global software development team. **Information and software technology**, v. 48, n. 9, p. 781–794, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2006.01.004>

LEE, C.-Y.; CHONG, H.-Y.; LIAO, P.-C.; WANG, X. Critical Review of Social Network Analysis Applications in Complex Project Management. **Journal of Management in**

Engineering, v. 34, n. 2, p. 04017061, 2018. Disponível em: [https://doi.org/10.1061/\(asce\)me.1943-5479.0000579](https://doi.org/10.1061/(asce)me.1943-5479.0000579)

LEE, C. C. Fuzzy logic in control systems: fuzzy logic controller. I. **IEEE Transactions on systems, man, and cybernetics**, v. 20, n. 2, p. 404–418, 1990.

LEFFINGWELL, D. **Agile software requirements : lean requirements practices for teams, programs, and the enterprise**. Addison-Wesley Professional, 2010.

LI, J.; BURNHAM, J. F.; LEMLEY, T.; BRITTON, R. M.; LI, J. I. E.; BURNHAM, J. F.; LEMLEY, T. Citation analysis: Comparison of web of science®, scopus™, SciFinder®, and google scholar. **Journal of electronic resources in medical libraries**, v. 7, n. 3, p. 196-217, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/15424065.2010.505518>

LITTLE, T. Context-Adaptive Agility: Managing Complexity and Uncertainty. **IEEE software**, v. 22, n. 3, p. 28–35, 2005.

LIU, H.; QIAO, M.; GREENIA, D.; AKKIRAJU, R.; DILL, S.; NAKAMURA, T.; SONG, Y.; NEZHAD, H. M. A Machine Learning Approach to Combining Individual Strength and Team Features for Team Recommendation. **2014 13th International Conference on Machine Learning and Applications**, p. 213–218, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/ICMLA.2014.39>

LIU, H.; SKIBNIEWSKI, M. J.; JU, Q.; LI, J.; JIANG, H. BIM-enabled construction innovation through collaboration: a mixed-methods systematic review. **Engineering, Construction and Architectural Management**, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/ECAM-03-2020-0181>

LLAVE, M. R. Business Intelligence and Analytics in Small and Medium-sized Enterprises: A Systematic Literature Review. **Procedia Computer Science**, v. 121, p. 194–205, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.11.027>

LUO, L.; HE, Q.; JASELSKIS, E. J.; ASCE, A. M.; XIE, J. Construction project complexity: research trends and implications. **Journal of construction engineering and management**, v. 143, n. 7, p. 04017019, 2017.. Disponível em: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001306](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001306).

MAGISTRETTI, S.; TRABUCCHI, D.; DELL'ERA, C.; BUGANZA, T. A New Path Toward a Hybrid Model: Insights from PwC's Italian Experience Centre. **Research Technology Management**, v. 62, n. 5, p. 30–37, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/08956308.2019.1638223>

MAHMOOD, Z.; IFTIKHAR, W.; ARUN, K. C. Proposing the tailoring of traditional PMBOK activities for a software development project. **Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems**, v. 10, n. 12, p. 37–45, 2018.

MALGONDE, O.; CHARI, K. **An ensemble-based model for predicting agile software development effort**. Empirical Software Engineering, 2018.

MARKHAM, S. K.; LEE, H. Product development and management association's 2012 comparative performance assessment study. **Journal of Product Innovation Management**, v. 30, n. 3, p. 408–429, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/jpim.12025>

MCGRATH, J.; KOSTALOVA, J. Project Management Trends and New Challenges 2020+. **Hradec Economic Days. Vol. 10. Part 1**, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.36689/uhk/hed/2020-01-061>

- MCMILLAN, E. **Complexity, organizations and change**. London: Routledge, 2004.
- MICHALSKI, R. S., CARBONELL, J. G., & MITCHELL, T. M. **Machine learning: An artificial intelligence approach**. Springer Science & Business Media, 2013.
- MILLS, A.; DUREPOS, G.; WIEBE, E. **Encyclopedia of Case Study Research**, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.4135/9781412957397>
- MOHARRERI, K.; SAPRE, A. V.; RAMANATHAN, J.; RAMNATH, R. Cost-Effective Supervised Learning Models for Software Effort Estimation in Agile Environments. **2016 IEEE 40th Annual Computer Software and Applications Conference (COMPSAC)**, v. 2, p. 135–140, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/COMPSAC.2016.85>
- MORCOV, S.; PINTELON, L.; KUSTERS, R. Definitions, characteristics and measures of it project complexity-a systematic literature review. **International Journal of Information Systems and Project Management**, v. 8, n. 2, p. 5–21, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.12821/ijispm080201>
- MORRIS, J. A.; GARDNER, M. J. Statistics in medicine: Calculating confidence intervals for relative risks (odds ratios) and standardised ratios and rates. **British medical journal (Clinical research ed.)**, v. 296, n. 6632, p. 1313–1316, 1988. Disponível em: <https://doi.org/10.1136/bmj.296.6632.1313>
- MOTTA, C. L. D. et al. Sistemas de recomendação. In: **Pimentel, M.; Fuks, H. “Sistemas colaborativos”**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.
- MUSAWIR, A. ul; ABD-KARIM, S. B.; MOHD-DANURI, M. S. Project governance and its role in enabling organizational strategy implementation: A systematic literature review. **International Journal of Project Management**, v. 38, n. 1, p. 1-16, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2019.09.007>
- NAFEI, W. Organizational Agility: The Key to Organizational Success. **International Journal of Business and Management**, v. 11, n. 5, p. 296–309, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.5539/ijbm.v11n5p296>
- NAWROCKI, J.; OLEK, L.; JASINSKI, M.; PALIŚWIAT, B.; WALTER, B.; PIETRZAK, B.; GODEK, P. Balancing agility and discipline with XPrince. **Lecture Notes in Computer Science**, p. 266–277, 2006. Disponível em: https://doi.org/10.1007/11751113_19
- NIEDERMAN, F.; LECHLER, T.; PETIT, Y. A Research Agenda for Extending Agile Practices In Software Development and Additional Task Domains. **Project Management Journal**, v. 49, n. 6, p. 3–17, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/8756972818802713>
- NOORDZIJ, M.; DIEPEN, M. Van; CASKEY, F. C.; JAGER, K. J. Full Review Relative risk versus absolute risk: one cannot be interpreted without the other. n. February, **Nephrology Dialysis Transplantation**, v. 32, n. suppl_2, p. ii13-ii18, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/ndt/gfw465>
- ORAEI, M.; HOSSEINI, M. R.; PAPADONIKOLAKI, E.; PALLIYAGURU, R.; ARASHPOUR, M. Collaboration in BIM-based construction networks: A bibliometric-qualitative literature review. **International Journal of Project Management**, v. 35, n. 7, p. 1288–1301, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2017.07.001>
- PAASIVAARA, M.; DURASIEWICZ, S.; LASSENIUS, C. Distributed agile development: Using scrum in a large project. In: 2008, **2008 IEEE International Conference on Global Software Engineering**. : IEEE, 2008. p. 87–95. Disponível em:

