



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

Stéphanie da Silva Leal

**Desenvolvimento de um modelo de seleção e avaliação de métricas de
software para contextos ágeis**

Florianópolis

2023

Stéphanie da Silva Leal

**Desenvolvimento de um modelo de seleção e avaliação de métricas de
software para contextos ágeis**

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do título de Mestra em Ciência da Computação.

Orientador(a): Prof. Jean Carlo Rossa Hauck, Dr.

Florianópolis

2023

Leal, Stéphanie da Silva

Desenvolvimento de um modelo de seleção e avaliação de métricas de software para contextos ágeis / Stéphanie da Silva Leal; orientador, Jean Carlo Rossa Hauck, 2023.

165 p.

Tese (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, Florianópolis, 2023.

Inclui referências.

1. Ciência da Computação. 2. Seleção de métricas para métodos ágeis. I. Hauck, Jean Carlo Rossa. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós Graduação em Ciência da Computação. III. Título.

Stéphanie da Silva Leal

Desenvolvimento de um modelo de seleção e avaliação de métricas de software para contextos ágeis

O presente trabalho em nível de Mestrado foi avaliado e aprovado, em 04 de dezembro de 2023, pela banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof.(a) Fabiane Barreto Vavassori Benitti, Dr.(a)
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Ricardo Pereira e Silva, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Santiago Matalonga Motta, Dr.
University of the West of Scotland

Certificamos que esta é a versão original e final do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação.

Insira neste espaço a
assinatura digital

Coordenação do Programa de Pós-Graduação

Insira neste espaço a
assinatura digital

Prof. Jean Carlo Rossa Hauck, Dr.
Orientador

Florianópolis, 2023.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a minha família por todo apoio e suporte desde o início desta incrível jornada acadêmica, obrigada por sempre acreditarem em mim, sem o apoio de vocês nada disso seria possível!

Meu agradecimento ao meu noivo pelas boas discussões e trocas para o desenvolvimento desta pesquisa, esta trajetória não teria sido tão significativa e valiosa sem você!

E por fim, meu agradecimento ao meu orientador, você me inspirou a seguir na carreira acadêmica, agradeço por todo conhecimento compartilhado e por toda sua dedicação com esta pesquisa!

“Tell me how you measure me, and I will tell you how I will behave.”

(GOLDRATT, 1990, p.26)

RESUMO

O mercado de software cresce a cada ano, buscando soluções para necessidades e problemas, desde os mais cotidianos até os mais complexos. Entretanto, a construção de um software pode ser um processo complexo, demandando importantes decisões que podem levar a um resultado de sucesso ou não. Nesse contexto, surgem os métodos ágeis são uma alternativa para minimizar os riscos inerentes ao desenvolvimento de software. Ainda assim, projetos falham por diversos motivos, como falta de alinhamento, escopo não previsto, erros de estimativa, e neste cenário o monitoramento e controle do projeto pode fornecer informações valiosas que visam orientar possíveis mudanças antes que ocorram os problemas. Para tal, o no monitoramento e controle são utilizadas métricas. O uso de métricas adequadas pode determinar se um sistema, componente ou processo possui algum atributo em específico e, com as informações levantadas, levar a ações com propósitos claramente definidos. Entretanto, há uma quantidade significativa de métricas utilizadas nos métodos ágeis, o que pode tornar complexo o processo de seleção e utilização das métricas. Com isso, o propósito desta pesquisa é o desenvolvimento de um modelo que apoie a seleção e avaliação de métricas para os contextos ágeis de desenvolvimento de software. O modelo é desenvolvido com base no estado da arte e no estado da prática, fornecendo atividades, produtos de trabalho, papéis e sugestões de ferramentas. O modelo é documentado utilizando a linguagem *Essence* e avaliado por meio de estudos empíricos aplicados com estudantes e profissionais da área de desenvolvimento de software. Os resultados iniciais obtidos indicam a facilidade de uso do modelo e o valor que pode trazer ao apoiar na seleção de métricas adequadas a contextos ágeis.

Palavras-chave: métricas ágeis; desenvolvimento de software; informações, tomada de decisão.

ABSTRACT

The software market grows up every year to seeking solutions to solve problems, from the most every day to the most complex scenarios. However, building software can be a complex process, requiring important decisions that can lead to a successful result or not. In this context, agile methods emerge as an alternative to minimize the risks inherent to software development. Still, projects fail for various reasons, such as lack of alignment, unforeseen scope, estimation errors, and in this scenario, project monitoring and control can provide valuable information that aims to guide possible changes before problems occur. To this end, metrics are used in monitoring and control. The use of appropriate metrics can determine whether a system, component or process has any specific attribute and, with the information collected, lead to actions with clearly defined purposes. However, there are a significant number of metrics used in agile methods, which can make the process of selecting and using metrics complex. Therefore, the purpose of this research is to develop a model that supports the selection and evaluation of metrics for agile software development contexts. The model is developed based on the state of the art and state of practice, providing activities, work products, roles, and tool suggestions. The model is documented using the Essence language and evaluated through empirical studies carried out with students and professionals in the area of software development. The initial results obtained indicate the ease of use of the model and the value it can bring by supporting the selection of metrics suitable for agile contexts.

Keywords: agile metrics; software development; information, decision making.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Definição da metodologia	19
Figura 2 - Modelo de mensuração de informação	26
Figura 3 - Distribuição do Uso dos Métodos Ágeis	29
Figura 4 - Arquitetura do método	32
Figura 5 - <i>Overview</i> da linguagem	33
Figura 6 - Estrutura de um <i>Card</i>	35
Figura 7 - Papel que atua na organização	62
Figura 8 - Tempo atuando com desenvolvimento de software	63
Figura 9 - Empresas por região	64
Figura 10 - Tamanho das organizações	64
Figura 11 - Áreas de domínio	65
Figura 12 - Método ágil utilizado	66
Figura 13 - Quantidade de respondentes que utilizam métricas	69
Figura 14 - Métricas por cerimônia ágil	70
Figura 15 - Métricas agrupadas	71
Figura 16 - As métricas mais utilizadas pelas organizações	72
Figura 17 - Proposta do modelo	84
Figura 18 - Modelo MSM na linguagem <i>Essence</i>	93
Figura 19 - <i>MSM Guideline</i>	94
Figura 20 - Elementos de um <i>card</i>	95
Figura 21 - <i>Card</i> alpha	96
Figura 22 - <i>Card</i> atividade	97
Figura 23 - <i>Card</i> espaço de atividade	98
Figura 24 - <i>Card</i> produto de trabalho	99
Figura 25 - <i>Card</i> papel	100
Figura 26 - <i>Playlist</i> com os vídeos do modelo MSM	101
Figura 27 - Questionário Primeira meta	106
Figura 28 - Questionário Segunda meta	107
Figura 29 - Tabuleiro MSM	108
Figura 30 - Aplicação em sala de aula	109
Figura 31 - Resultados do Objetivo O1	110
Figura 32 - Resultados do Objetivo O2	112

Figura 33 – Registro das dores Time 1.....	116
Figura 34 - Coleta das métricas - Ciclo 1.....	118
Figura 35 - Análise das métricas - Ciclo 1.....	118
Figura 36 - Análise da métrica 1 - Ciclo 1.....	119
Figura 37 - Análise da métrica 2 - Ciclo 1.....	119
Figura 38 - Coleta das métricas - Ciclo 2.....	120
Figura 39 - Análise da métrica 1 - Ciclo 2.....	121
Figura 40 - Análise da métrica 2 - Ciclo 2.....	121
Figura 41 - Coleta das métricas - Ciclo 3.....	123
Figura 42 - Análise da métrica 1 - Ciclo 3.....	124
Figura 43 - Análise da métrica 2 - Ciclo 3.....	124
Figura 44 - Registro das dores Time 2.....	126
Figura 45 - Coleta das métricas Time 2.....	126
Figura 46 - Análise das métricas.....	127
Figura 47 - Resultados do Objetivo O1.....	128
Figura 48 - Resultados do Objetivo O2.....	130
Figura 49 - <i>Template</i> Definições.....	134
Figura 50 - <i>Template</i> Análise das métricas.....	136

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Etapas e métodos da abordagem metodológica	22
Quadro 2 - Classificação das métricas	43
Quadro 3 - Mapa geral dos dados extraídos	47
Quadro 4 - Relação entre categorias e os tipos de métricas	52
Quadro 5 - Perguntas derivadas	57
Quadro 6 - Resultados da Questão RQ2	90
Quadro 7 - Primeiro objetivo	104
Quadro 8 - Segundo objetivo	104
Quadro 9 - Contexto dos times	115

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Ciclos de seleção de estudos	39
Tabela 2 - Análise estatística MSL	50
Tabela 3 - Método ágil utilizado por tamanho de empresa	72
Tabela 4 - Cálculo do P-value para métodos ágeis x tamanho empresa	73
Tabela 5 - Relação entre tamanho da empresa e método ágil	73
Tabela 6 - Uso de métodos ágeis por área de atuação	74
Tabela 7 - Uso de métodos ágeis por região	74
Tabela 8 - Uso de cerimônias por tamanho de organização	75
Tabela 9 - Cálculo do P-value para cerimônias x tamanho empresa	75
Tabela 10 - Qui-quadrado para cerimônia x tamanho empresa	76
Tabela 11 - Uso de cerimônias por método ágil	76
Tabela 12 - Uso de cerimônias por área de atuação	77
Tabela 13 - Uso de cerimônias por região	77
Tabela 14 - Grupo de métrica por tamanho de empresa	78
Tabela 15 - Cálculo do p-value para grupo de métricas x tamanho empresa	78
Tabela 16 - Qui-quadrado para grupo de métricas x tamanho empresa	79
Tabela 17 - Grupo de métrica por método ágil	79
Tabela 18 - Grupo de métricas por área de atuação	80
Tabela 19 - Grupo de métrica por região	80

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

GQM	Goal Question Metric
MADS	Métodos Ágeis de Desenvolvimento de Software
MSL	Mapeamento Sistemático da Literatura
MSM	Metrics Selection Model

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	OBJETIVOS	18
1.1.1	Objetivo Geral	18
1.1.2	Objetivos Específicos.....	18
1.2	DELIMITAÇÃO DO ESCOPO	18
1.3	ABORDAGEM METODOLÓGICA.....	19
1.3.1	Etapa 1: Versão <i>draft</i> do modelo.....	20
1.3.2	Etapa 2: Versão inicial do modelo.....	21
1.3.3	Etapa 3: Versão final do modelo	21
1.4	ESTRUTURA DO TRABALHO	22
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	24
2.1	QUALIDADE DE PROCESSO E PRODUTO	24
2.2	MEDIÇÃO DE SOFTWARE	25
2.3	MÉTODOS ÁGEIS	27
2.4	MÉTRICAS ÁGEIS	30
2.4.1	OKR	31
2.5	ESSENCE	31
3	ESTADO DA ARTE	36
3.1	QUESTÃO DE PESQUISA.....	36
3.2	FONTES DE DADOS	37
3.3	CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO.....	37
3.4	<i>STRINGS</i> DE BUSCA E CRITÉRIOS	38
3.5	SELEÇÃO DOS ESTUDOS	38
3.6	ANÁLISE DOS DADOS.....	39
3.6.1	Q1: Onde as métricas ágeis são aplicadas?	39
3.6.2	Q2: Qual é o contexto de uso das métricas ágeis?.....	40
3.6.3	Q3: Como as métricas ágeis são selecionadas?.....	41
3.6.4	Q4: Quais são as métricas ágeis usadas?	42
3.6.5	Q5: Qual é o público-alvo das métricas?	44
3.6.6	Q6: Qual é o impacto do uso de métricas	45
3.6.7	Q7: O contexto de uso tem influência nas métricas selecionadas?.....	49
3.7	MAPEAMENTO E DISCUSSÃO	51
3.8	AMEAÇAS À VALIDADE	53

4	ESTADO DA PRÁTICA	55
4.1	ABORDAGEM METODOLÓGICA DO <i>SURVEY</i>	55
4.2	PLANEJAMENTO DO <i>SURVEY</i>	56
4.2.1	Definição das perguntas de pesquisa	56
4.2.2	Definição do instrumento de coleta de dados	59
4.2.3	Definição da amostragem	59
4.3	EXECUÇÃO	60
4.4	RESULTADOS	60
4.4.1	Preparação dos dados	60
4.4.2	Análise dos dados	61
	P1: Qual o perfil dos respondentes que fazem uso de métricas ágeis?.....	61
	P2: Qual o perfil das organizações que fazem uso de métricas ágeis?	63
	P3: Como as métricas são selecionadas?	66
	P4: Como as métricas são utilizadas?	69
	P5: Quais são as métricas mais utilizadas?	71
	P6: Qual impacto do perfil organizacional no método ágil utilizado?.....	72
	P7: Qual o impacto do perfil organizacional em como as métricas são utilizadas?	75
	P8: Qual o impacto do perfil organizacional entre os grupos de métricas mais utilizados?.....	78
4.5	DISCUSSÃO	81
4.6	AMEAÇAS À VALIDADE	81
5	DESENVOLVIMENTO	83
5.1	ETAPA 1: DESENVOLVIMENTO DA VERSÃO <i>DRAFT</i> DO MODELO	83
5.1.1	Estado da arte	83
5.1.2	Versão draft do Modelo	84
5.1.3	Suporte ferramental	86
5.1.4	Pesquisa-ação	87
5.2	ETAPA 2: DESENVOLVIMENTO DA VERSÃO INICIAL DO MODELO	92
5.2.1	Estado da prática	92
5.2.2	Documentação do modelo	92
5.2.3	Vídeos explicativos.....	100
5.3	CONSIDERAÇÕES FINAIS	101
6	AVALIAÇÃO	103
6.1	PLANEJAMENTO DA AVALIAÇÃO	103
6.1.1	Definição do instrumento de coleta de dados	105

6.2	AVALIAÇÃO INICIAL.....	107
6.2.1	Análise dos dados	109
6.3	AVALIAÇÃO COM ESTUDO DE CASO.....	114
6.3.1	Planejamento do estudo de caso	114
6.3.2	Coletas de dados	115
6.3.3	Time 1 – Utilização do modelo.....	116
6.3.4	Time 2 – Utilização do modelo.....	125
6.3.5	Análise os dados do estudo de caso.....	127
6.4	DISCUSSÃO	132
6.5	AMEAÇAS À VALIDADE	133
6.6	REFINAMENTO DO MODELO	133
7	CONCLUSÃO	137
	REFERÊNCIAS.....	139
	APÊNDICE A – ESTUDOS SELECIONADOS	144
	APÊNDICE B – ROTEIRO DOS CARDS	146

1. INTRODUÇÃO

A importância que a tecnologia vem alcançando em todos os tipos de organizações é evidente, e a construção de software tem sido uma solução para manter as organizações competitivas frente aos desafios do mercado. Entretanto, segundo Bartié (2002), o desenvolvimento de software é um processo altamente complexo sendo que até 50% dos projetos não atingem completamente seus objetivos (CHAOS REPORT, 2018).

A engenharia de software procura lidar com essa complexidade, fornecendo um framework para tornar possível a construção de software com qualidade (PRESSMAN, 2006). Com a evolução da engenharia de software, os Métodos Ágeis de Desenvolvimento de Software (MADS) surgiram como alternativa para responder a complexidade por meio de valores e princípios como: pequenos incrementos, entrega contínua e frequente, abertura a mudanças, visibilidade do trabalho e gerenciamento de expectativas (AGILE MANIFESTO, 2001; CONCHA et al., 2007).

Os métodos ágeis têm ajudado organizações de software a gerenciar mudanças de prioridades, acelerar a entrega de software e aumentar produtividade da equipe (HAYES et al, 2014). Essas características, alinhadas com a necessidade de velocidade dos processos organizacionais nos dias de hoje, garantiram o crescimento contínuo na adoção dos métodos ágeis desde sua formalização em 2001 (BECK, 2001; VERSIONONE, 2022). Dentre os métodos ágeis existentes atualmente, os mais utilizados pelas organizações de software têm sido Scrum, Kanban, ScrumBan, modelos híbridos, Scrum+XP e Lean (VERSIONONE, 2022).

No entanto, apesar das diversas vantagens, projetos desenvolvidos utilizando métodos ágeis também falham por várias razões como: capacidade da equipe, falta de envolvimento do cliente, tamanho inadequado da organização, falta de gerenciamento de projetos, entre outros (TAM et al., 2020; DHIR et al., 2019; TANNER et al., 2014).

Para aumentar a taxa de sucesso dos projetos de software, o gerenciamento de projetos em métodos ágeis tem sido complementado por práticas tradicionais como o uso de métricas para monitoramento e controle de projetos (MOUNIR et al, 2020; BATRA; JATAIN, 2020; MAS et al, 2020). No desenvolvimento de software tradicional ou métodos prescritivos, o processo de medição (PETERSEN et al, 2008) é normalmente usado para apoiar o gerenciamento de projetos.

A melhoria dos aspectos do processo de desenvolvimento de software que possivelmente causam a falha dos projetos, conforme abordado anteriormente, tipicamente exige o monitoramento dos projetos. O monitoramento dos projetos é normalmente realizado por meio de métricas, que devem levar a ações com propósitos claramente definidos (ISO/IEC 15939, 2017). Uma métrica é um método para determinar se um sistema, componente ou processo possui algum atributo em específico, geralmente é calculada por meio de medidas. Uma medida por sua vez é uma avaliação em relação a algum padrão ou um método de medição específico (IEEE, 1990). Por exemplo, para o atributo confiabilidade de um sistema, a métrica pode ser a taxa de falhas em um período e a medida relacionada pode ser a porcentagem de tempo em que o sistema não obteve falhas.

Nesse sentido, a medição de software fornece a compreensão e controle sobre os projetos, permitindo analisar a qualidade com base nos dados do projeto, estabelecendo um controle da qualidade nos processos e produtos desenvolvidos (ROCHA et al., 2012).

O processo de medição tradicional, no entanto, pode ser complicado e burocrático para as organizações que adotam métodos ágeis. Métricas usadas no contexto de MADS têm sido chamadas de Métricas Ágeis (HAYES et al, 2014). Uma infinidade dessas métricas ágeis têm sido propostas para ajudar a medir vários aspectos do processo de desenvolvimento de software (CRUZ, 2013; KURNIA et al, 2018).

A quantidade de métricas que podem ser utilizadas para apoiar no desenvolvimento ágil de software pode ser muito grande e estar além dos recursos que as organizações possuem, fazendo com que seja necessário selecionar apenas métricas adequadas (PADMINI et al, 2015). Tais métricas precisam ser adaptáveis aos métodos ágeis e ao contexto da organização, sendo suficientes para apoiar na tomada de decisão. Assim emerge a pergunta de pesquisa deste trabalho: “Como selecionar e avaliar um conjunto de métricas para um projeto de software que utiliza métodos ágeis?”

Com a percepção da necessidade de métricas adaptadas aos valores e princípios do desenvolvimento ágil de software, implementar uma política de medição em uma organização não é uma tarefa fácil. Cruz (2013) apresenta os resultados de um mapeamento sistemático de literatura sobre métricas para os métodos ágeis Scrum, Kanban e XP, no qual foram identificadas 87 métricas em 21 estudos

selecionados. Esse estudo evidencia a quantidade de diferentes métricas que podem ser utilizadas para apoiar no desenvolvimento de software, tornando necessário o exercício de seleção de um subconjunto que viabilize a coleta e análise de tais métricas. Em Padmini, Bandara e Pereira (2015) os autores agrupam um conjunto de métricas tipicamente utilizadas no desenvolvimento tradicional de projetos de software e que podem ser adaptadas para o gerenciamento ágil. Entretanto sem ter um processo consolidado para definir um subconjunto de métricas adequadas, a probabilidade de selecionar arbitrariamente métricas assertivas é muito baixa.

Com a percepção da necessidade de métricas adaptadas aos valores e princípios do desenvolvimento ágil de software, implementar o processo de medição em uma organização não é tarefa fácil. Assim, este trabalho é um primeiro passo na direção de construir um modelo para apoio à seleção de métricas para o desenvolvimento de software em contextos ágeis.

1.1 OBJETIVOS

Nas seções a seguir estão descritos o objetivo geral e os objetivos específicos.

1.1.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo desenvolver um modelo de seleção e avaliação de métricas para aplicação em organizações que adotem métodos ágeis de desenvolvimento de software.

1.1.2 Objetivos Específicos

- a) Analisar o estado da arte e o estado da prática em relação à utilização das métricas em contextos ágeis;
- b) Desenvolver um modelo de seleção e avaliação de métricas;
- d) Avaliar o modelo por meio da aplicação de estudos de caso.

1.2 DELIMITAÇÃO DO ESCOPO

O modelo será composto por um conjunto de métricas selecionadas a partir da literatura e do mercado, critérios de seleção de métricas e um suporte ferramental que oriente a seleção, utilização e avaliação das métricas para organizações ágeis.

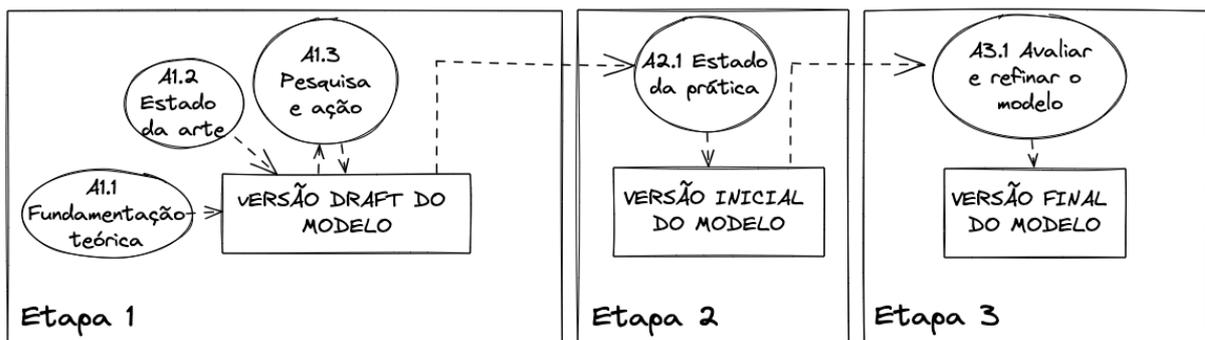
Não será desenvolvido um software para apoiar a seleção de métricas. Também não serão criadas novas métricas além das já existentes na literatura e das coletadas do mercado.

1.3 ABORDAGEM METODOLÓGICA

A abordagem metodológica utilizada nesta pesquisa pode ser classificada como sendo uma pesquisa exploratória aplicada de abordagem multimétodos (SAUNDERS; LEWIS; THORNHILL, 2011), com a finalidade de identificar o problema, levantar práticas e teorias que aplicadas possam modificar as experiências existentes no mercado, fornecendo inovações tecnológicas necessárias para a melhoria no desenvolvimento de software.

É considerada exploratória pois é guiada em função de resultados já obtidos e de natureza aplicada pois busca resolver questões específicas no processo de definição de métricas para o desenvolvimento ágil de software. A abordagem é denominada como sendo multimétodos pois faz uso de diferentes técnicas qualitativas e quantitativas, como pesquisa bibliográfica (GIL, 2010), mapeamento sistemático da literatura (PETERSEN; VAKKALANKA; KUZNIARZ, 2015), pesquisa-ação (PETERSEN, et al., 2014) e (AVISON, et al., 1999), *survey* (PINSONNEAULT; KRAEMER, 1993), estudo de caso (YIN, 2011) e (RUNESON & HÖST, 2009), entre outros. A abordagem metodológica empregada para o desenvolvimento desta pesquisa é apresentada na Figura 1 a seguir:

Figura 1 – Definição da metodologia



Fonte: elaborado pela autora.

Como pode ser observado na Figura 1, a abordagem metodológica é constituída de 3 etapas, os retângulos presentes nas etapas representam as versões, ou seja, a evolução do modelo para alcançar a versão final, e os círculos representam as atividades realizadas para o desenvolvimento do modelo. Na sequência as etapas e atividades são detalhadas.

Para tornar possível a aplicação tanto dos estudos de caso quanto do *survey*, este projeto de pesquisa foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFSC (CEPESH-UFSC), o qual após várias revisões foi obtida a aprovação e registrado sob número 55851622.8.0000.0121.

1.1.3 Etapa 1: Versão *draft* do modelo

Como pode ser observado na Figura 1, o primeiro passo para constituir a versão inicial do modelo foi realizar o levantamento das métricas, para tal, são realizados os seguintes passos:

A1.1 Realizar a fundamentação teórica: o objetivo desta atividade é buscar na academia os conceitos envolvidos no âmbito desta pesquisa, tais como: métricas ágeis, métodos ágeis e o significado de medição de software (GIL, 2010). Um resumo é apresentado no capítulo 2.

A1.2. Analisar o estado da arte: esta atividade consiste em um extenso e aprofundado mapeamento sistemático da literatura, seguindo a abordagem proposta por Kitchenham (2007), o principal objetivo é compreender o padrão de seleção das métricas e como estas vêm sendo utilizadas, identificar as métricas empregadas no desenvolvimento ágil de software, bem como os resultados alcançados (os resultados obtidos nesta etapa podem ser observados no capítulo 3).

A1.3. Realizar pesquisa-ação: o objetivo desta atividade é refinar o modelo através de uma análise em uma empresa de desenvolvimento de software, ao avaliar como um processo de seleção de métricas impacta no acompanhamento dos resultados de um desenvolvimento ágil de software, gerando assim insumos para o modelo em desenvolvimento.

A pesquisa-ação segue a abordagem proposta por (PETERSEN, et al., 2014) e (AVISON, et al., 1999), no qual é realizado inicialmente um diagnóstico da organização, e a partir dos resultados, um plano de ação é construído seguindo o desenho de uma possível solução. É aplicada então uma intervenção na organização,

no caso, é realizado um processo de seleção de métricas, os dados gerados são analisados e as lições aprendidas são documentadas, gerando assim informações úteis para a construção do modelo. Nesta pesquisa-ação, o fenômeno consiste na seleção de métricas para monitorar o alcance dos objetivos organizacionais em um ambiente ágil de desenvolvimento de software.

1.1.4 Etapa 2: Versão inicial do modelo

A segunda etapa para definição do modelo consiste na sua complementação por meio da análise da prática, entendendo como as métricas são selecionadas e avaliadas para o desenvolvimento de software ágil no mercado brasileiro, a etapa é descrita a seguir.

A2.1. Analisar o estado da prática: esta atividade tem como objetivo levantar informações acerca da seleção das métricas ágeis utilizadas nas organizações de software, realizada por meio de um *survey*. Um *survey* é definido como sendo uma coleta de informações de diversos tipos, como por exemplo, características, ações e opiniões de um grupo de pessoas que representem a população (PINSONNEAULT; KRAEMER, 1993). Para tal, é elaborado como instrumento de coleta de dados um questionário com o foco de entrevistar profissionais que fazem uso de métricas para apoio ao desenvolvimento ágil de software.

1.1.5 Etapa 3: Versão final do modelo

Por fim, a etapa 3 consiste na consolidação e avaliação do modelo desenvolvido, por meio da seguinte atividade:

A3.1. Avaliar e refinar o modelo: a atividade consiste na avaliação do modelo, seguindo a abordagem GQM (BASILI, 1994), por meio da qual, o modelo será utilizado em um estudo de caso (RUNESON & HÖST, 2009) em dois times de desenvolvimento de software em uma das maiores empresas de tecnologia da América Latina. E por fim, refinar o modelo com as saídas obtidas das avaliações e realizar melhorias observadas durante o uso do modelo.

A seguir é apresentado no Quadro 1 as etapas, atividades e respectivos métodos ou técnicas científicas utilizadas:

Quadro 1 - Etapas e métodos da abordagem metodológica

Etapa	Atividade	Métodos e técnicas	Resultados
Etapa 1: Versão <i>draft</i> do modelo	A1.1 Realizar a fundamentação teórica	Pesquisa bibliográfica (GIL, 2010)	- Fundamentação Teórica (Capítulo 2)
	A1.2. Analisar o estado da arte	Mapeamento Sistemático da literatura (Kitchenham, 2007)	- Estado da arte (Capítulo 3) - Métricas para o modelo - Artigo publicado no SBQS '22
	A1.3. Realizar pesquisa-ação	GQM (BASILI, 1994) Pesquisa-ação (AVISON et al., 1999)	- Pesquisa-ação (Capítulo 5.1.8) - Insumo para as etapas do modelo - Suporte ferramental para o modelo
Etapa 2: Versão inicial do modelo	A2.1 Analisar o estado da prática	Survey (PINSONNEAULT; KRAEMER, 1993))	- Estado da prática (Capítulo 4) - Métricas para o modelo - Refinamento das etapas do modelo
Etapa 3: Versão final do modelo	A3.1 Avaliar e refinar o modelo	GQM (BASILI, 1994) Estudo de caso (RUNESON; HOST, 2009)	- Avaliação (Capítulo 6) - Suporte ferramental para o modelo - Refinamento do modelo - Artigo publicado no SBIE '23

Fonte: elaborado pela autora.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho para construção do modelo para seleção e avaliação de métricas segue uma estrutura bem definida, tal como: o Capítulo 2 consiste no estudo dos conceitos relacionados às métricas em métodos ágeis para o desenvolvimento de software, o resultado desse estudo serve de fundamentação teórica para este trabalho.

O Capítulo 3 consiste em identificar na literatura como as métricas têm sido selecionadas, quais métricas vem sendo utilizadas, em que contexto, em qual estrutura, com qual finalidade e os objetivos observados, para entender o processo de seleção de métricas do estado da arte.

O Capítulo 4 tem como objetivo identificar no mercado o processo de seleção da métricas, como estas vêm sendo utilizadas, qual o contexto e resultados nas empresas desenvolvedoras de software do mercado brasileiro.

O Capítulo 5 descreve o desenvolvimento do modelo e o suporte ferramental. Nesta etapa é apresentada a proposta em si, definida pela construção do modelo, a pesquisa-ação realizada, e os procedimentos de coleta e documentação.

No Capítulo 6 é abordado os resultados obtidos da aplicação do modelo e por fim, o Capítulo 7 apresenta as contribuições e conclusões encontradas nesta pesquisa, bem como sugestões de melhoria e continuação do modelo em pesquisas futuras.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Primeiramente, para que se possa compreender o contexto desta dissertação, faz-se necessária a definição de alguns conceitos fundamentais, por este motivo neste capítulo é realizada a revisão bibliográfica no âmbito deste projeto. Inicialmente, é definido o conceito de qualidade de software, abordando os conceitos de qualidade de processo e de produto, utilizando como base ISO 12207, ISO/IEC 25010 e/ou ISO/IEC 9126, em seguida é introduzida a definição de medição de software, com o objetivo de abordar os conceitos sobre medição de processo e produto de software, medida, medida derivada, métrica, indicador, utilizando como base: A parte 2 do Guia de Implementação do MPS.BR SOFTEX (2020), ISO/IEC/IEEE 15939 ISO/IEC/IEEE (2017) e o PSM (BAILEY, 2003).

Em seguida é descrito o processo de medição de software para explicar como se realizam medições, utilizando como base a parte 2 do Guia de Implementação do MPS.BR SOFTEX (2020), a ISO/IEC/IEEE 15939, PSM e a IEEE Std 1061. Na sequência é descrito o que são métodos ágeis, com objetivo de abordar sobre o manifesto ágil, os princípios e valores, os principais métodos ágeis atuais, explicar a escolha de nomenclatura (método, metodologia, abordagem ágil), utilizando como referência o *Manifesto for agile software development*, Beck et al. E por fim é abordado o conceito de métricas ágeis, por que utilizar medição em um contexto ágil, quais métricas utilizadas nos principais métodos ágeis (SEDEHI, H. e MARTANO, G., 2012).

2.1 QUALIDADE DE PROCESSO E PRODUTO

A qualidade de processo pode ser compreendida como uma abordagem com objetivo de garantir eficácia e eficiência dos processos de produção de serviços ou bens (JURAN e GRAYNA, 1993). Envolve o uso de métodos e práticas para obter a qualidade de processo, como a certificação de processos ISO 9001 (ISO, 9001). A qualidade de processos objetiva a produtividade, evita desperdícios, e foca na melhoria contínua (DEMING, 1986).

A qualidade de produto pode ser compreendida como as propriedades necessárias para atender os requisitos e expectativa do cliente de forma confiável, durável, segura, garantindo o valor do produto (GARVIN, 1984). A qualidade do

produto pode ser avaliada através de inspeções, análise de desempenho e testes (GARVIN, 1984).

2.2 MEDIÇÃO DE SOFTWARE

O processo de medição de software permite comprovar objetivamente a progressão de dimensões de metas preestabelecidas.

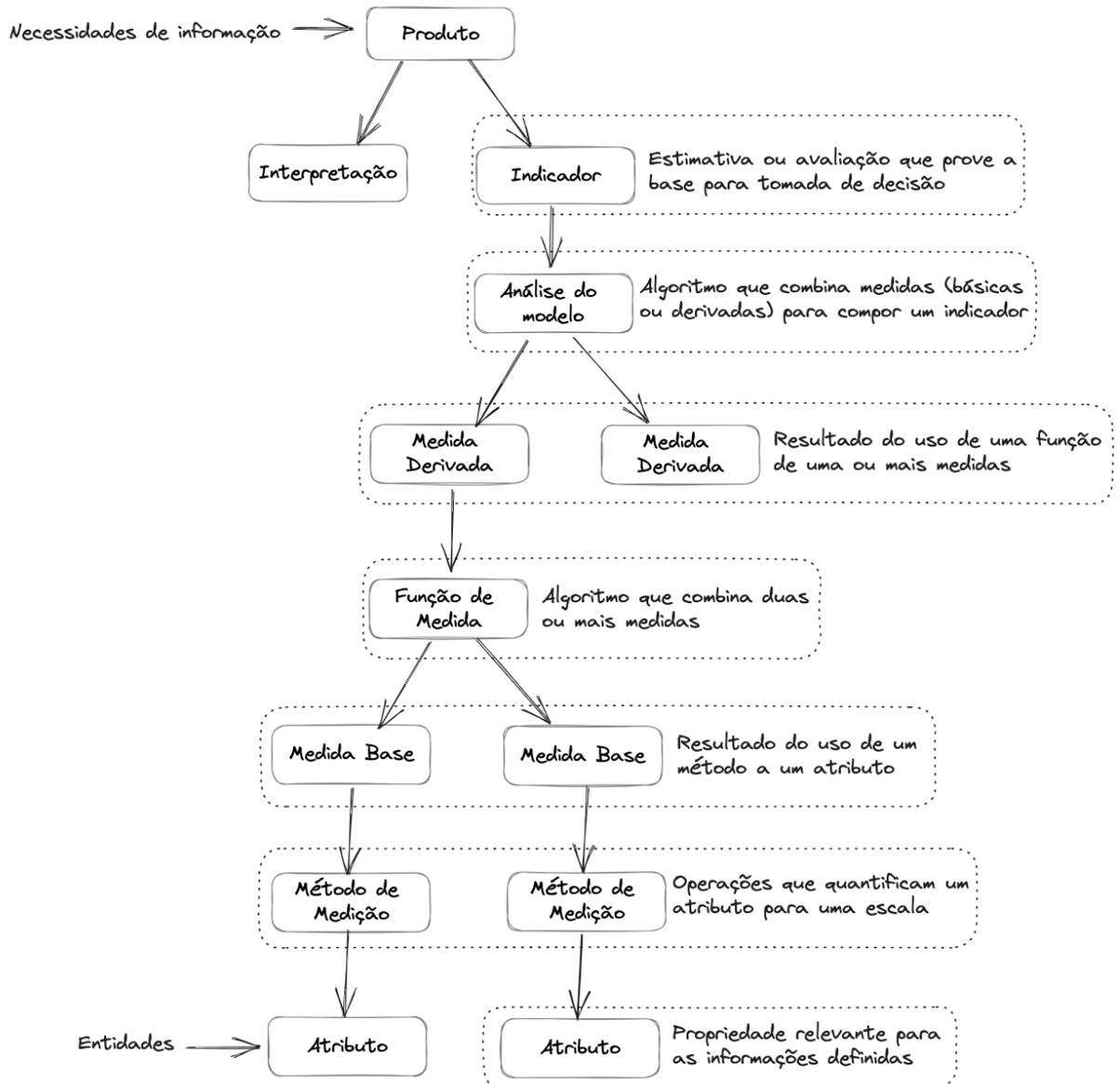
O processo de medição deve estar pautado na utilidade e no valor gerado para os que medem e para os que consomem as informações. Softex (2016), fornece algumas características importantes ao definir medidas para o contexto de software:

- **Objetividade:** As medidas precisam ser objetivas, sem ambiguidade, permitindo que os envolvidos compreendam de forma consistente;
- **Relevância:** As medidas precisam ter ligação com as necessidades e objetivos da organização, entregando informações úteis para tomada de decisão;
- **Alinhamento estratégico:** As medidas devem estar relacionadas com as metas estratégicas da organização, para o alcance dos objetivos;
- **Consistência:** As medidas precisam ser consistentes com o decorrer do tempo, assim é possível analisar e comparar as informações ao longo do tempo;
- **Reprodutibilidade:** As medidas precisam permitir a sua reprodução de forma consistente, assim diferentes pessoas aplicando o mesmo método de medição devem obter resultados similares;
- **Simplicidade:** As medidas precisam ser definidas de forma simples evitando complexidades desnecessárias, para facilitar a sua compreensão e utilização;
- **Contextualização:** As medidas precisam considerar as particularidades do contexto em que serão aplicadas, adequando assim ao contexto em que estão inseridas.