<https://doi.org/10.1109/ICGSE.2008.38>

PAASIVAARA, M.; DURASIEWICZ, S.; LASSENIUS, C. Using Scrum in Distributed Agile Development: A Multiple Case Study. *In: 2009, 2009 Fourth IEEE International Conference on Global Software Engineering.* : IEEE, 2009. p. 195–204. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/ICGSE.2009.27>

PAASIVAARA, M.; LASSENIUS, C. Scaling Scrum in a Large Distributed Project. *In: 2011, 2011 International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement.* : IEEE, 2011. p. 363–367. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/ESEM.2011.49>

PAPADAKIS, E.; TSIRONIS, L. Hybrid methods and practices associated with agile methods, method tailoring and delivery of projects in a non-software context. **Procedia Computer Science**, v. 138, p. 739–746, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.10.097>

PARK, J. S.; CHEN, M. S.; YU, P. S. . An effective hash-based algorithm for mining association rules. **Proceedings of the 1995 ACM SIGMOD international conference on Management of data**, v. 24, n. 2, p. 175–186, 1995. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/568271.223813>

PARSANEJAD, M. Applying Association Rules to Explore Relationships among Project Success Criteria. **Journal of Industrial and Intelligent Information**, v. 1, n. 2, p. 77–80, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.12720/jiii.1.2.77-80>

PETERS, T.; RODABAUGH, K. **Thriving on chaos: Handbook for a management revolution.** 1988.

PICH, M. T.; LOCH, C. H.; MEYER, A. De. On uncertainty, ambiguity, and complexity in project management. **Management Science**, v. 48, n. 8, p. 1008–1023, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1287/mnsc.48.8.1008.163>

PINO, F. J.; PEDREIRA, O.; GARCÍA, F.; RODRÍGUEZ, M.; PIATTINI, M. Using Scrum to guide the execution of software process improvement in small organizations. **The Journal of Systems & Software**, v. 83, n. 10, p. 1662–1677, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jss.2010.03.077>

PLATT, J. C. Fast training of support vector machines using sequential minimal optimization. **Advances in kernel methods**, p. 185–208, 1999.

PMI. Success Rates Rise: Transforming the high cost of low performance. **PMI's Pulse of the Profession**, n. 9th Global Project Management Survey, p. 32, 2017 a. Disponível em: <http://www.pmi.org/-/media/pmi/documents/public/pdf/learning/thought-leadership/pulse/pulse-of-the-profession-2017.pdf>

PMI. **A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide)**. 6. ed. Newtown Square, Pa: Project Management Institute, 2017 b.

PMI. Success in Disruptive Times: Expanding the Value Delivery Landscape to Address the High Cost of Low Performance. **PMI's Pulse of the Profession**, n. 10th Global Project Management Survey, p. 36, 2018.

PMI. The Future of Work: Leading the way with PMTQ. **PMI's Pulse of the Profession**, n. 11th Global Project Management Survey, p. 8, 2019.

PMI. **The standard for project management and a guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide)**. 7. ed. Newtown Square, 2021.

POSPIESZNY, P.; CZARNACKA-CHROBOT, B.; KOBYLINSKI, A. An effective approach for software project effort and duration estimation with machine learning algorithms. **The Journal of Systems & Software**, v. 137, p. 184–196, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jss.2017.11.066>

PRASAD, A.; ARSIWALA, J.; SINGH, P. P. Estimating and improving the probability of success of a software project by analysing the factors involved using data mining. **Proceedings - 2010 International Conference on Artificial Intelligence and Education, ICAIE 2010**, n. 1, p. 391–394, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/ICAIE.2010.5641159>

QUMER, A.; HENDERSON-SELLERS, B. A framework to support the evaluation, adoption and improvement of agile methods in practice. **Journal of Systems and Software**, v. 81, n. 11, p. 1899–1919, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jss.2007.12.806>

RAHIMIAN, V.; RAMSIN, R. Designing an agile methodology for mobile software development: a hybrid method engineering approach. **Research Challenges in Information Science**, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/RCIS.2008.4632123>

RANGANATHAN, P.; AGGARWAL, R.; PRAMESH, C. Common pitfalls in statistical analysis: Odds versus risk. **Perspectives in Clinical Research**, v. 6, n. 4, p. 222, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.4103/2229-3485.167092>

RESNICK, P.; VARIAN, H. R. Recommender systems. **Communications of the ACM**, v. 40, n. 3, p. 56–58, 1997.

RICCI, F.; SHAPIRA, B.; ROKACH, L. **Recommender systems: introduction and challenges**. Boston: Springer, 2015.

RIESENER, M.; DÖLLE, C.; AYS, J.; AYS, J. L. Hybridization of Development Projects Through Process-related Combination of Agile and Plan-driven Approaches. **IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management**, p. 602–606, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/IEEM.2018.8607323>

ROCHA, F. G.; SABINO, R. F.; SUELY, T.; SILVA, C.; SANTANA, L. F. Scrum as a way to manage students in projects of technological development and scientific initiation: a case study conducted at UNIT / SE. **Revista EDaPECI**, v. 2, p. 213–223, 2017.

ROZENFELD, H.; FORCELLINI, F.; AMARAL, D.; TOLEDO, J.; SILVA, S.; ALLIPRANDINI, D.; SCALICE, R. **Gestão de Desenvolvimento de Produtos Uma Referência para a Melhoria do Processo**. Saraiva, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

SAMATH, S.; UDALAGAMA, D.; KURUKULASOORIYA, H.; PREMARATHNE, D.; THELIJAGODA, S. Collabcrew - An Intelligent Tool for Dynamic Task Allocation within a Software Development Team. **International Conference on Software, Knowledge, Information Management and Applications (SKIMA) Collabcrew**, 2017.