Uma medida pode ser de base, sendo definida por um atributo e independente de outras medidas, ou derivada, na qual a mensuração é feita por um algoritmo e é constituída pela unificação de outras medidas (ISO/IEC 15939:2017). A Figura 2 a

seguir exemplifica o modelo de mensuração de informação proposto ISO/IEC 15939:2017:

Figura 2 - Modelo de mensuração de informação



Fonte: adaptado de ISO/IEC 15939:2017

Para exemplificar o modelo de mensuração da Figura 2 pode-se considerar a avaliação de qualidade de um software através de atributos como usabilidade, desempenho, confiabilidade e manutenibilidade, neste caso, para cada atributo pode-se ter um conjunto de medidas que o quantifiquem. Por exemplo, para o atributo desempenho, a métrica que quantifica tal atributo pode ser tempo de resposta do sistema, o indicador por sua vez pode ser um valor numérico que informe a eficiência do tempo de resposta.

2.3 MÉTODOS ÁGEIS

O termo ágil se tornou mais evidente após a aliança ágil formada em 2001 da qual surgiu o manifesto ágil (BECK et al., 2001), com objetivo de prover melhoria para o desenvolvimento de software, em um cenário em que os projetos cada vez mais fracassavam (JOHNSON, 2018). O manifesto valoriza quatro pilares:

1. Indivíduos e ferramentas acima de processos e ferramentas;
2. Software em funcionamento acima de documentação abrangente;
3. Colaboração com cliente acima de negociação de contratos;
4. Responder a mudanças acima de seguir o plano.

Os pilares são mantidos através de 12 princípios, com o objetivo de esclarecer o que é um desenvolvimento ágil, os princípios são:

- Satisfação do cliente, todo software tem o objetivo de atender a necessidade de alguém e atender de forma assertiva, portanto a satisfação do cliente é um dos grandes objetivos do desenvolvimento ágil;
- Abraçar as mudanças como parte do processo de desenvolvimento, entender que o desenvolvimento de software parte da premissa que muito provavelmente terá mudanças, e o desenvolvimento ágil entende que mudanças podem ocorrer a qualquer momento e é necessário ter processos ágeis para lidar com elas;
- Entregas de software funcional em curtos períodos, ter cadências curtas e *feedbacks* constantes do cliente como validação e identificação de falhas logo no início;
- Comunicação constante e trabalho integrado entre produto e engenharia, sendo produto os conhecedores do negócio e engenharia os desenvolvedores da solução;
- O bom desenvolvimento requer 3 elementos chave: ambiente saudável, suporte para ter segurança e leveza no trabalho, e motivação que permita o entendimento do objetivo maior;
- Interações e comunicações com preferência cara a cara;
- Software funcional é a melhor medida de progresso;

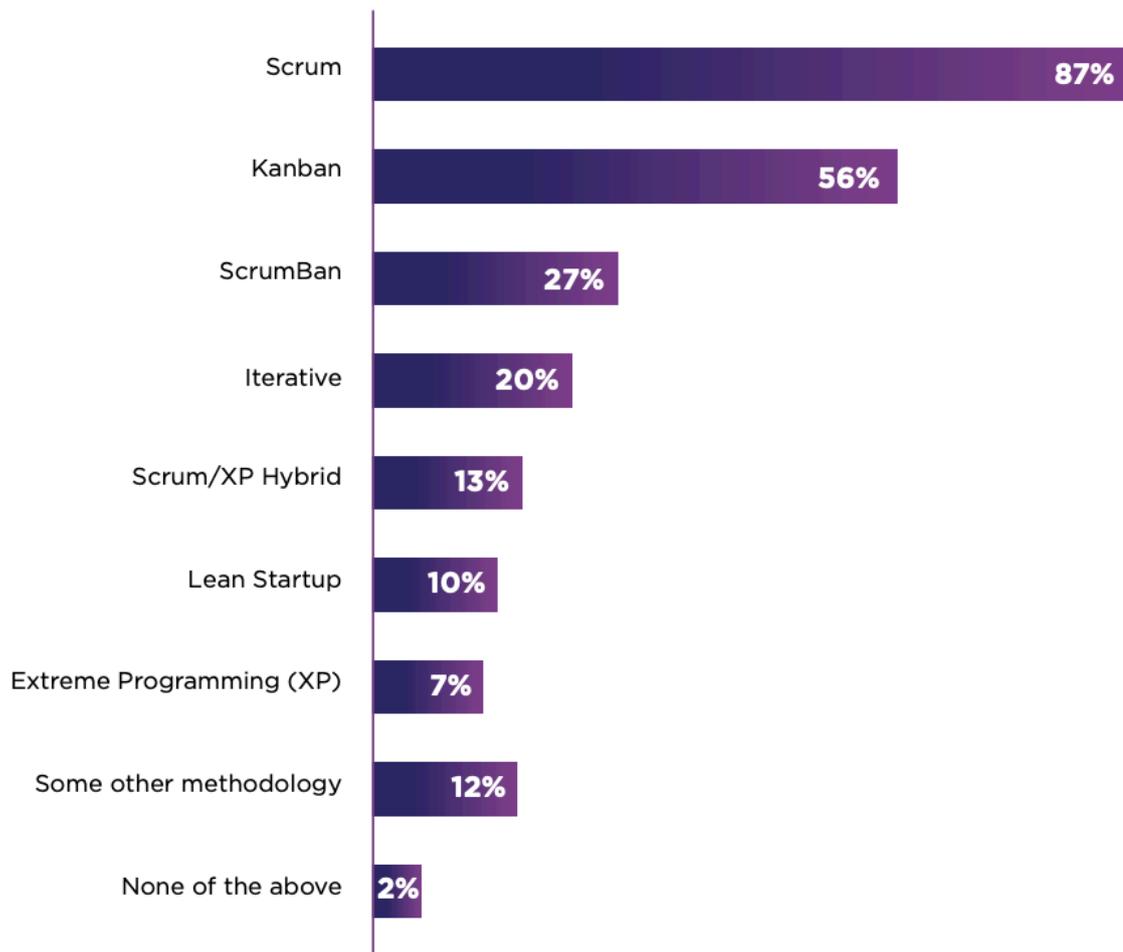
- Todo o desenvolvimento precisa ser pautado em processos ágeis, que promovam assim um ambiente saudável, garantindo a transparência e alinhamento constante com os stakeholders;
- Toda construção realizada preza pela excelência e design bem formulados;
- Um escopo bem definido não está no tamanho entregue e sim na quantidade de trabalho mapeado como não necessário, ou seja, a busca pela simplicidade, entregar mais com menos esforço; Times auto-organizáveis, com autonomia para definir requisitos, arquiteturas e designs;
- Times devem manter a troca constante entre si, praticando a colaboração e garantindo efetividade e aprendizado contínuo.

Para Pressman (2010), três premissas compõem o processo de software ágil:

- A dificuldade em antecipar e prever requisitos de software e suas mudanças;
- O projeto e a construção de software podem e devem ser intercalados, mas é difícil prever qual o tamanho do projeto que comprove sua execução;
- A imprevisibilidade nas etapas de análise, projeto, construção e testes.

Diversos métodos foram surgindo com o passar dos anos para apoiar na construção ágil de software, apoiando os pilares e os princípios do manifesto ágil. Uma pesquisa realizada pelo grupo QAgile em 2022, com 3220 respondentes do mundo todo (VERSIONONE, 2022), apresenta as metodologias ágeis mais utilizadas no mundo (Figura 3):

Figura 3 - Distribuição do Uso dos Métodos Ágeis



Fonte: 16 Annual State of Agile Report (VERSIONONE, 2022).

Como pode ser observado na Figura 3 acima, o Scrum é a metodologia mais amplamente utilizada no mundo para o desenvolvimento ágil de software, seguido pelo Kanban, e o ScrumBan que constitui na combinação de práticas do Scrum com o Kanban. É possível observar que a prática de misturar cerimônias de diferentes metodologias é comum, pois permite que os praticantes usufruam dos benefícios de diferentes práticas, o que exige amplo conhecimento de uso das metodologias empregadas. Por fim, segundo a pesquisa, Lean e XP estão entre as práticas que menos aparecem entre os participantes.

O mesmo estudo realizado pelo grupo QAgile em 2022, traz o *report* anual sobre o status do ágil no mundo, foi questionado as vantagens que o ágil traz para as empresas, entre elas tem-se:

1. Aumento da colaboração;
2. Melhor alinhamento com as necessidades do negócio;

3. Melhor ambiente de trabalho;
4. Aumento da visibilidade da aplicação e do ciclo de vida de desenvolvimento;
5. Resposta mais rápida para ameaças competitivas;
6. Aumento da experiência do usuário;
7. Melhor serviço ao cliente;
8. Aumento da inovação no time;
9. Qualidade do software;
10. Aumento da adesão ao produto;
11. Aumento do retorno financeiro.

2.4 MÉTRICAS ÁGEIS

As características das métricas estão mudando, as necessidades para o desenvolvimento de software mostram que métricas mais enxutas e focadas em processos internos, produtos, custos e produtividade geram métricas mais tangíveis, como por exemplo: valor financeiro, custo e tempo, são métricas efetivas, mas não cobrem todas as lacunas (PIOTROWICZ, 2021). Na escala oposta estão as métricas ágeis, essas são mais intangíveis, difíceis de capturar dentro da organização, pois exigem análise das visões de fornecedores e clientes. O cenário efetivo é a combinação de ambas as frentes (PIOTROWICZ, 2021). Segundo Hartmann e Dymond (2006), existem alguns fatores que caracterizam boas métricas para o desenvolvimento ágil de projetos:

- São embasadas nos princípios ágeis e são fáceis de serem coletadas;
- Permitem a compreensão do trabalho não executado, focando na redução do esforço e no maior valor agregado ao cliente;
- Possuem clareza no indicador, fornecendo informação sobre o todo, apoiando assim nas decisões estratégicas;
- São capazes de responder facilmente os questionamentos de quem consome as informações;
- Não deve ter informação além da necessária, para não confundir ou perder o foco da situação corrente;

- Possuem e provêm informações claras e diretas dentro do contexto avaliado, não dão margem para diferentes interpretações e estimulam discussões;
- Encorajam a construção com qualidade e medem o valor do produto e/ou processo.

2.4.1 OKR

Objective and Key Results (OKRs) é uma abordagem que provê a gestão das metas e estratégia da empresa, focando em resultados e na cultura do alto desempenho, garantindo alinhamentos constantes, transparência e comprometimento entre todos (MELLO, 2016). Doerr explica em seu livro (DOERR, 2019) que existem duas perguntas que se respondidas irão compor a metodologia corretamente: “Onde eu quero ir?” Dessa resposta origina o objetivo e “Como irei acompanhar se estou chegando lá?” Dessa resposta origina os resultados chave.

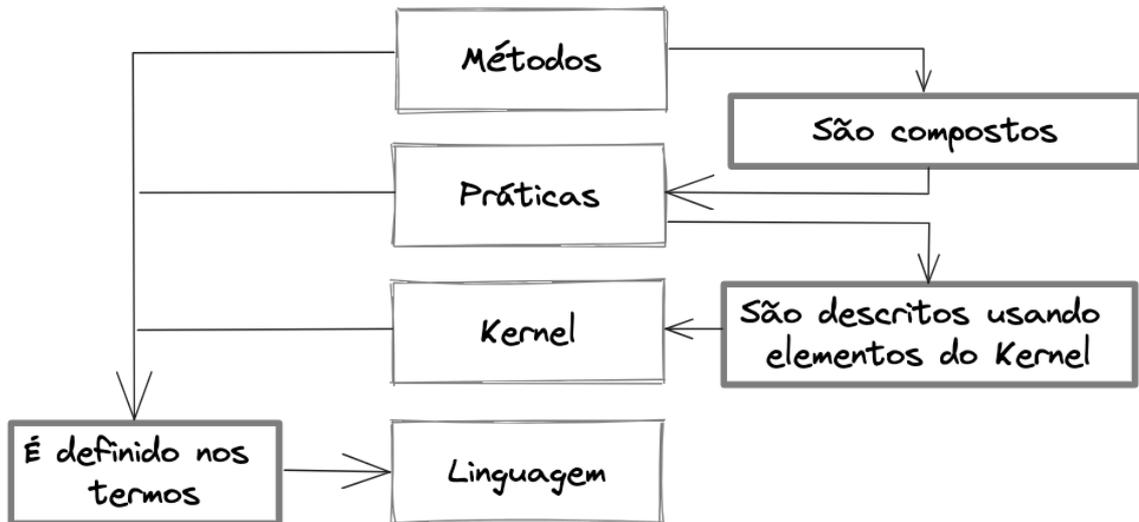
O desdobramento das OKRs é o processo de transformação dos objetivos da organização em objetivos e planos de ação para toda a empresa, um dos grandes benefícios é a eficácia em traduzir a estratégia da organização para todos, garantindo que todos os membros estejam alinhados e focados nas prioridades estratégicas (MELLO, 2016).

Primeiro quebra-se os objetivos repetidas vezes até que se tornem ações a serem executadas por alguém ou um time, na sequência determina-se os resultados chave, que será a garantia do alcance dos objetivos definidos, os resultados precisam ser quantitativos e fáceis de mensurar. Com os objetivos e os resultados chave mapeados, tem-se a árvore de desdobramento, e por último aloca-se os donos para cada um dos objetivos definidos (DOERR, 2019).

2.5 ESSENCE

Para a definição do modelo proposto nesta dissertação é utilizada a notação do *Essence* (2018) que inclui uma linguagem para descrever métodos em engenharia de software. O *Essence* possui uma arquitetura em camadas, conforme pode ser observado na figura 4 a seguir:

Figura 4 - Arquitetura do método



Fonte: *Essence*, 2018.

Conforme descrito na Figura 4, um método é composto de práticas, as práticas por sua vez são descritas no Kernel por meio da linguagem *Essence*. O Kernel e a linguagem em conjunto permitem que as práticas formem um método (ESSENCE, 2018).

Um método é uma composição de práticas, são dinâmicos e suportam as atividades, sendo uma descrição do que precisa ser feito. Uma prática é uma abordagem repetível com objetivo de fazer algo específico, através de uma maneira sistemática e verificável abordando o trabalho relacionado, uma prática pode estar inclusa em muitos métodos (ESSENCE, 2018). O Kernel representa os elementos essenciais da engenharia de software, as partes integrantes de todos os métodos. A linguagem *Essence* representa a linguagem do domínio, utilizada para definir os métodos, as práticas e os Kernels (ESSENCE, 2018).

A linguagem *Essence* é uma linguagem de domínio para práticas e métodos. A linguagem tem dois principais objetivos: tornar os métodos visíveis e úteis para os utilizadores do método (ESSENCE, 2018). Para tornar os métodos visíveis foi definida uma sintaxe textual e gráfica, permitindo assim uma representação que atende aos seus propósitos. E, para tornar os métodos úteis, foi definida uma semântica dinâmica para métodos, assim os métodos podem representar além do que fazer, a forma de trabalhar de uma equipe (ESSENCE, 2018).

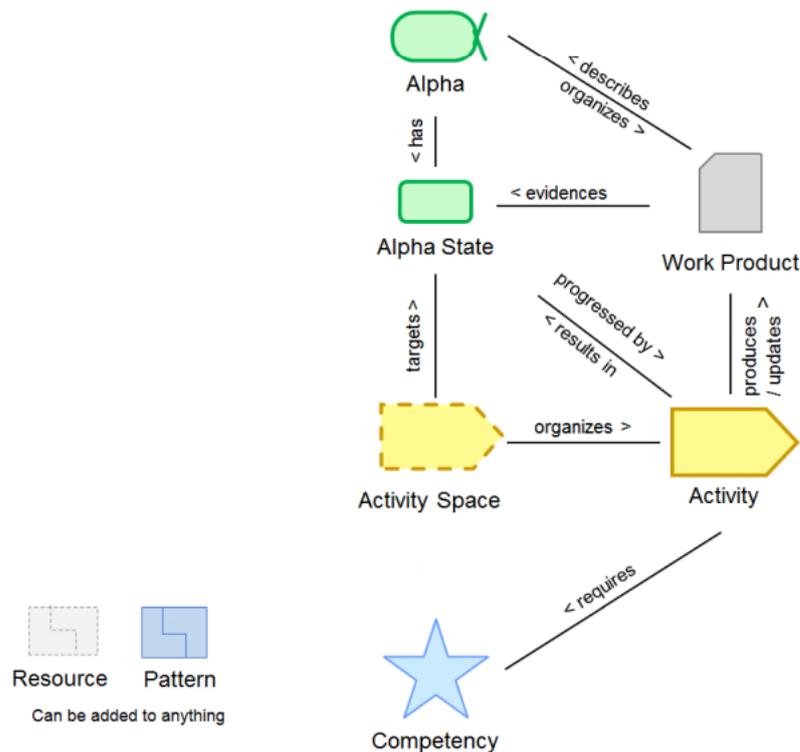
A linguagem *Essence* preconiza uma sintaxe gráfica intuitiva e concreta acima da semântica formal, não que a semântica não seja importante ou necessária, mas a

descrição precisa ter uma linguagem de fácil compreensão permitindo a sua utilização rápida, ao invés da preocupação com a beleza do *design* dos elementos de notação, assim *Essence* preza pela atenção à sintaxe (ESSENCE, 2018).

A linguagem *Essence* fornece os elementos de notação essenciais para representar os ambientes de engenharia de software, como requisitos, sistemas, equipe e trabalho. Os elementos possuem estados que representam o progresso e a saúde, representando a evolução do ambiente. Um dos objetivos é descrever métodos para tomar melhores decisões sobre suas práticas (ESSENCE, 2018).

A semântica da linguagem está relacionada com estados e atividades *alpha*. Com base no estado atual do ambiente são derivadas as atividades que impulsionam o esforço do time para alcançar o estado que o time deseja. Os elementos da linguagem podem ser observados na Figura 5 a seguir:

Figura 5 - Overview da linguagem



Fonte: *Essence*, 2018.

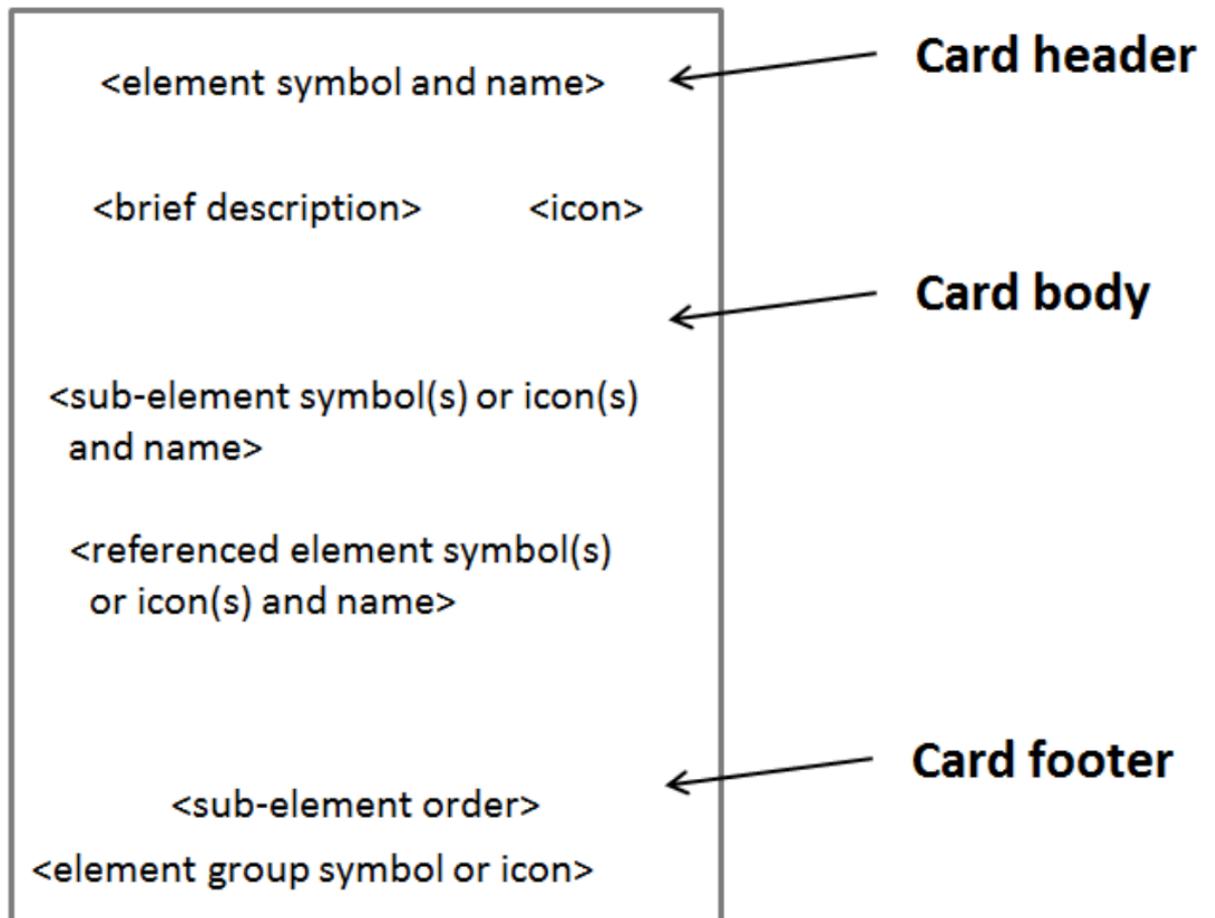
Uma breve descrição de cada um dos elementos, segundo (ESSENCE, 2018):

- *Alpha*: Este elemento é relevante para a avaliação do progresso e a saúde do método. *Alpha* é um acrônimo para *Abstract-Level Progress Health Attribute*, que na tradução literal significa Atributo de Saúde e Progresso em Nível Abstrato;

- *Alpha State*: Um estado expressa uma situação em que alguma condição ocorre;
- *Activity Space*: Este elemento representa o que precisa ser feito de esforço para execução do método, pode possuir de zero a muitas atividades;
- *Activity*: Uma atividade define um ou mais tipos de itens de trabalho e fornece orientação sobre como realizá-los;
- *Competency*: Uma competência engloba as habilidades, capacidades, realizações, conhecimento e habilidades necessárias para fazer um certo tipo de trabalho;
- *Pattern*: Um padrão é uma descrição de uma estrutura dentro de uma prática;
- *Resource*: São as fontes, referências utilizadas para compor o método.

Para representar os aspectos mais importantes de um elemento desenvolvido na linguagem Kernel pode-se utilizar o formato de *cards*, um *card* representa um resumo dos principais conceitos de um elemento, o objetivo é orientar o praticante em sua maneira de trabalhar, permitindo a aplicação de uma prática por meio de um conjunto de *cards* (ESSENCE, 2018). A seguir, na Figura 6, é apresentada a estrutura de um *card*, podendo ocorrer variações:

Figura 6 - Estrutura de um Card



Fonte: *Essence*, 2018.

Como pode ser observado na Figura 6, um *card* possui basicamente 3 partes principais:

- *Card header*: Na parte inicial do *card* está definido o símbolo, o nome e uma breve definição do elemento, com suas motivações e objetivos;
- *Card body*: Nome dos elementos que compõe o *card*, como estados, *checklists*, e elementos que referenciam o *card*, como elementos de saída, papéis envolvidos e outras atividades relacionadas;
- *Card footer*: Nesta parte do *card* é indicada a ordem de execução, se aplicado, e o símbolo do Kernel.

3. ESTADO DA ARTE

O termo ágil é descrito como a capacidade de responder às mudanças e a habilidade de lidar com um ambiente incerto e turbulento Beck et al. (2001). De acordo com a *State of Agile Report* realizada anualmente desde 2007 pela VersionOne, 2021 foi marcado pelo forte crescimento da adoção do ágil nos times desenvolvedores de software, crescendo de 37% em 2020 para 86% em 2021. Entre as maiores vantagens observadas está a habilidade para gerenciar as mudanças de prioridade, aceleração na entrega do software e o aumento da produtividade do time. Entrevistados afirmaram que o sucesso da entrega ágil possui foco em medidas externas, quase metade dos entrevistados (49%) possuem métricas com foco no valor do negócio entregue e (49%) possuem foco na satisfação do cliente, além da medida da velocidade de entrega, cerca de 45% enxergam como uma medida igualmente importante (VERSIONONE, 2021)

Este capítulo busca identificar e analisar como métricas vêm sendo selecionadas pelas organizações desenvolvedoras de software no contexto de métodos ágeis e quais os resultados alcançados com o uso das mesmas, por meio de um Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL) (KEELE et al, 2007).

Um MSL visa buscar respostas para as perguntas de pesquisa com o objetivo de embasar suas conclusões, através de uma busca na literatura realizada por procedimentos sistemáticos. Por ser na área de Engenharia de Software, este trabalho segue o guia para realização de Revisões e Mapeamentos Sistemáticos proposto por Kitchenham (2007). O MSL apresentado nesta seção foi conduzido por esta autora e teve a participação dos alunos de graduação do curso de Sistemas de Informação da UFSC: Gustavo Feliciano Vieira e Monique Bertan. A seguir é apresentada a série de atividades executadas para a realização do MSL, organizadas em três principais fases: planejar a revisão; conduzir a revisão e relatar a revisão. Os detalhes são apresentados nas próximas seções.

3.1 QUESTÃO DE PESQUISA

A partir da necessidade de pesquisa identificada, a questão geral de pesquisa definida foi: “Como é o processo de seleção e utilização de métricas de software em organizações que utilizam métodos ágeis?”. Após a definição da questão geral de

pesquisa foram derivados os termos de pesquisa, desenvolvidas as *strings* de busca e selecionadas as fontes de dados. Desta pergunta de pesquisa foram derivadas as seguintes questões de análise:

- Q1: Onde as métricas ágeis são aplicadas?
- Q2: Qual é o contexto de uso das métricas ágeis?
- Q3: Como as métricas ágeis são selecionadas?
- Q4: Quais são as métricas ágeis usadas?
- Q5: Qual é o público-alvo das métricas?
- Q6: Qual é o impacto do uso de métricas?
- Q7: O contexto de uso tem influência nas métricas selecionadas?

Após a definição da questão geral de pesquisa foram derivados os termos de pesquisa, desenvolvidas as *strings* de busca e selecionadas as fontes de dados.

3.2 FONTES DE DADOS

Para a aplicação do MSL foram selecionadas as bibliotecas digitais consideradas mais relevantes para a área de Engenharia de Software (KEELE et al, 2007): IEEEExplore, Scopus e ACM. Além dessas fontes, foi aplicada a técnica *Backward Snowballing* nos resultados, que consiste em utilizar as referências dos estudos encontrados para localizar outros trabalhos e autores relevantes (WOHLIN, 2014).

3.3 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO

Foram definidos os seguintes critérios de inclusão:

- CI1: Estudos primários disponíveis na íntegra nas bases de dados selecionadas; estudos publicados em *workshops*, conferências ou revistas,
- CI2: Estudos que relatam o uso de métricas ágeis no contexto de MADS.

Os critérios de exclusão foram definidos como:

- CE1: Estudos que abordam apenas a descrição de métricas sem apresentar seu uso em contextos MADS,
- CE2: Estudos não acessíveis por meio do portal CAPES.

3.4 STRINGS DE BUSCA E CRITÉRIOS

A partir da questão principal de pesquisa, resultaram dois termos de busca: “métrica” e “método ágil”. Para encontrar o maior número possível de estudos primários relevantes, outros termos foram definidos como sinônimos. Para o termo “método ágil”, como não há consenso na literatura para seu uso, foram utilizados como sinônimos os métodos ágeis mais utilizados e outros métodos similares.

A *string* de busca foi validada por todos os pesquisadores usando três estudos primários previamente conhecidos como referência: (ALPEROWITZ et al, 2016), (KUNZ et al, 2008) e (MOUNIR et al, 2020). Após esses testes, o termo "software" foi adicionado para reduzir o volume de falsos positivos de estudos de outras áreas não relacionadas. A *string* de pesquisa, conforme mostrado a seguir, foi então adaptada à sintaxe de cada mecanismo de pesquisa e aplicada aos campos de título e resumo: ((software) AND (métrica OR medida OR indicador OR KPI) AND (ágil OR scrum OR kanban OR xp OR programação extrema OU scrumban OU lean)).

3.5 SELEÇÃO DOS ESTUDOS

A execução da *string* de busca e a seleção dos estudos foram realizadas de acordo com o protocolo definido. Três ciclos foram realizados durante o quarto trimestre de 2021: Iteração 1, Iteração 2 e *Snowballing*. Os três pesquisadores foram responsáveis pela realização das buscas e seleção dos estudos nas bibliotecas digitais.

A busca inicial consistiu em executar a *string* de busca em cada uma das bibliotecas digitais, retornando um total de 1.888 estudos. A iteração 1 consistiu na leitura dos títulos dos resultados dividido pelos três autores, aplicando os critérios de inclusão e exclusão. Foram então selecionados 150 estudos, descartando-se os repetidos. A iteração 2 consistiu na leitura dos textos completos distribuídos entre os três autores. Todos os estudos selecionados ou descartados foram discutidos entre os autores até que um consenso fosse alcançado, resultando em 33 estudos

selecionados. Ao final, foi realizado um ciclo *Snowballing* e nenhum novo estudo primário foi encontrado, no entanto, três estudos secundários relacionados (CHAKRAVARTY et al, 2021), (KURNIA et al, 2018) e (MEIDAN et al, 2018) foram encontrados usando esta técnica. A Tabela 1 mostra os resultados dos ciclos de seleção em bibliotecas digitais.

Tabela 1 - Ciclos de seleção de estudos

Bibliotecas digitais	Inicial	Iteração 1	Iteração 2
ACM	275	24	11
IEEEXPLORE	444	41	10
SCOPUS	1,169	85	12

Fonte: elaborado pela autora

Os dados que tiveram relevância para responder à questão de pesquisa foram então extraídos. Após dois ciclos de revisões e ajustes na coleta e classificação dos dados, todos os estudos inicialmente selecionados foram mantidos e considerados relevantes. A lista completa de estudos primários selecionados é apresentada no Apêndice A.

3.6 ANÁLISE DOS DADOS

Nesta seção, são analisados os dados coletados no MSL, buscando responder às questões de pesquisa. Os dados coletados dos estudos primários foram categorizados de acordo com as questões de pesquisa usando a técnica *reciprocal translation* (NOBLIT et al, 1988), que consiste em sintetizar os resultados de estudos semelhantes e traduzir cada um dos outros casos em categorias comuns. O mapa amplo dos dados extraídos, agrupados pelas questões de pesquisa, é apresentado no Quadro 3.

Nem todos os estudos apresentam informações sobre todas as questões de pesquisa, por isso algumas questões de pesquisa não correspondem ao número total de estudos selecionados na Tabela 1. Em seguida, os dados extraídos são analisados de acordo com cada questão de pesquisa.

3.6.1. Q1: Onde as métricas ágeis são aplicadas?

O objetivo desta questão de pesquisa é entender em que tipo de ambiente: indústria ou academia, os estudos foram aplicados, usando qual método ágil e envolvendo quantas organizações.

Em relação ao tipo de ambiente de uso de métricas ágeis, 63,63% (21) dos estudos selecionados abordam a aplicação de métricas em um contexto da indústria e 12,12% (4) dos estudos foram aplicados em um contexto acadêmico, enquanto 24,24% (8) são estudos que não apresentam explicitamente o tipo de ambiente de aplicação, apesar de que parte disso seria até possível inferi-lo.

Quanto ao método ágil utilizado nos estudos, 36,36% (12) utilizam Scrum, seguido de Lean com 15,15% (5), XP com 12,12% (4), e Kanban e Safe ambos com 3,03 %, (1) estudo cada. Outros estudos não definiram explicitamente o método ágil utilizado.

Em relação ao número de organizações envolvidas nos estudos, 51,51% (17) abordaram 1 a 2 organizações, seguido de 9,09% (3) dos estudos envolvendo 3 a 4 organizações e outros 9,09% (3) envolvendo 10 a 30 organizações. Demais estudos não informam a quantidade de organizações.

3.6.2 Q2: Qual é o contexto de uso das métricas ágeis?

O objetivo desta questão de pesquisa é descrever as características das organizações que utilizam métricas ágeis, conforme apresentado nos estudos primários em termos de tamanho, experiência das equipes, domínio do produto, tamanho e tipo.

A maioria dos estudos não informou o tamanho das equipes envolvidas nas aplicações de métricas ágeis. Dentre os estudos que apresentam esses dados, estão: 9,09% (3) envolvendo várias equipes, seguido de 1 estudo (3,03%) com equipe de 5 a 9 pessoas e outro estudo (3,03%) abordando o uso de métricas com equipe de 10 pessoas.

Em relação à experiência das equipes envolvidas no estudo, 9,09% (3) artigos relataram lidar com equipes com média de 1 a 5 anos de experiência e 2 (6,06%) estudos relataram trabalhar com equipes experientes. Os demais trabalhos não definiram a experiência das equipes envolvidas.

Em relação ao domínio do produto, a maioria dos estudos, 86,95% (20), envolveu desenvolvimento de software para as áreas gerais, ou seja, software para

diferentes áreas, seguido pelas áreas Educacional, Financeira, Segurança e Telecomunicações, todas com 4,34% (1) cada.

Sobre o tamanho do produto de software, como não foi encontrada uma medida de tamanho comum nos estudos, a descrição textual dos produtos foi utilizada como base para essa classificação. A maioria dos estudos não apresentou nenhuma referência ao tamanho dos produtos de software. Dentre os estudos que informaram, 24,24% (8) descreveu a aplicação de métricas com produtos de software de grande porte, seguido por produtos de médio e pequeno porte, ambos com 9,09% (3) estudos cada.

A maioria dos tipos de produtos de software relatados nos estudos são aplicativos de desktop com 21,21% (7), seguidos de aplicativos web com 15,15% (5), produtos mistos com 12,12% (4) e aplicativos móveis com 6,06% (2), demais estudo não informaram.

3.6.3 Q3: Como as métricas ágeis são selecionadas?

O objetivo desta pergunta é entender como as métricas foram selecionadas, foram encontradas nos estudos diferentes técnicas, que são detalhadas a seguir, prevalecendo três principais estratégias diferentes para a seleção das métricas a serem utilizadas: (i) através de um estudo da literatura buscando as métricas mais adequadas; (ii) por meio de entrevistas com membros da equipe da organização; ou (iii) através do julgamento de um grupo de especialistas (externos).

Entre os estudos primários selecionados, 45,45% (15) estudos selecionaram métricas com base em pesquisa na literatura, 27,27% (9) estudos realizaram entrevistas com as equipes para selecionar as métricas que foram usadas posteriormente e 39,39% (13) dos estudos utilizaram grupos ou comitês de especialistas para definir as métricas. A seguir, são apresentadas ações utilizadas em alguns estudos para selecionar as métricas.

Em S12 foi realizada uma pesquisa bibliográfica para coletar informações e explorar o campo de desenvolvimento ágil de software, governança, KPIs e intervenções. Após a pesquisa bibliográfica, foi realizado um piloto para ter uma primeira impressão sobre o desenvolvimento ágil de software adotado na prática. O objetivo foi descobrir e selecionar KPIs a serem utilizados na organização. Entrevistas

e revisões de documentos também foram usadas para coletar informações sobre o processo de desenvolvimento ágil e KPIs.

Em S18, S13 e S15, com base em uma revisão da literatura sobre fatores de sucesso do projeto, a abordagem *Goal-Question-Metric* (GQM) foi usada para derivar e selecionar um conjunto de métricas para atender às metas dos patrocinadores do projeto. Em S02 as métricas também foram coletadas e selecionadas por meio de uma série de fóruns, incluindo grupos focais, entrevistas, discussões, análise de ferramentas e análise de documentos para então definir as métricas adequadas para as equipes.

Em S20, os objetivos da organização foram discutidos e explicados para o público-alvo (equipe, líderes e gestão), em seguida, os times descreveram os fluxos de trabalho selecionaram as métricas para medir a adoção e o uso. Em S14, S27 e S30 foram realizadas entrevistas e pesquisas para selecionar as métricas.

Em S28 uma série de métricas foram selecionadas através de diversas entrevistas com as 4 empresas envolvidas no estudo de caso. Em S11, S21, S03, S10, S09, S16 e S08 as métricas foram selecionadas de acordo com o conhecimento e experiência dos autores dos estudos.

3.6.4 Q4: Quais são as métricas ágeis usadas?

Os estudos primários selecionados relataram o uso de uma ampla variedade de métricas ágeis com diferentes escopos e objetivos. No total, 319 métricas ágeis diferentes foram extraídas dos estudos.

Entre os estudos primários selecionados, foi encontrada uma série de possíveis métricas repetidas (métricas com nomes/títulos diferentes, mas possivelmente com o mesmo significado). Para unificar a lista de métricas e evitar repetições, foi seguido um procedimento padrão: (1) extração das métricas com o nome original indicado no artigo; (2) a análise do atributo medido pela métrica e o objetivo da métrica; (3) comparação da nova métrica com todas as métricas já registradas; (4) caso já houvesse outra métrica com o mesmo título, ou o mesmo atributo medido e objetivo ou significado, foi mantida a métrica já registrada, caso contrário, uma nova métrica foi registrada.

Seguindo este procedimento, foi identificada uma lista de 132 métricas únicas.

A lista das métricas extraídas está disponível em:

<https://zenodo.org/records/10578050> (aba métricas extraídas). A lista unificada/mesclada das métricas é apresentada no Quadro 2.

Como não foi possível encontrar nos estudos primários selecionados um esquema de classificação padrão para métricas ágeis que foram criadas ou mesmo utilizadas pelos estudos primários, foi decidido utilizar um padrão clássico de classificação de métricas de software, PSM (BAILEY, 2003) que classifica as métricas de software, de acordo com o(s) atributo(s) que medem, em: Cronograma e progresso, Recursos e Custo, Tamanho e estabilidade do produto, Qualidade do Produto, Desempenho do processo, Eficácia da Tecnologia e Satisfação do Cliente.

Para agrupar a lista de métricas nas categorias escolhidas, foi utilizado principalmente o atributo medido por cada métrica e seu significado. Grande parte dos estudos faz uso de mais de um grupo de métrica, considerando o número de estudos primários que apresentaram métricas para cada tipo, a maioria dos estudos 28 (84,84%) apresentou métricas relacionadas à Qualidade do Produto, seguido por 23 (69,69%) para Recursos e Custo, 17 (51,51%) para Desempenho do processo, 14 (42,42%) para Cronograma e progresso, 11 (33,33%) apresentaram métricas relacionadas à Eficácia da Tecnologia, 8 (24,24%) para Tamanho e estabilidade do produto e 5 (15,15%) métricas de Satisfação do Cliente. O Quadro 2 a seguir mostra a lista unificada de métricas extraídas, de acordo com as categorias agrupadas.

Quadro 2 - Classificação das métricas

Grupos	Métricas
Cronograma e progresso (14 estudos)	Number of completed tasks, Scope growth, Priority Shift, Rejected Product Backlog Items, Indicator about risky user stories, Reopened Tickets, Cumulative Flow Diagrams, Number of epics last sprint, WIP (work in progress), Blocked tasks, Merge Request Life Time, Merge Request Review
Recursos e custo (23 estudos)	Individual effectiveness, Weekly working hours of individual, Individual effective available hours, Individual Contribution, Individual Influence, Individual Impact, Individual Impression, Effort remaining, Effort, Team total available hours, Team total effective available hours, Planned hours, Number of Sprints, Sprint duration, Effort estimation accuracy, User Story Points, Number of remaining tasks, Backlog size, Cost Deviation, Earned Business Value, Number of Projects (n), Project size, Project avg. cost, Estimation of user stories, Pairing Frequency, Number of members per team, Role Time Measure (RTM)., Role Communication Measure (RCM), Role Management Measure (RMM), Ideal team capacity, Non-working days, Cost model (CM) , Team and individual motivational, Number of change team members, ROI, Number of Active Customers, Team adaptability, Team Innovation, Effort spent outside sprint
Tamanho e estabilidade do produto (8 estudos)	Changed Product Backlog Items, Number of code lines, Weak Components

Qualidade do produto (28 estudos)	Outstanding bugs, Critical bugs, Known bugs, Project avg. time-to-market, Delivery on time, Lead Time, Delivery to customer, Technical debt, Throughput, Velocity, Velocity Deviation, Burndown, Quality rating, Number of commits, Number of builds, Build time, Number of Attributes (NOA), Number of Method (NOM), Number of Parameters (NOP), Depth Inheritance Tree (DIT), Number of Children (NOC), Response for a Class (RFC), Lack of Cohesion of Methods (LCOM), Cohesion Among Methods (CAM), Access to Foreign Data (ATFD), Tight Class Cohesion (TCC), Number of Name-Parts of a method (NNP), Number of Characters (NC), Number of Comment - Lines (CL), Number of Local Variables (NLV), Number of Created Objects (NCO), Number of Referring Objects (NRO), Class-level (Coupling between Objects, Number of Children, Depth of Inheritance Tree), Number of Referring Objects (NRO), Package-level (Cycle Count of Dependency Graph), Requirements clarity index, Bugs Density, Code Scanning (security), Detection Rate (security), Collective Code Ownership, Fan-In, Weighted Fan-In, Fan-Out , Weighted Fan-Out , Reach efficiency In , Reach Efficiency Out , Closeness-In , Closeness-Out , Purchased delivery units quantity, Technical Efficiency, Weighted Methods per Class
Desempenho do processo (17 estudos)	Tasks attributes quality, Number of development tasks without estimation of effort ("estimated"), Number of development tasks without real effort ("spend"), Fixed bugs, Hours spent on bugs, Time to fix, Hours spent on task, Cycle Time, Total points by use case, Queue impediments size, Downstream Impact, Code changes during sprint, Scrum teams (S), Inspection Frequency, Flow efficiency, Time in meeting, Focus factor
Eficácia da tecnologia (11 estudos)	Test Run Frequency, Test failure rate, Avg test run time, Test Coverage, Test success rate, Running Tested Features Metric (RTF), Security Test Pass Rate (security), Number of deployments, Commit Review Performance
Satisfação do cliente (5 estudos)	NPS

Fonte: elaborado pela autora

3.6.5 Q5: Qual é o público-alvo das métricas?

Com esta questão de investigação pretende-se compreender a quem se destinam as métricas definidas nos estudos primários selecionados. É importante esclarecer que esta questão de pesquisa difere do que é apresentado no Quadro 3, que se refere a que tipo de atributo a métrica mede, enquanto esta questão de pesquisa se refere a quem se destina a informação gerada pela métrica ou por quem ela é usada.

Em termos de público-alvo, obteve-se o seguinte resultado: 28 estudos (84,84%) relataram que as métricas tinham como objetivo focar no time ágil, seguido pela gestão com 17 estudos (51,51%) e o cliente com 9 estudos (27,27%).

É interessante notar que o maior foco das métricas apresentadas nos estudos sendo direcionados aos membros da equipe está alinhado aos princípios e valores ágeis (KENT et al, 2001).

3.6.6 Q6: Qual é o impacto do uso de métricas

Nesta questão de pesquisa, busca-se conhecer os principais resultados do uso de métricas em um contexto de métodos ágeis. Para isso, são descritos a seguir os principais resultados do uso de métricas reportados nos estudos primários.

Foram encontrados nos estudos primários três tipos principais de impactos do uso de métricas ágeis: impactos na qualidade dos produtos, impactos na qualidade dos processos e na qualidade dos serviços. A seguir são apresentados detalhes sobre os impactos mais relevantes observados nos estudos primários.

No estudo S12 são apresentadas métricas sobre a qualidade dos processos, as métricas focadas na equipe e as métricas individuais permitiram observar a sobrecarga de trabalho que a equipe estava passando, e como o estresse de um membro impacta a equipe como um todo. As métricas propostas também apoiaram a correta distribuição de tarefas, possibilitando atentar para o desenvolvimento profissional da equipe. Além disso, no S12, as métricas orientadas a tarefas suportavam o gerenciamento de tarefas, em que as tarefas inacabadas eram movidas para a próxima versão e os bugs críticos tinham precedência sobre as tarefas. E quanto à qualidade dos produtos, as métricas trouxeram transparência para softwares bem construídos e mal construídos, mostrando para toda a organização testes aprovados e bugs resolvidos, então a equipe se esforçou para evitar problemas no futuro e resolver os problemas rapidamente.

Em S20 sobre a qualidade do processo, quando instrutores e líderes de projeto observavam um desvio, por exemplo, um grande número de compilações com falha, eles poderiam ir aos respectivos sistemas e investigar as causas-raiz ou conversar com os membros responsáveis da equipe de desenvolvimento. O estudo S20 também relata que, às vezes, mesmo quando algumas métricas apontavam para um problema, a equipe poderia ter motivos para manter o foco. Esses cenários estavam relacionados a um dos principais valores do manifesto ágil: “Indivíduos e interações sobre processos e ferramentas”, e as equipes não foram forçadas a mudar sua abordagem.

Em S04, sobre a qualidade do processo, o principal objetivo para o uso de métricas foi apoiar as equipes de desenvolvimento enxutas e ágeis para avaliar seu desempenho e alcançar um nível de qualidade superior com maior motivação. Para

melhorar, as equipes precisavam experimentar, receber *feedback* e agir. Além disso, para avaliar se uma ação gerou valor e ajudou a equipe, foi feita também uma análise dos casos para mensuração. O modelo de indicadores de desempenho ágil proposto forneceu uma solução abrangente para medir o status atual da equipe para que melhorias possam ser feitas.

Em S07, sobre a qualidade do processo, o uso de métricas permitiu realizar uma análise mais profunda sobre o *Work in Progress* (WIP) das equipes. Com base em um conjunto de dados abrangente, um WIP baixo geralmente reduz o tempo de espera, o que é positivo e consistente com as reivindicações atuais na literatura e entre os profissionais. No entanto, observou-se que um WIP baixo também pareceu reduzir a produtividade, o que foi percebido como negativo, em contraste com as afirmações da literatura e entre os profissionais. Equipes bem estruturadas e com domínio de aplicativos tendem a lidar bem com WIP maiores, e essa análise só foi possível com o uso de métricas ágeis propostas.

Em S22, na qualidade do produto, observou-se uma redução de 65% nas taxas de defeitos do produto pré-lançamento, uma redução de 35% na taxa de defeitos no período de lançamento e uma melhoria de 50% na produtividade, todas melhorias baseadas no uso de métricas em as atividades do dia-a-dia da equipe: produtividade, número de defeitos entregues e relatados pelo cliente, densidade de defeitos e eficiência de remoção de defeitos.

No estudo S28 identificou-se que as métricas de qualidade de processo propostas foram capazes de compreender a incerteza e responder à dinâmica inerente ao contexto ágil de projetos. O uso de métricas de qualidade de serviços resultou em clientes fortemente apoiados, considerando os diferentes contextos causados por mudanças e facilitou a repriorização à medida que as realidades dos clientes mudaram ao longo do tempo. A utilização de métricas ágeis de qualidade de produtos também permitiu investimentos incrementais com foco nas partes críticas da funcionalidade do software, essenciais para cumprir os objetivos do projeto. Usando métricas, a equipe conseguiu entender que nem todos os requisitos e opções de *design* de arquitetura têm o mesmo valor.

O estudo S13 relata que métricas ágeis de qualidade de produtos permitiram o entendimento de que dívida técnica, visibilidade do valor do negócio e questões de estimativa são as necessidades mais urgentes que todas as partes interessadas concordaram. Do ponto de vista dos desenvolvedores, a dívida técnica parece ter o

pior impacto na produtividade da equipe, eficiência e transparência da colaboração e um forte impacto na qualidade do produto.

Em S27, S09, S05 e S08, sobre a qualidade do processo, foram relatadas melhorias semelhantes na produtividade da equipe. O uso de métricas ágeis permitiu que as equipes observassem como melhorar a taxa de conclusão de histórias planejadas e reduzir o tempo de ciclo, dividindo as entregas em histórias de usuários menores. As equipes foram capazes de reduzir seu tempo de ciclo mantendo um espaço aberto no planejamento do *Sprint* (por exemplo, aumentando sua proporção de tempo restante). Por fim, reduzindo o trabalho não planejado, as equipes podem aumentar a previsibilidade da entrega (por exemplo, taxa de conclusão de histórias planejadas).

No estudo S17 a equipe também observou grandes vantagens na qualidade de uso das métricas do processo, como eficácia do processo e produtividade da equipe. A abordagem proposta melhorou a forma como os desenvolvedores relataram o tempo gasto em problemas/tickets e permitiu a comparação com o esforço planejado. Ao incluir painéis e métricas de processo, o desenvolvimento de software melhorou a prontidão e a eficiência em relatórios, tempo gasto e planejamento de esforços. Além disso, a diferença entre o esforço planejado e o real continuou a diminuir, o que significa que *Product Owners*, *Scrum Masters* e desenvolvedores estimam muito melhor. As métricas propostas permitiram o acompanhamento eficiente de tarefas e problemas no projeto, por cada desenvolvedor e durante cada *Sprint*.

O estudo S11 relata como o uso de métricas de qualidade de processo permite uma análise mais precisa das características amplas do nível de envolvimento, atividade e resultados relacionados à produtividade de um indivíduo em uma equipe. Equipes com níveis individuais de contribuição e impacto mais altos tiveram melhores resultados no produto final. Além disso, os membros da equipe foram capazes de formar avaliações precisas das contribuições, influência e impacto uns dos outros no projeto, dada a alta visibilidade do processo de desenvolvimento.

O uso de métricas também fornece uma base para *feedback* direto e objetivo aos indivíduos sobre qualidades mais detalhadas em relação ao desempenho após cada *Sprint*. No Quadro 3 a seguir é apresentada uma visão geral dos dados extraídos:

Quadro 3 - Mapa geral dos dados extraídos

Classificação	Estudos selecionados
---------------	----------------------

Q1 - Onde as métricas ágeis são aplicadas?	Q1.1 Contexto estudo	Indústria	S01, S02, S05, S06, S07, S08, S09, S12, S13, S14, S15, S17, S18, S19, S22, S23, S25, S27, S28, S32, S33
		Academia	S11, S16, S20, S31
		Não informado	S03, S04, S10, S21, S24, S26, S29, S30
	Q1.2 Método ágil	Scrum	S01, S03, S08, S11, S12, S13, S17, S19, S20, S25, S27, S28
		Lean	S02, S04, S14, S18, S32
		XP	S09, S15, S22, S31
		Kanban	S07
		Safe	S05
		Q1.3 Número de participantes	1 a 2
	3 a 4	S23, S33	
10 a 30	S10, S30		
Q2 - Qual é o contexto de uso das métricas ágeis?	Q2.1 Tamanho do time	Vários times	S02, S07, S14
		5 a 9 pessoas	S12
		10 pessoas	S31
	Q2.2 Experiência do time	1 a 5 anos	S09, S12, S16
		Experientes	S14
	Q2.3 Domínio do produto	Educacional	S06
		Geral	S01, S02, S07, S08, S09, S12, S13, S14, S15, S16, S17, S18, S19, S20, S22, S25, S27, S28, S32, S33
		Segurança	S21
		Telecom	S05
	Q2.4 Tamanho do produto	Grande	S02, S07, S12, S18, S20, S22, S27, S32
		Médio	S09, S17, S28
		Pequeno	S16, S19, S25
	Q2.5 Tipo do produto	Aplicativo	S09, S13, S16, S18, S19, S22, S28
		Mista	S02, S12, S27, S32
		Mobile	S01, S20
Outra		S31	
Q3 - Como as métricas ágeis são selecionadas?	Q3.1 Como as métricas são selecionadas	Estudo da literatura	S24, S01, S07, S09, S10, S12, S21, S22, S24, S25, S26, S27, S29, S31, S33
		Entrevista (time)	S02, S13, S14, S15, S18, S20, S28, S30, S32
		Especialistas	S03, S08, S11, S16, S17, S19
Q4 - Quais são as métricas ágeis usadas?	Q4.1 Estrutura de classificação (métricas)	Cronograma e progresso	S02, S05, S07, S12, S13, S17, S18, S20, S21, S27, S28, S29, S30, S32
		Recursos e Custo	S01, S02, S03, S04, S05, S07, S09, S11, S12, S13, S14, S17, S18, S19, S21, S22, S23, S25, S27, S28, S30, S31, S33
		Tamanho e estabilidade do produto	S06, S09, S10, S18, S22, S26, S32, S33
		Qualidade do produto	S02, S03, S04, S05, S06, S07, S08, S09, S10, S12, S14, S15, S16, S17, S19, S20, S21, S22, S23, S24, S25, S26, S27, S28, S29, S30, S32, S33
		Desempenho do processo	S01, S02, S03, S04, S05, S08, S12, S13, S16, S17, S22, S24, S27, S28, S29, S30, S33
		Eficiência da tecnologia	S08, S12, S13, S16, S20, S21, S22, S26, S27, S28, S30
		Satisfação do cliente	S09, S13, S28, S30, S33

Q5 - Qual é o público-alvo das métricas?	Q5.1 Público-alvo das métricas	Time	S07, S10, S14, S20, S22, S26, S27, S13, S01, S02, S03, S09, S11, S16, S17, S19, S21, S24, S25, S29, S30, S32, S12, S33
		Gestão	S13, S01, S02, S03, S09, S11, S16, S17, S19, S21, S24, S25, S29, S30, S32, S12, S33
		Cliente	S18, S04, S28, S13, S12, S33
Q6 - Qual é o impacto do uso de métricas	Q6.1. Área impactada	Melhorias para o time	S22, S01, S28, S25
		Qualidade do processo	S01, S25, S23, S05, S16, S19, S02, S03, S09, S12, S29, S33, S08, S20, S13
		Qualidade do produto	S28, S25, S18, S30, S31, S02, S03, S09, S12, S29, S33, S08, S20, S04, S06, S07, S10, S11, S14, S17, S21, S24, S26, S27, S32, S13
		Qualidade do serviço	S18

Fonte: elaborado pela autora

3.6.6. Q7: O contexto de uso tem influência nas métricas selecionadas?

Com o objetivo de entender as associações entre os dados referentes ao contexto de uso das métricas (ambiente, time ou produto) foram extraídos do mapeamento as métricas utilizadas, realizada uma análise estatística de associação, utilizando como base o qui-quadrado. A análise do qui-quadrado ou χ^2 tem como objetivo avaliar qualitativamente a possível associação entre os resultados de um experimento e a distribuição esperada para o fenômeno, conseguindo informar assim as associações entre causa e resultado, ou seja, o qui-quadrado permite entender quanto de certeza os valores observados podem ser aceitos obedecendo a teoria proposta (TAYLOR, 1997).

Para realizar a análise a primeira etapa foi definir as hipóteses (H0s):

- Não há associação entre o ambiente, como indústria/academia e método ágil empregado, com as métricas selecionadas;
- Não há associação entre o time, como tamanho, experiência, com as métricas selecionadas;
- Não há associação entre o produto, como tipo, tamanho, domínio, com as métricas selecionadas.

A segunda etapa consistiu na preparação dos dados para poderem ser analisados, como pode ser visualizado em: <https://zenodo.org/records/10578050>. O objetivo foi replicar as linhas dos estudos que utilizam mais de um grupo de métrica e para cada dado qualitativo transformar em um valor numeral para a análise de

associação, a conversão pode ser observada na aba DADOS_NUMERAIS da planilha.

A terceira etapa teve como objetivo aplicar o cálculo do qui-quadrado nos dados preparados, para tal, foi utilizada a ferramenta Collab¹ do Google, esta ferramenta é uma plataforma que oferece um ambiente de *notebook* interativo que contém análises de dados, visualizações e modelos. Para realizar a análise foram realizados os seguintes passos:

- Acesso ao Google Collab;
- Criação de um novo *notebook*;
- Preparação dos dados conforme descrito na segunda etapa e carregado ao *notebook*;
- Utilização da biblioteca *scipy* para realização do cálculo do qui-quadrado;
- Interpretação dos dados obtidos, considerando o p-value, determinando a significância estatística, conforme apresentado na Tabela 2 a seguir:

Tabela 2 - Análise estatística MSL

Grupos	Correlação
Ambiente	variable: environment p value is 0.8730991242439062 Independent (H0 holds true)
	variable: agile_method p value is 0.8913519192402871 Independent (H0 holds true)
	variable: team_size p value is 0.9733262692824123 Independent (H0 holds true)
Time	variable: team_experience p value is 0.9967367224310459 Independent (H0 holds true)
	variable: product_domain p value is 0.6345936770247167 Independent (H0 holds true)
Produto	variable: product_size p value is 0.9804390793153781 Independent (H0 holds true)
	variable: product_type p value is 0.9901948135660981 Independent (H0 holds true)

Fonte: elaborado pela autora.

¹ <https://colab.research.google.com/>

A análise realizada foi considerando o *p-value*. Esse valor demonstra a probabilidade de se cometer um erro ao rejeitar a hipótese H0, ou seja, é a probabilidade de errar a conclusão ao afirmar que existe associação entre as variáveis (TAYLOR, 1997). Como pode ser observado nos resultados da Tabela 2, a hipótese H0 foi aceita, o que indica que não foi encontrada nenhuma forte associação entre as variáveis.

Entende-se que a quantidade de dados dos artigos pode não ter sido suficiente para demonstrar associação estatística, isso aponta para uma fraqueza nos artigos em termos de descrição de contexto. Outro fator que pode ter interferido nesse resultado foi o fato de, para os artigos que citaram mais de uma métrica, o contexto do artigo era repetido trocando apenas a métrica informada, isso pode ter dificultado para encontrar associações estatísticas visto que são mesmos contextos com grupos de métricas diferentes. Portanto, não foram encontradas associações significativas que provem que o ambiente, time ou produto interfiram nas métricas selecionadas.

3.7 MAPEAMENTO E DISCUSSÃO

Por mais que não tenha sido possível encontrar associações estatísticas entre os dados, é possível analisar as relações das coletas apresentadas na seção anterior. As análises indicam várias possíveis relações entre as características organizacionais e do produto e o tipo de métrica utilizada. Assim, o Quadro 4 apresenta essas relações detalhadas evidenciadas pelos estudos primários.

Em relação ao ambiente de aplicação do estudo, é possível perceber que os estudos aplicados na indústria são os que apresentam maior diversidade e quantidade de tipos de métricas. Em relação aos métodos ágeis, é possível perceber que o Scrum domina naturalmente, devido ao maior número de estudos. No entanto, nenhuma métrica com Scrum foi encontrada na categoria tamanho e estabilidade do produto.

Em relação ao tamanho e experiência da equipe, como poucos estudos apresentam esse tipo de informação, não é possível realizar análises muito aprofundadas. No entanto, é possível notar que equipes menos experientes têm métricas definidas para todos os grupos.

Quadro 4 - Relação entre categorias e os tipos de métricas

		Satisfação Cliente	Desempenho Processo	Qualidade Produto	Tamanho estabilidade e produto	Recursos e Custo	Cronograma Progresso	Eficácia Tecnologia
Contexto	Indústria	S09, S13, S28, S33	S01, S02, S05, S08, S12, S13, S17, S22, S27, S28, S33	S02, S05, S06, S07, S08, S09, S12, S14, S15, S17, S19, S22, S23, S25, S27, S28, S32, S33	S06, S09, S18, S22, S32, S33	S01, S02, S05, S07, S09, S12, S13, S14, S17, S18, S19, S22, S23, S25, S27, S28, S33	S02, S05, S07, S12, S13, S17, S18, S27, S28, S32	S08, S12, S13, S22, S27, S28
	Academia		S16	S16, S20		S11, S31	S20	S16, S20
	Não informado	S30	S03, S04, S24, S29, S30	S03, S04, S10, S21, S24, S26, S29, S30	S10, S26	S03, S04, S21, S30	S21, S29, S30	S21, S26, S30
Método ágil	Scrum	S13, S28	S01, S03, S08, S12, S13, S17, S27, S28	S03, S08, S12, S17, S19, S20, S25, S27, S28		S01, S03, S11, S12, S13, S17, S19, S25, S27, S28	S12, S13, S17, S20, S27, S28	S08, S12, S13, S20, S27, S28
	Lean		S02, S04	S02, S04, S14, S32	S18, S32	S02, S04, S14, S18	SS02, S18, S32	
	XP	S09	S22	S09, S15, S22	S09, S22	S09, S22, S31		S22
	Kanban			S07		S07	S07	
	Safe		S05	S05		S05	S05	
Tamanho time	Vários		S02	S02, S07, S14		S02, S07, S14	S02, S07	
	5 a 9		S12	S12		S12	S12	S12
	10					S31		
	1 a 5	S09	S12, S16	S09, S12, S16	S09	S09, S12	S12	S12, S16
Domínio da aplicação	Experientes		S02	S02, S14		S02, S14	S02	
	Educação			S06	S06			
	Geral	S09, S13, S28, S33	S01, S02, S08, S12, S13, S16, S17, S22, S27, S28, S33	S02, S07, S08, S09, S12, S14, S15, S16, S17, S19, S20, S22, S25, S27, S28, S32, S33	S09, S18, S22, S32, S33	S01, S02, S07, S09, S12, S13, S14, S17, S18, S19, S22, S25, S27, S28, S33	S02, S07, S12, S13, S17, S18, S20, S27, S28, S32	S08, S12, S13, S16, S20, S22, S27, S28
	Segurança			S21		S21	S21	
	Telecom		S05	S05		S05	S05	
Tamanho produto	Grande		S02, S12, S22, S27	S02, S07, S12, S20, S22, S27, S32	S18, S22, S32	S02, S07, S12, S18, S22, S27	S02, S07, S12, S18, S20, S27, S32	S12, S20, S22, S27
	Médio	S09, S28	S17, S28	S09, S17, S28	S09	S09, S17, S28	S17, S28	S28
	Pequeno		S16	S16, S19, S25		S19, S25		S16
Tipo produto	Desktop	S09, S13, S28	S13, S16, S22, S28	S09, S16, S19, S22, S28	S09, S18, S22	S09, S13, S18, S19, S22, S28	S13, S18, S28	S13, S16, S22, S28
	Misto		S02, S12, S27	S02, S12, S27, S32	S32	S02, S12, S27	S02, S12, S27, S32	S12, S27
	Mobile		S01	S20		S01	S20	S20
	Outro					S31		

	Web		S05, S17	S05, S06, S07, S17, S25	S06	S05, S07, S17, S25	S05, S07, S17	
--	-----	--	----------	-------------------------------	-----	-----------------------	------------------	--

Fonte: elaborado pela autora

No domínio do produto, para produtos de domínio geral, a maioria das métricas se concentra na qualidade do produto e recursos e custos. Qualidade de produto também se concentra em relação ao tamanho do produto, para produtos grandes, seguido por cronograma e progresso.

Sobre os tipos de produtos, o desenvolvimento de aplicativos *desktop* levou ao uso de métricas para recursos e custo, enquanto para produtos *web* e produtos mistos, houve uma predominância ligeiramente maior de métricas para produto.

É interessante notar que, para vários relacionamentos, os estudos primários não definiram métricas. Essas lacunas podem indicar que as métricas não são aplicáveis nesses contextos, ou também podem indicar oportunidades onde pesquisas futuras podem ser aplicadas.

3.8 AMEAÇAS À VALIDADE

Foram identificadas ameaças potenciais e estratégias de mitigação aplicadas para minimizar seu impacto nos resultados seguindo Zhou et al., 2016.

Omissão de estudos relevantes: Para reduzir o risco de estudos relevantes não serem considerados, seguindo (PETERSEN et al. 2008) a *string* de busca foi definida por meio de um processo sistemático, no qual os termos de busca foram selecionados para descrever conceitos relacionados à questão de pesquisa principal e também foram usados sinônimos dos termos. A *string* de busca também foi testada e validada usando estudos primários previamente conhecidos como referência.

Faltam informações relevantes: Para minimizar o risco de não coletar as informações relevantes dos estudos primários, foram derivados sistematicamente os dados a serem extraídos das questões de pesquisa e definido um formulário de coleta de dados compartilhado. Os dados coletados também foram revisados.

Classificação de dados: Existe uma possível ameaça à validade da subjetividade na classificação dos dados em categorias definidas. Isso se aplica a todas as categorias e classificações de métricas. Apesar dessa possível ameaça,

todas as categorizações foram revisadas pelos autores da pesquisa para minimizar as opiniões individuais.

4. ESTADO DA PRÁTICA

Neste capítulo é apresentada uma pesquisa realizada em todo o território nacional, com o objetivo de levantar os processos de seleção de métricas e as métricas utilizadas nas empresas desenvolvedoras de software do Brasil. A pesquisa é realizada por meio de um *survey*. Um *survey* é definido como sendo uma coleta de informações de diversos tipos, como por exemplo, características, ações e opiniões de um grupo de pessoas que representem a população (PINSONNEAULT; KRAEMER, 1993).

Este *survey* busca entender as práticas de seleção de métricas, bem como cerimônias além de realizar o levantamento de quais métricas são utilizadas no mercado de software nacional para enriquecer o modelo, sendo em possíveis práticas ou novas métricas ainda não identificadas.

4.1 ABORDAGEM METODOLÓGICA DO SURVEY

De acordo com Pinsonneault e Kraemer (1993), *surveys* com objetivo de pesquisas possuem algumas características distintas, como por exemplo, são realizadas descrições quantitativas dos aspectos estudados na população, coletadas informações com perguntas previamente estruturadas e as informações são coletadas sobre uma fração da população que possuam características necessárias para representar o todo. A utilização de um *survey* é indicada quando o objetivo é responder questões como “o quê?”; “por que?”; “como” e “quanto?” tendo o foco em “o que está acontecendo”, por este motivo foi escolhido como método para esta pesquisa.

O desenvolvimento do *survey* tomou por base a abordagem proposta por Kasunic (2005), que define os seguintes passos:

- **Objetivo da pesquisa:** Nesta etapa é definido o objetivo principal da pesquisa, posteriormente esse objetivo é dividido entre perguntas que juntas respondem à questão principal da pesquisa;
- **Público-alvo e amostra:** Esta etapa consiste em definir qual o público-alvo da pesquisa e a amostra necessária que represente corretamente a população;
- **Design do instrumento de coleta de dados:** O objetivo desta etapa é definir o instrumento que permitirá a coleta das respostas da pesquisa e a estruturação das perguntas;

- Distribuição do questionário: Nesta etapa é definida a distribuição do questionário, o meio utilizado, seja físico ou virtual e de que forma, seja através de alguma ferramenta, rede de contatos, etc;
- Análise dos resultados e desenvolvimento de relatórios: Esta etapa consiste na análise das respostas, o objetivo é entender se estas respondem à questão de pesquisa e desenvolver gráficos e relatórios sobre os resultados encontrados.

4.2 PLANEJAMENTO DO *SURVEY*

O objetivo da pesquisa foi definido como: Levantar os processos de seleção de métricas e as métricas utilizadas nas empresas desenvolvedoras de software do Brasil. Todas as etapas realizadas para o planejamento do *survey* são apresentadas a seguir.

4.2.1 Definição das perguntas de pesquisa

Conforme o objetivo definido, foram formuladas as perguntas para levantar os aspectos específicos em relação ao objetivo, respondendo assim à questão geral, conforme definido pelo modelo GQM (*Goal-Question-Metric*) (BASILI, 1994).

Assim, as perguntas foram elaboradas com o foco em obter os diferentes perfis de empresas que fazem uso de métricas, identificando quais métricas usam e como é o processo de seleção destas. Desta forma, foi considerado relevante entender as cerimônias em que fazem uso de métricas, os métodos ágeis empregados, o contexto das organizações, as métricas e os processos estabelecidos para seleção das métricas. Foram definidas as seguintes perguntas de pesquisa:

- P1: Qual o perfil dos respondentes que fazem uso de métricas ágeis?
- P2: Qual o perfil das organizações que fazem uso de métricas ágeis?
- P3: Como as métricas são selecionadas?
- P4: Como as métricas são utilizadas?
- P5: Quais são as métricas utilizadas?
- P6: Qual o impacto do perfil organizacional no método ágil escolhido?
- P7: Qual o impacto do perfil organizacional em como as métricas são utilizadas?

- P8: Qual o impacto do perfil organizacional entre os grupos de métricas mais utilizados?

A seguir, no Quadro 5, são apresentadas as perguntas derivadas das perguntas de pesquisa:

Quadro 5 - Perguntas derivadas

Pergunta pesquisa	Objetivo	Pergunta derivada	Tipo pergunta
P1: Qual o perfil dos respondentes que fazem uso de métricas ágeis?	Analisar as características do perfil que faz uso de métricas	P1.1: Qual seu papel na equipe que atua?	Lista fechada
		P1.2: Há quanto tempo (em anos) você trabalha com desenvolvimento de software?	Lista fechada
P2: Qual o perfil das organizações que fazem uso de métricas ágeis?	Analisar as características das organizações que fazem uso de métricas	P2.1: Em qual região fica a sede da empresa que trabalha?	Lista fechada
		P2.2: Aproximadamente quantos colaboradores tem sua organização?	Aberta
		P2.3: Para quais áreas de domínio a sua organização desenvolve software?	Lista fechada
		P2.4: Qual(is) métodos ágeis seu time utiliza?	Lista fechada
P3: Como as métricas são selecionadas?	Analisar como as métricas são selecionadas, se faz uso de algum processo para seleção de métricas	P3.1: Existe algum método ou processo estabelecido para definição ou seleção das métricas a serem utilizadas?	Aberta
		P3.2: Se sim, como é esse processo?	Aberta
P4: Como as métricas são utilizadas?	Analisar como as métricas são utilizadas	P4.1: Você utiliza métricas para acompanhamento das metas e objetivos do(s) time(s) ou da organização?	Fechada
		P4.2: Em quais dos itens abaixo você aplica métricas para o gerenciamento?	Lista fechada

		P4.3: Em quais cerimônias típicas de métodos ágeis você aplica gerência de riscos e/ou métricas?	Lista fechada
P5: Quais são as métricas utilizadas?	Analisar quais as métricas mais utilizadas no mercado	P5.1: Quais as 5 principais métricas que você utiliza em seu(s) time(s) e/ou organização?	Aberta
P6: Qual o impacto do perfil organizacional no método ágil escolhido?	Analisar se o perfil organizacional, (região, tamanho e área de atuação da organização) interferem no método ágil utilizado	P6.1: O tamanho da organização impacta no método ágil escolhido?	Análise estatística
		P6.2: A área atuação da organização impacta no método ágil escolhido?	Análise estatística
		P6.3: A região da organização impacta no método ágil escolhido?	Análise estatística
P7: Qual o impacto do perfil organizacional em como as métricas são utilizadas?	Analisar se o perfil organizacional impacta em como as métricas são utilizadas	P7.1: O tamanho da organização impacta em como a métrica é utilizada?	Análise estatística
		P7.2: O método ágil impacta em como a métrica é utilizada?	Análise estatística
		P7.3: A área atuação da organização impacta em como a métrica é utilizada?	Análise estatística
		P7.4: A região da organização impacta em como a métrica é utilizada?	Análise estatística
P8: Qual o impacto do perfil organizacional entre os grupos de métricas mais utilizados?	Analisar se o perfil organizacional impacta nos grupos de métricas mais utilizados	P8.1: O tamanho da organização impacta nos grupos de métricas utilizados?	Análise estatística
		P8.2: O método ágil impacta nos grupos de métricas utilizados?	Análise estatística
		P8.3: A área atuação da organização impacta nos grupos de métricas utilizados?	Análise estatística
		P8.4: A região da organização impacta nos grupos de métricas utilizados?	Análise estatística

Fonte: elaborado pela autora.

4.2.2 Definição do instrumento de coleta de dados

A ferramenta selecionada para construção do questionário e coleta dos dados foi o *Google Forms*². Este aplicativo que faz parte do *Google Drive*, o *Google Forms*, disponibiliza a infraestrutura necessária para o desenvolvimento do questionário e permite o seu fácil envio ao término, através do link gerado.

O questionário foi distribuído eletronicamente, via ferramenta *LinkedIn*, para os perfis mapeados para a pesquisa: funções associadas a gestão que de alguma forma fazem uso e análise de métricas. O *LinkedIn* é uma rede social profissional online que permite a conexão de profissionais de diferentes setores, permitindo a expansão da rede de contatos profissionais dos seus usuários.

4.2.3 Definição da amostragem

O público-alvo da pesquisa consiste nos colaboradores de empresas de software brasileiras, que utilizam métodos ágeis e que possuem conhecimento das métricas empregadas na organização, tendo atuação direta ou indireta na gestão de projetos de software. Os critérios de exclusão foram funcionários de empresas que não possuam filiação brasileira e/ou que não possuam nenhuma experiência com aplicação de métodos ágeis.

A amostra definida para esta pesquisa foi a probabilística (KISH, 1965), pois os participantes foram selecionados de forma aleatória, de forma balanceada por estado, sem ter qualquer vínculo com a autora. A distribuição da amostra seguiu a pesquisa realizada por (ABES, 2022), a qual informa a quantidade de empresas por região do Brasil. A população de funcionários das empresas de software no Brasil é de aproximadamente 514.303 profissionais. Para calcular o tamanho da amostra, foi definida uma margem de erro de 5% e um grau de confiança de 90%. Com base nesses limites, determinou-se que uma amostra estatisticamente significativa deve ter 273 respondentes (BERNDT, 2020), devidamente balanceados entre as regiões do país na proporção de aproximadamente 2,5% região norte, 7% região nordeste, 12% região centro-oeste, 13,5% região sul e 65% região sudeste.

² <https://docs.google.com/forms>

Os participantes foram convidados de forma aleatória por meio da plataforma LinkedIn³. Para selecionar os convidados foi aplicado um filtro na plataforma LinkedIn limitando aos profissionais de empresas de software localizadas no Brasil. Foi então enviada uma mensagem direta de convite para participar da pesquisa para cada um dos profissionais encontrados. Esses passos foram repetidos até que o tamanho mínimo da amostra foi atingido, garantido o equilíbrio entre os convites realizados das regiões do Brasil. Assim, foram convidados 1043 profissionais de empresas de software localizadas no Brasil.