SAN CRISTÓBAL, J. R.; DIAZ, E.; CARRAL, L.; FRAGUELA, J. A.; IGLESIAS, G. Complexity and Project Management: Challenges, Opportunities, and Future Research. **Complexity**, 2019.

SAVASERE, A.; OMIECINSKI, E. R.; NAVATHE, S. An efficient algorithm for mining association rules in large databases. **Proc 1995 Int Conf Very Large Data Bases VLDB95**, v. 5, n. 1, p. 432–444, 1995. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/WKDD.2008.33>

SAVCHUK, T. O.; PRYIMAK, N. V.; ASSEMBAY, A.; ZYSKA, T.; JUNISBEKOV, M.;

ANNABAEV, A. The technology of searching the associative rules while developing the software. **Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High Energy Physics Experiments** 2017, v. 10445, n. 10445, p. 104451Y, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1117/12.2280900>

SCHREIBER, R. R.; ZYLKA, M. P. Social Network Analysis in Software Development Projects: A Systematic Literature Review. **International Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering**, v. 30, n. 03, p. 321-362, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1142/S021819402050014X>

SCHUH, G.; GARTZEN, T.; SOUCY-BOUCHARD, S.; BASSE, F. Enabling agility in product development through an adaptive engineering change management. **Procedia CIRP**, v. 63, p. 342–347, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.03.106>

SCHÜNEMANN, H. J.; OXMAN, A. D.; BROZEK, J.; GLASZIOU, P.; JAESCHKE, R.; VIST, G. E., ...; BOSSUYT, P. Grading quality of evidence and strength of recommendations for diagnostic tests and strategies. **BMJ: British Medical Journal**, v. 336, n. 7653, p. 1106–1110, 2008.

SCHWABER, K. **Agile Project Management with Scrum**. Microsoft Press, 2004 a. *E-book*. Disponível em: <https://doi.org/10.1201/9781420084191-c2>

SCHWABER, K. **Agile Project Management with Scrum**. Washington: Microsoft Press, 2004 b.

SCOTT, E. Using developers' features to estimate story points. In: **Proceedings of the 2018 International Conference on Software and System Process**, p. 106–110, 2018.

SERRADOR, P.; PINTO, J. K. Does Agile work? — A quantitative analysis of agile project success. **International Journal of Project Management**, v. 33, n. 5, p. 1040–1051, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2015.01.006>

SEYAM, M. S.; GALAL-EDEEN, G. H. Traditional versus Agile : The Tragile Framework for Information Systems Development. **International Journal of Software Engineering (IJSE)**, v. 4, n. 1, p. 63–93, 2011.

SHARMA, A.; BAWA, R. K. Modified fuzzy PROMETHEE approach for agile method selection using fuzzy AHP. **IJCTA**, v. 9, n. 41, p. 641–649, 2016.

SHENHAR, A.; DVIR, D. **Reinventing Project Management: the diamond approach to successful growth and innovation**. Boston: Harvard Business School Press, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2007.12.001>

SILVA, A. **Adaptação de indicadores de agilidade para gestão ágil de projetos no Azure DevOps**. 2021. - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2021.

SILVA, F. B. Proposta e avaliação de um procedimento de planejamento de tempo combinado ágil e tradicional. **Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo**, 2015.

SILVA, F. B.; BIANCHI, M. J.; AMARAL, D. C. Evaluating combined project management models: strategies for agile and plan-driven integration. **Product Management & Development**, v. 17, n. 1, p. 15–30, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.4322/pmd.2019.003>

SILVA, V. B. S.; SCHRAMM, F.; DAMASCENO, A. C. A multicriteria approach for selection

of agile methodologies in software development projects. *In: 2016, 2016 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC)*. : IEEE, 2016. p. 2056–2060.

SISTROM, C. L.; GARVAN, C. W. Proportions, odds, and risk. **Radiology**, v. 230, n. 1, p. 12–19, 2004.

SOARES, M.; VIANA, P. Tuning metadata for better movie content-based recommendation systems. **Multimedia Tools and Applications**, v. 74, n. 17, p. 7015–7036, 2015.

SOMMER, A. F.; HEDEGAARD, C.; DUKOVSKA-POPOVSKA, I.; STEGER-JENSEN, K. Improved Product Development Performance through Agile/Stage-Gate Hybrids: The Next-Generation Stage-Gate Process? **Research Technology Management**, v. 58, n. 1, p. 34–44, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.5437/08956308X5801236>

SONG, Q.; SHEPPERD, M.; CARTWRIGHT, M.; MAIR, C. Software defect association mining and defect correction effort prediction. **IEEE Transactions on Software Engineering**, v. 32, n. 2, p. 69–82, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/TSE.2006.1599417>

SONG, Q.; ZHU, X.; WANG, G.; SUN, H.; JIANG, H.; XUE, C. A machine learning based software process model recommendation method. **Journal of Systems and Software**, v. 118, p. 85-100, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jss.2016.05.002>

ŠPUNDAK, M. Mixed Agile/Traditional Project Management Methodology – Reality or Illusion? **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 119, n. 1, p. 939–948, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.03.105>

SRIVANNABOON, S. Toward a contingency approach: Tailoring project management to achieve a competitive advantage. **Portland International Conference on Management of Engineering and Technology**, v. 5, n. c, p. 2187–2194, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/PICMET.2006.296807>

STAKE, R. E. **The Art of Case Study Research**. Sage, 1995.

STIEF, P.; DANTAN, J.; ETIENNE, A.; SIADAT, A. A Hybrid Innovation Management Framework for Manufacturing–Enablers for more Agility in Plants. **Procedia CIRP**, v. 72, p. 1154–1159, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.04.022>

SULTANA, S.; MOTLA, Y. H.; ASGHAR, S.; JAMAL, M.; AZAD, R. A Hybrid Model by Integrating Agile Practices for Pakistani Software Industry. *In: 2014, 2014 International Conference on Electronics, Communications and Computers (CONIELECOMP)*. : IEEE, 2014. p. 256–262. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/CONIELECOMP.2014.6808600>

TAN, P.; STEINBACH, M.; VIPIN, K. **Introduction to Data Mining: Instructor’s Solution Manual**. Second ed. Pearson Addison-Wesley, 2006.