4.3 EXECUÇÃO

O período de execução ocorreu ao longo de um ano, repetindo os passos de distribuição do questionário até atingir o mínimo de respostas satisfatórias. Para tornar possível a aplicação do questionário, o projeto de pesquisa foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFSC (CEPESH-UFSC), sob número 55851622.8.0000.0121, obtendo sua aprovação a posterior extensão do prazo, em função do tempo prolongado para obter o total de respostas necessário.

O questionário foi enviado para 1043 pessoas, das quais responderam 309, obtendo assim um retorno de 29,6%. Segundo Baruch (1999) uma taxa de retorno média de 55,6% com variação de +/- 19,7% é considerada aceitável neste tipo de pesquisa, deixando a taxa de retorno do *survey* um pouco abaixo do esperado (-6,3%).

4.4 RESULTADOS

Nesta seção são apresentados os resultados obtidos a partir da coleta de dados realizada. Os resultados são apresentados e analisados de acordo com as perguntas de pesquisa definidas.

4.4.1 Preparação dos dados

³ <https://www.linkedin.com>

Para analisar os resultados obtidos, foram necessárias algumas adaptações, as quais serão descritas a seguir:

- Sanitização: Foram removidas da pesquisa os respondentes que responderam não para o termo de consentimento ou que não responderam as perguntas por confidencialidade de suas empresas;
- Codificação: Para as perguntas papel na equipe que atua (P1.1) tempo atuando na área (P1.2), quantidade de colaboradores (P2.2) e área de atuação da organização (P2.3), foram feitos agrupamentos para facilitar a análise dos resultados, cada agrupamento realizado é explicado em detalhe na seção de análise dos resultados 4.4.2;
- Classificação: Para as perguntas abertas sobre o processo de seleção de métricas e as métricas utilizadas foi utilizada a técnica *Open Coding*, para análise e categorização das respostas. A técnica *Open Coding* consiste em uma abordagem qualitativa de pesquisa com objetivo de desenvolver teorias a partir dos dados coletados (STRAUSS, 1998). A técnica de *Open Coding* envolve analisar de forma aberta e sistemática dados brutos, codificando os dados em categorias, identificando padrões e conceitos emergentes, para então realizar uma compreensão profunda dos dados (CHARMAZ, 2014). Todo o processo realizado é descrito na seção 4.4.2.

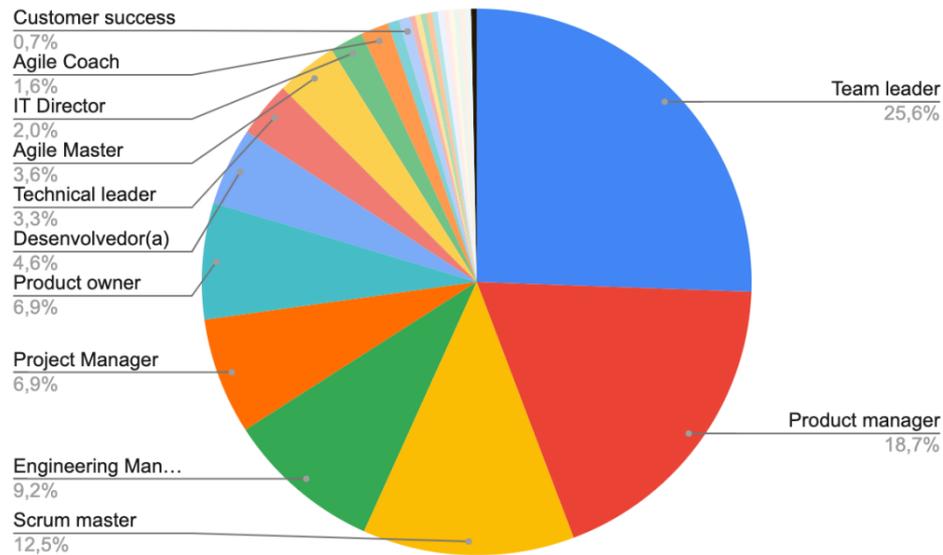
4.4.2 Análise dos dados

P1: Qual o perfil dos respondentes que fazem uso de métricas ágeis?

Esta primeira pergunta se refere aos aspectos demográficos da amostra. Para realizar esta análise foi utilizada estatística descritiva para compreender o perfil dos respondentes, para tal, foram realizadas as seguintes perguntas do formulário, conforme definido anteriormente.

Papel que atua

Figura 7 - Papel que atua na organização



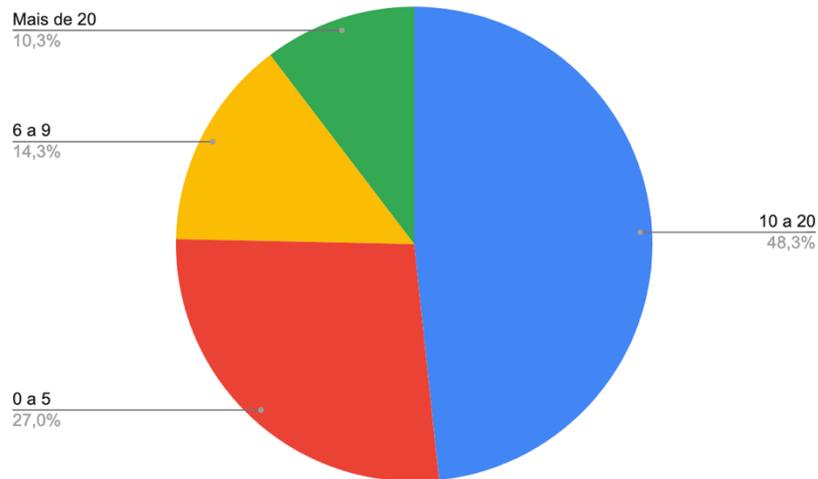
Fonte: elaborado pela autora.

Como pode-se observar na Figura 7 os papéis que mais apareceram entre os respondentes estão: *Team Leader* com 78 (25,6%) das respostas, seguido por *Product Manager* com 57 (18,7%), *Scrum Master* com 38 (12,5%) das respostas, *Engineering Manager* com 28 (9,2%), *Project Manager* e *Product Owner* ambos com 21 respostas (6,9%), *Desenvolvedor (a)* com 14 (4,6%) das respostas, *Agile Master* 11 (3,6%), *Technical Leader* 10 (3,3%), *IT Director*, *Product Manager* e Gerente de Serviços todos com cerca de 2%, 2 a 5 respondentes. O resultado do perfil é condizente com o esperado, visto que o público-alvo eram papéis de liderança e consequentemente que participem da gestão de métricas nas equipes.

Como pode ser observado, 73% da amostra é constituída de papéis que exercem algum papel de liderança no time que atua, o que corrobora com o perfil ideal para a pesquisa, visto ser o perfil mais próximo do uso e/ou gestão de métricas dentro dos times.

Tempo em que trabalha com desenvolvimento de software

Figura 8 - Tempo atuando com desenvolvimento de software



Fonte: elaborado pela autora.

Como pode ser observado na Figura 8, em relação ao tempo dos respondentes atuando na profissão, 147 (48,3%) dos respondentes atuam na área entre 10 a 20 anos, seguido por 83 (27%) respostas até 5 anos, 43 (14,3%) com 6 a 9 anos e 31 (10,3%) informaram trabalhar na área há mais de 20 anos.

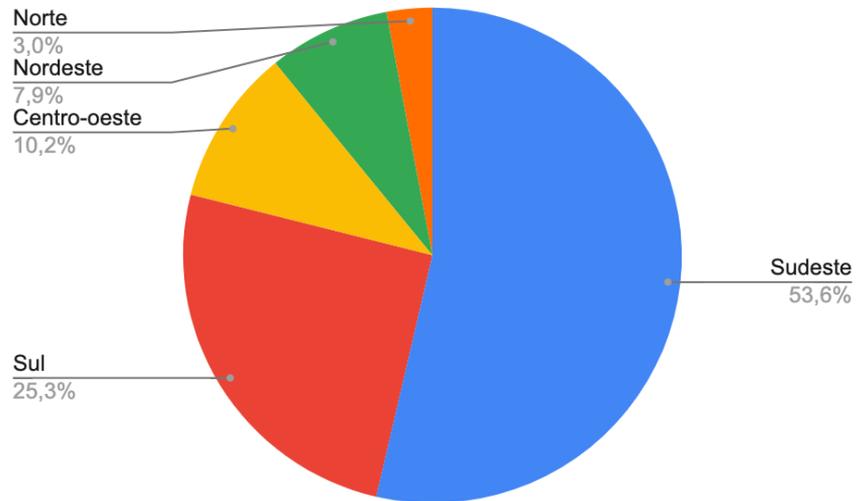
Quase metade da amostra são de profissionais que trabalham com desenvolvimento de software há mais de 10 anos, o que indica ser um perfil experiente.

P2: Qual o perfil das organizações que fazem uso de métricas ágeis?

A segunda pergunta de pesquisa procura mapear o perfil das organizações que fazem uso de métricas ágeis. Para tal, foram realizadas 4 perguntas, conforme definido na seção 4.2.1.

Região da sede da organização

Figura 9 - Empresas por região

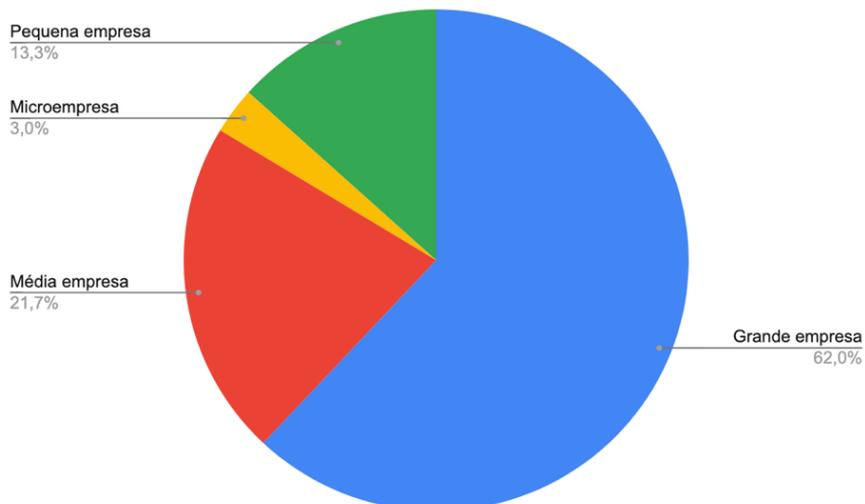


Fonte: elaborado pela autora.

Como pode ser observado na Figura 9, dentre os respondentes, 163 (53,6%) trabalham em empresas do sudeste, seguidos por sul com 77 (25,3%) respostas, nordeste com 24 (7,9%) respostas, centro-oeste 31 (10,2%) e norte com 9 (3%) respostas.

Quantidade de colaboradores (tamanho da empresa)

Figura 10 - Tamanho das organizações



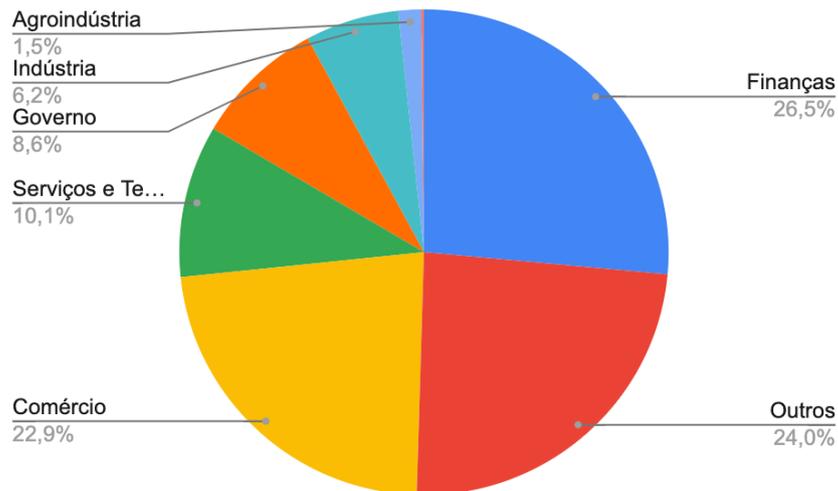
Fonte: elaborado pela autora.

Como pode ser observar na Figura 10, entre os respondentes, 189 (62%) trabalham em uma grande empresa, seguido por média empresa, com 66 (21,7%), pequena empresa com 40 (13,3%) e microempresa, 9 (3%). Mediante análise dos

dados é possível observar que a grande maioria das respostas foram de profissionais atuantes em grandes empresas, pois grandes empresas consequentemente possuem mais funcionários, este resultado deu-se em função da seleção dos respondentes ter sido focada nos profissionais e não nas empresas em si.

Áreas de domínio da organização

Figura 11 - Áreas de domínio



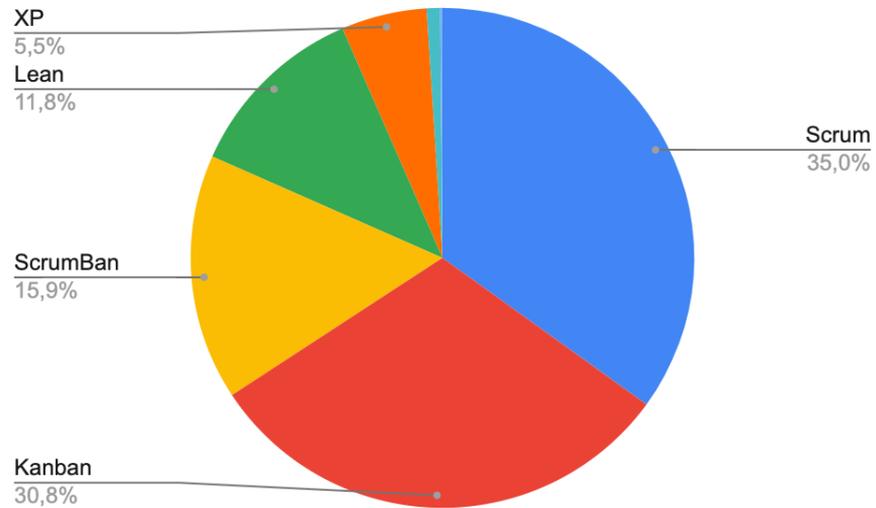
Fonte: elaborado pela autora.

Como pode ser observado na Figura 11, para áreas de domínio foi obtida uma quantidade significativa de respostas heterogêneas, por este motivo este grupo passou por uma fase de sanitização e agrupamento de áreas semelhantes, seguindo as categorias de domínios de aplicação definidas no estudo do mercado brasileiro de software de 2022, realizado pelas Abes (2022).

As áreas com maior relevância entre os respondentes foram: finanças com 141 respostas (26,5%), seguido por outros com 128 (24%), comércio com 122 (22,9%) respostas, serviços e telecom com 54 (10,1%) respostas, governo com 46 (8,6%), indústria 33 (6,2%), agroindústria 8 (1,5%) e óleo e gás com 1 (0,2%) resposta. As quantidades de respostas para áreas de domínio são maiores que o total de respostas em função de uma empresa atuar em mais de um setor.

Método ágil utilizado pela organização

Figura 12 - Método ágil utilizado



Fonte: elaborado pela autora.

Como pode ser observado na Figura 12, entre os métodos ágeis, o método mais empregado é o Scrum com 242 respostas (35%), seguido pelo Kanban com 213 respostas (30,8%), ScrumBan com 110 (15,9%) das respostas, Lean com 82 respostas (11,8%), XP com 38 (5,5%) e Safe com 6 respostas (0,9%). As quantidades de respostas para os métodos ágeis são maiores que o total de respostas em função das empresas utilizarem mais de um método ágil.

P3: Como as métricas são selecionadas?

A terceira pergunta de pesquisa tem como objetivo entender quais os processos de seleção e definição de métricas realizados pelas organizações. Para tal, foi realizada uma pergunta aberta para que o respondente descreva o processo utilizado.

Conforme apresentado na seção 4.2.1, foi definida uma pergunta aberta do formulário de coleta de dados para responder a essa pergunta de pesquisa. Como resultado foram obtidas 64 respostas desta pergunta do instrumento de coleta de dados.

Com base na técnica *Open Coding* foi realizada uma análise detalhada dos dados, identificando categorias e conceitos entre os dados de forma indutiva, permitindo encontrar padrões e significados de forma parcial e genuína (CHARMAZ,

2014). Dessa forma, a primeira etapa consistiu em segmentar os dados para apresentar uma ideia única, a segunda etapa foi realizada a atribuição de códigos, ou seja, poucas palavras que expressem o significado do dado e por fim o agrupamento, assim cada resposta foi agrupada em categorias amplas que informam ferramentas, métodos, objetivos e pessoas envolvidas no processo.

Como resultado dessa codificação emergiram as seguintes categorias: método, papéis, ferramentas, periodicidade e processo. Os detalhes dessa codificação estão disponíveis na aba Grupos [Análise processo seleção métrica] da planilha <https://zenodo.org/records/10578050>.

- Categoria de métodos: 54,6% (35) das respostas citam métodos ou técnicas para seleção das métricas, como OKR, DDD, objetivos estratégicos, ISO 31000, Moonshot, Agile Cockpit, Kanban, Scrum, Framework Ágil;
- Categoria papéis envolvidos: 34,4% (22) das respostas informam envolvimento de papéis como responsáveis pela seleção das métricas, como todo o time com 8 respostas; 10 respostas citam envolvimento da gerência para seleção das métricas e 5 respostas citam fazer uso de um grupo de especialistas para seleção das métricas, como agilistas.
- Categoria ferramentas: 10,9% (7) das respostas informam as ferramentas que utilizam, como: JIRA, Power BI, Plannig poker, *dashboard*;
- Categoria periodicidade: 15,6% (10) citam a periodicidade em que selecionam e/ou avaliam métricas: anual, mensal, trimestral e a cada retrospectiva;
- Categoria processo: 46,8% (30) citam etapas utilizadas para seleção das métricas.

A partir das respostas categorizadas como processo, uma análise mais detalhada foi realizada buscando encontrar as etapas do processo, utilizando a mesma técnica de *Open Coding* já citada. Os detalhes dessa codificação estão disponíveis na aba Processo [Análise processo seleção métrica] da planilha <https://zenodo.org/records/10578050>.

A partir da extração dos dados, emergiram como conceitos, passos de um possível processo de seleção de métricas. Esses passos foram então generalizados em etapas de um processo de seleção de métricas. Assim, o processo de seleção de métricas obtido é apresentado a seguir:

- **Definir o objetivo/domínio** que será medido, entender o problema, a situação que será resolvida. De acordo com as respostas, esta primeira etapa pode ser realizada por meio de um planejamento estratégico; modelo de governança da organização; objetivos do negócio; tendências do mercado; comitê com liderança; especialistas para entender as demandas e necessidades;
- **Definir as métricas** periodicamente, pode ser a cada trimestre, a cada ano, identificar métricas que façam sentido, com base nas perguntas que se precisa responder, aplicar métricas que identifique a causa raiz da variação do processo, rediscutir o processo de métricas e criação de *baselines*;
- **Definir a periodicidade** em que será coletada, reavaliada, medida e discutidas as métricas, que, de acordo com as respostas, pode ser feito trimestralmente, quinzenalmente, semanalmente ou a cada fim de iteração;
- **Definir as ferramentas** que apoiarão no processo de utilização e gestão das métricas, pode-se usar um *book* de métricas de agilidade, documentá-las no *Product Backlog Item*, planilha de qualidade institucional, uso do JIRA para computar pontos e prazos, além do uso de *planning poker* e *dashboards*.
- **Acompanhar as métricas** periodicamente, a cada iteração, retrospectiva, mensalmente, definir e realizar uma validação regular da utilidade das métricas e em nível gerencial, realizando ajustes das fórmulas durante os meses subsequentes;
- **Realizar o alinhamento de métricas** com os *stakeholders* estratégicos. De acordo com as respostas, todos os responsáveis devem responder periodicamente, como por exemplo mensalmente, pelas métricas apontadas e definidas.

A partir dos dados coletados e analisados, é possível inferir que as organizações utilizam diferentes processos para a definição e acompanhamento de métricas de desempenho. Em comum, há a preocupação em escolher as métricas que estejam mais alinhadas com os objetivos estratégicos da organização.

Alguns processos, modelos ou normas citadas são OKRs, ISO 31000, *Agile Cockpit*, *Scrum* e *Kanban*. As métricas são definidas por meio de um processo de análise e estudo, geralmente com a participação de um grupo de pessoas responsáveis por essa tarefa.

Há ainda o uso de planilhas e ferramentas, como Jira, para o acompanhamento das métricas definidas. As métricas podem ser revisadas periodicamente e ajustadas de acordo com o desempenho da organização e com as mudanças nos objetivos estratégicos.

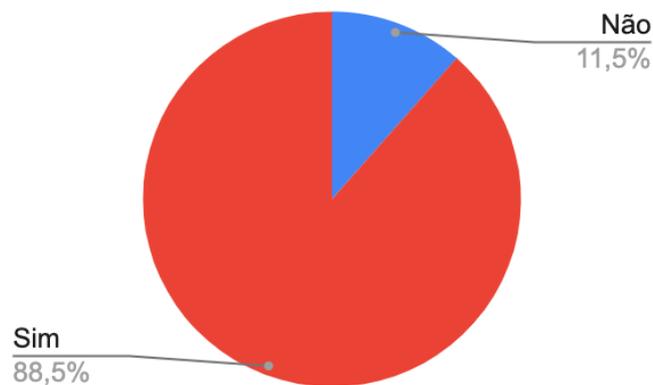
As métricas são geralmente voltadas para produto, mas podem abranger outros domínios, como negócio, organização, técnico e cultural. É comum também a realização de reuniões e ritos específicos para a definição e acompanhamento das métricas, como reuniões trimestrais, ritos de planejamento e *review* dos *key results*.

P4: Como as métricas são utilizadas?

Para entender se e como as métricas são utilizadas, foi questionado se os respondentes fazem uso de métricas e em quais cerimônias, e as respostas obtidas são apresentadas a seguir.

Faz uso de métricas

Figura 13 - Quantidade de respondentes que utilizam métricas

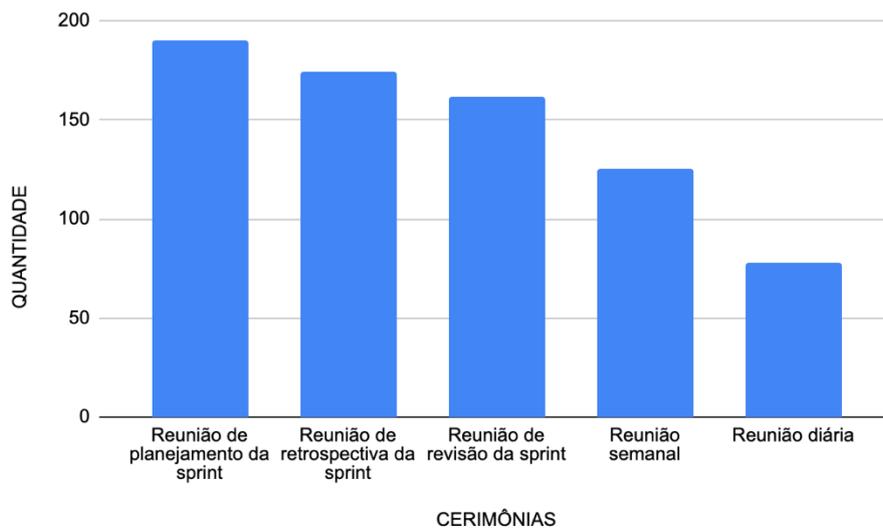


Fonte: elaborado pela autora.

Como pode ser observado na Figura 13, 270 (88,5%) informaram fazer uso de métricas para acompanhamentos das metas e objetivos do time ou da organização. Tal resultado mostra quão disseminado é o uso de métricas pelas organizações de software, indicando assim a sua relevância em grande parte da amostra.

Cerimônias em que se utiliza e/ou fazem gestão das métricas

Figura 14 - Métricas por cerimônia ágil

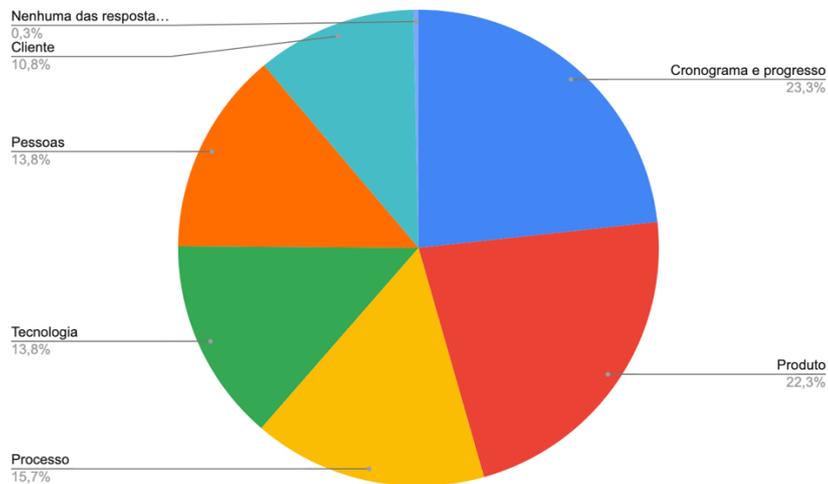


Fonte: elaborado pela autora.

Entre as cerimônias, conforme pode ser observado na Figura 14, 190 (25,4%) dos respondentes informaram que fazem uso e/ou acompanhamento de métricas na reunião de planejamento da sprint, seguido pela reunião de retrospectiva da sprint com 174 respostas (23,3%), reunião de revisão da sprint com 162 respostas (21,7%), reunião semanal com 125 (16,7%) respostas, e a reunião diária com 78 respostas (10,4%). Em análise, é possível observar que as reuniões de planejamento e revisões são os dois momentos mais utilizados para gerir as métricas, o que é coerente com os objetivos do uso de métricas.

Tipos de métricas

Figura 15 - Métricas agrupadas



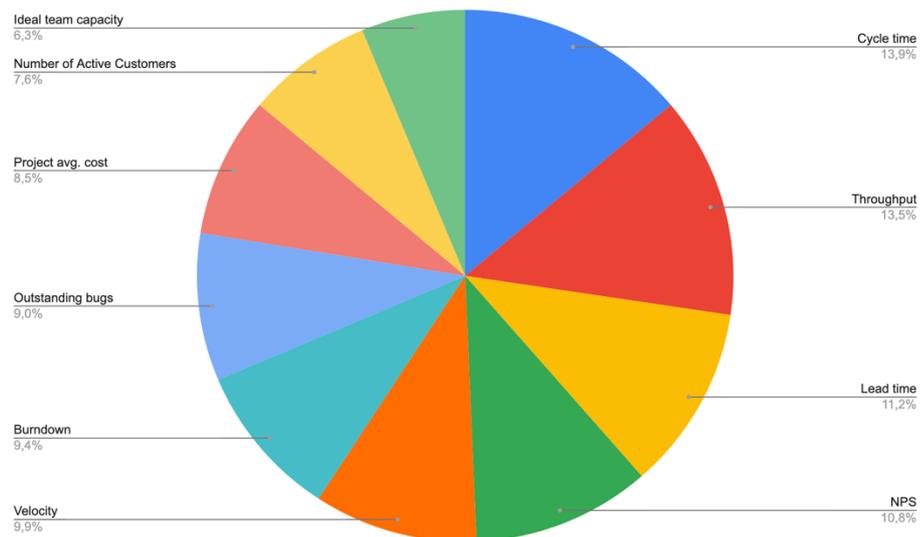
Fonte: elaborado pela autora.

Conforme a Figura 15, em relação aos tipos de métricas, foram questionados quais grupos de métricas são utilizados na organização, seguindo o PSM e foi obtido o seguinte resultado: 201 (23,3%) dos respondentes informaram usar métricas para gestão de cronograma e progresso, seguido por 193 (22,3%) informando fazer uso de métricas para produto, seguido por processo com 136 (15,7%) respostas, tecnologia e pessoas ambos com 119 (13,8%) respostas, e por último cliente com 93 (10,8%) das respostas.

P5: Quais são as métricas mais utilizadas?

Com relação às métricas, foram obtidas na pesquisa 95 métricas únicas. Para unificar a lista de métricas e evitar repetições, foi seguido um procedimento padrão, similar ao realizado no estado da arte: (1) extração das métricas com o nome original; (2) análise do significado da métrica; (3) comparação da nova métrica com todas as métricas já registradas; (4) caso tivesse outra métrica com o mesmo significado, manter a métrica já registrada, caso contrário, uma nova métrica foi registrada. Após a etapa de sanitização e agrupamento de métricas, foi obtido o seguinte conjunto de métricas disponíveis em: <https://zenodo.org/records/10578050> (aba MÉTRICAS [DE-PARA]). As 5 métricas mais utilizadas entre os respondentes são: *Cycle time*, *Lead time*, *Throughput*, *Velocity* e *NPS*. As 10 métricas que mais apareceram no estudo podem ser observadas na Figura 16 a seguir.

Figura 16 - As métricas mais utilizadas pelas organizações



Fonte: elaborado pela autora.

Para o repositório de métricas não foi identificada nenhuma nova métrica em relação a literatura, apenas nomenclaturas diferentes, entretanto as respostas do *survey* ajudaram a detalhar melhor a documentação das métricas.

P6: Qual impacto do perfil organizacional no método ágil utilizado?

Para analisar se o contexto organizacional impacta no método ágil, foram realizadas análises de associação das informações partindo de hipóteses. Os resultados são demonstrados a seguir.

Hipótese: O perfil organizacional impacta no método ágil escolhido

Análise: Método ágil utilizado para cada tamanho de empresa:

Tabela 3 - Método ágil utilizado por tamanho de empresa

	Scrum	Kanban	Scrumban	Lean	XP	Safe	Total
Micro	5	9	0	0	1	0	15
Pequena	31	13	12	6	6	0	68
Média	54	45	19	19	8	1	146
Grande	148	131	77	58	23	5	442
Total	238	198	108	83	38	6	671

Fonte: elaborado pela autora.

Para cada tamanho de empresa, conforme pode ser observado na Tabela 3, foi analisada a quantidade de respostas em cada método ágil, analisando a primeira coluna da tabela: 5 microempresas informaram fazer uso do Scrum, das 15 respostas deste tamanho de empresa, 31 pequenas empresas informaram fazer uso do Scrum, das 68 respostas deste tamanho de empresa, e assim por diante.

É possível observar diferenças na frequência relativa de cada método ágil em cada tamanho de empresa:

- Microempresas: O método mais utilizado é o Kanban, seguido pelo Scrum, e XP.
- Pequenas Empresas: O método mais utilizado é o Scrum, seguido por Kanban, ScrumBan e Lean com o mesmo percentual.
- Médias Empresas: O método mais utilizado é o Scrum, seguido pelo Kanban, Lean e ScrumBan. XP e Safe são menos utilizados nesse tamanho de empresa.
- Grandes Empresas: O método mais utilizado é o Scrum, seguido pelo Kanban e ScrumBan. Lean também é muito utilizado nesse tamanho de empresa. XP e Safe são menos utilizados.

Para entendimento da associação entre essas duas variáveis, foi utilizado o cálculo do qui-quadrado, da mesma forma que apresentado na seção 3.6.7. Assim, para cada método ágil foi calculada a quantidade total de respostas de cada método dividido pelo total de respostas da pesquisa (671), lembrando que era possível escolher mais de 1 método ágil em cada resposta, a partir deste cálculo foram obtidos os seguintes valores:

Tabela 4 - Cálculo do P-value para métodos ágeis x tamanho empresa

Método	P-VALUE
Scrum	238/671=0,35
Kanban	198/671=0,29
Scrumban	108/671=0,16
XP	38/671=0,05
Safe	6/671=0,001

Fonte: elaborado pela autora.

A segunda etapa do cálculo consiste em para cada tamanho de empresa multiplicar o valor obtido do método ágil:

Tabela 5 - Relação entre tamanho da empresa e método ágil

	Scrum	Kanban	Scrumban	Lean	Xp	Safe	Total
Micro	5,320	4,426	2,414	1,855	0,849	0,134	15,00
Pequena	24,119	20,066	10,945	8,411	3,851	0,608	68,00
Média	51,785	43,082	23,499	18,060	8,268	1,306	146,00

Grande	156,775	130,426	71,142	54,674	25,031	3,952	442,00
Total	238,00	198,00	108,00	83,00	38,00	6,00	671,00

Fonte: elaborado pela autora.

Os cálculos detalhados se encontram em: <https://zenodo.org/records/10578050>, conforme pode ser observado no material indicado anteriormente, o valor P encontrado foi 0,21, olhando na tabela de distribuição do qui-quadrado, tem-se o valor P entre 0,9 e 0,1. Adotando um nível de significância $\alpha = 0,05$, temos que $P > \alpha$. Isto implica na rejeição da hipótese, portanto pode-se afirmar que dos respondentes da presente pesquisa, a escolha do método ágil não depende do tamanho da organização.

O mesmo cálculo foi aplicado para analisar o uso de métodos ágeis por área de atuação e por região, e todas as hipóteses foram rejeitadas, não encontrando uma associação estatística de que o perfil organizacional impacta no método ágil utilizado, todos os cálculos detalhados podem ser acessados em: <https://zenodo.org/records/10578050>.

Entretanto, algumas análises podem ser feitas, como:

Análise: Métodos ágeis por área de atuação:

Tabela 6 - Uso de métodos ágeis por área de atuação

	Scrum	Kanban	Scrumban	Lean	XP	Safe	Total
Finanças	115	105	56	50	18	2	143
Comércio	96	86	57	45	19	3	124
Serviços e telecom	45	40	24	17	7	3	53
Governo	36	33	18	18	7	1	46
Indústria	52	42	30	23	11	2	53
Óleo e gás	1						1
Agroindústria	6	6	1	1	2	1	7
Outros	109	91	52	37	24	4	135
Total	460	403	238	191	88	16	562

Fonte: elaborado pela autora.

Observa-se que, em geral, o método Scrum é o mais utilizado em todas as áreas de atuação, porém, há variações na frequência relativa dos demais métodos ágeis em cada área. Por exemplo, na área de finanças, o método Kanban é o segundo mais utilizado, enquanto na agroindústria o Kanban e o Scrum possuem a mesma frequência relativa.

Análise: Quantidade dos métodos ágeis utilizados por região:

Tabela 7 - Uso de métodos ágeis por região

	Scrum	Kanban	Scrumban	Lean	Safe	XP	Total
Sul	63	52	21	22	4	10	77
Sudeste	138	115	68	41	1	20	163
Centro oeste	25	24	9	10		3	31

Norte	7	5	2			1	9
Nordeste	21	18	10	9	1	4	24
Total	254	214	110	82	6	38	

Fonte: elaborado pela autora.

É possível observar algumas tendências na frequência relativa de cada região em cada método ágil, como:

- O Sudeste é a região com maior número de respostas, e isso se reflete na frequência relativa de todos os métodos ágeis.
- ScrumBan é o terceiro método mais utilizado em geral, mas tem uma frequência relativa mais baixa no Centro-Oeste e no Sul.
- Safe é o método ágil menos utilizado em todas as regiões, no Centro-Oeste e Norte nem aparece.

P7: Qual o impacto do perfil organizacional em como as métricas são utilizadas?

Hipótese: O perfil organizacional impacta em como as métricas são utilizadas (cerimônias)

Análise: Cerimônia utilizada em cada tamanho de empresa:

Tabela 8 - Uso de cerimônias por tamanho de organização

	Reunião planejamento sprint	Reunião revisão sprint	Reunião semanal	Reunião diária	Reunião retrospectiva sprint	Total
Microempresa	7	4	5	1	1	9
Pequena empresa	21	18	18	13	20	40
Média empresa	39	35	27	13	32	65
Grande empresa	120	104	74	49	120	185
Total	187	161	124	76	173	

Fonte: elaborado pela autora.

Para cada tamanho de organização foi analisada a cerimônia empregada, ou seja, das 9 microempresas, 7 responderam usar métricas na reunião de planejamento da sprint, o que equivale a 77,8% do setor, seguido por 5 (55,5%) que utiliza métricas na reunião semanal, e assim sucessivamente.

Para o cálculo do qui-quadrado, para cada cerimônia ágil foi calculada a quantidade de respostas dividido pelo total de respostas (721), lembrando que era possível escolher mais de 1 cerimônia em cada resposta:

Tabela 9 - Cálculo do P-value para cerimônias x tamanho empresa

Cerimônias	P-VALUE
-------------------	----------------

Reunião de planejamento da sprint	187/721 = 0,26
Reunião de revisão da sprint	161/721 = 0,22
Reunião semanal	124/721 = 0,17
Reunião diária	76/721 = 0,10
Reunião de retrospectiva da sprint	173/721 = 0,24

Fonte: elaborado pela autora.

A segunda etapa do cálculo consiste em, para cada tamanho de empresa, multiplicar o valor obtido da cerimônia ágil:

Tabela 10 - Qui-quadrado para cerimônia x tamanho empresa

	Reunião planejamento sprint	Reunião revisão sprint	Reunião semanal	Reunião diária	Reunião retrospectiva sprint	Total
Microempresa	2,34	1,98	1,53	0,9	2,16	9
Pequena empresa	10,4	8,8	6,8	4	9,6	40
Média empresa	16,9	14,3	11,05	6,5	15,6	65
Grande empresa	48,1	40,7	31,45	18,5	44,4	185
Total	187	161	124	76	173	

Fonte: elaborado pela autora.

Os cálculos detalhados se encontram em:

<https://zenodo.org/records/10578050>, conforme pode ser observado no material indicado anteriormente, o valor P encontrado foi 0,64, isso implica na rejeição da hipótese, mostrando que as cerimônias utilizadas não dependem do tamanho da organização.

O mesmo cálculo foi aplicado para analisar o uso cerimônias por método ágil, área de atuação e por região, e todas as hipóteses foram rejeitadas, não encontrando uma associação estatística de que o perfil organizacional impacta nas cerimônias utilizadas, todos os cálculos detalhados podem ser acessados em: <https://zenodo.org/records/10578050>.

Entretanto, algumas análises podem ser feitas, como:

Análise: Uso de cada cerimônia para cada método ágil utilizado:

Tabela 11 - Uso de cerimônias por método ágil

	Reunião planejamento sprint	Reunião revisão sprint	Reunião semanal	Reunião diária	Reunião retrospectiva sprint	Total
Scrum	155	136	101	67	144	603
Kanban	134	121	90	55	128	528
Scrumban	67	65	48	31	69	280
Lean	52	47	36	20	52	207
XP	23	21	18	14	25	101
Total	431	390	293	187	418	

Fonte: elaborado pela autora.

Para cada método ágil foi analisada a cerimônia empregada, ou seja, das 431 respostas que fazem uso do Scrum, 155 responderam usar métricas na reunião de planejamento da sprint, o que equivale a 64% do setor, seguido por 144 (59%) que utiliza métricas na reunião de retrospectiva da sprint, e assim sucessivamente.

Com base na análise dos dados, é possível visualizar que o Scrum tem uma maior frequência de aplicação de métricas na Reunião de Planejamento da Sprint e na Reunião de Revisão da Sprint, enquanto o Kanban tem uma maior frequência de aplicação de métricas na Reunião de Retrospectiva da Sprint. Já o Scrumban, Lean e XP têm uma frequência mais equilibrada em todas as cerimônias. Uma possível análise para essas variações é que ocorram pelas diferenças na estrutura e nas características de cada método ágil, que podem demandar diferentes tipos de métricas em diferentes momentos do processo.

Análise: Uso de cada cerimônia por área de atuação

Tabela 12 - Uso de cerimônias por área de atuação

	Reunião planejamento sprint	Reunião revisão sprint	Reunião semanal	Reunião diária	Reunião retrospectiva sprint	Total
Finanças	94	82	64	43	89	372
Comércio	77	69	54	30	71	301
Serviços e telecom	36	41	31	16	33	157
Governo	27	25	24	11	26	113
Indústria	37	32	27	18	33	147
Óleo e gás	1	0	0	0	1	2
Agroindústria	5	6	4	1	5	21
Outros	79	72	56	34	76	317
Total	356	327	260	153	334	1430

Fonte: elaborado pela autora.

Como pode ser observado na Tabela 12, todas as áreas fazem uso/gestão de métricas em sua maioria nos momentos de planejamento, retrospectiva e revisão das sprints, o que tem coerência visto que são nessas fases que se avalia o andamento do que está sendo medido.

Análise: Uso de cada cerimônia por região

Tabela 13 - Uso de cerimônias por região

	Reunião de planejamento da sprint	Reunião de revisão da sprint	Reunião semanal	Reunião diária	Reunião de retrospectiva da sprint	Total
Sul	52	43	34	24	48	201
Sudeste	100	87	67	42	95	391
Centro-oeste	12	13	9	4	13	51
Norte	6	5	5	1	5	22
Nordeste	20	14	10	7	13	64

Total | 190 162 125 78 174 729

Fonte: elaborado pela autora.

Independente da região de atuação da empresa todas aplicam gestão de métricas nas reuniões de planejamento, retrospectiva e revisão das sprints.

P8: Qual o impacto do perfil organizacional entre os grupos de métricas mais utilizados?

Hipótese: O perfil organizacional impacta nos grupos de métricas mais utilizados.

Análise: Cada grupo de métrica para cada tamanho de empresa:

Tabela 14 - Grupo de métrica por tamanho de empresa

	Cronograma e progresso	Produto	Tecnologia	Cliente	Pessoas	Processo	Total
Microempresa	6	6	2	4	1	1	14
Pequena empresa	22	18	10	11	17	13	69
Média empresa	40	32	19	12	18	28	109
Grande empresa	115	120	83	57	71	79	410
Total	183	176	114	84	107	121	602

Fonte: elaborado pela autora.

Para cada tamanho de organização foi analisada o grupo de métrica empregado, ou seja, analisando a primeira linha da tabela acima, das 14 respostas de microempresas, 6 responderam usar métricas para medir cronograma e progresso e produto, seguido por 4 que utiliza métricas para clientes, e assim sucessivamente.

Com base na análise dos dados, pode-se observar que, para todas as empresas, os grupos de métricas mais utilizados são cronograma e progresso e produto. É possível observar que quanto maior o tamanho da organização, maior é a ênfase dada nas métricas de produto e tecnologia. Por outro lado, as métricas relacionadas a pessoas e processo parecem ter uma ênfase menor nas empresas de maior porte, enquanto as métricas de cliente apresentam uma variação menos linear, sendo mais relevantes para empresas de pequeno e médio porte.

Para o cálculo do qui-quadrado, para cada grupo foi calculada a quantidade de respostas dividido pelo total de respostas (602), lembrando que era possível escolher mais de 1 grupo de métricas em cada resposta:

Tabela 15 - Cálculo do p-value para grupo de métricas x tamanho empresa

Grupo de métricas	P-VALUE
Cronograma e progresso	183/602 = 0,30

Produto	176/602 = 0,29
Tecnologia	114/602 = 0,19
Cliente	84/602 = 0,14
Pessoas	107/602 = 0,17
Processo	121/602 = 0,20

Fonte: elaborado pela autora.

A segunda etapa do cálculo consiste em, para cada tamanho de empresa, multiplicar o valor obtido da cerimônia ágil:

Tabela 16 - Qui-quadrado para grupo de métricas x tamanho empresa

	Cronograma e progresso	Produto	Tecnologia	Cliente	Pessoas	Processo	Total
Microempresa	4,25	4,09	2,65	1,95	2,48	2,81	14
Pequena empresa	20,97	20,17	13,06	9,62	12,26	13,86	69
Média empresa	33,13	119,86	77,64	57,20	72,87	82,40	109
Grande empresa	124,63	119,86	77,64	57,20	72,87	82,40	410
Total	183	176	114	84	107	121	602

Fonte: elaborado pela autora.

Os cálculos detalhados se encontram em:

<https://zenodo.org/records/10578050>, conforme pode ser observado no material indicado anteriormente, o valor P encontrado foi 0,49, isso implica na rejeição da hipótese, mostrando que os grupos utilizados não dependem do tamanho da organização.

O mesmo cálculo foi aplicado para analisar os grupos de métricas por método ágil, área de atuação e por região, e todas as hipóteses foram rejeitadas, não encontrando uma associação estatística de que o perfil organizacional impacta nos grupos de métricas utilizados, todos os cálculos detalhados podem ser acessados em: <https://zenodo.org/records/10578050>.

Entretanto, algumas análises podem ser feitas, como:

Análise: Cada método ágil para cada grupo de métricas:

Tabela 17 - Grupo de métrica por método ágil

	Cronograma e progresso	Produto	Tecnologia	Cliente	Pessoas	Processo	Total
Scrum	147	174	96	65	86	99	667
Kanban	130	134	85	64	80	98	591
Scrumban	70	71	46	33	44	52	316
Lean	55	56	42	34	42	47	276
XP	21	21	18	14	19	20	113
Total	423	456	287	210	271	316	1963

Fonte: elaborado pela autora.

Os resultados indicam que cada método ágil tem suas próprias ênfases e prioridades, o que pode refletir nas métricas utilizadas. Por exemplo, o Scrum parece ter uma forte ênfase no produto e em cronograma e progresso, enquanto o Lean parece enfatizar além destes mais a tecnologia e o processo. Já o Kanban parece ser mais equilibrado em todos os grupos de métricas. Lean e XP parecem ser métodos que enfatizam mais pessoas e processos que os demais métodos.

Análise: Área de atuação para cada grupo de métricas:

Tabela 18 - Grupo de métricas por área de atuação

	Cronograma e progresso	Produto	Tecnologia	Cliente	Pessoas	Processo	Total
Finanças	100	95	63	48	57	77	440
Comércio	87	90	59	41	59	64	400
Serviços e telecom	37	37	16	21	19	30	160
Governo	28	26	15	18	20	21	128
Indústria	43	50	29	27	32	41	222
Óleo e gás	1	0	1	1	1	1	5
Agroindústria	5	5	2	3	4	5	24
Outros	83	79	41	41	51	60	355
Total	384	382	226	200	243	299	1734

Fonte: elaborado pela autora.

É possível observar que quase todas as áreas utilizam métricas com foco em cronograma e progresso e produto, seguido por métricas para processo, e os demais grupos com variações, sendo que área de finanças e comércio utilizam mais métricas para tecnologia e serviços e telecom, governo, indústria e agroindústria utilizam mais métricas para pessoas.

Análise: Área de atuação por região:

Tabela 19 - Grupo de métrica por região

	Cronograma e progresso	Produto	Tecnologia	Cliente	Pessoas	Processo
Sul	50	47	31	25	29	30
Sudeste	107	106	72	47	66	75
Centro-oeste	21	20	10	6	12	14
Norte	6	5	2	4	2	5
Nordeste	17	15	4	11	10	12

Fonte: elaborado pela autora.

Como pode ser observado todas as regiões predomina o uso de métricas para cronograma e progresso, seguido por produto, processo, tecnologia, pessoas e

cliente. Percebe-se uma quantidade menor de métricas para clientes em comparação aos demais grupos.

4.5 DISCUSSÃO

Dentre o perfil dos respondentes, a sua maioria atua no papel de liderança e há mais de 10 anos com desenvolvimento de software, o que condiz com o perfil mapeado, pois os papéis relacionados a liderança possuem maior envolvimento com a gestão de métricas.

Com relação as organizações, a maior parte das empresas estão situadas no sudeste, seguido por sul, representando 79% das respostas, o que condiz com a distribuição de quantidade de empresas no Brasil. Com relação ao tamanho, a maior parte dos respondentes trabalham em grande empresas, seguido por empresas de médio porte, esta distribuição não espelha a proporção de tamanhos de empresas no Brasil, pois a seleção dos respondentes da pesquisa foi focada nos profissionais e não nas empresas em si. A maioria das empresas são do ramo de finanças e comércio e entre os métodos ágeis mais utilizados tem-se o Scrum, seguido por Kanban e Scrumban o que mostra estar alinhado com o mercado, segundo o *Status of Agile Report (2022)*.

Em se tratando do uso de métricas, 60% dos respondentes utilizam métricas nas cerimônias de planejamento e retrospectiva das *sprints* e aplicam métricas para gestão de cronograma e progresso seguido por produto. Cerca de 88% dos respondentes fazem uso de métricas, mas apenas 33% seguem algum processo para seleção das métricas, o que pode gerar evidências de uma necessidade deste perfil de ter algum *framework* para apoio nesta etapa do processo.

Os resultados foram analisados e foi possível identificar os perfis de empresas desenvolvedores de software do Brasil, quais métricas utilizam e qual o processo de seleção empregado.

4.6 AMEAÇAS À VALIDADE

Uma possível ameaça às conclusões do *survey*, se dá com relação a estratégia de seleção da amostra, que foi utilizada a amostragem estatística, balanceada por

região do Brasil, mas não balanceada por tamanho de empresa, tipo de produto ou outro critério possível. Optou-se por ter uma abrangência/representatividade nacional da amostra em detrimento de outros filtros/balanceamentos. Esta ameaça foi mitigada pelo uso de amostragem probabilística e criterioso processo de seleção e convite.

Além disso, ainda em relação à amostragem, a distribuição das respostas coletadas das regiões do Brasil corresponde com a pesquisa da ABES (2022), tendo uma variação de 11,7% entre sul e sudeste. Essa variação nas respostas poderia desviar análises realizadas por cada região, se fossem realizadas. No entanto, essa possível ameaça foi mitigada pois não são realizadas análises direcionadas por região do Brasil. Além disso, foi alcançado o número necessário de respostas para a amostra probabilística, com uma distribuição aproximada da pesquisa da ABES, possibilitando a generalização dos resultados para o país.

Outra ameaça se refere à classificação das respostas das perguntas abertas, o que poderia causar riscos para análise, devido à introdução de subjetividade na classificação a partir do texto livre das respostas. Para minimizar essa possível ameaça foi utilizada a técnica de *Open Coding*.

5. DESENVOLVIMENTO

O objetivo da presente pesquisa é o desenvolvimento de um modelo para seleção e avaliação de métricas em organizações que utilizam desenvolvimento ágil de software. Para tal, neste capítulo é apresentado o desenvolvimento do modelo. Conforme apresentado na seção 1.3, o modelo é desenvolvido em três etapas: (i) o desenvolvimento da versão *draft* do modelo; (ii) o desenvolvimento da versão inicial e; (iii) avaliação e refinamento da versão final. As etapas I e II são apresentadas na sequência deste capítulo, a etapa III incluindo a avaliação é apresentada no capítulo 6.

5.1 ETAPA 1: DESENVOLVIMENTO DA VERSÃO *DRAFT* DO MODELO

Conforme definido na seção 1.1.3, o desenvolvimento da versão *draft* do modelo é realizado com base nos resultados da análise do estado da arte (capítulo 3) e refinado por meio da aplicação de uma pesquisa-ação.

5.1.1 Estado da arte

Conforme pode ser visto no capítulo 3, o levantamento do estado da arte realizado por meio de um mapeamento sistemático da literatura resultou em um total de 33 artigos que apresentam a seleção e utilização de métricas no contexto do desenvolvimento ágil de software. Tais métricas foram extraídas totalizando 319 métricas (sem distinguir repetições ou métricas com mesmo objetivo, mas com nomenclaturas diferentes). Assim, foi realizado um procedimento de análise das métricas com objetivo de unificar a lista e evitar repetições, e como resultado deste processo restaram 132 métricas únicas, que formaram a base inicial de métricas.

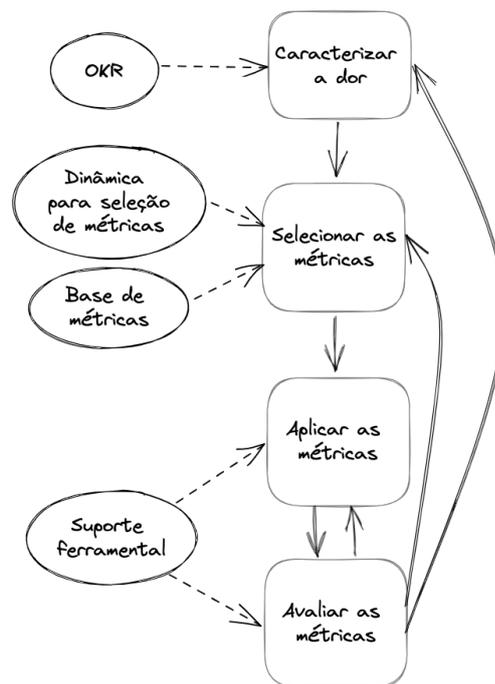
Nesse mesmo levantamento do estado da arte foram extraídos e analisados dados sobre como as métricas são selecionadas, aplicadas, o contexto e os impactos de seu uso. Esses dados serviram de insumo para o desenvolvimento da versão *draft* do modelo de seleção e avaliação de métricas, apresentado a seguir.

5.1.2 Versão draft do Modelo

O modelo proposto é inicialmente composto por atividades, técnicas, artefatos e suporte ferramental. Esses elementos são propostos com base na norma ISO/IEC 24774 (ISO/IEC, 2010) que define os elementos básicos para descrição de processos. As atividades indicam como realizar os passos para selecionar e utilizar as métricas mais adequadas ao contexto, as técnicas auxiliam na realização das atividades propostas, os artefatos são produzidos ou consumidos pela realização das atividades e o suporte ferramental apoia a realização das atividades.

A Figura 17 a seguir, apresenta uma visão geral da versão *draft* do modelo, com suas atividades, técnicas e artefatos consumidos e produzidos. As atividades são representadas como quadrados e os artefatos consumidos e produzidos são representados com elipses.

Figura 17 - Proposta do modelo



Fonte: elaborado pela autora

Caracterizar a “dor”

Esta primeira atividade consiste no entendimento da necessidade, do problema para o qual o uso do modelo se aplica. A “dor”, termo informalmente utilizado

nos métodos ágeis, neste contexto representa a necessidade da informação (BASILI, 1994). Esta atividade tem como objetivo entender as necessidades dos *key users* por meio de uma dinâmica para entendimento do problema que precisa ser mapeado. A dinâmica é inspirada no estado da arte (vide capítulo 2). A OKR é um exemplo de técnica que se aplica a este cenário, auxiliando no entendimento da necessidade de informação, conforme abordado no capítulo 2 da fundamentação teórica.

Selecionar as métricas

Esta atividade consiste na seleção das métricas do modelo, as métricas são agrupadas em função das necessidades mapeadas na etapa anterior. O modelo inclui uma base de métricas extraídas do estado da arte e da prática e agrupadas por diferentes necessidades de informação, o que objetiva facilitar a seleção das métricas partindo do problema mapeado, os agrupamentos e as métricas são sugestões que dão margem para os times adaptarem o modelo conforme as especificidades de trabalho de cada processo. A dinâmica completa para seleção das métricas foi desenvolvida pelo aluno de graduação do curso de Ciências da Computação da UFSC Luiz Otavio Santos Reis.

Aplicar as métricas

Esta atividade consiste em aplicar as métricas definidas, ou seja, realizar as coletas dentro da frequência acordada pelo time. O suporte ferramental apoia esta etapa fornecendo dicas e um ambiente para documentar as coletas, apoiando no acompanhamento destas medições.

Avaliar as métricas

Esta atividade tem como objetivo avaliar as métricas coletadas, identificar se estas estão gerando informações suficientes que respondam a necessidade de informação identificada. O suporte ferramental apoia esta etapa fornecendo um ambiente com *templates* para avaliar e documentar as análises realizadas, é neste momento que o retorno é dado ao *stakeholder* e se identificado que as métricas não

estão atendendo a necessidade de informação, o processo é reiniciado, através da identificação de uma nova dor ou definindo novas métricas.

5.1.3 Suporte ferramental

Como suporte ferramental, foi utilizada a ferramenta *Coda*⁴ que permite a criação de painéis e relatórios informativos para acompanhamento de métricas. A proposta é a utilização desta ferramenta para realizar a gestão das atividades do modelo, através de *checklist* e o armazenamento dos dados para análise de negócio.

O objetivo com os painéis informativos personalizáveis é realizar análise da evolução das métricas. O suporte ferramental conta com 4 modelos:

- Definições: Este modelo tem como objetivo orientar os usuários, fornecendo *checklists* com tarefas a serem realizadas, de forma sugestiva, para: definição das dores, definição das métricas e gestão das métricas, link para acesso: <https://bit.ly/46WBjdZ>;
- Seleção das dores e métricas: Este modelo fornece uma estrutura para documentar as dores levantadas, as métricas associadas as dores, a priorização entre as dores e quais foram escolhidas, link para acesso: <https://bit.ly/491B5UI>;
- Coleta das métricas: Este modelo fornece estrutura para documentar os registros das evoluções das métricas, bem como o responsável pela coleta, status e possíveis observações, link para acesso: <https://bit.ly/3S6Rh0B>;
- Análise das métricas: Este modelo fornece um espaço de *notes* para auxílio no entendimento se as métricas seguem atendendo a necessidade de informação. É um esquema de votação para o time definir se seguirá com a métrica ou se será necessário revisar o processo para definição de novas métricas, link para acesso: <https://bit.ly/46ze6i7>.

⁴ <https://coda.io/docs>

5.1.4 Pesquisa-ação

Conforme definido na seção 1.1.3, foi realizada uma pesquisa-ação em uma empresa de desenvolvimento de software em Florianópolis-SC com o objetivo de refinar o modelo inicialmente proposto. Foi adotada a estratégia de pesquisa-ação (AVISON et al., 1999) pois não estava ainda definida uma versão estável do modelo e muitos aspectos precisavam ser definidos e refinados. Assim, a aplicação da pesquisa-ação apoia o desenvolvimento do modelo e permite a sua consolidação.

Planejamento da pesquisa

A principal questão de pesquisa definida para o estudo é: "Como a sistematização da seleção de métricas impacta no uso de métricas na organização?", tal questão foi detalhada nas seguintes perguntas:

- a) Q1. Como um processo sistemático de seleção de métricas afeta a visibilidade dos resultados?
- b) Q2. Como um processo sistemático de seleção de métricas impacta o esforço de gerenciamento dos resultados?
- c) Q3. Como um processo sistemático de seleção de métricas afeta a transparência do próprio processo de seleção de métricas?

Para responder às questões de pesquisa, os seguintes passos metodológicos são realizados com base em (PETERSEN, et al., 2014) e (AVISON, et al., 1999):

- a) Diagnóstico: Nesta etapa é entendido o contexto e explicado o problema, através do diagnóstico do contexto da organização é formalizado o problema.
- b) Aplicação da intervenção: Após o entendimento do problema, é realizada uma análise para selecionar as melhores soluções para resolver o problema. A solução proposta é aplicada por meio de intervenções na situação atual.
- c) Análise dos dados coletados: Após o término do período de coleta de dados definido, é realizada a análise dos dados obtidos.

A organização em que é aplicada a pesquisa-ação foi selecionada por critério de conveniência, pois a autora tinha acesso próximo às equipes envolvidas e atuava como gestora de projetos.

Os dados são coletados por meio de entrevistas semi-estruturadas com todos os membros das equipes envolvidas. As entrevistas são realizadas pela autora

somente ao final da execução do estudo. Para a definição do questionário para as entrevistas estruturadas foram elaboradas perguntas fechadas associada a uma escala Likert (LIKERT, 1932) derivadas a partir das perguntas de pesquisa definidas.

Diagnóstico Inicial

A organização de software onde foi aplicada a pesquisa-ação (nome preservado por restrições de confidencialidade) possui 2000 empregados, desenvolve software para as áreas de justiça, gestão pública e construção civil. A pesquisa-ação foi realizada em quatro equipes, com uma média de 4 integrantes em cada equipe, totalizando 17 colaboradores, as equipes na quais foi aplicada a pesquisa são formadas por desenvolvedores de software, analistas de aplicação e infraestrutura, administradores de banco de dados e especialistas técnicos.

O processo de desenvolvimento executado pelas equipes é baseado nas metodologias ágeis Scrum e Kanban. As equipes utilizam OKR, sendo definida após a divulgação dos objetivos estratégicos da empresa. O acompanhamento realizado pelos times para mensurar o progresso das KRs é totalmente manual sem nenhum processo consolidado. Como o cumprimento da OKR é avaliado ao final de 3 meses, as KRs são analisadas mensalmente. É utilizada uma ferramenta para informar mensalmente o progresso das KRs. O conhecimento dos times sobre métricas era limitado as suas experiências profissionais, pois na empresa não haviam métricas consolidadas.

Ao final de cada mês o gestor dos projetos, analisa o progresso atual de cada projeto avaliando a quantidade de atividades entregues *versus* atividades pendentes, tal informação é preenchida pela equipe na ferramenta oficial da empresa para gestão das tarefas, por fim o gestor dos projetos atualiza o gerente da área que presta contas na ferramenta oficial da empresa.

Aplicação da intervenção

A pesquisa foi aplicada durante 12 sprints, durante o período de julho, agosto e setembro de 2021.

Inicialmente foi levantado com os times as possíveis métricas que podem responder a KR que precisa ser acompanhada em cada time, e foi analisada quais

métricas conseguiriam descrever o avanço real de cada KR, sem margem para diferentes interpretações. Uma das premissas foi não definir um conjunto muito grande de métricas que dificultem a gestão e que gerem mais informações que o necessário para tomadas de decisão. Portanto, após essa análise, para essa pesquisa, a avaliação de impacto no progresso das KRs foi medida por:

- Velocidade de progresso das atividades;
- Taxa de sucesso de entrega (itens entregues sem retrabalho);
- Eficiência do time em termos de decisões corretas.

Os objetivos foram estabelecidos em termos de velocidade de progresso, taxa de sucesso e eficiência do time nas tomadas de decisão:

- Objetivo 1 – Progresso: Analisar a porcentagem de tarefas finalizadas como medida de progresso em relação ao escopo total, comparar o avanço do progresso quinzenalmente a fim de analisar a velocidade de entrega dos times;
- Objetivo 2 – Taxa de Sucesso: Acompanhar se as atividades entregues geraram algum retrabalho, medir os erros oriundos dos itens concluídos e comparar o crescimento do backlog de defeitos, só é atingido 100% de taxa de sucesso se não retornar nenhum erro pós-implantação;
- Objetivo 3 – Eficiência: Compreender a capacidade de aprendizado e evolução do time a cada quinzena de medição, utilizar o histórico de repetição de falhas, usar como fonte de dados as documentações realizadas quinzenalmente pós retrospectiva do time.

Foi definido, em conjunto com os times, a estratégia para acompanhamento do progresso, na sequência foram feitos os ciclos de uso das métricas e a verificação do impacto e análise dos resultados.

Com os objetivos definidos, a próxima etapa realizada foi de coletas de dados. As coletas ocorreram em 6 ciclos: 2 coletas quinzenais, durante 3 meses. Para esta pesquisa-ação foram utilizadas as ferramentas de acompanhamento e registro das atividades realizadas pelos times e criado um painel, com a função de consumir os dados e agrupar as atividades, fornecendo medições de progresso. Anteriormente a esta pesquisa, o trabalho de agrupamento e medição era feito manualmente em

planilhas eletrônicas. Também foi utilizado como insumo as percepções anotadas durante as reuniões de acompanhamento semanal com os times.

Análise dos dados

A análise dos dados coletados na pesquisa é orientada pelas questões de investigação definidas anteriormente. Os resultados obtidos são apresentados a seguir.

Q1. Como um processo sistemático de seleção de métricas afeta a visibilidade dos resultados?

Foi questionado ao time se concordam que o uso de métricas aumentou a visibilidade do progresso dos KRs no decorrer dos projetos. Dentre os participantes, (64,7% - 11) do time concorda totalmente ou concorda (35,7% - 6) que as métricas deram mais transparência para acompanhamento do progresso dos KRs.

Q2. Como um processo sistemático de seleção de métricas impacta o esforço de gerenciamento de dos resultados?

O esforço necessário para entender e mensurar o progresso do KR teve um decréscimo de 67% (total), como pode ser observado no Quadro 6 a seguir, o que levanta indícios de que com um processo sistemático as informações sobre o progresso do KR foram mais assertivas e confiáveis, reduzindo o esforço necessário para gerenciá-lo.

Quadro 6 - Resultados da Questão RQ2

ANTES DA PESQUISA-AÇÃO (MÉDIA)	PESQUISA-AÇÃO
Reunião para discutir o progresso: 2 horas	Reunião para medir o progresso: 15 minutos
Comparar o progresso com o KR do mês anterior: 1 hora	Discussão sobre os resultados: 30 minutos
Calcular o progresso aproximado do KR: 1,5 horas	Calcular o progresso do KR: não significativo
Total: 4,5 horas	Total: 1,5 horas

Fonte: elaborado pela autora

Q3. Como um processo sistemático de seleção de métricas afeta a transparência do próprio processo de seleção de métricas?

Dentre os participantes, 94% (16) concordam ou concordam totalmente que o processo trouxe transparência para o processo de definição das métricas como um todo. No entanto, 5,9% (1) dos participantes discordaram, por entender que o processo é uma etapa a mais no dia a dia.

Discussão

Como resultado da pesquisa-ação foi observado que, ao definir métricas sistemáticas para acompanhamento do progresso dos KRs, foi possível ter clareza e confiança nas informações, pois as métricas fornecem muito mais que dados, permitem entender a evolução do projeto como um todo, permitindo rastreabilidade e identificar gargalos. O time também observou que definir uma periodicidade mais curta de acompanhamento permitiu evoluir mais rapidamente nas KRs, pois com as informações provenientes das métricas e suas respectivas análises, foi possível promover ajustes e melhorias constantemente no decorrer do projeto.

Antes da aplicação da intervenção, o acompanhamento das KRs dava-se mensalmente e sem um mecanismo padronizado de medição de progresso, assim, procurou-se desenvolver um processo de medição da evolução e o impacto nos resultados das KRs. Conforme os resultados dos KRs e análise dos times, é possível afirmar que o uso de métricas com processo para gerir o progresso de KRs mostrou-se vantajoso ao permitir ter visibilidade e apontar as falhas para correções rápidas, sendo um primeiro passo na evolução da gestão como um todo.

Uma saída importante observada foi a necessidade de padronizar a seleção de métricas para diferentes escopos, pois as métricas selecionadas neste estudo foram selecionadas com base nas KRs originais e na experiência da equipe. Entretanto foi observado pela equipe que ter um mecanismo que apoie na seleção e definição de métricas pode facilitar e automatizar o processo, agregando fortemente na qualidade dos resultados.

A pesquisa-ação mostrou a necessidade de ter um passo-a-passo simples e eficiente para seleção e avaliação das métricas, além da importância de ter suporte ferramental que oriente através de *checklists* os papéis e responsabilidades, garantindo que o processo ocorra com eficiência. Assim, a definição da versão inicial do modelo contemplando esses elementos, é descrita na próxima seção.

5.2 ETAPA 2: DESENVOLVIMENTO DA VERSÃO INICIAL DO MODELO

A versão inicial do modelo é desenvolvida com base no estado da arte, nas experiências obtidas na aplicação da pesquisa-ação, complementadas com uma ampla análise do estado da prática.

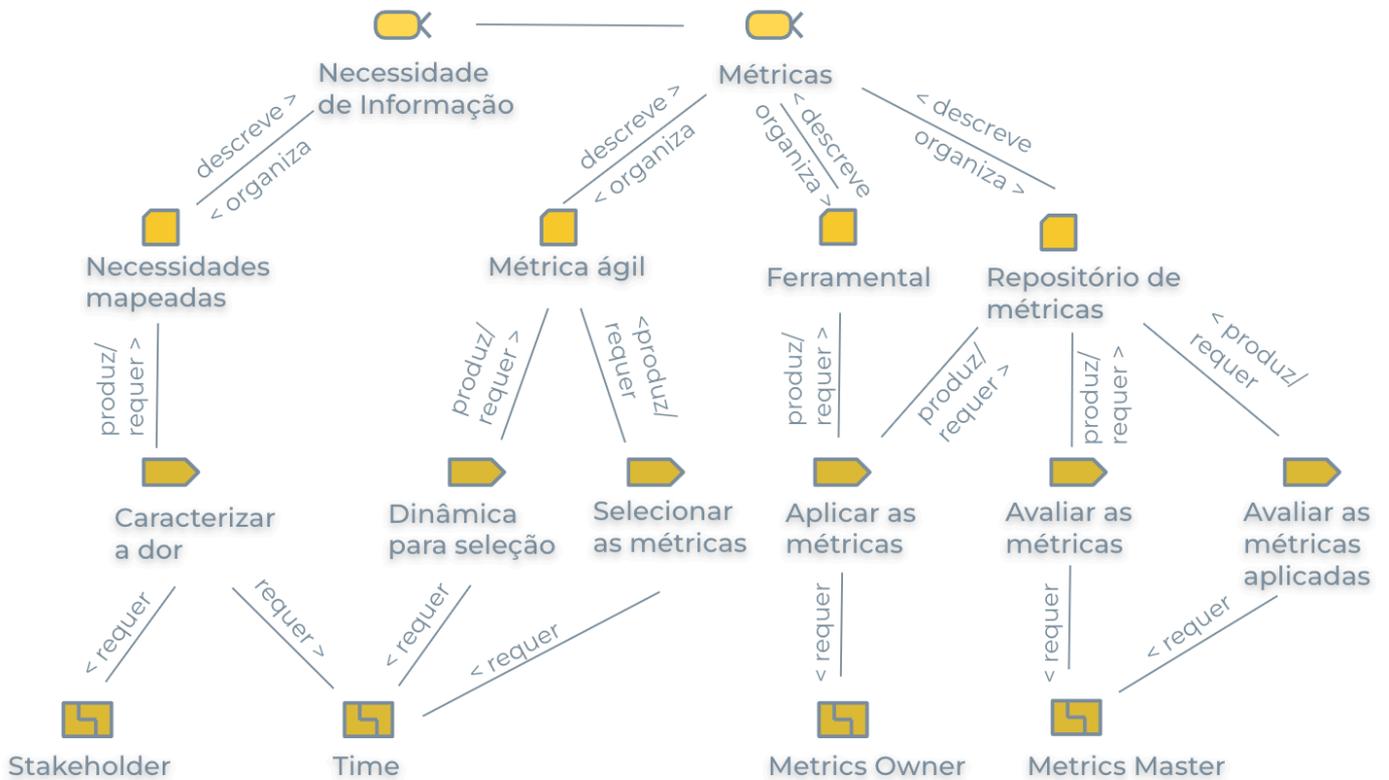
5.2.1 Estado da prática

Conforme apresentado no capítulo 4, o estado da prática foi analisado por meio da realização de um *survey* com uma amostra probabilística de 309 respondentes. Os principais resultados do estado da prática que contribuíram para o desenvolvimento da versão inicial do modelo foram: (i) mapeamento dos perfis das empresas; (ii) entendimento das necessidades das empresas no que diz respeito a gestão de métricas; (iii) mapeamento de um processo de seleção em comum entre os resultados encontrados.

5.2.2 Documentação do modelo

Esta atividade consistiu na definição do modelo utilizando-se da linguagem *Essence*, conforme descrito no capítulo 2. O modelo de seleção e avaliação de métricas para contextos ágeis foi nomeado como: *Metrics Selection Model* (MSM). Para a representação do modelo utilizando a notação do *Essence*, foram inicialmente definidos os principais *alphas* do modelo, então foram derivados os *Activities*, *Work Products* e *Resources*. A representação do modelo é apresentada na Figura 18.

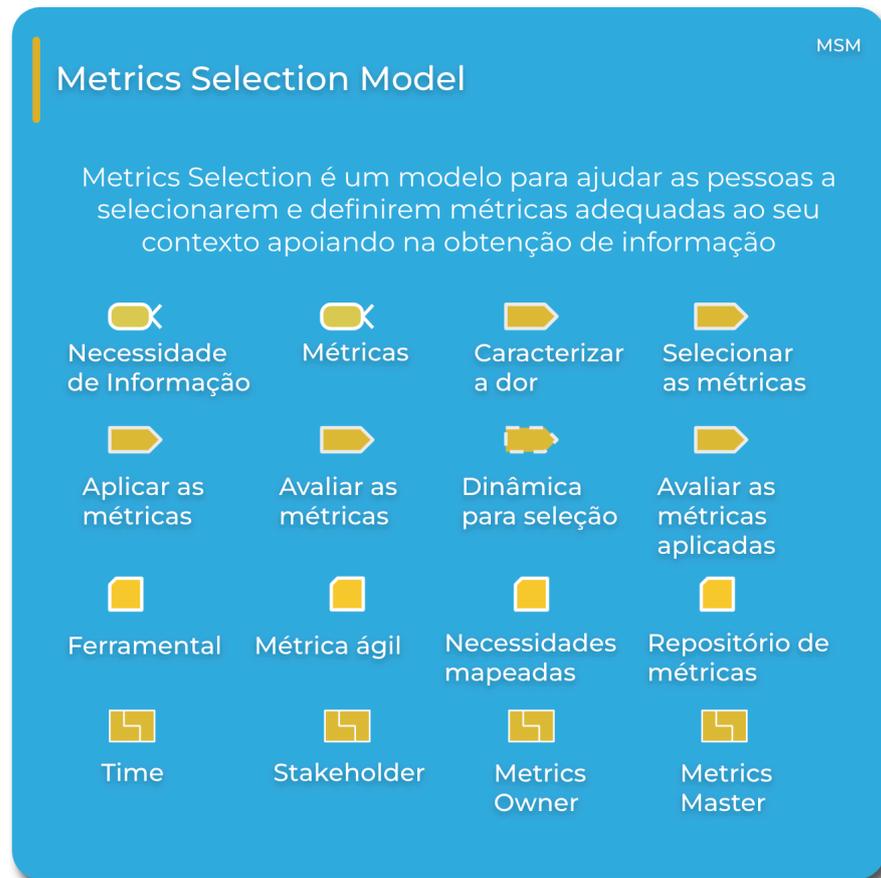
Figura 18 - Modelo MSM na linguagem *Essence*



Fonte: autora.

Como forma de documentar cada um dos elementos do modelo foram então desenvolvidos *cards*, conforme recomendado pelo *Essence*.

Inicialmente foi definido um *card guideline*, conforme demonstrado na Figura 19, com objetivo de explicar o modelo MSM agrupando todos os elementos que o constituem.

Figura 19 - MSM *Guideline*

Fonte: elaborado pela autora.

Cada dos demais elementos foi então representado em um *card*, organizados em 4 grupos: *alphas*, atividades, produtos de trabalho e papéis. Os elementos que constituem um *card* são apresentados na Figura 20.