TWALA, B. Ensemble missing data techniques for software effort prediction. n. May, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.3233/IDA-2010-0423>

VELOSO, M. J. S. A. **Regras de associação aplicadas a um método de apoio ao planejamento de recursos humanos**. 2003. - Universidade do Porto, 2003.

VERSIONE, C. **14th Annual State Of Agile Report**. 2020.

VERSIONONE. State of Agile Survey. **VersionOne Inc**, 2016.

VERSIONONE. State of Agile Survey. **VersionOne Inc**, 2017.

VERSIONONE. State of Agile Survey. **VersionOne Inc**, 2018.

VIGNEAULT, M. A.; BOTON, C.; CHONG, H. Y.; COOPER-COOKE, B. An Innovative Framework of 5D BIM Solutions for Construction Cost Management: A Systematic Review. **Archives of Computational Methods in Engineering**, v. 27, n. 4, p. 1013–1030, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11831-019-09341-z>

VINEKAR, V.; SLINKMAN, C. W.; NERUR, S. Can Agile and Traditional Systems Development Approaches Coexist? An Ambidextrous View. **Information Systems Management**, v. 23, n. 3, p. 31–42, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1201/1078.10580530/46108.23.3.20060601/93705.4>

WANG, Y.; SONG, Q.; SHEN, J. Grey learning based software stage-effort estimation. In: **2007 International Conference on Machine Learning and Cybernetics**. IEEE, 2007.

WEINREICH, R.; NEUMANN, N.; RIEDEL, R.; MÜLLER, E.; WEINREICH, R.; NEUMANN, N.; RIEDEL, R.; MÜLLER, E.; PROJECT, A. Scrum as method for agile project management outside of the product development area. In: 2016, **IFIP International Conference on Advances in Production Management Systems**. : Springer, 2016.

WHITAKER, S. D. T. The art of tailoring: Making your project methodology fit. **Project Management Institute**, 2012.

WHITAKER, S. D. T. The benefits of tailoring: Making a project management methodology fit. **Project Management Institute**, 2014.

WINTER, J. C. F. De; ZADPOOR, A. A.; DODOU, D. The expansion of Google Scholar versus Web of Science: a longitudinal study. p. 1547–1565, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11192-013-1089-2>

WYSOCKI, R. .; MCGARY, R. **Effective Project Management: traditional, adaptative, extreme**. Indiana: Wiley Publishing, Inc., 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

WYSOCKI, R. K. **Effective Software Project Management**. Wiley Publishing, Inc., 2007.

WYSOCKI, R. K. **Effective Project Management**. 8. ed. Wiley, 2019.

XU, L. Da; DUAN, L. Big data for cyber physical systems in industry 4 . 0: a survey. **Enterprise Information Systems**, v. 13, n. 2, p. 148–169, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/17517575.2018.1442934>

YIN, R. K. **Case study research and applications: Design and methods**. Sixth edit ed. Sage Publications, 2018.

YU, Y.; CHAN, A. P. C.; CHEN, C.; DARKO, A. Critical Risk Factors of Transnational Public–Private Partnership Projects: Literature Review. **Journal of Infrastructure Systems**, v. 24, n. 1, p. 04017042, 2018. Disponível em: [https://doi.org/10.1061/\(asce\)is.1943-555x.0000405](https://doi.org/10.1061/(asce)is.1943-555x.0000405)

ZAKI, K. M.; MOAWAD, R. A Hybrid Disciplined Agile Software Process Model. **The 7th International Conference on Informatics and Systems (INFOS)**, 2010.

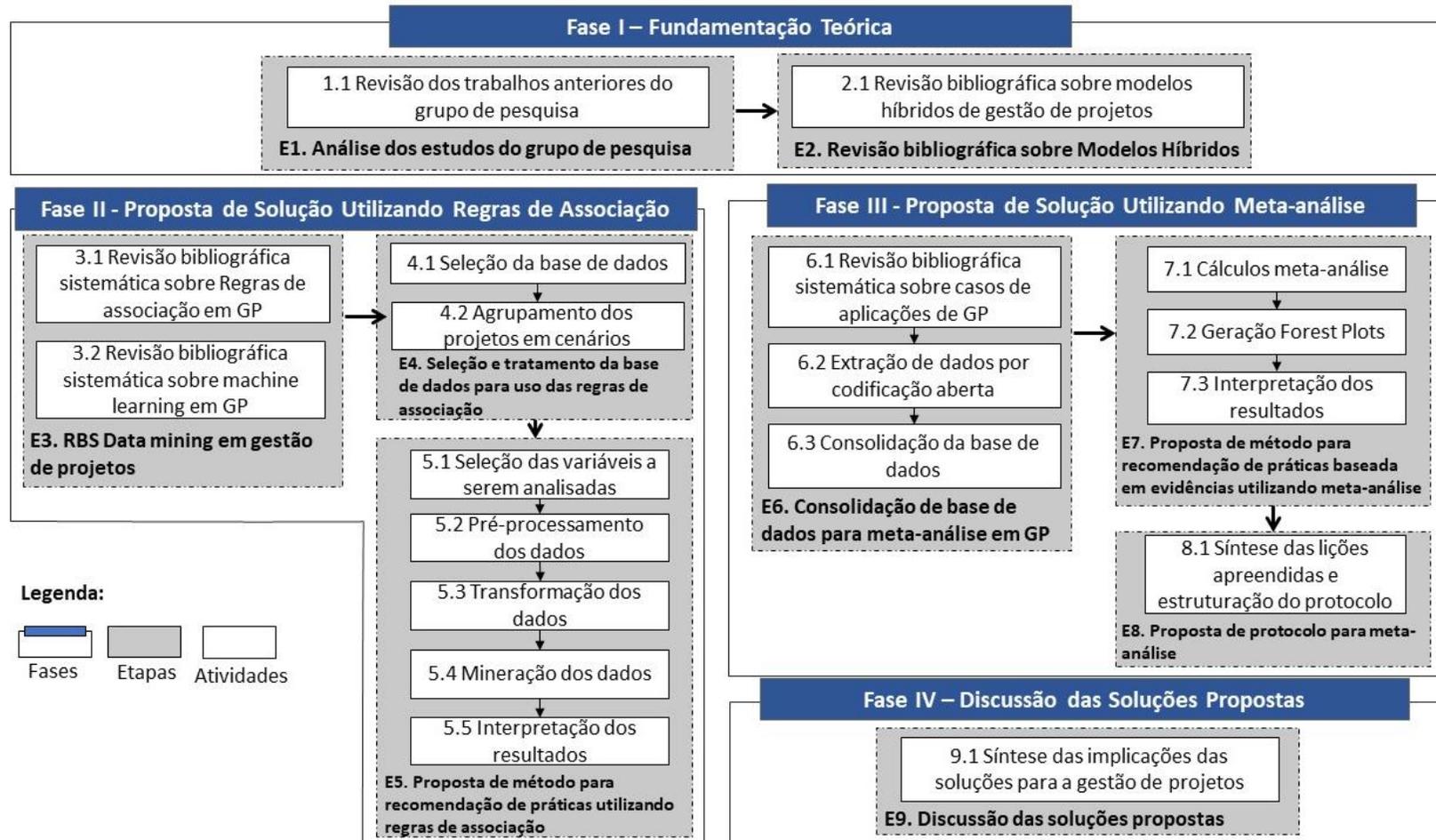
ZASA, F. P.; PATRUCCO, A.; PELLIZZONI, E. Managing the Hybrid Organization: How Can Agile and Traditional Project Management Coexist? **Research Technology Management**, v. 64, n. 1, p. 54–63, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/08956308.2021.1843331>