Figura 20 - Elementos de um card



Fonte: elaborado pela autora.

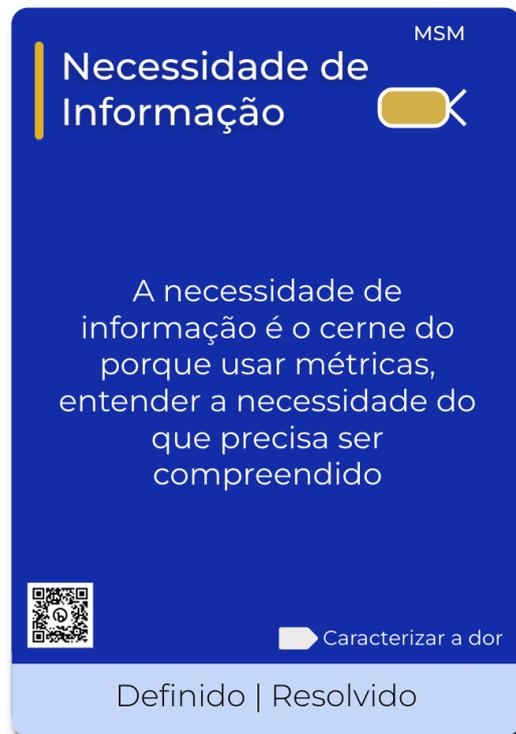
Como pode ser observado na Figura 20, os *cards* do modelo são constituídos dos seguintes elementos:

- Símbolo: Representação de um elemento dentro da linguagem *Essence*;
- Título: Nome do elemento, buscando representar o objetivo;
- Descrição: Definição do elemento, motivo deste existir e o que se espera deste elemento;
- QR-Code: Cada *card* possui um qr-code próprio que leva a um vídeo explicativo que detalha o *card*, o vídeo explica o objetivo do *card*, contexto, como atingir os resultados esperados, fornecendo dicas de ferramentas e exemplos;
- Estado: Estado representada as possíveis saídas que o elemento pode ter, as atividades e/ou produtos de trabalho podem interferir nesses estados;
- Competências: Este campo representa as competências necessárias para executar a atividade e o nível de conhecimento necessário;
- Papéis relacionados: Este campo informa os papéis relacionados com o elemento em si;

- Atividades relacionadas: Este campo traz as possíveis atividades relacionadas com o elemento, seja porque implementa este, complementa ou utiliza como entrada.

Um exemplo de cada tipo de *card* é demonstrado na sequência. Os demais cards podem ser acessados em: <https://bit.ly/3Fqoc8W>.

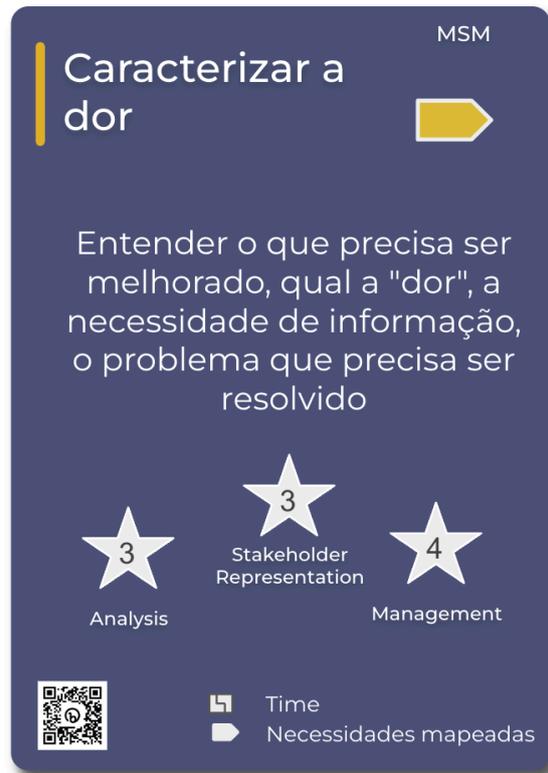
Figura 21 - Card alpha



Fonte: elabora pela autora.

A "Necessidade de informação", demonstrada na Figura 21, é um *alpha* por ser um grande objetivo do modelo a ser alcançado através da execução das atividades e produtos de trabalho. Possui dois estados: definido e resolvido. "Definido" representando o momento em que a necessidade de informação foi compreendida e "resolvido" quando esta passa a não ser mais uma necessidade. Como atividades relacionadas tem-se: "Caracterizar a dor", sendo a atividade que busca levantar a necessidade de informação.

Figura 22 - Card atividade

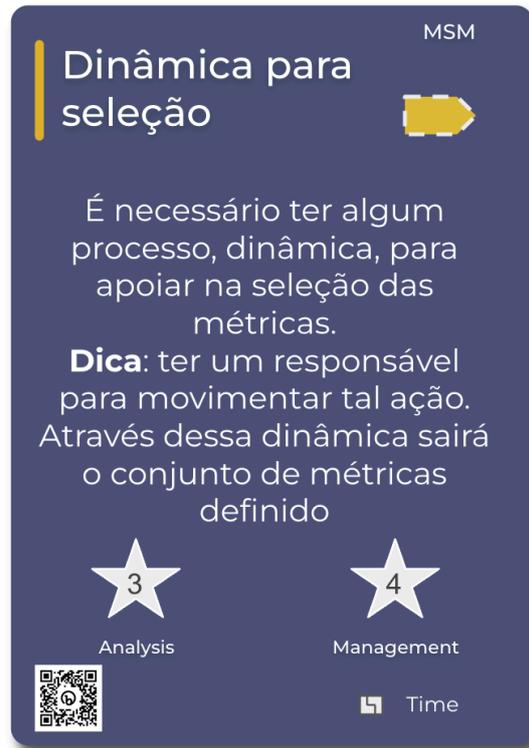


Fonte: elaborado pela autora.

O *card* “Caracterizar a dor” é uma atividade, este por sua vez representa a ação de compreender e levantar as necessidades de informação. Para esta atividade são importantes três principais competências: análise, gestão e representação do *stakeholder*, a habilidade de análise é importante para execução da atividade, gestão para garantir que o processo está ocorrendo conforme o previsto e a representação do *stakeholder* pois este é quem demanda a dor, a necessidade de informação. O time é o papel que irá atuar nesta atividade e como produto de trabalho tem-se as necessidades mapeadas.

Há também o *card* do tipo “espaço de atividade” (*Activity Space*), o qual, tem um objetivo definido, mas para alcançá-lo podem ser necessárias uma ou mais atividades, é o caso do *card* representado na Figura 23 a seguir.

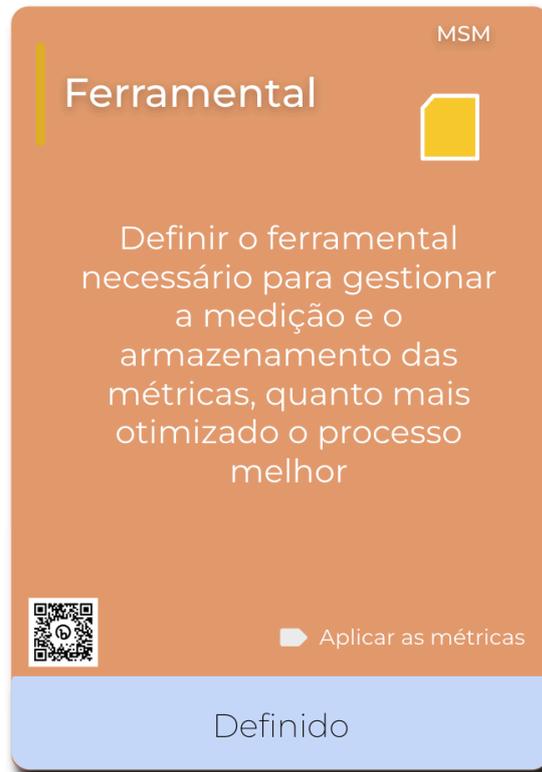
Figura 23 - Card espaço de atividade



Fonte: elaborado pela autora.

O *card* da Figura 23 é um espaço de atividade, no caso, representado pela "Dinâmica para seleção". Neste passo é importante que algum processo, método ou dinâmica seja empregado para seleção das métricas. Como é definido um *Activity Space* fica a critério do time realizar uma ou mais atividades para esse fim. Para o presente modelo é sugerida uma dinâmica denominada *Metrics Poker*, resultado do trabalho de graduação do aluno Luiz Otavio Santos Reis (REIS, 2023).

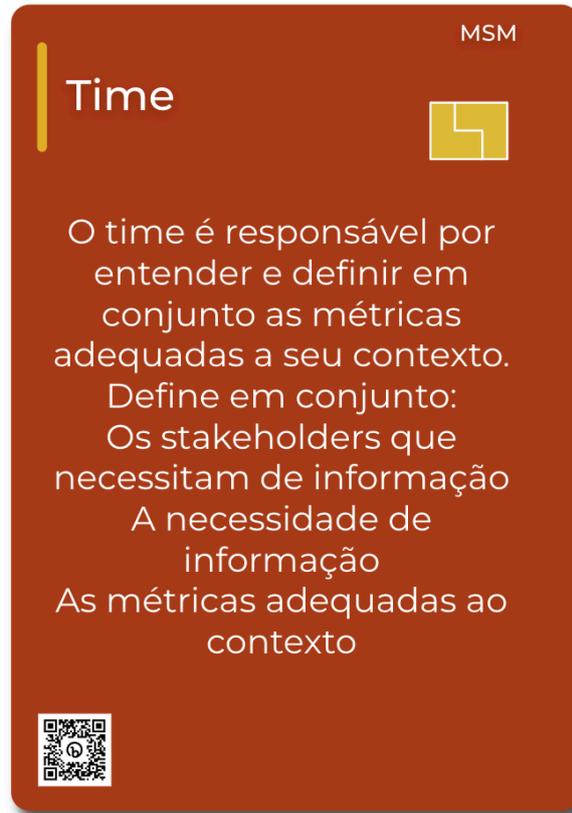
Figura 24 - Card produto de trabalho



Fonte: elaborado pela autora.

O *card* da Figura 24, “Ferramental”, representa todas as ferramentas necessárias para facilitar a gestão das métricas, tanto a coleta dos dados quanto o armazenamento das coletas e a disponibilização dos dados de alguma forma visual. O ferramental nesta etapa é de suma importância para tornar o processo mais eficiente usando a automatização do processo. O estado esperado é ter o ferramental definido e a atividade relacionada é “Aplicar as métricas” em si. Para o presente modelo é sugerida a utilização do ferramental desenvolvido conforme detalhado na seção 5.1.3.

Figura 25 - Card papel



Fonte: elabora pela autora.

O *card* Time, demonstrado na Figura 25, representa o papel de um dos principais atores do modelo: o time, este é responsável por definir os *stakeholders*, levantar as necessidades de informação, as métricas adequadas ao contexto, as demais atividades possuem papéis responsáveis para garantir a execução, mas o time está ciente e atualizado sobre tudo, desde a concepção até a análise dos resultados.

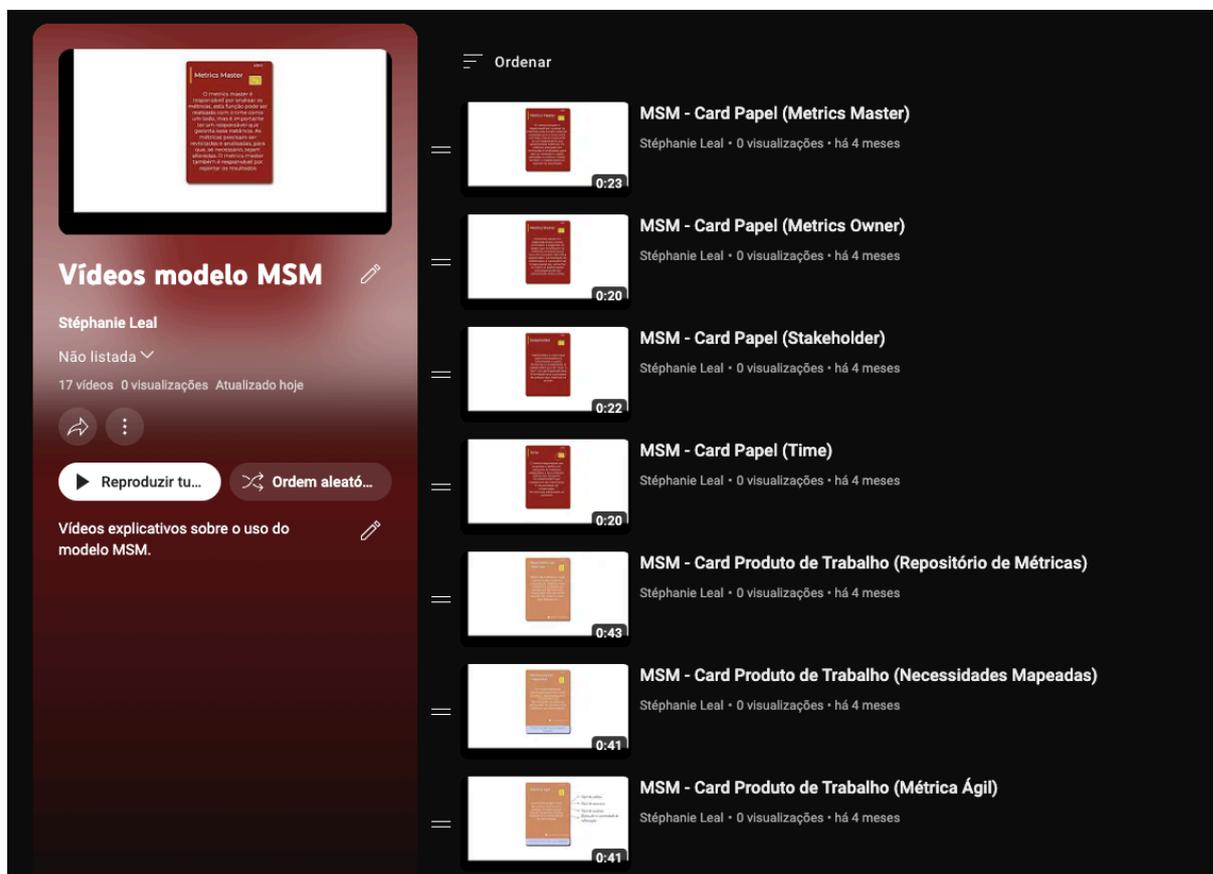
5.2.3 Vídeos explicativos

Como a documentação de um *card* é limitada para detalhar os conceitos envolvidos e como podem ser aplicados, foram elaborados vídeos explicativos para cada *card*. Optou-se por esta abordagem para evitar-se a apresentação de uma documentação extensa, o que poderia desestimular o uso do modelo, uma vez que é voltado para contextos ágeis de desenvolvimento de software.

Os vídeos desenvolvidos (vide Figura 26) estão agrupados em uma *playlist* que contém: um vídeo para cada *card* abordando o que é, para que serve e como utilizar. Em cada *card* foi acrescentado um QR Code que leva para o respectivo

vídeo. Espera-se com isso que, mesmo no caso da utilização dos *cards* de forma impressa por equipes que estejam iniciando a implementação do modelo, possam ser acessados os vídeos complementares, quando for necessário.

Figura 26 - Playlist com os vídeos do modelo MSM



Fonte: elaborado pela autora.

O roteiro desenvolvido para a gravação dos vídeos, bem como os cards estão detalhados no Apêndice B e também disponíveis em <https://zenodo.org/records/10578050>.

5.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo é apresentado o desenvolvimento do modelo MSM, detalhando todas as etapas realizadas e as saídas obtidas em cada etapa, que juntas permitiram chegar na versão final do modelo.

O modelo é desenvolvido em três etapas. Na primeira etapa foi realizada a pesquisa do estado da arte e uma pesquisa-ação, com as saídas destas pesquisas foram desenvolvidas as etapas que constituem o modelo e o suporte ferramental. Na segunda etapa foi realizada uma pesquisa no mercado, através de um *survey*, com

objetivo de gerar mais insumos para o modelo. Com as etapas consolidadas o modelo foi então documentado usando a linguagem *Essence*. E, por fim, na terceira etapa o modelo foi utilizado em um estudo de caso, finalizando assim a versão final (vide detalhes no Capítulo 6).

Os principais insumos para o desenvolvimento do modelo são os resultados do levantamento do estado da arte, a aplicação de uma pesquisa-ação, os resultados do *survey* e avaliação do mesmo.

O modelo é documentado utilizando uma representação na linguagem *Essence*, utilizando os elementos de *cards*. Para cada um dos *cards* é elaborado um vídeo explicativo onde são apresentados os objetivos e como utilizá-los.

A avaliação do modelo e a consolidação da versão final são apresentados no próximo capítulo.

6. AVALIAÇÃO

Neste capítulo é apresentada a avaliação do modelo MSM. A avaliação é realizada por meio de duas aplicações do modelo, sendo a primeira com alunos de um curso de sistemas de informação e a segunda com profissionais da área de desenvolvimento de software. A avaliação do modelo utiliza o GQM (BASILI, 1994) e o processo de medição da norma ISO 15939 (ISO/IEC 15939, 2017).

Ambas as aplicações da avaliação serão apresentadas neste capítulo. Ao final o refinamento do modelo como resultado das avaliações, é apresentado.

6.1 PLANEJAMENTO DA AVALIAÇÃO

Para avaliação do modelo foram realizadas duas aplicações: a primeira, denominada Avaliação Inicial, foi realizada com estudantes de uma turma da disciplina de Gerência de Projetos do curso de graduação em Sistemas de Informação da UFSC; e a segunda aplicação foi realizada na forma de um estudo de caso com profissionais da área de desenvolvimento de software em uma das maiores empresas de desenvolvimento de software da América Latina.

A definição dos objetivos de avaliação do modelo segue a proposta definida na abordagem GQM (*Goal-Question-Metric*) (BASILI, 1994). Essa abordagem propõe que primeiramente sejam definidos os objetivos da avaliação, após a identificação dos objetivos, são derivadas então perguntas que atendam a estes objetivos. Para cada pergunta são definidas quais medições precisam ser realizadas em resposta a estas perguntas e como utilizá-las na avaliação do modelo. Assim, os objetivos de medição definidos para a avaliação do modelo foram:

- **O1:** Avaliar o impacto do uso do modelo no conhecimento e envolvimento dos integrantes na seleção e utilização de métricas ágeis sob o ponto de vista de profissionais e/ou estudantes da área de desenvolvimento de software.
- **O2:** Avaliar a usabilidade do modelo para seleção das métricas em contextos ágeis sob o ponto de vista de profissionais e/ou estudantes da área de desenvolvimento de software.

Considerando que usabilidade pode ser um termo muito abrangente, foi utilizada como inspiração para a avaliação da usabilidade do modelo a escala SUS

(*System Usability Scale*) (BROOKE, 1996), sendo uma escala amplamente utilizada para avaliar a usabilidade de sistemas, produtos e serviços, e muito utilizada na área de usabilidade e experiência do usuário (LEWIS, 2018). As perguntas da escala SUS serviram somente como inspiração e foram adaptadas para o contexto da avaliação de usabilidade do modelo.

Após a definição do objetivo, seguindo a abordagem GQM, foram derivadas as perguntas e medidas para compor os objetivos. As perguntas e medidas para cada objetivo são apresentadas nos Quadros 7 e 8 a seguir.

Quadro 7 - Primeiro objetivo

O1: Avaliar o impacto do uso do modelo no conhecimento e envolvimento dos integrantes na seleção e utilização de métricas ágeis sob o ponto de vista de profissionais e/ou estudantes da área de desenvolvimento de software.	
Q1.01. Você sabe como as métricas são escolhidas para o seu time?	MQ1.01. Impressão subjetiva sobre o grau de envolvimento do time na seleção das métricas.
Q1.02. Você sabe quais são as métricas aplicadas no seu time?	MQ1.02. Impressão subjetiva sobre o grau de conhecimento do time nas métricas aplicadas.
Q1.03. Você sabe por que as métricas foram escolhidas para o seu time?	MQ1.03. Impressão subjetiva sobre o grau de conhecimento do time nas métricas aplicadas.
Q1.04. Você sabe para que as métricas utilizadas no seu time servem?	MQ1.04. Impressão subjetiva sobre o grau de conhecimento do time nas métricas aplicadas.
Q1.05. Você tem visibilidade dos resultados do uso das métricas?	MQ1.05. Impressão subjetiva sobre o grau de envolvimento do time nas métricas aplicadas.

Fonte: elaborado pela autora.

Quadro 8 - Segundo objetivo

O2: Avaliar a usabilidade do modelo para seleção das métricas em contextos ágeis sob o ponto de vista de profissionais e/ou estudantes da área de desenvolvimento de software.	
Q2.01. Eu acho que gostaria de usar esse modelo com frequência	MQ2.01. Impressão pessoal da frequência do uso do modelo
Q2.02. Eu achei o modelo fácil de usar	MQ2.02. Impressão pessoal da facilidade de uso do modelo
Q2.03. Eu acho que as etapas do modelo estão muito bem integradas	MQ2.03. Impressão pessoal acerca da integração entre os elementos do modelo
Q2.04. Eu imagino que as pessoas aprenderão como usar esse modelo rapidamente	MQ2.04. Impressão pessoal acerca da curva de aprendizado para o uso do modelo

Q2.05. Eu acho que os <i>cards</i> e vídeos explicativos conseguem explicar na prática como usar o modelo	MQ2.05. Impressão subjetiva acerca dos materiais didáticos para auxiliar no entendimento e utilização do modelo.
Q2.06. Cite os principais pontos positivos do modelo	MQ2.06. Impressão pessoal dos principais pontos positivos do modelo
Q2.07. Cite os principais pontos negativos do modelo	MQ2.07. Impressão pessoal dos principais pontos negativos do modelo
Q2.08. Deixe suas sugestões sobre o modelo	MQ2.08. Impressão pessoal com sugestões para o modelo

Fonte: elaborado pela autora.

6.1.1 Definição do instrumento de coleta de dados

Foram elaborados dois questionários com as questões definidas na seção anterior, um para cada objetivo definido. O primeiro questionário foi constituído de respostas do tipo “sim” e “não”, conforme pode ser visualizado na Figura 27 a seguir.

Figura 27 - Questionário Primeira meta

Questionário - Pós aplicação do modelo MSM (Metrics Selection Model)

Esta pesquisa objetiva coletar dados acerca do uso de métricas, como parte da minha pesquisa na área de engenharia de software.

Esta pesquisa está sendo realizada pela mestranda Stéphanie Leal sob orientação do Prof. Jean Hauck do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação da Universidade Federal de Santa Catarina.

A participação é gratuita e voluntária.

Dúvidas e/ou sugestões enviar e-mail para: stephaniesleal@gmail.com

stephaniesleal@gmail.com [Alternar conta](#)

📧 Não compartilhado

*** Indica uma pergunta obrigatória**

Confirmo meu interesse em participar desta pesquisa tendo lido e aprovado o *****
Termo de Consentimento disponível em <https://bit.ly/3uE0i4O>

Sim

Não

Você sabe como as métricas são escolhidas para o seu time? *****

Sim

Não

Fonte: elaborado pela autora.

Para o segundo questionário, com objetivo de atender o segundo objetivo, foi definida para resposta uma escala Likert (LIKERT, 1932) de 1 a 5, sendo 1 como “Concordo completamente” e 5 como “Discordo completamente”. Um extrato do questionário pode ser visualizado na Figura 28 a seguir:

Figura 28 - Questionário Segunda meta

Questionário Usabilidade MSM (Metrics Selection Model)

Este questionário objetiva coletar dados acerca do uso do modelo MSM (Metrics Selection Model), como parte de uma pesquisa na área de engenharia de software.

Esta pesquisa está sendo realizada pela mestrandia Stéphanie Leal sob orientação do Prof. Jean Hauck do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação da Universidade Federal de Santa Catarina.

A participação é gratuita e voluntária.

Dúvidas e/ou sugestões enviar e-mail para: stephaniesleal@gmail.com

stephaniesleal@gmail.com [Alternar conta](#) 

 Não compartilhado

* Indica uma pergunta obrigatória

Confirmo meu interesse em participar desta pesquisa tendo lido e aprovado o * Termo de Consentimento disponível em <https://bit.ly/3uE0i40>

Sim

Não

Eu acho que gostaria de usar esse modelo com frequência *

1 2 3 4 5

Discordo Completamente Concordo Completamente

Fonte: elaborado pela autora.

O próximo item deste capítulo relata e discute os resultados encontrados nas avaliações realizadas sobre o modelo.

6.2 AVALIAÇÃO INICIAL

Para a avaliação inicial do modelo foi escolhida uma turma da disciplina de Gerência de Projetos do curso de Sistemas de Informação da UFSC, seguindo critérios de conveniência e proximidade, pois a turma é ministrada pelo orientador desta pesquisa. A avaliação ocorreu no dia 06 de junho de 2023. Estavam presentes 17 alunos da disciplina e todos participaram da avaliação. A aplicação foi realizada em conjunto com o aluno Luiz Otavio Santos Reis, que desenvolveu a dinâmica de

seleção de métricas (REIS, 2023), sob a supervisão do professor responsável pela disciplina.

A aplicação do modelo foi realizada em sala de aula. Inicialmente foi apresentado o modelo aos alunos, abordando cada um dos *cards*. Como forma de facilitar o entendimento do modelo pelos alunos e a sua aplicação em sala de aula, foi elaborado um tabuleiro (Figura 29) para apresentar os componentes do modelo, com o objetivo de explicar a ordem das atividades e como os elementos se complementam de forma mais visual.

Figura 29 - Tabuleiro MSM



Fonte: elaborado pela autora.

Também para permitir a seleção das métricas, foi preparado um caso para estimular a realização das atividades. O caso consistia em cada time simular que atua em uma empresa de desenvolvimento de software, com os seguintes problemas: nossas entregas estão atrasadas e nosso cliente reclama que o produto além de instável, não está seguro. O desafio aos estudantes consistia em conseguirem selecionar métricas que adequadamente atendessem às necessidades de informação do caso definido.

Após a explicação do modelo, os alunos foram divididos em três equipes (Figura 30), simulando times de uma organização e orientados para realizarem todas as atividades até a etapa de seleção das métricas. As demais atividades do modelo não foram realizadas nesta aplicação em sala de aula (coleta, análise e report dos resultados das medições), pois exigem que as métricas tenham sido de fato aplicadas e os dados das métricas tenham sido coletados, necessitando assim um tempo maior

para execução do que o disponível em sala de aula. Participaram da dinâmica os 17 alunos presentes. A autora acompanhou a execução das atividades pelos alunos, tirando dúvidas quando necessário, mas sem interferir diretamente na execução das atividades. Finalizada a utilização do modelo, foi solicitado aos alunos para preencherem os questionários, e os resultados coletados são analisados na próxima seção.

Figura 30 - Aplicação em sala de aula



Fonte: fotos coletadas pela autora com autorização explícita dos participantes.

6.2.1 Análise dos dados

As análises dos dados coletados, agrupados por objetivos e suas respectivas perguntas são apresentadas a seguir.

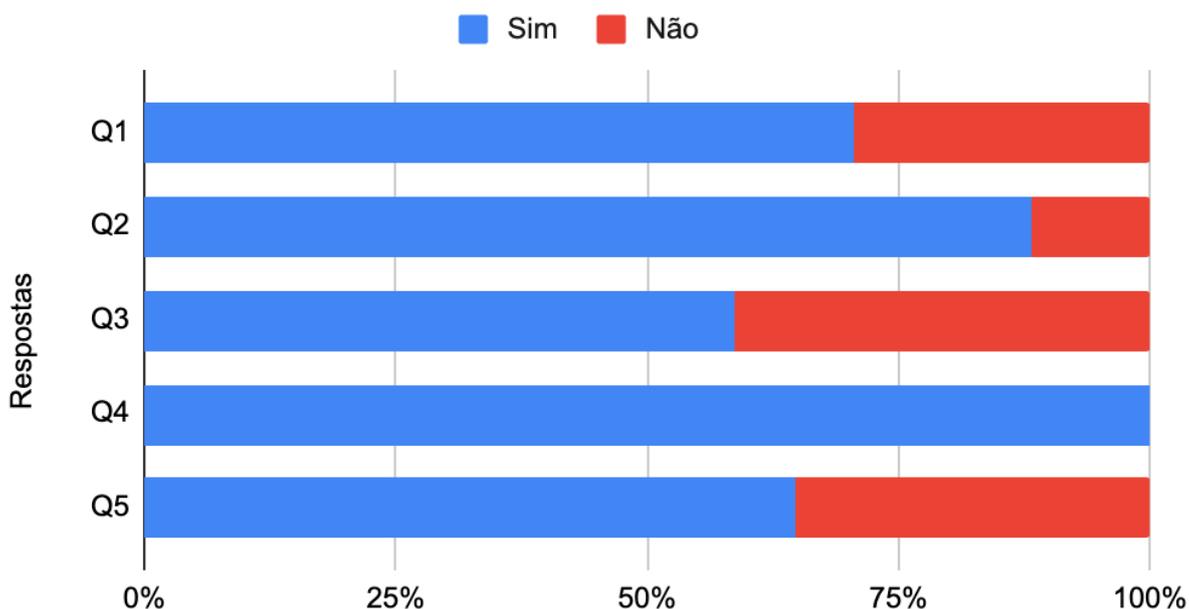
Resultados - Primeiro objetivo

Objetivo: Avaliar o impacto do uso do modelo no conhecimento e envolvimento dos integrantes na seleção e utilização de métricas ágeis sob o ponto de vista de estudantes da área de desenvolvimento de software.

A Figura 31 apresenta os resultados das questões para o objetivo O1 de forma resumida.

Figura 31 - Resultados do Objetivo O1

Primeira meta



Fonte: elaborado pela autora.

Q01. Você sabe como as métricas são escolhidas para o seu time?

Para esta pergunta, após a dinâmica apresentando o modelo MSM, 70,5% (12) dos respondentes informaram saber como as métricas foram escolhidas para o seu time, o que corrobora com objetivo do modelo de tornar transparentes as etapas para seleção de métricas ágeis.

Q02. Você sabe quais são as métricas aplicadas no seu time?

Para esta pergunta 88,2% (15) dos respondentes informaram saber quais métricas foram aplicadas no seu time após a dinâmica apresentando o modelo MSM, o que pode indicar a importância do modelo ao fornecer um repositório de métricas ágeis consolidado para o time.

Q03. Você sabe por que as métricas foram escolhidas para o seu time?

Para esta pergunta 58,8% (10) dos respondentes informaram saber porque as métricas foram escolhidas para o seu time após a dinâmica apresentando o modelo MSM. Isso pode indicar uma possível necessidade de melhoria para o modelo, explicando de forma mais detalhada o motivo de se utilizar as métricas.

Q04. Você sabe para que as métricas utilizadas no seu time servem?

Para esta pergunta 100% (17) dos respondentes informaram saber para que servem as métricas utilizadas no seu time após a dinâmica apresentando o modelo MSM, o que pode indicar que o modelo apresenta uma boa correlação entre as métricas e o objetivo proposto com o uso destas.

Q05. Você tem visibilidade dos resultados do uso das métricas?

Para esta pergunta 64,7% (11) dos respondentes informaram ter visibilidade dos resultados do uso das métricas no seu time após a dinâmica apresentando o modelo MSM, o que pode indicar que a maioria dos respondentes entende que o modelo consegue atender a um dos seus propósitos que é fornecer visibilidade e *report* dos resultados alcançados com as medições ao longo do tempo.

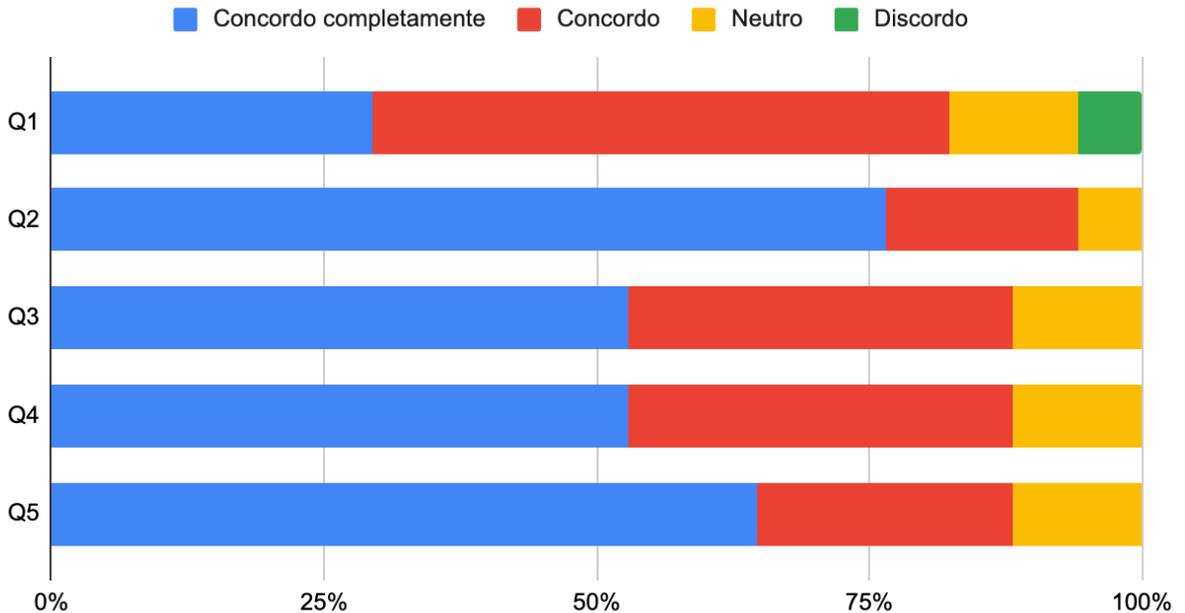
Resultados – Segundo objetivo

Objetivo: Avaliar a usabilidade do modelo para seleção das métricas em contextos ágeis sob o ponto de vista de estudantes da área de desenvolvimento de software.

A Figura 32 apresenta os resultados das questões para o objetivo O2 de forma resumida.

Figura 32 - Resultados do Objetivo O2

Segunda meta



Fonte: elaborado pela autora.

Q01. Eu acho que gostaria de usar esse modelo com frequência

Para esta pergunta 29,4% (5) dos respondentes informaram que concordam completamente e 52,9% (9) concordam que usariam esse modelo com frequência, o que pode indicar que com apenas uma utilização o modelo conseguiu se mostrar útil para a maior parte dos integrantes dos times. Seguido por 11,8% (2) que informou neutro e 5,9% (1) que informou discordar.

Q02. Eu achei o modelo fácil de usar

Para esta pergunta 76,5% (13) dos respondentes informaram que concordam completamente que usariam esse modelo com frequência, seguido por 17,6% (3) que concordam, e apenas 1 respondente se manteve neutro, o que pode indicar que as etapas do modelo conseguiram se mostrar simples facilitando a utilização do modelo, seguindo os princípios da agilidade.

Q03. Eu acho que as etapas do modelo estão bem integradas

Para esta pergunta 52,9% (9) dos respondentes informaram que concordam completamente, seguido por 35,3% (6) que concordam que as etapas do modelo

estão muito bem integradas, apenas 2 respondentes (11,8%) ficaram neutros, o que pode indicar que as etapas foram bem construídas e possuem uma lógica entre si.

Q04. Eu imagino que as pessoas aprenderão como usar esse modelo rapidamente

Para esta pergunta 52,9% (9) dos respondentes informaram que concordam completamente, seguido por 35,3% (6) que concordam que o modelo possui uma rápida curva de aprendizado, seguido por 2 respondentes (11,8%) que ficaram neutros, o que pode indicar que o modelo conseguiu se mostrar simples e de fácil compreensão.

Q05. Eu acho que os *cards* e vídeos explicativos conseguem explicar na prática como usar o modelo

Para esta pergunta 64,7% (11) dos respondentes informaram que concordam completamente e 23,5% (4) concordam que os materiais conseguem explicar na prática como usar o modelo, seguido por 11,8% (2) que ficaram neutros, o que pode indicar que os materiais explicativos se mostraram didáticos o suficiente para a sua utilização independente de outras fontes de informação.

Q06. Cite os principais pontos positivos do modelo

Dentre os pontos fortes identificados, foram descritos: dinâmico, gera boas discussões, boas visualizações, fácil de utilizar, itens lúdicos, dinâmicas simples, o modelo é dinâmico e segue uma linha de raciocínio lógico, a dinâmica além de ágil é educativa, modelo prático e didático, métricas intuitivas, fornece visibilidade de causa e consequência do projeto, reforça a visão estratégica do projeto, modelo bem organizado e bem descrito, facilitando o entendimento e utilização do mesmo, interação entre o time para a escolha das métricas, possui uma cadeia lógica de eventos para chegar ao final, facilidade no entendimento e uso, repositório de métricas, método rápido, velocidade e clareza na apresentação das métricas. Ou seja, percebe-se que os principais pontos fortes identificados no modelo são facilidade de utilização e entendimento, dinâmico, ágil e com etapas claras, organizado e bem descrito, e fornece visibilidade nos objetivos a serem melhorados.