ZUPIC, I. Bibliometric Methods in Management and Organization. **Organizational Research Methods**, v. 18, n. 3, p. 429–472, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/1094428114562629>

APÊNDICES

APÊNDICE A – Fases e Etapas da Pesquisa

Figura 24 - Ilustração ampliada das fases e etapas de pesquisa.



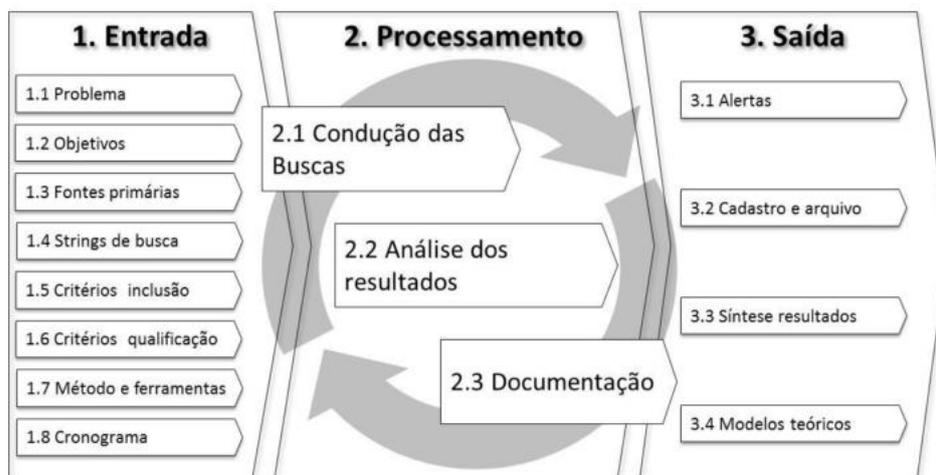
Fonte: Elaborado pelo autor.

APÊNDICE B – Definição do procedimento de revisão bibliográfica sistemática

Foram realizadas ao todo três revisões bibliográficas sistemáticas ao longo do desenvolvimento da presente pesquisa, com diferentes focos e objetivos. A primeira teve como objetivo identificar estudos na literatura que envolviam o uso da técnica de regras de associação na área de gerenciamento de projetos. A segunda buscou identificar estudos sobre aplicações das técnicas de aprendizado de máquinas em gestão de projetos. A terceira teve como objetivo identificar estudos de caso que descrevessem a aplicação de métodos, práticas, técnicas e ferramentas no gerenciamento de projetos.

O método de revisão bibliográfica sistemática (RBS) utilizado no estudo foi o proposto por Conforto, Amaral e Silva (2011), sendo conhecido como RBS Roadmap (Figura 25). A RBS é o processo de coletar, conhecer, compreender, analisar, sintetizar e avaliar um conjunto de artigos científicos com o propósito de criar um embasamento teórico-científico (estado da arte) sobre um determinado tópico ou assunto pesquisado (CONFORTO; AMARAL; SILVA, 2011).

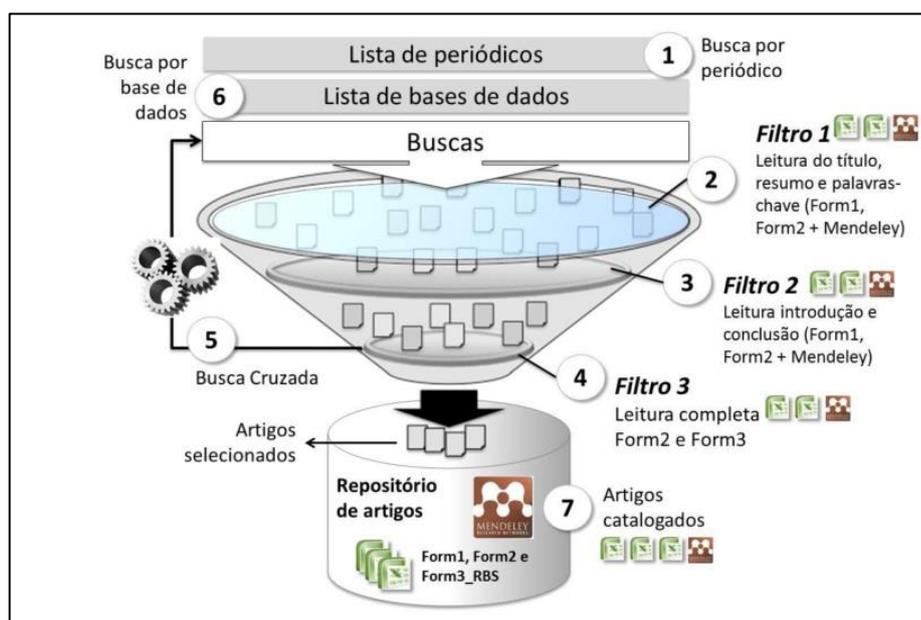
Figura 25 - Modelo para condução da revisão bibliográfica sistemática (RBS Roadmap).



Fonte: Conforto, Amaral e Silva (2011).

O processo utilizado na execução da RBS está ilustrado na Figura 26. O primeiro passo é definir as strings de busca para serem utilizadas nos mecanismos de busca do periódico ou base de dados que será utilizado.

Figura 26 - Procedimento iterativo da fase de processamento.



Fonte: Conforto, Amaral e Silva (2011).

Cada *string* de busca é destinada a uma busca (tema) específica. Serão conduzidas três buscas distintas, cada uma com sua respectiva *string*, atendendo individualmente seus objetivos. Definidas as *strings*, a ocorre a condução das buscas (1, 2 e 3) nos periódicos.

Uma vez concluídas a busca inicia-se a triagem dos resultados obtidos. Os artigos que estiverem alinhados com os objetivos da busca são submetidos ao Filtro 1. O Filtro 1 consiste na leitura do título, resumo e palavras-chave. A leitura desses campos é necessária para avaliação da aderência do trabalho aos critérios de inclusão do estudo. Caso o artigo não atenda aos critérios estipulados, o artigo é excluído da análise.

Os artigos que atenderem aos critérios passam para o Filtro 2. Nesse filtro ocorre a leitura da introdução e conclusão do artigo, considerando os critérios preestabelecidos. Novamente se o trabalho não atender aos critérios, exclui-se o mesmo da análise, não sendo considerado nas análises finais.

Os artigos selecionados passam pelo terceiro e último filtro – Filtro 3. Nesse filtro ocorre a leitura completa do artigo. Todos os artigos que passarem por esse filtro, baseado nos critérios, são catalogados.

O processo também conta com uma etapa conhecida como busca cruzada. Nessa busca procura dentro dos artigos selecionados referências que podem ser relevantes para o tema que se está pesquisando. Os artigos provenientes das buscas cruzadas são submetidos aos mesmos critérios de inclusão e filtros de pesquisa. Todos os artigos selecionados são armazenados e catalogados em um software de gerenciamento de documentos, no caso utilizamos o Mendeley.

A seguir estão descritas em detalhes as revisões sobre cada tema estudado no desenvolvimento dessa pesquisa.

a) Revisão bibliográficas sobre regra de associação e gestão de projetos

A primeira RBS (regras de associação e gestão de projetos) foi formulada na forma de perguntas e essas utilizadas como referência na condução da pesquisa, sendo elas:

- Existem propostas na literatura que visam identificar padrões de práticas de gestão utilizadas em diferentes tipos de projetos? e

- Seria possível identificar padrões de práticas de gestão por meio de regras de associação que quando utilizadas poderiam aumentar o nível de agilidade do projeto?

Assim, o objetivo dessa primeira revisão bibliográfica foi investigar a presença de estudos que relacionassem a técnica de regras de associação com práticas de gestão, a fim de encontrar padrões/recomendações que permitissem a escolha de práticas de gestão apropriadas às características de um determinado projeto e/ou na customização de modelos híbridos de gestão.

As *strings* de busca foram definidas de acordo com o objetivo da revisão bibliográfica e estão representadas no Quadro 19.

Quadro 19 - Strings de busca utilizadas na RBS sobre regras de associação e GP.

Operadores lógicos	Strings de busca
	"Association Rules" or "Association analysis" or "Apriori Algorithm"
AND	Project* or "Project management" or "Project assessment" or "Agile" or "Plan-driven" or "waterfall"
NOT	Disease* or Gene* or Health* or Bio* or Medical or Diagnosis or Diabetes or Disorder or cancer

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os critérios de inclusão dos artigos foram estabelecidos de acordo com o objetivo do estudo e estão elencados abaixo:

C 1 - Descrever sobre aplicações de regras de associação na área de gestão de projetos;

C 2 - Descrever sobre o uso de regras de associação na escolha de práticas de gestão de projetos;

C 3 – Relacionar o uso de regras de associação na configuração de modelos de gestão de projetos.

As buscas foram realizadas entre os meses de Janeiro e Fevereiro de 2018 nas bases de dados *Web of Science*®, *Scopus* e *Google Scholar*, e retornaram um total de 1101 resultados considerando as três bases de dados e sem eliminar os trabalhos em comum entre elas. Os trabalhos encontrados passaram pela fase de processamento da RBS proposto por Conforto, Amaral e Silva (2001), o qual pode ser conferido na Figura 26.

De acordo com a Figura 26 os trabalhos devem passar por 3 filtros ao longo da RBS. Estipulou-se utilizar o critério 1 para o filtro 1, o critério 2 para o filtro 2 e o critério 3 para o filtro 3. A revisão foi realizada com apoio do programa Mendeley⁷, um software desenvolvido para gestão de referências bibliográficas.

Após a definição dos critérios, os artigos encontrados de acordo com o primeiro filtro foram analisados por meio de seus títulos, resumos e palavras-chaves. Do total, 50 trabalhos passaram para o segundo filtro, que consistia na leitura da introdução e conclusão desses. Novamente, os trabalhos que não atenderam aos critérios determinados foram descartados, sobrando 15 trabalhos que seguiram para o terceiro e último filtro. Esse, consistiu da leitura completa dos trabalhos selecionados. Após a análise, 11 artigos passaram pelo terceiro filtro.

Apesar de não encontrar trabalhos que remetesse exatamente ao tema da presente pesquisa, os trabalhos analisados dessa fase foram importantes para entender como as regras de associações estão presentes na área de gestão de projetos. Uma síntese dos diferentes temas entre os trabalhos analisados pode ser conferida na 2.2.2.1.1.

Além disso a busca cruzada entre os artigos analisados não gerou resultados referente ao objetivo principal da revisão sistemática, porém foi importante para encontrar artigos sobre as regras de associações e o algoritmo Apriori.

b) Revisão bibliográfica sobre aprendizado de máquinas em gestão de projetos

A segunda revisão bibliográfica sistemática foi realizada a fim de analisar estudos sobre a aplicação de técnicas de aprendizado de máquinas na área de gestão de projetos, visando identificar a existência de trabalhos capazes de criar recomendações de práticas ou modelos de gestão. As *strings* de busca foram definidas de acordo com o objetivo da revisão biográfica e estão representadas no Quadro 20.