Q07. Cite os principais pontos negativos do modelo

Dentre os pontos negativos identificados, foram descritos: a quantidade de etapas do modelo pode engessar a dinâmica que tem uma proposta ágil, muitas opções de métricas pode tornar a escolha complicada, para equipes novas a etapa de coleta de informações e escolhas efetivas pode ser demorada, possível tempo de adaptação ao modelo e retorno das avaliações das métricas, caso não sejam adequadas, implementação do modelo não é muito rápida, a teoria pode ser um pouco complicada no início devido a quantidade de métricas. Ou seja, percebe-se que entre os pontos negativos está a quantidade de etapas do modelo, que segundo a impressão dos respondentes pode interferir na velocidade para ser implementado e a quantidade de métricas possíveis que pode tornar complexa a seleção.

Q08. Deixe suas sugestões sobre o modelo

Dentre as sugestões, foram descritas: tornar o modelo mais conciso, inclusão de um direcionamento a mais para a quantidade de tempo em que o time deve ficar analisando as métricas, por mais que seja uma decisão do time, este direcionamento pode ajudar a entender como definir. Percebe-se, entre as sugestões, que uma possível melhoria poderia ser inserir algumas dicas nos *cards* que foram explicadas apenas nos vídeos ou detalhar melhor o suporte ferramental.

6.3 AVALIAÇÃO COM ESTUDO DE CASO

A segunda avaliação do modelo foi realizada por meio de um estudo de caso, seguindo a abordagem proposta por (YIN, 2011) e (RUNESON & HÖST, 2009), sendo um Estudo de Caso Exploratório, que busca identificar relações em um fenômeno específico. Os objetivos de avaliação, perguntas de pesquisa, medidas e instrumentos de coleta de dados foram mantidos os mesmos utilizados na Avaliação Inicial (seção 6.1).

6.3.1 Planejamento do estudo de caso

O estudo de caso para avaliação do modelo MSM foi realizado em uma grande empresa de software multinacional (nome preservado por questões de confidencialidade) que atua na área de e-commerce e financeira, composta por cerca de 30 mil funcionários. Esta empresa foi selecionada para o estudo de caso por

critérios de conveniência e proximidade, pois a autora participa de uma das equipes envolvidas no estudo de caso.

Neste estudo de caso, o modelo foi aplicado em dois times de desenvolvimento de software, ambos com todos os profissionais que trabalham há mais de 10 anos na área de software. Antes do estudo de caso, em ambos os times, não havia um processo de seleção de métricas, os times utilizavam apenas a métrica *throughput* no dia-dia com o objetivo de responder os OKRs definidos pelos times.

O primeiro time era composto por: 1 *technical leader*, 3 engenheiros de software seniores e 3 engenheiros de software plenos. E o segundo time composto por: 1 *technical leader* e 4 engenheiros de software seniores, demais informações sobre o contexto dos times consta no Quadro 9.

Quadro 9 - Contexto dos times

Time 1	
Equipe:	Sete membros: 1 <i>technical leader</i> , 3 engenheiros de software seniores e 3 engenheiros de software semi seniores
Método ágil:	Scrum
Produto:	Sistema de gestão de ponto
Tecnologias:	Java, Golang, React
Time 2	
Equipe:	Cinco membros: 1 <i>technical leader</i> e 4 engenheiros de software seniores
Método ágil:	Scrum
Produto:	Logística
Tecnologias:	Java, Python, React

Fonte: elaborado pela autora.

Iniciando a aplicação do estudo, o modelo foi apresentado pela autora utilizando o tabuleiro demonstrado na Figura 29 com seus respectivos *cards* e o suporte ferramental apresentado da seção 5.1.3, em uma seção de 1 hora para cada time. Após apresentação, o modelo passou a ser utilizado pelos times ao longo de 2 meses seguintes: de 02/06/2023 a 11/08/2023.

6.3.2 Coletas de dados

Para a aplicação do modelo foi utilizado o material de apoio descrito na seção 5.1.3, ou seja, foi aplicado o *guideline* inicial que orienta através de um *checklist* as tarefas necessárias para utilização do modelo. Todas as etapas foram realizadas pelo time, a autora desta pesquisa atuou apenas como consultora caso houvesse dúvidas. Após entendimento das tarefas necessárias, foi utilizado o segundo *template* para

documentação das dores e as métricas selecionadas, para tal, foram utilizados os *cards* e o repositório de métricas.

Após a priorização da dor e a definição das métricas a serem coletadas para responder a dor, foi iniciado o período de coleta das métricas, ao longo de 2 meses. Ao todo foram realizados 3 ciclos completos do modelo, 6 coletas (1 coleta a cada duas semanas), e a cada 2 coletas, a etapa de análise das métricas foi executada, com objetivo de analisar os resultados das métricas e entender se estas estavam respondendo a necessidade de informação.

6.3.3 Time 1 – Utilização do modelo

A primeira etapa consistiu no levantamento e registro das necessidades de informação. Para realizar o registro do *brainstorming* das dores foi utilizado o *template* Seleção das dores e métricas (<https://bit.ly/491B5UI>), conforme pode ser observado na Figura 33 a seguir:

Figura 33 – Registro das dores Time 1

Seleção das dores e métricas

Utilize este template para registrar a evolução das métricas.

Seleção

Necessidade de informação	Descrição da dor	Métrica selecionada 1	Métrica selecionada 2	Ordem de prioridade (m)	Definição
∨ #DOR 1	Melhorar o tempo de entrega	Delivery on time	Cycle time	1	Priorizada
∨ #DOR 2	Melhorar o DOD das tarefas	Métrica 1	Métrica 2	3	A priorizar
∨ #DOR 3	Aumentar a previsibilidade das entregas	Métrica 1	Métrica 2	2	A priorizar

💡 Double-click nas linhas para editar. Compartilhe este documento com seu time e vá alterando a coluna de responsável conforme forem alterando as rodadas de owner.

Fonte: elaborado pela autora.

Conforme pode ser observado no registro acima, o *brainstorming* do time 1 levantou 3 dores:

1. Melhorar o tempo de entrega;
2. Melhorar o DOD das tarefas;
3. Aumentar a previsibilidade das entregas.

Seguindo o *guideline* do modelo, prioriza-se uma dor por vez, assim a dor priorizada no time 1 foi: Melhorar o tempo de entrega.

Na sequência, foi utilizada a planilha do repositório de métricas para identificar as métricas que o time entende responder a dor definida, para tal, o time filtrou a tabela por grupo e definiram em conjunto as duas métricas. As métricas definidas para responder essa dor foram: *Delivery on time* e *Cycle time*.

O processo todo de seleção das métricas foi feito durante uma reunião de 1 hora, participaram todos os membros do time e foi utilizado um esquema de votação, assim primeiramente, foram lidos os grupos de métricas e votados 3 principais grupos, destes grupos foram lidas todas as métricas que o compõem e realizado novamente a votação de cada integrante em 2 métricas, ao final foi contabilizado e as métricas mais votadas foram as escolhidas após discussão de como estas métricas poderiam responder as necessidades de informação.

A etapa seguinte consistiu na definição do time sobre rodízio de responsáveis e intervalo de coletas, conforme pode ser observada na Figura 34 a seguir foram realizadas coletas a cada 2 semanas, (o nome dos responsáveis pelas coletas foi removido por questões de confidencialidade). A seguir são apresentados os ciclos de seleção, coletas e avaliações realizadas.

Ciclo 1 - Seleção e avaliação das métricas

O ciclo 1 de utilização do modelo no Time 1 deu-se com as duas primeiras coletas, a cada 2 semanas, das métricas definidas inicialmente (*Delivery on time* e *Cycle time*), o registro foi feito no *template* Coleta das métricas (<https://bit.ly/3S6Rh0B>), as coletas podem ser visualizadas na Figura 34 a seguir:

Figura 34 - Coleta das métricas - Ciclo 1

Coleta das métricas

Utilize este template para registrar a evolução das métricas.

Coletas 🔍

Necessidade de info	📌 Métricas	Medida coletada	Data da coleta	Respon	Status da coleta
▼ #DOR 1	Delivery on time	40%	6/2/2023	▼	Coletada
	Delivery on time	38%	6/16/2023	▼	Coletada
	Cycle time	4 dias	6/2/2023	▼	Coletada
	Cycle time	4,5 dias	6/16/2023	▼	Coletada
	+				

💡 Double-click nas linhas para editar. Compartilhe este documento com seu time e vá alterando a coluna de responsável conforme forem alterando as rodadas de owner.

Fonte: elaborado pela autora.

Ao final da segunda semana foi realizada a análise das coletas e para o registro foi utilizado o *template* Análise das métricas <https://bit.ly/46ze6i7>, conforme pode ser observado na Figura 35 a seguir:

Figura 35 - Análise das métricas - Ciclo 1

Análise das métricas

Analise a evolução das métricas conforme a periodicidade definida pelo time nas definições



Use este template para levantar questions, feedback, e discussões sobre as métricas. Objetivo é entender se as métricas estão respondendo a necessidade de informação. Analise em conjunto e peça para seu time votar se a métrica segue sendo útil ou não, em caso negativo volte ao template de seleção e selecione novas métricas.

 Add topic

Discussão das métricas

Métrica	📌 Idea	Notes	Owner da análise	Vote	Data da análise
1 Delivery on time	Análise da métrica 1	📄	▼		
2 Cycle time	Análise da métrica 2	📄	▼		

Fonte: elaborado pela autora.

Os *notes* de cada métrica são apresentados a seguir:

Figura 36 - Análise da métrica 1 - Ciclo 1

Análise da métrica 1

MÉTRICA

Delivery on time

NOTES

A métrica 1 responde a necessidade de informação?

Q Search

🔖 Análise

Data

Métrica que mede as entregas dentro do prazo diminuiu, achamos que estamos com problemas de estimativas, achamos que não estamos considerando todo o escopo para estimar (documentação das tarefas + implementação + testes + revisão + deploy)

6/16/2023

A métrica 1 evoluiu positivamente?

Q Search

🔖 Análise

Data

Estamos demorando mais para entregar dentro do prazo, ou estamos com prazos errados, ou estamos com gargalos que podem estar impactando no tempo. Sabemos que os deploys estão demorando e impactando as entregas

6/16/2023

Fonte: elaborado pela autora.

Figura 37 - Análise da métrica 2 - Ciclo 1

Análise da métrica 2

MÉTRICA

Cycle time

NOTES

A métrica 2 responde a necessidade de informação?

Q Search

🔖 Análise

Data

- 1 Estamos com 4 dias para entregar as tarefas, média com tarefas médias, pequenas e grandes. Não sei o tempo ideal

6/16/2023

A métrica 2 evoluiu positivamente?

Q Search

🔖 Análise

Data

- 1 O ideal seria o tempo diminuir, mas mantendo a qualidade.

6/16/2023

Fonte: elaborado pela autora.

Mediante análise realizada, conforme pode ser visualizado nas Figuras 36 e 37, o time optou por seguir com as coletas sem fazer qualquer alteração tanto no processo quanto nas métricas definidas.

Ciclo 2 - Seleção e avaliação das métricas

O segundo ciclo iniciou-se a partir da avaliação do primeiro ciclo, ou seja, a partir da segunda semana, foi realizada a rotação do responsável pelas coletas e novamente foram feitas mais 2 coletas a cada 2 semanas, como pode ser observada na Figura 38 a seguir:

Figura 38 - Coleta das métricas - Ciclo 2

Coleta das métricas

Utilize este template para registrar a evolução das métricas.

Coletas

Necessidade de infc	Métricas	Medida coletada	Data da coleta	Respon	Status da coleta
▼ #DOR 1	Delivery on time	40%	6/2/2023	▼	Coletada
	Delivery on time	38%	6/16/2023	▼	Coletada
	Delivery on time	41%	6/30/2023	▼	Coletada
	Delivery on time	53%	7/14/2023	▼	Coletada
	Cycle time	4 dias	6/2/2023	▼	Coletada
	Cycle time	4,5 dias	6/16/2023	▼	Coletada
	Cycle time	4 dias	6/30/2023	▼	Coletada
	Cycle time	4 dias	7/14/2023	▼	Coletada
+					

 Double-click nas linhas para editar. Compartilhe este documento com seu time e vá alterando a coluna de responsável conforme forem alterando as rodadas de owner.

Fonte: elaborado pela autora.

Ao final da segunda semana do segundo ciclo foi realizada novamente a análise das coletas, conforme pode ser observado nas Figuras 39 e 40 a seguir.

Figura 39 - Análise da métrica 1 - Ciclo 2

Análise da métrica 1

MÉTRICA

Delivery on time

NOTES

A métrica 1 responde a necessidade de informação?



Análise

Data

Métrica que mede as entregas dentro do prazo diminuiu, achamos que estamos com problemas de estimativas, achamos que não estamos considerando todo o escopo para estimar (documentação das tarefas + implementação + testes + revisão + deploy)

6/16/2023

Foi feito o replanejamento das datas de entrega previstas, não conseguimos chegar nas metas porque o plano estava fora do nosso alcance, vimos algumas tarefas mais complexas do que imaginamos inicialmente e tecnologias novas para aprender dentro do time

7/14/2023

A métrica 1 evoluiu positivamente?



Análise

Data

Estamos demorando mais para entregar dentro do prazo, ou estamos com prazos errados, ou estamos com gargalos que podem estar impactando no tempo. Sabemos que os deploys estão demorando e impactando as entregas

6/16/2023

A métrica nesta semana aumentou pois conseguimos entender o gargalo de onde estávamos errando, nas previsões de entregas distorcidas, replanejamos as datas e os esforços

7/14/2023

Fonte: elaborado pela autora.

Figura 40 - Análise da métrica 2 - Ciclo 2

Análise da métrica 2

MÉTRICA

Cycle time

NOTES

A métrica 2 responde a necessidade de informação?



Análise

Data

Estamos com 4 dias para entregar as tarefas, média com tarefas médias, pequenas e grandes. Não sei o tempo ideal

6/16/2023

Entregas ainda levam 4 dias, acho que nossas atividades são complexas no projeto e que não vai diminuir essa média

7/14/2023

A métrica 2 evoluiu positivamente?  0

Filter Sort Columns Options 

Análise	Data	
O ideal seria o tempo diminuir, mas mantendo a qualidade.	6/16/2023	
Entendemos que essa métrica não está ajudando a entender o gargalo, definimos uma nova métrica: Effort estimation accuracy	7/14/2023	

Fonte: elaborado pela autora.

Ao final do segundo ciclo de avaliação, como pode ser observado na Figura 40, o time identificou a necessidade de alterar a métrica *Cycle time* pela *Effort estimation accuracy*, pois a partir das análises das coletas foi observado que a métrica *Cycle time* não estava respondendo à necessidade de informação como esperado, assim foi realizada uma nova rodada de seleção e definida a *Effort estimation accuracy* como segunda métrica. A métrica *Delivery on time* foi mantida.

Ciclo 3 - Seleção e avaliação das métricas

O terceiro ciclo iniciou-se após a avaliação do segundo ciclo e seguindo as definições, foi realizada uma nova rotação do responsável pelas coletas e mais duas coletas a cada 2 semanas foram efetuadas, conforme Figura 41 a seguir:

Figura 41 - Coleta das métricas - Ciclo 3

Coleta das métricas

Utilize este template para registrar a evolução das métricas.

Coletas 🔍

Necessidade de info	Métricas	Medida coletada	Data da coleta	Respon	Status da coleta
▼ #DOR 1	Delivery on time	40%	6/2/2023	▼	Coletada
	Delivery on time	38%	6/16/2023	▼	Coletada
	Delivery on time	41%	6/30/2023	▼	Coletada
	Delivery on time	53%	7/14/2023	▼	Coletada
	Delivery on time	70%	7/28/2023	▼	Coletada
	Delivery on time	73%	8/11/2023	▼	Coletada
	Cycle time	4 dias	6/2/2023	▼	Coletada
	Cycle time	4,5 dias	6/16/2023	▼	Coletada
	Cycle time	4 dias	6/30/2023	▼	Coletada
	Cycle time	4 dias	7/14/2023	▼	Coletada
	Effort estimation accuracy	65%	7/28/2023	▼	Coletada
	Effort estimation accuracy	78%	8/11/2023	▼	Coletada
+					

 Double-click nas linhas para editar. Compartilhe este documento com seu time e vá alterando a coluna de responsável conforme forem alterando as rodadas de owner.

Fonte: elaborado pela autora.

Conforme os demais ciclos, ao final da segunda coleta do ciclo 3 foi realizada a análise das coletas, conforme pode ser observada nas Figuras 42 e 43 a seguir.

Figura 42 - Análise da métrica 1 - Ciclo 3

Análise da métrica 1

MÉTRICA

Delivery on time

NOTES

A métrica 1 responde a necessidade de informação?



📄 Análise

Data

Métrica que mede as entregas dentro do prazo diminuiu, achamos que estamos com problemas de estimativas, achamos que não estamos considerando todo o escopo para estimar (documentação das tarefas + implementação + testes + revisão + deploy) 6/16/2023

Foi feito o replanejamento das datas de entrega previstas, não conseguimos chegar nas metas porque o plano estava fora do nosso alcance, vimos algumas tarefas mais complexas do que imaginamos inicialmente e tecnologias novas para aprender dentro do time 7/14/2023

Percebemos uma melhora significativa no indicador na última semana, a métrica ajudou a entender onde estava o erro, entendemos que não entregamos porque planejamos com muito otimismo, utilizando a métrica de assertividade de estimativa irá apoiar nessa análise 8/11/2023

A métrica 1 evoluiu positivamente?



📄 Análise

Data

Estamos demorando mais para entregar dentro do prazo, ou estamos com prazos errados, ou estamos com gargalos que podem estar impactando no tempo. Sabemos que os deploys estão demorando e impactando as entregas 6/16/2023

A métrica nesta semana aumentou pois conseguimos entender o gargalo de onde estávamos errando, nas previsões de entregas distorcidas, replanejamos as datas e os esforços 7/14/2023

A métrica evoluiu de forma positiva, percebemos melhora nas entregas 8/11/2023

Fonte: elaborado pela autora.

Figura 43 - Análise da métrica 2 - Ciclo 3

Análise da métrica 2

MÉTRICA

Effort estimation accuracy

NOTES

A métrica responde a necessidade de informação? 0

Options



📄 Análise

Data

Replanejamos as nossas entregas, este indicador pode ser melhor, mas não está distante como acreditamos que estava antes. A gente entendeu que essa métrica influencia diretamente pra gente cumprir as datas, melhor estimamos melhor montamos um plano de entrega, precisamos estimar bem e dedicar um tempo maior para estudo antes das estimativas 8/11/2023

A métrica evoluiu positivamente?



🔖 Análise

Data

Parece que temos oportunidades de melhora, melhorando estimativas temos assertividade no plano das entregas. A métrica evoluiu, mas ainda mostra pontos de melhoria, como pré-work prévio as estimativas, seguimos gerando melhorias

8/11/2023

Fonte: elaborado pela autora.

Conforme pode ser observado na análise da Figura 43, a métrica *Effort estimation accuracy* se mostrou mais informativa, alguns pontos observados: as estimativas erradas estavam impactando nas entregas, para estimar corretamente o time identificou a necessidade de realizar um *pré-work* para entendimento das tarefas antes de serem estimadas.

Como uma análise geral, ao longo da utilização do modelo e análise das métricas, foi identificada a necessidade de alterar a métrica *Cycle time* pela *Effort estimation accuracy*, pois a métrica *Cycle time* identificada inicialmente pelo time como uma boa métrica se mostrou pouco efetiva, à medida que os resultados foram aparecendo, as análises observaram que não ajudava a responder a necessidade de informação: Melhorar o tempo de entrega. Portanto, o time optou por não coletar mais essa métrica e substituiu pela *Effort estimation accuracy*.

Para a métrica 1 não foi identificada a necessidade de alteração, portanto esta foi utilizada até o final do estudo de caso.

Como o próprio time era o *stakeholder*, à medida que as análises eram feitas o *report* foi realizado em conjunto, com todos alinhados sobre o andamento das métricas. Este fluxo se deu ao longo de 2 meses de uso do modelo, é possível constatar que o time 1 pode observar alguns pontos de melhora, e ao aplicar as melhoras foi possível observar a evolução através dos resultados das métricas.

6.3.4 Time 2 – Utilização do modelo

O segundo time a fazer uso do modelo selecionou apenas uma dor: Melhorar a estimativa, conforme pode ser observada na Figura 44, e seguindo o mesmo procedimento do time 1, a partir de uma reunião e utilizando a planilha de repositório de métricas, definiram em conjunto as seguintes métricas: *Estimation of user stories* e *Estimation accuracy*. A seguir na Figura 45 são apresentadas as coletas realizadas.

Figura 44 - Registro das dores Time 2

■ Seleção das dores e métricas

Utilize este template para registrar a evolução das métricas.

Seleção

Necessidade de informação	Descrição da dor	Métrica selecionada 1	Métrica selecionada 2	Ordem de prioridade (m)	Definição
▼ #DOR 1	Melhorar estimativa	Estimation of user stories	Estimation accuracy	1	Priorizada

Fonte: elaborado pela autora.

Figura 45 - Coleta das métricas Time 2

■ Coleta das métricas

Utilize este template para registrar a evolução das métricas.

Coletas 2

Necessidade de infc	Métricas	Medida coletada	Data da coleta	Respon	Status da coleta
▼ #DOR 1	Estimation of user stories	6	6/2/2023	▼	Coletada
	Estimation of user stories	6	6/16/2023	▼	Coletada
	Estimation of user stories	9	6/30/2023	▼	Coletada
	Estimation of user stories	9	7/14/2023	▼	Coletada
	Estimation of user stories	9	7/28/2023	▼	Coletada
	Estimation accuracy	-0.3	6/2/2023	▼	Coletada
	Estimation accuracy	0	6/16/2023	▼	Coletada
	Estimation accuracy	0.2	6/30/2023	▼	Coletada
	Estimation accuracy	0.1	7/14/2023	▼	Coletada
	Estimation accuracy	0.3	7/28/2023	▼	Coletada
+					

💡 Double-click nas linhas para editar. Compartilhe este documento com seu time e vá alterando a coluna de responsável conforme forem alterando as rodadas de [owner](#).

Como pode ser observado na Figura 45, foram realizadas 5 coletas, 1 a cada 2 semanas. O time optou por realizar todas as coletas ao longo dos 2 meses para, ao final, realizar a análise das métricas, portanto, seguiram os procedimentos das coletas e da rotação dos responsáveis, mas optaram por avaliar os resultados apenas ao final de todas as coletas. A análise é apresentada na Figura 46 a seguir:

Figura 46 - Análise das métricas

Análise das métricas

MÉTRICA

Estimation of user stories e Estimation accuracy

NOTES

As métricas respondem a necessidade de informação?

 Search

 Análise

Data

Aprendizado: Conforme vamos entendendo e avançando com o projeto, ganhamos velocidade, a mesma comparação se dá ao início, onde naturalmente demoramos mais até estarmos em pleno contexto.

7/28/2023

Nossas estimativas levaram em conta como se todas as histórias fossem iguais sem levar em consideração o contexto das pessoas no projeto.

+

OWNER DA ANÁLISE




Fonte: elaborado pela autora.

Como pode ser observado na análise do time 2, há também um problema de estimativa, o time conseguiu entender que à medida que o projeto avança as estimativas vão ficando mais assertivas, mas há uma oportunidade de melhoria: considerar desde a primeira estimativa as diferenças de complexidade entre as tarefas, o contexto das pessoas do projeto e o conhecimento prévio do que se está estimando.

Ambos os times conseguiram sair com plano de ação sobre como melhorar suas estimativas apenas analisando os dados que as métricas proveram, com isso entende-se que o modelo conseguiu cumprir a sua função no estudo de caso. A seguir é apresentada a avaliação que os times fizeram do modelo após sua utilização.

6.3.5 Análise os dados do estudo de caso

Ao final da aplicação dos dois ciclos de aplicação completa do modelo, foram aplicados os instrumentos de coletas de dados definidos. A análises dos dados coletados estão agrupadas por metas e suas respectivas perguntas são apresentadas a seguir.

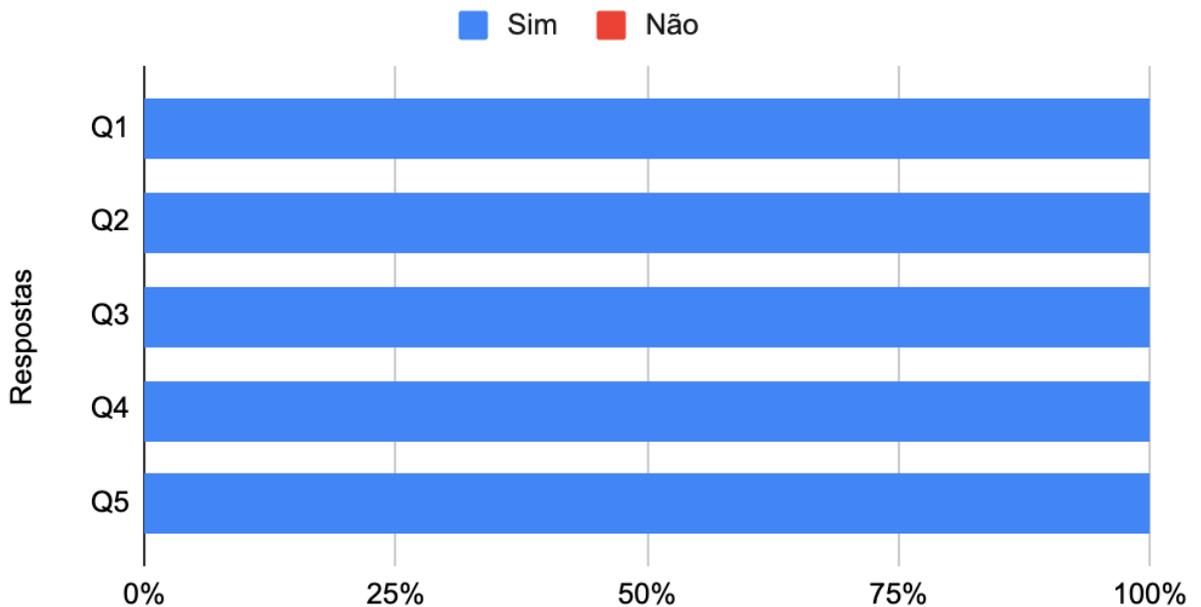
Resultados - Primeiro objetivo

Objetivo: Avaliar o impacto do uso do modelo no conhecimento e envolvimento dos integrantes na seleção e utilização de métricas ágeis sob o ponto de vista de profissionais da área de desenvolvimento de software.

A Figura 47 apresenta os resultados das questões para o objetivo O1 de forma resumida.

Figura 47 - Resultados do Objetivo O1

Primeira meta



Fonte: elaborado pela autora.

Q01. Você sabe como as métricas são escolhidas para o seu time?

Para esta pergunta 100% (12) dos respondentes informaram saber como as métricas são escolhidas para o seu time após a utilização do modelo MSM, o que pode indicar a eficiência do modelo em transmitir um processo consolidado para seleção de métricas ágeis.

Q02. Você sabe quais são as métricas aplicadas no seu time?

Para esta pergunta 100% (12) dos respondentes informaram saber quais métricas aplicadas, após a utilização do modelo MSM, o que pode indicar a

importância do modelo ao fornecer um repositório de métricas ágeis consolidado para o time.

Q03. Você sabe por que as métricas foram escolhidas para o seu time?

Para esta pergunta 100% (12) dos respondentes, após a utilização do modelo MSM, informaram saber porque as métricas foram escolhidas para o seu time antes da apresentação do modelo, o que pode indicar que o modelo faz uma correlação eficaz entre a seleção da métrica e a necessidade de informação identificada.

Q04. Você sabe para que as métricas utilizadas no seu time servem?

Para esta pergunta 100% (12) dos respondentes informaram saber para que servem as métricas utilizadas no seu time, após a utilização do modelo MSM, o que pode indicar que o modelo faz uma correlação eficaz entre as métricas e o objetivo proposto alcançar com o uso destas.

Q05. Você tem visibilidade dos resultados do uso das métricas?

Para esta pergunta 100% (12) dos respondentes informaram ter visibilidade dos resultados do uso das métricas no seu time, o que pode indicar que o modelo conseguiu atender a um dos seus propósitos que é fornecer visibilidade e *report* dos resultados alcançados com as medições ao longo do tempo.

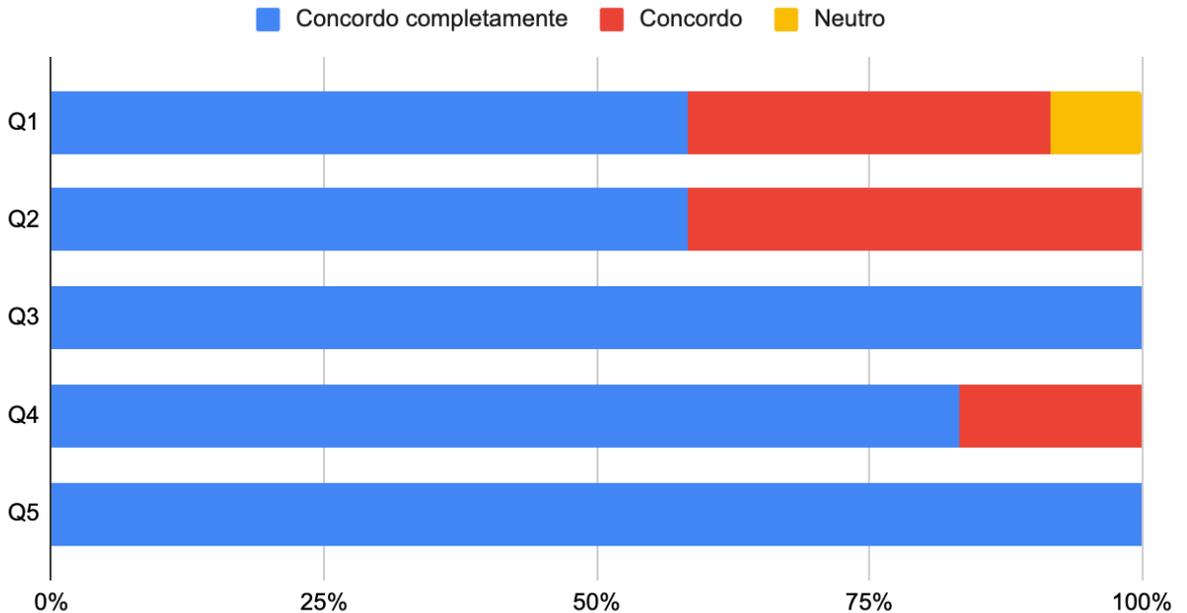
Resultados - Segunda meta

Objetivo: Avaliar a usabilidade do modelo para seleção das métricas em contextos ágeis sob o ponto de vista de profissionais da área de desenvolvimento de software.

A Figura 48 apresenta os resultados das questões para o objetivo O2 de forma resumida.

Figura 48 - Resultados do Objetivo O2

Segunda meta



Fonte: elaborado pela autora.

Q01. Eu acho que gostaria de usar esse modelo com frequência

Para esta pergunta 58,3% (7) dos respondentes informaram que concordam completamente que usariam esse modelo com frequência, o que pode indicar que com apenas três ciclos de utilização o modelo conseguiu se mostrar útil para a maior parte dos integrantes do time. Seguido por 33,3% (4) que informou concordar em utilizar e 8,3% (1) que ficou neutro.

Q02. Eu achei o modelo fácil de usar

Para esta pergunta 58,3% (7) dos respondentes informaram que concordam completamente que usariam esse modelo com frequência, seguido por 41,6 (5) que concordam, o que pode indicar que as etapas do modelo conseguiram se mostrar simples facilitando a utilização do modelo, seguindo os princípios da agilidade.

Q03. Eu acho que as etapas do modelo estão muito bem integradas

Para esta pergunta 100% (12) dos respondentes informaram que concordam completamente que as etapas do modelo estão muito bem integradas, o que pode indicar que as etapas foram bem construídas e possuem uma lógica entre si.

Q04. Eu imagino que as pessoas aprenderão como usar esse modelo rapidamente

Para esta pergunta 83,3% (10) dos respondentes informaram que concordam completamente que o modelo possui uma rápida curva de aprendizado, seguido por 16,6% (2) que concordou, o que pode indicar que o modelo conseguiu se mostrar simples e de fácil compreensão.

Q05. Eu acho que os *cards* e vídeos explicativos conseguem explicar na prática como usar o modelo

Para esta pergunta 100% (12) dos respondentes informaram que concordam completamente que os materiais conseguem explicar na prática como usar o modelo, o que pode indicar que os materiais explicativos se mostraram didáticos o suficiente para a sua utilização independente de outras fontes de informação.

Q06. Cite os principais pontos positivos do modelo

Dentre os pontos fortes identificados, foram descritos: facilidade na análise das métricas, clareza nas etapas do processo, auxílio ao time para encontrar as dores/necessidades, alinhamento de toda a equipe com um objetivo em comum e com métricas para acompanhamento, foco em dores específicas ao invés de alterar tudo, olhar para tudo, modelo muito bem estruturado, com fases concisas e explicativas, um guia prático para definição das métricas mais importantes para a equipe, dando visibilidade sobre as dores. Ou seja, percebe-se que os principais pontos fortes identificados no modelo são facilidade para análise das métricas, alinhamento de todos os integrantes, visibilidade, clareza nas dores e nos objetivos a serem melhorados.

Q07. Cite os principais pontos negativos do modelo

Dentre os pontos negativos identificados, foram descritos: a impressão de que o time precisa estar bem engajado com o negócio, equipes muito “*go horse*” ou mais juniores podem tendenciar a não priorização do modelo.

Q08. Deixe suas sugestões sobre o modelo

Não foram apontadas sugestões para o modelo nesta avaliação.

6.4 DISCUSSÃO

Neste capítulo é apresentada a avaliação do modelo MSM. Para a avaliação foram realizadas duas aplicações. A primeira aplicação em uma turma da disciplina de Gerência de Projetos, do curso de Sistemas de Informação da UFSC, e a segunda aplicação por meio de um estudo de caso com duas equipes de desenvolvimento de software de uma grande empresa de software.

Entre os resultados encontrados na aplicação com os estudantes, a maioria dos participantes entende que o modelo é simples de utilizar e entender, possui etapas claras e bem descritas, fornecendo visibilidade nos objetivos a serem melhorados. Como melhoria citam tornar o modelo mais conciso e fornecer mais dicas de utilização nos *cards*.

Nos resultados do estudo de caso foi possível observar que o modelo forneceu informações para tomada de decisão para melhorar a dor identificada. Os resultados do estudo também mostraram que quase todos os membros dos times acharam o modelo simples de utilizar, que possui uma curva rápida de aprendizado, os materiais são suficientes para apoiar no entendimento do modelo e que usariam mais vezes.

Por meio do estudo de caso foi possível observar o valor associado à utilização das métricas e seu acompanhamento para gerar informações para tomada de decisão, enquanto a aplicação com os alunos focou mais no entendimento do modelo, o que pode ter induzido na percepção de possuir muitas etapas, algo que não apareceu na avaliação do estudo de caso. Mas, ambas as avaliações conseguiram perceber o valor gerado pelo modelo para definição e avaliação das métricas, alcançando o objetivo desta pesquisa.

A análise dos resultados encontrados permite identificar que o modelo possui facilidade de uso, coerência entre as etapas, curva rápida de aprendizado, conseguindo mostrar seu valor de forma independente, atendendo o mínimo necessário para ser utilizado nas organizações desenvolvedoras de software.

As principais sugestões de melhorias contribuem para a qualidade do modelo e oportunidades, as quais serão elaboradas na próxima versão do modelo. Em resumo, os resultados das avaliações indicam uma boa adesão à utilização do modelo para seleção e avaliação de métricas em contextos ágeis de desenvolvimento de software.

6.5 AMEAÇAS À VALIDADE

Algumas possíveis ameaças à validade da avaliação do modelo são observadas e seus possíveis impactos foram mitigados.

Uma possível ameaça à validade refere-se à estratégia de seleção da amostra para avaliar o modelo, pois os avaliadores foram selecionados por proximidade e conveniência. Na primeira avaliação participaram alunos de uma disciplina de Gerência de Projetos da UFSC e na segunda avaliação participaram dois times de desenvolvimento de software de uma grande empresa. Essa possível ameaça é mitigada pelo envolvimento de duas equipes diferentes na segunda avaliação, que são de estruturas e produtos diferentes.

Outra possível ameaça trata do envolvimento da autora com uma das equipes, essa ameaça foi mitigada pela aplicação da avaliação também em outra equipe, na qual a autora não participa.

Ainda pode ser visto como ameaça à validade da primeira avaliação o fato de que somente uma parte das atividades do modelo foram executadas com os alunos. Essa ameaça é mitigada pela realização da segunda avaliação, onde todas as atividades foram realizadas em três ciclos completos nas duas equipes envolvidas.

Outra ameaça relacionada à generalização dos resultados das avaliações se refere ao tamanho das amostras. Foram 17 alunos e 12 profissionais envolvidos nas aplicações. Essa limitação não permite a generalização das conclusões. Outros estudos de caso em diferentes contextos ágeis, envolvendo amostras maiores, são necessários para a avaliação do modelo de forma a permitir inferências estatísticas e generalização.

6.6 REFINAMENTO DO MODELO

A versão final do modelo é refinada com os resultados observados durante a utilização e com as avaliações do modelo. A seguir são detalhadas as melhorias implementadas no modelo.