⁷ <https://www.mendeley.com/>

Quadro 20 - Strings de busca utilizadas na RBS sobre modelos combinados.

Operadores lógicos	Strings de busca
	<i>"Project management" or "Plan-driven" or "waterfall" or "PMBOK" or "Agile Methods" or "Agile" or "Scrum" or "Extreme Programming"</i>
<i>AND</i>	<i>"Machine learning"</i>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os critérios de inclusão dos artigos foram estabelecidos de acordo com o objetivo do estudo e estão elencados abaixo:

C1 - Descrever sobre aplicações de aprendizado de máquinas na área de gestão de projetos;

C2 - Descrever sobre uso de aprendizado de máquinas no planejamento de projetos (sistema de recomendação, estimativa, previsão, etc);

C3 – Descrever sobre uso de aprendizado de máquinas na escolha de práticas ou na customização de modelos/métodos de gestão de projetos.

As buscas foram realizadas entre os meses de Dezembro/18 e Janeiro de 2019 nas bases de dados *Web of Science*®, *Scopus* e *Google Scholar*, e retornaram um total de 537 resultados considerando as três bases de dados e sem eliminar os trabalhos em comum entre elas. Os trabalhos encontrados passaram pela fase de processamento da RBS proposto por Conforto, Amaral e Silva (2001).

Após a definição dos critérios, 35 artigos foram selecionados no filtro 1. Desse total, 16 trabalhos passaram para o segundo filtro, e por fim 2 artigos seguiram para o terceiro e último filtro. Esses, foram os únicos trabalhos selecionados, os quais estavam alinhados com o problema de pesquisa.

Tal fato indica o caráter inovador da presente pesquisa, uma vez que foram encontrados apenas dois trabalhos que relacionassem recomendassem práticas ou modelos de gestão de projetos utilizando aprendizado de máquinas. O resultado dessa revisão pode ser conferido na seção 2.2.3.1 desse trabalho.

c) Revisão bibliográfica sistemática sobre casos de aplicações de gestão de projetos

A terceira RBS teve o objetivo de identificar estudos que descrevessem casos reais de aplicação de práticas, técnicas e ferramentas, a fim de criar uma base de dados de projetos a serem utilizadas no estudo de meta-análise, visando encontrar recomendações de práticas para diferentes tipos de projetos.

As *strings* de busca foram definidas de acordo com o objetivo da revisão bibliográfica visando a aplicação da meta-análise e estão representadas no Quadro 21.

Quadro 21 - Strings de busca utilizadas na RBS sobre fatores críticos de agilidade.

Operadores lógicos	Strings de busca
	"Project management " or "Plan-driven" or "Waterfall" or "Agile" or "Scrum" or "Extreme Programming"
<i>AND</i>	"Case stud*" or "Survey" or "Grounded theory" or "Action research" or "Implementation"
<i>AND</i>	"Practice*" or "Tools" or "technique"
<i>NOT</i>	"Agile manufacturing" or "health" or "safety" or "natur*" or "green" or "art*" or "architectural" or "Algorithms" or "game" or "BIM" or "Maturity"

Fonte: Elaborado pelo autor.

As buscas foram realizadas entre os meses de Janeiro e Fevereiro de 2020 na base de dados Web of Science®. Pela necessidade de estudos mais rigorosos e com informações de qualidade, restringimos nossos esforços de busca e análise apenas para essa base de dados, conforme explicado em detalhes na seção 0. Os critérios de inclusão dos artigos estão elencados abaixo:

C1 - O estudo deverá explorar a aplicação da gestão de projetos em casos reais de desenvolvimento de produto, serviço, software e/ou tecnologia;

C2 – A unidade de análise deve ser um ou mais projetos de características semelhantes, e não uma organização como um todo;

C3 – Os estudos devem fornecer informações sobre práticas, técnicas, ferramentas, ambiente de projeto e indicadores de desempenho.

As buscas retornaram 2206 resultados, os quais passaram pelos filtros da RBS. Desse total, 126 artigos passaram pelo primeiro filtro. Em seguida, 62 artigos passaram pelo filtro 2. Por fim, 16 artigos passaram pelo filtro 3 e atenderam aos critérios do estudo. Como resultado final, dos 16 artigos foi possível extrair informações de 20 casos de projetos que posteriormente foram utilizados no desenvolvimento da meta-análise.

APÊNDICE C – Conjuntos de variáveis utilizadas na recomendação de práticas de gestão utilizando regras de associação

Quadro 22 – Conjunto de variáveis utilizadas na recomendação de práticas de gestão utilizando regras de associação.

Dimensão	Variáveis
ACF - Fatores críticos da agilidade (Ambiente)	ACF_05 – PMExperience ACF_26-PMExperienceSimilarProjects ACF_21-TeamClientLocalization ACF_22-ClientAvailability ACF_23-ClientProductKnowledge ACF_25-TeamCompetenceAvailability ACF_27-ProjectTeamExperience ACF_28-TeamMultiSkill ACF_29-ProjectTeamSize ACF_30-ProjectTeamDedication ACF_31-ProjectTeamLocalization ACF_32-TeamAttitudeToChange ACF_34-ProjectTeamAutonomy ACF_35-ExecutiveSupport
APA - Características da agilidade (Práticas)	APA_24: The client involvement APA_33: Project team's effort to make changes in the Project APA_37: The initial description of the product/software/service APA_36: The content of the product description APA_38: The project plan content APA_39: The process undertaken in the planning activity APA_40: Project scope description content (format) APA_41: Project plan characteristics APA_42: The way the project activities/deliverables were identified and defined APA_44: The way the quantity of team members was defined APA_45: Meeting frequency between the project team and project manager and other stakeholders APA_47: The way the project progress was updated/monitored APA_48: The approach used to track the project progress/status APA_49: The tools used to monitor and control the project progress APA_50: Identify the responsible to track/update the project status
ATP - Desempenho em agilidade (Agilidade)	ATP.46 – TeamCommunicationFrequency ATP.51 – ResultDeliveryFrequency ATP.52 – ClientValidationFrequency ATP.53 – TeamDecisionTime ATP.56 - ChangeUpdateTime

APÊNDICE D – Resultados da análise de cluster para identificar diferentes cenários

Tabela 15 - Resultado da análise de clusters para identificação de cenários.

Conjunto de variáveis	Variáveis ACF	Escala de resposta	Cluster Means		
			Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3
<i>Experiência do gerente de projetos</i>	ACF_05 PMExperience	1-7	5.33	5.40	5.11
	ACF_26 PMExperienceSimilarProjects	1-7	4.15	6.02	3.98
<i>Envolvimento do cliente</i>	ACF_21 TeamClientLocalization	1-7	1.61	5.07	5.40
	ACF_22 ClientAvailability	1-7	4.08	5.54	5.43
	ACF_23 ClientProductKnowledge	1-7	3.80	5.40	4.95
<i>Habilidades e experiência em equipe</i>	ACF_25 TeamCompetenceAvailability	1-7	4.84	5.78	4.21
	ACF_27 ProjectTeamExperience	1-7	3.99	5.56	3.76
	ACF_28 TeamMultiSkill	1-7	5.14	5.13	5.44
<i>Tamanho da equipe</i>	ACF_29 ProjectTeamSize	1-7	3.85	5.82	3.85
<i>Localização e dedicação da equipe</i>	ACF_30 ProjectTeamDedication	1-7	4.84	4.59	5.44
	ACF_31 ProjectTeamLocalization	1-7	2.85	5.61	5.82
<i>Atitude e autonomia</i>	ACF_32 TeamAttitudeToChange	1-7	4.74	5.19	4.94
	ACF_34 ProjectTeamAutonomy	1-7	3.78	4.25	3.11
<i>Apoio Executivo</i>	ACF_35 ExecutiveSupport	1-7	5.63	5.22	5.67

Fonte: Elaborado pelo autor.

APÊNDICE E – Principais regras de associação geradas para cada cenário de projeto.

Lista gerada usando o algoritmo Apriori com 25% de suporte e 50% de confiança.

Cenário 1:

APA_33=YES APA_45=YES 108 ==> ATP=YES 79 <conf:(0.73)> lift:(1.27) lev:(0.06) [16] conv:(1.53)
 APA_39=YES APA_44=YES APA_45=YES 110 ==> ATP=YES 76 <conf:(0.69)> lift:(1.2) lev:(0.04) [12] conv:(1.33)
 APA_41=YES APA_45=YES 131 ==> ATP=YES 88 <conf:(0.67)> lift:(1.17) lev:(0.04) [12] conv:(1.26)
 APA_40=YES APA_44=YES APA_45=YES 114 ==> ATP=YES 76 <conf:(0.67)> lift:(1.16) lev:(0.04) [10] conv:(1.24)
 APA_36=YES APA_45=YES 143 ==> ATP=YES 95 <conf:(0.66)> lift:(1.15) lev:(0.04) [12] conv:(1.24)
 APA_39=YES APA_44=YES 130 ==> ATP=YES 86 <conf:(0.66)> lift:(1.15) lev:(0.04) [11] conv:(1.22)
 APA_40=YES APA_42=YES 116 ==> ATP=YES 73 <conf:(0.63)> lift:(1.09) lev:(0.02) [6] conv:(1.12)
 APA_38=YES APA_39=YES 131 ==> ATP=YES 79 <conf:(0.6)> lift:(1.05) lev:(0.01) [3] conv:(1.05)

Cenário 2:

APA_41=YES APA_44=YES APA_45=YES APA_47=YES 66 ==> ATP=YES 61 <conf:(0.92)> lift:(1.23) lev:(0.06) [11] conv:(2.72)
 APA_41=YES APA_44=YES APA_45=YES APA_48=YES 62 ==> ATP=YES 56 <conf:(0.9)> lift:(1.2) lev:(0.05) [9] conv:(2.19)
 APA_36=YES APA_41=YES APA_44=YES APA_45=YES 68 ==> ATP=YES 61 <conf:(0.9)> lift:(1.19) lev:(0.05) [9] conv:(2.1)
 APA_24=YES APA_44=YES APA_45=YES APA_47=YES 64 ==> ATP=YES 56 <conf:(0.88)> lift:(1.16) lev:(0.04) [7] conv:(1.76)
 APA_41=YES APA_45=YES APA_47=YES 84 ==> ATP=YES 73 <conf:(0.87)> lift:(1.15) lev:(0.05) [9] conv:(1.73)
 APA_44=YES APA_45=YES APA_48=YES 75 ==> ATP=YES 65 <conf:(0.87)> lift:(1.15) lev:(0.04) [8] conv:(1.69)
 APA_36=YES APA_45=YES APA_48=YES 76 ==> ATP=YES 65 <conf:(0.86)> lift:(1.14) lev:(0.04) [7] conv:(1.57)
 APA_24=YES APA_36=YES APA_45=YES APA_47=YES 63 ==> ATP=YES 54 <conf:(0.86)> lift:(1.14) lev:(0.03) [6] conv:(1.56)

Cenário 3:

APA_24=YES APA_33=YES APA_41=YES 128 ==> ATP=YES 97 <conf:(0.76)> lift:(1.23) lev:(0.05) [18] conv:(1.54)
 APA_33=YES APA_44=YES APA_45=YES 135 ==> ATP=YES 101 <conf:(0.75)> lift:(1.21) lev:(0.05) [17] conv:(1.48)
 APA_24=YES APA_41=YES APA_47=YES 135 ==> ATP=YES 99 <conf:(0.73)> lift:(1.19) lev:(0.04) [15] conv:(1.4)
 APA_24=YES APA_41=YES 193 ==> ATP=YES 139 <conf:(0.72)> lift:(1.17) lev:(0.05) [20] conv:(1.35)
 APA_41=YES APA_45=YES APA_47=YES 138 ==> ATP=YES 99 <conf:(0.72)> lift:(1.16) lev:(0.04) [14] conv:(1.33)
 APA_24=YES APA_36=YES APA_41=YES 154 ==> ATP=YES 110 <conf:(0.71)> lift:(1.16) lev:(0.04) [15] conv:(1.31)
 APA_24=YES APA_39=YES APA_47=YES 133 ==> ATP=YES 93 <conf:(0.7)> lift:(1.14) lev:(0.03) [11] conv:(1