Desenvolvimento do tabuleiro

A necessidade de desenvolver um tabuleiro só surgiu durante a preparação dos materiais para compartilhar para a avaliação, o tabuleiro foi desenvolvido para demonstrar a ordem as atividades, os papéis e os produtos de trabalho relacionados que juntos alcançam algum objetivo, facilitando assim a compreensão das etapas e partes envolvidas no modelo. O tabuleiro desenvolvido pode ser observado na Figura 29.

Suporte ferramental

O *template* “Definições”, <https://bit.ly/46WBjdZ>, conforme detalhado na seção 5.1.3, foi modificado para atender as necessidades dos times, inicialmente contava apenas com dicas de como utilizar o modelo, mas à medida que os times foram utilizando, foi identificada a necessidade de tratar cada etapa como um *checklist* de tarefas, e para cada etapa foi adicionado o *link* que direcione para o *template* que atenda a necessidade especificada, o *template* pode ser observado na Figura 49 a seguir.

Figura 49 - *Template* Definições

Definições

Definições importantes a serem feitas para uso do modelo de seleção e adaptação de métricas

 Recomenda-se que todas as definições sejam feitas pelo time em conjunto.

Definição das dores

 Done	Task	Owner	Due date	Link
<input type="checkbox"/>	Definir stakeholders e o time participante		▼	
<input type="checkbox"/>	Realizar brainstorming para caracterizar a dor		▼	
<input type="checkbox"/>	Registrar as dores e priorizar, selecionando a mais votada		▼	

Definição das métricas



Done	Task	Owner	Due date	Link
<input type="checkbox"/>	Definir método para selecionar as métricas (utilizar as métricas documentadas)		▼	
<input type="checkbox"/>	Registrar as métricas escolhidas (máximo 2)		▼	
<input type="checkbox"/>	Definir a periodicidade da coleta		▼	
<input type="checkbox"/>	Definir quando inicia a coleta		▼	
<input type="checkbox"/>	Definir como coletar e onde registrar a coleta		▼	
<input type="checkbox"/>	Definir como será feito o rodízio do responsável pela coleta e elencar o primeiro responsável		▼	

Gestão das métricas



Done	Task	Owner	Due date	Link
<input type="checkbox"/>	Definir a periodicidade do reporte do status da métrica para os stakeholders		▼	
<input type="checkbox"/>	Definir o processo de rotatividade do responsável por reportar as métricas		▼	
<input type="checkbox"/>	Definir a periodicidade de analisar a evolução das métricas e revisar o processo de seleção		▼	
<input type="checkbox"/>			▼	

Fonte: elaborado pela autora.

O *template* “Análise das métricas”, <https://bit.ly/46ze6i7>, também foi aperfeiçoado, foi adicionada a funcionalidade votação para que o time possa de forma prática votar se estão de acordo em seguir utilizando a métrica ou se identificam a necessidade de alteração, o *template* com a opção de votação pode ser observado na Figura 50 a seguir.

Figura 50 - Template Análise das métricas

Análise das métricas

Analise a evolução das métricas conforme a periodicidade definida pelo time nas definições



Use este template para levantar questions, feedback, e discussões sobre as métricas. Objetivo é entender se as métricas estão respondendo a necessidade de informação. Analise em conjunto e peça para seu time votar se a métrica segue sendo útil ou não, em caso negativo volte ao template de seleção e selecione novas métricas.

 Add topic

Discussão das métricas



Métrica	 Idea	Notes	Owner da análise	Vote	Data da análise
				▼ 	
				▼ 	

Fonte: elaborado pela autora.

Assim, foi obtida a versão final do modelo, com o refinamento dos *templates* do suporte ferramental e o desenvolvimento do tabuleiro para apoio na utilização do modelo, identificando a ordem das etapas.

7. CONCLUSÃO

Nesta pesquisa é desenvolvido um modelo de seleção e avaliação de métricas de software para contextos ágeis. O modelo desenvolvido fornece etapas, produtos de trabalho, papéis, suporte ferramental e um repositório de métricas para seleção e avaliação de métricas para contextos ágeis de desenvolvimento de software. O modelo é desenvolvido em três etapas: (i) desenvolvimento da versão *draft* do modelo, onde é realizada uma análise do estado da arte por meio de um mapeamento sistemático da literatura (realizado em conjunto com outros pesquisadores) e uma avaliação de como um processo de seleção de métricas impacta no acompanhamento dos resultados de um desenvolvimento ágil de software, por meio de uma pesquisa-ação; (ii) desenvolvimento da versão inicial do modelo, onde é realizada uma pesquisa no mercado brasileiro de software através de um *survey*; (iii) e desenvolvimento da versão final do modelo, com a avaliação e refinamento, por meio de uma aplicação em sala de aula e um estudo de caso em uma grande empresa de software.

Com objetivo de fornecer embasamento e entender a necessidade da criação do modelo, foram realizadas duas pesquisas: uma na literatura e outra na prática, para entender como as empresas de desenvolvimento ágil de software vêm trabalhando com métricas e como é o processo de seleção e avaliação das métricas. Os resultados mostraram a falta de um modelo consolidado na literatura e na indústria, o que corrobora com a necessidade que o modelo desenvolvido nesta pesquisa procura atender.

Para o desenvolvimento do modelo, primeiramente foi realizada a fundamentação teórica sobre qualidade de processo e produto, medição de software, métodos ágeis, métricas ágeis e a linguagem *Essence* utilizada na documentação do modelo, toda esta fundamentação forneceu a base teórica para o modelo. Na sequência foi realizado um mapeamento sistemático da literatura com objetivo de entender como as empresas vem utilizando e selecionando as métricas, retornando um total de 33 estudos e 132 métricas ágeis. Na sequência, foi realizada uma pesquisa entre empresas desenvolvedoras de software do Brasil por meio de um *survey* com intuito de novamente entender na prática como é o processo de seleção de métricas. Todas estas etapas forneceram os insumos que constituíram o modelo.

Foram realizadas duas avaliações utilizando o modelo, uma avaliação inicial com estudantes da área de software e outro estudo de caso com profissionais da área de desenvolvimento de software. Os resultados das avaliações evidenciam os primeiros indícios de que o modelo se encontra apto para seu uso no âmbito das organizações ágeis de desenvolvimento de software. Como melhorias sugeridas nas avaliações, foram realizados aprimoramentos nos materiais do suporte ferramental. Os comentários realizados pelos participantes das avaliações indicam a utilidade do modelo para auxiliar na seleção e avaliação de métricas ágeis. É percebido dessa forma o alcance do principal objetivo do modelo que é fornecer um modelo para seleção de métricas em contextos ágeis.

Após a utilização do modelo e análise dos resultados foi possível identificar algumas possíveis melhorias: mais dicas de uso nos *cards* do modelo e o desenvolvimento de uma única ferramenta que suporte todo o modelo, com o repositório de métricas, os *templates* do suporte ferramental e o modelo em si.

Como trabalhos futuros, sugere-se a necessidade de mais avaliações do modelo, a ampla divulgação do modelo, o uso efetivo e avaliação em organizações desenvolvedoras de software e análise dos resultados para permitir a generalização das conclusões sobre o seu uso e implementação das possíveis melhorias identificadas durante as avaliações e uso do modelo.

REFERÊNCIAS

- ABES (Associação Brasileira das Empresas de Software). **Estudo do Mercado Brasileiro de Software**. 2022. Disponível em: <https://abes.com.br/dados-do-setor/>. Acesso em: (01/02/2023).
- ALPEROWITZ, Lukas; DZVONYAR, Dora; BRUEGGE, Bernd. Metrics in agile project courses. In: **Proceedings of the 38th International Conference on Software Engineering Companion**. 2016. p. 323-326.
- AVISON, David E. et al. Action research. **Communications of the ACM**, v. 42, n. 1, p. 94-97, 1999.
- BAILEY, Elizabeth et al. **Practical software and systems measurement**. DoD and US army, p. 13, 2003.
- BARTIÉ, Alexandre. **Garantia da qualidade de software**. [S.l.]: Gulf Professional Publishing, 2002.
- BATRA, Pooja; JATAIN, Aman. Measurement Based Performance Evaluation of DevOps. In: **2020 International Conference on Computational Performance Evaluation (ComPE)**. IEEE, 2020. p. 757-760.
- BASIL, V. R., G. Caldiera, H. D. Rombach. Goal/Question/Metric Approach. In **J. Marciniak (ed.), Encyclopedia of Software Engineering, volume 1**. John Wiley & Sons, 1994.
- BECK, Kent et al. Manifesto for agile software development, 2001.
- BICKMAN, Leonard; ROG, Debra J.; HEDRICK, Terry E. Applied research design: A practical approach. **Handbook of applied social research methods**, v. 2, p. 3-43, 2009.
- BROOKE, John et al. SUS-A quick and dirty usability scale. **Usability evaluation in industry**, v. 189, n. 194, p. 4-7, 1996.
- CHAKRAVARTY, Krishna; SINGH, Jagannath. A study of quality metrics in agile software development. In: **Machine Learning and Information Processing: Proceedings of ICMLIP 2020**. Springer Singapore, 2021. p. 255-266.
- CHARMAZ, Kathy. **Constructing grounded theory**. sage, 2014.
- CONCHA, Mauricio; VISCONTI, Marcello; ASTUDILLO, Hernán. Agile commitments: Enhancing business risk management in agile development projects. In: **SPRINGER. INTERNATIONAL Conference on Extreme Programming and Agile Processes in Software Engineering**. [S.l.: s.n.], 2007. P. 149–152.
- CRUZ, Breno Dantas. Um mapeamento sistemático de métricas para metodologias ágeis Scrum, Kanban e XP. 2013.

DEMING, W. Edwards. **Out of the Crisis, reissue**. MIT press, 2018.

DHIR, Saru; KUMAR, Deepak; SINGH, VB. Success and failure factors that impact on project implementation using agile software development methodology. In: **SOFTWARE engineering**. [S.l.]: Springer, 2019. P. 647–654.

ESSENCE – Kernel and Language for Software Engineering Methods. 2018. Disponível em: <https://www.omg.org/spec/Essence/>. Acesso em: (05/07/2022).

GARVIN, David A.; QUALITY, What Does—Product. Really mean. **Sloan management review**, v. 25, p. 25-43, 1984.

GRYNA, Frank M.; JURAN, Joseph M. **Quality planning and analysis: from product development through use**. McGraw-Hill Science, Engineering & Mathematics, 2001.

HARTMANN, Deborah; DYMOND, Robin. Appropriate agile measurement: using metrics and diagnostics to deliver business value. In: **AGILE 2006 (AGILE'06)**. IEEE, 2006. p. 6 pp.-134.

HELMER-HIRSCHBERG, Olaf. Systematic Use of Expert Opinions. Report No. P-3721. Santa Monica, CA: **The RAND Corporation**, 1967.

HAYES, Will et al. **Agile metrics: Progress monitoring of agile contractors**. CARNEGIE-MELLON UNIV PITTSBURGH PA SOFTWARE ENGINEERING INST, 2014.

IEEE. IEEE Standard Computer Dictionary: A Compilation of IEEE Standard Computer Glossaries. [S.l.]: IEEE, 1990.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION/INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION et al. Systems and software engineering—Measurement process. **ISO/IEC 15939: 2007**, v. 1, 2007.

ISO 9001:2015, Quality management systems – Requirements. International Organization for Standardization.

JACOBSON, I. et al. Kernel and Language for Software Engineering Methods (Essence). **Needham, MA: OMG**, 2014.

KEELE, Staffs et al. **Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering**. [S.l.], 2007.

KITCHENHAM, B. e CHARTERS, S. Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering. **Keele University and Durham University Joint Report**, Tech. Rep. EBSE 2007-001, 2007.

KISH, Leslie. Survey sampling. 1965.

KUNZ, Martin; DUMKE, Reiner R.; ZENKER, Niko. Software metrics for agile software development. In: **19th Australian Conference on Software Engineering (aswec 2008)**. IEEE, 2008. p. 673-678.

KURNIA, Reni; FERDIANA, Ridi; WIBIRAMA, Sunu. Software metrics classification for agile scrum process: a literature review. In: **2018 International Seminar on Research of Information Technology and Intelligent Systems (ISRITI)**. IEEE, 2018. p. 174-179.

LEWIS, James R. The system usability scale: past, present, and future. **International Journal of Human-Computer Interaction**, v. 34, n. 7, p. 577-590, 2018.

MAS, Antònia; MESQUIDA, Antoni-Lluís; PACHECO, Marcos. Supporting the deployment of ISO-based project management processes with agile metrics. **Computer Standards & Interfaces**, v. 70, p. 103405, 2020.

MEIDAN, Ayman et al. Measuring software process: a systematic mapping study. **ACM Computing Surveys (CSUR)**, v. 51, n. 3, p. 1-32, 2018.

MELLO, Francisco SH. OKR: da missão às métricas. São Paulo: Culture. 2016.

MOUNIR, Mourad et al. Framework to measure agile software process effectiveness in critical systems development. In: **Proceedings of the 2020 9th International Conference on Software and Information Engineering (ICSIE)**. 2020. p. 25-32.

NOBLIT, George W.; HARE, R. Dwight; HARE, R. Dwight. **Meta-ethnography: Synthesizing qualitative studies**. sage, 1988.

PADMINI, KV Jeeva; BANDARA, HMN Dilum; PERERA, Indika. Use of software metrics in agile software development process. In: **2015 Moratuwa Engineering Research Conference (MERCOn)**. IEEE, 2015. p. 312-317.

PETERSEN, Kai et al. Action research as a model for industry-academia collaboration in the software engineering context. In: **Proceedings of the 2014 international workshop on Long-term industrial collaboration on software engineering**. 2014. p. 55-62.

PETERSEN, Kai et al. Systematic mapping studies in software engineering. In: **12th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering (EASE) 12**. 2008. p. 1-10.

PINSONNEAULT, Alain; KRAEMER, Kenneth. Survey research methodology in management information systems: an assessment. **Journal of management information systems**, Taylor & Francis, v. 10, n. 2, p. 75-105, 1993.

PRESSMAN, R. S. Engenharia de Software, **McGrawHill**, 6a. 2006.

PRESSMAN, Roger S. et al. A practitioner's approach. **Software Engineering**, v. 2, p. 41-42, 2010.

ROCHA, ARC da; SOUZA, G dos S; BARCELLOS, Monalessa P. Medição de software e controle estatístico de processos. **PBQP Software, Brasília**, 2012.

RUNESON, Per; HÖST, Martin. Guidelines for conducting and reporting case study research in software engineering. **Empirical software engineering**, Springer, v. 14, n. 2, p. 131–164, 2009.

SAUNDERS, M.; LEWIS, P.; THORNHILL, A. **Research methods for business students**. 5th ed. Pearson Education India, 2011.

SEDEHI, Habib; MARTANO, Giovanni. Metrics to evaluate & monitor agile based software development projects-a fuzzy logic approach. In: **2012 Joint Conference of the 22nd International Workshop on Software Measurement and the 2012 Seventh International Conference on Software Process and Product Measurement**. IEEE, 2012. p. 99-105.

SOFTEX, MPS.BR - Melhoria de Processo do Software Brasileiro - **Guia de Implementação – Parte 2: Fundamentação para Implementação do Nível F do MR-MPS-SW:2016**. 2006. Disponível em: https://www.softex.br/wp-content/uploads/2016/04/MPS.BR_Guia_de_Implementacao_Parte_2_2016.pdf. Acesso em: 05 abril de 2022.

STANDISH GROUP REPORT. **Chaos Report on Project Failure**. 2018.

STRAUSS, Anselm; CORBIN, Juliet. **Basics of qualitative research techniques**. 1998.

TAM, Carlos; COSTA MOURA, Eduardo Jóia da; OLIVEIRA, Tiago; VARAJÃO, João. The factors influencing the success of on-going agile software development projects. **International Journal of Project Management**, Elsevier, v. 38, n. 3, p. 165–176, 2020.

TANNER, Maureen; WILLINGH, Ulrich von et al. Factors leading to the success and failure of agile projects implemented in traditionally waterfall environments. **Human capital without borders: Knowledge and learning for the quality of life**. Portoroz, Slovenia: Make Learn, p. 693–701, 2014.

VERSIONONE, Collabnet. **15th annual state of agile survey report** (2021).

VERSIONONE, Collabnet. **16th annual state of agile survey report** (2022).

TAYLOR, John. **Introduction to error analysis, the study of uncertainties in physical measurements**. 1997.

WOHLIN, Claes. Guidelines for snowballing in systematic literature studies and a replication in software engineering. In: **Proceedings of the 18th international conference on evaluation and assessment in software engineering**. 2014. p. 1-10.

YIN, Robert K. **Applications of case study research**. [S.l.]: sage, 2011

ZHOU, Xin et al. A map of threats to validity of systematic literature reviews in software engineering. In: **2016 23rd Asia-Pacific Software Engineering Conference (APSEC)**. IEEE, 2016. p. 153-160.

APÊNDICE A – ESTUDOS SELECIONADOS

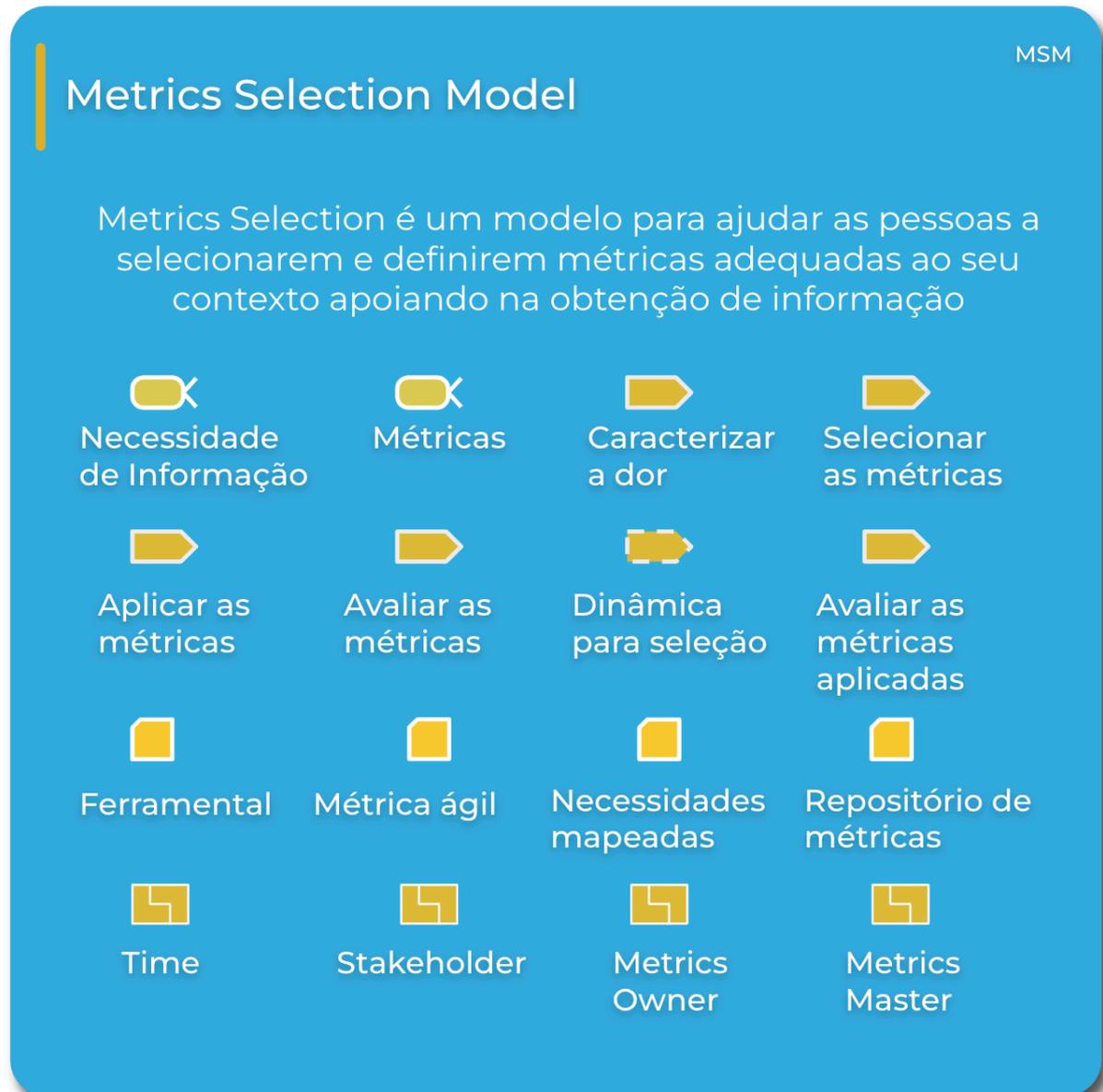
A seguir é apresentado os estudos selecionados na MSL:

S01	A comparative study on measuring software functional size to support effort estimation in agile
S02	A Metric-Based Approach to Managing Architecture-Related Impediments in Product Development Flow: An Industry Case Study from Cisco
S03	Agile Enterprise Metrics
S04	Agile Performance Indicators for Team Performance Evaluation in a Corporate Environment
S05	An agile, measurable and scalable approach to deliver software applications in a large enterprise
S06	An empirical study of software metrics for assessing the phases of an agile project
S07	An Empirical Study of WIP in Kanban Teams
S08	An innovative measurement programme for agile governance
S09	Analyses of an agile methodology implementation
S10	Applying Software Design Metrics to Developer Story: A Supervised Machine Learning Analysis
S11	Assessing individual performance in Agile undergraduate software engineering teams
S12	Controlling and Monitoring Agile Software Development in Three Dutch Product Software Companies
S13	Designing and Implementing a Measurement Program for Scrum Teams: What Do Agile Developers Really Need and Want?
S14	Effective Monitoring of Progress of Agile Software Development Teams in Modern Software Companies: An Industrial Case Study
S15	How to measure agile software development
S16	Measurement Based Performance Evaluation of DevOps
S17	Measuring and Improving Agile Processes in a Small-Size Software Development Company
S18	Measuring and Monitoring Agile Development Status
S19	Measuring Best-in-Class Software Releases
S20	Metrics in Agile Project Courses
S21	Metrics to Meet Security & Privacy Requirements with Agile Software Development Methods in a Regulated Environment
S22	Motivations and Measurements in an Agile Case Study
S23	On the measurement of agility in software process
S24	Quality assurance for Product development using Agile
S25	Requirements Engineering Quality Revealed through Functional Size Measurement: An Empirical Study in an Agile Context
S26	Software Metrics for Agile Software Development
S27	Strong Agile Metrics: Mining Log Data to Determine Predictive Power of Software Metrics for Continuous Delivery Teams
S28	Success Factors for Effective Process Metrics Operationalization in Agile Software Development: A Multiple Case Study
S29	Supporting the deployment of ISO-based project management processes with agile metrics
S30	Use of software metrics in agile software development process

S31	Using a Roles Scheme to Derive Software Project Metrics
S32	Using Analytics to Guide Improvement during an Agile–DevOps Transformation
S33	Using Lehman's laws to validate the software evolution of agile projects

APÊNDICE B – ROTEIRO DOS CARDS

CARD CENTRAL



O Metrics Selection Model é um modelo que descreve o passo a passo para seleção de uma ou mais métricas que respondam alguma necessidade de informação para um contexto organizacional. O MSM é voltado para métodos ágeis e fornece atividades, produtos de trabalho, papéis necessários e um repositório de métricas ágeis para auxiliar na seleção das métricas mais adequadas ao contexto da organização.

CARD NECESSIDADE DE INFORMAÇÃO

Necessidade de
Informação

MSM


A necessidade de
informação é o cerne do
porque usar métricas,
entender a necessidade do
que precisa ser
compreendido

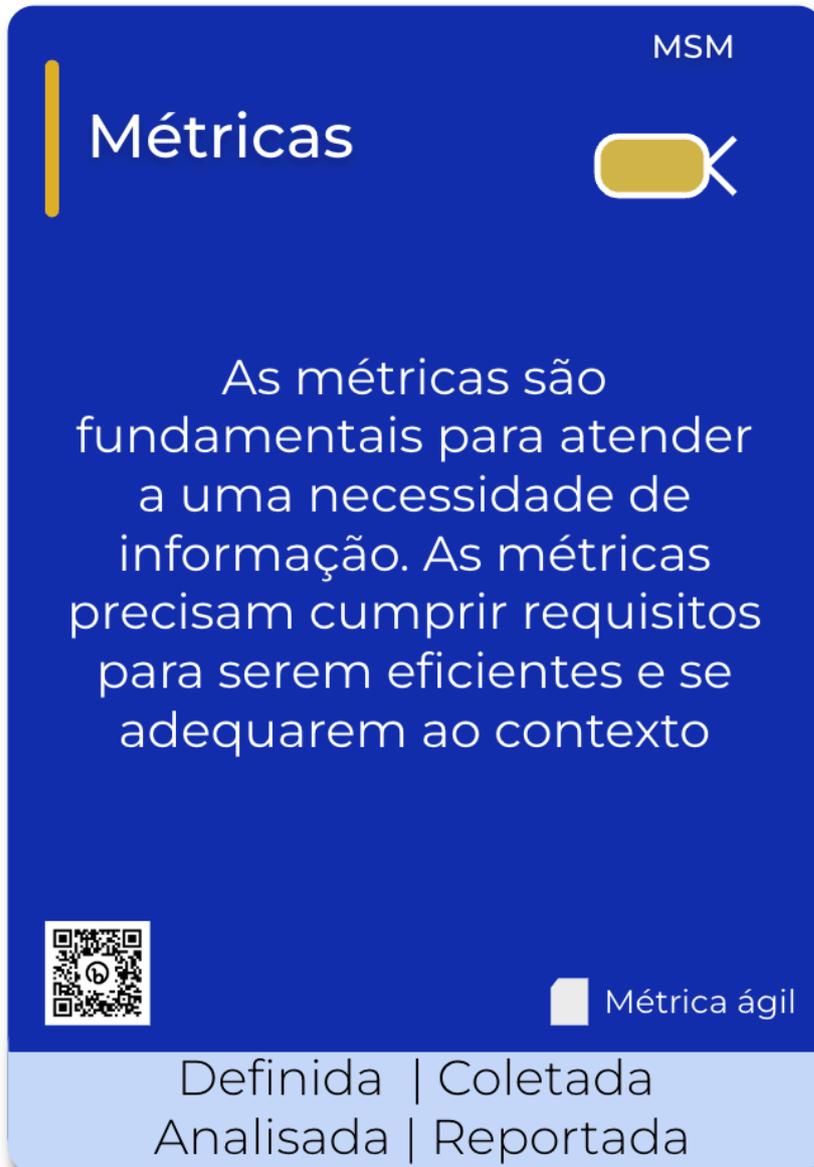



Caracterizar a dor

Definido | Resolvido

Este card é um alpha, o que significa que a necessidade de informação é um aspecto fundamental para selecionar métricas. É a partir das necessidades mapeadas que conseguimos atender a uma necessidade de informação por meio de métricas. Este alpha pode ter 2 estados: definido, o que significa que já foi realizada alguma atividade ou processo para levantar as necessidades e resolvido o que significa que a informação foi respondida e não é mais uma necessidade. Como implementar este alpha bem como os produtos de trabalho e papéis necessários é descrita na atividade: “Caracterizar a dor”.

CARD MÉTRICAS

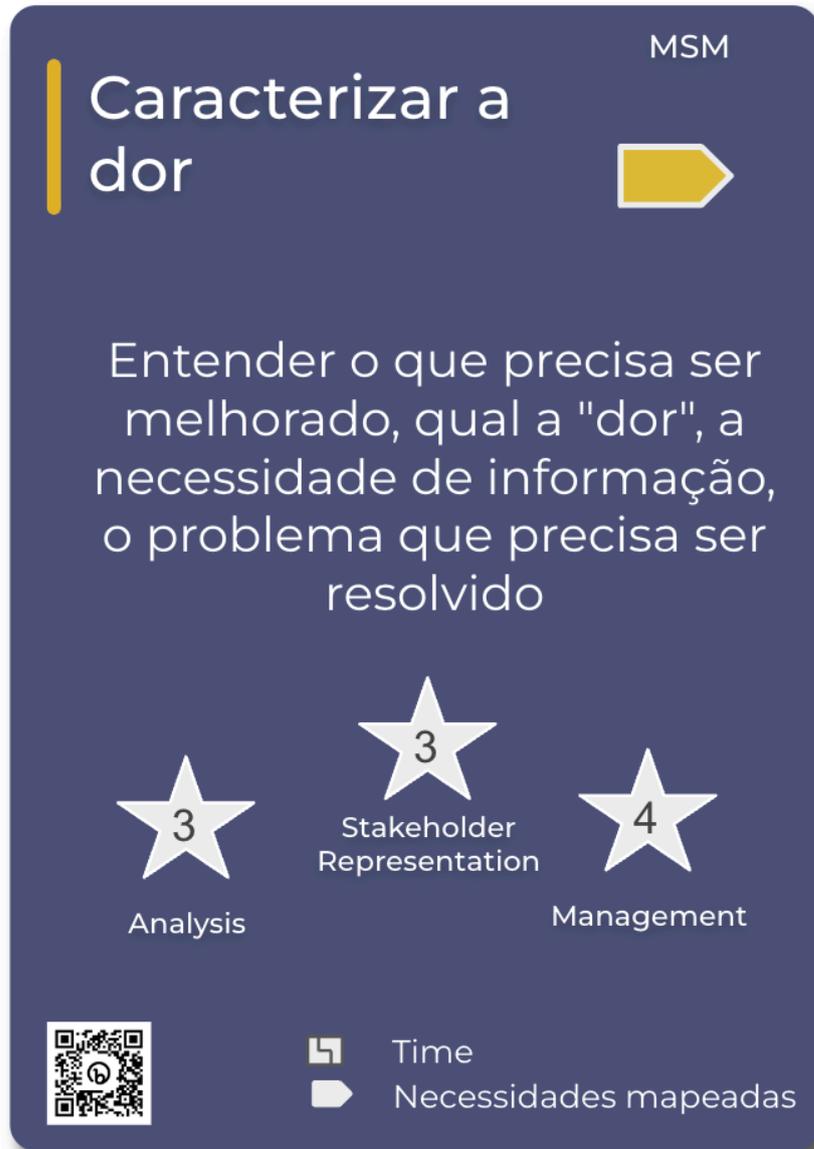


Este card é um alpha, o que significa que as métricas são fundamentais para atender a uma necessidade de informação. As métricas são o meio pelo qual procuramos obter informações para tomada de decisão para resolver algum problema, alguma necessidade.

Para execução deste alpha é importante que o alpha “Necessidade de informação” esteja no estado definido, assim a necessidade de informação é conhecida e torna possível identificar as métricas que respondam a necessidade, adequadas ao contexto.

Para que as métricas consigam responder alguma necessidade de informação estas precisam passar por alguns estados: definida (com base no contexto e necessidades identificadas temos as métricas selecionadas), coletada (de acordo com a frequência definida temos a coleta das métricas para compreender a sua evolução e as informações que estão entregando), analisada (os dados coletados das métricas são analisados em relação à necessidade de informação) e reportada (após a coleta e análise dos resultados temos o *report* para os *stakeholders* interessados). O produto de trabalho que define o que é uma métrica ágil está descrito no card “Métrica ágil”.

CARD CARACTERIZAR A DOR



Este card é uma atividade que tem como objetivo descrever o que, como, os papéis e os artefatos necessários para realizar a ação de caracterizar a dor. A atividade “Caracterizar a dor” tem como objetivo entender o que não está adequado, qual o problema que estamos enfrentando hoje e suas possíveis origens, que entendemos que o uso de métricas pode ajudar. Com o entendimento da necessidade é possível levantar quais dados, informações precisam ser medidos, quais perguntas precisamos responder.

Para realizar esta atividade primeiramente caracterize os problemas, entenda quais as necessidades que precisam de informação para serem compreendidas. Para identificar a fonte de problemas você pode utilizar OKR, roda ágil ou, os resultados da última retrospectiva. Peça para todos os membros do time trazerem e listarem as dores, problemas que identificam no dia a dia. O segundo passo é a priorização das dores. Para este passo pode-se utilizar a matriz GUT, que provê uma análise de priorização a partir de 3 critérios (Gravidade, Urgência e Tendência), separe as duas principais dores, estas serão utilizadas no modelo de seleção de métricas.

Para realizar esta atividade são necessárias 3 principais competências: *Analysis* que é a capacidade de compreender as oportunidades e as necessidades das partes interessadas relacionadas e transformá-las em um conjunto de requisitos acordado e consistente, *Management* que é a capacidade de coordenar, planejar e acompanhar o trabalho realizado e a *Stakeholder Representation* que é a capacidade de reunir, comunicar e equilibrar as necessidades de outras partes interessadas e representar com precisão seus pontos de vista. Os números 3 e 4 representam as *skills* necessárias dentro das competências, no caso do 3 é conseguir aplicar os conceitos na maioria dos contextos e ter experiência para trabalhar sem supervisão. E no caso do 4 é ser capaz realizar o julgamento sobre quando e como aplicar os conceitos aos mais complexos contextos. O artefato de saída desta atividade são as necessidades mapeadas, para tal, pode ser realizado em uma cerimônia de retrospectiva ou uma cerimônia separada.

CARD SELECIONAR AS MÉTRICAS

MSM


Selecionar as métricas

Selecionar, de acordo com a necessidade de informação identificada, quais métricas ajudam a responder às necessidades mapeadas



Analysis



Management



-  Time
-  Repositório de métricas
-  Métrica ágil - definida
-  Dinâmica para seleção

Este card é uma atividade, que tem como objetivo descrever o que, como, os papéis e os artefatos necessários para realizar a ação de seleção das métricas. Após realizado o levantamento e entendimento do que precisa ser medido, quais as necessidades de informação que as métricas irão procurar responder, é necessário identificar as métricas adequadas ao contexto.

Para realizar esta atividade tenha as dores priorizadas e a partir das necessidades identificadas defina as métricas adequadas ao seu contexto, utilize algum processo de seleção, votação ou dinâmica, aqui cito um exemplo de dinâmica que pode ser utilizada para este propósito.

Para realizar tal ação são necessárias 2 principais competências: *Analysis* que é a capacidade de compreender as oportunidades e as necessidades das partes interessadas relacionadas e transformá-las em um conjunto de requisitos acordado e consistente, *Management* que é a capacidade de coordenar, planejar e acompanhar o trabalho realizado. Os números 3 e 4 representam as *skills* necessárias dentro das competências, no caso do 3 é conseguir aplicar os conceitos na maioria dos contextos e ter experiência para trabalhar sem supervisão. E no caso do 4 é ser capaz realizar o julgamento sobre quando e como aplicar os conceitos aos mais complexos contextos.

Entre os artefatos desta atividade está o repositório de métricas, que é um banco de métricas de onde o time pode extrair as métricas adequadas a sua necessidade, as métricas definidas ao final e o processo de seleção das métricas.

CARD APLICAR AS MÉTRICAS

MSM

Aplicar as métricas

Com base nas métricas selecionadas, realizar a gestão das métricas conforme a frequência e ferramentas definidas.

Dica: para definir quando, quem e de que forma será a coleta pode-se usar o repositório de métricas.



3

Analysis



4

Management



 Metrics owner

 Métrica ágil - coletada

Este card é uma atividade, o que significa que tem como objetivo descrever o que, como, os papéis e os artefatos necessários para realizar a ação de aplicação das métricas. A partir das métricas selecionadas, o próximo passo é fazer uso das métricas, para tal, é necessário definir a frequência em que serão coletadas e acompanhadas, como será coletada e por quem.

Esta atividade é a execução da gestão das métricas. Para realizá-la, defina um momento fixo para coletar as métricas, por exemplo, a cada final de iteração, defina um responsável por realizar essa coleta dentro da frequência definida, se possível, faça um rodízio dentro do time, assim todos terão conhecimento do procedimento e o trabalho será equilibrado entre todos. Sempre que possível, otimize o processo de coleta, utilizando ferramentas que já fazem parte do dia a dia do time, como Jira, ou outras ferramentas de gestão. Se possível automatize o processo e armazene os dados coletados em uma ferramenta de análise de dados, como *Power BI* por exemplo.

Para realizar esta atividade são importantes as competências de análise e gestão. Análise, pois, é necessário compreender as oportunidades e as necessidades

e transformá-las em um conjunto de requisitos acordados e consistentes. E gestão pois é importante ter a capacidade de coordenar, planejar e acompanhar o trabalho realizado. Como saída temos as métricas ágeis coletadas.

CARD AVALIAR AS MÉTRICAS

MSM

Avaliar as métricas

Realizar a avaliação das métricas e reportar aos stakeholders, analisar a evolução dos resultados das métricas para responder às necessidades de informação. Dica: Definir a frequência e responsáveis pela análise e reporte das métricas

Analysis

Management

Métrica ágil - reportada
 Metrics master

Este card é uma atividade, o que significa que tem como objetivo descrever o que, como, os papéis e os artefatos necessários para realizar a ação de avaliação das métricas. Esta atividade consiste em analisar os resultados das métricas e reportar aos interessados. É nesta atividade que será compreendida a evolução da métrica e as informações que estão provendo para responder à necessidade identificada inicialmente.

Para execução desta atividade é importante que as coletas das métricas estejam ocorrendo conforme a frequência e forma definidas. As competências importantes para esta atividade são análise e gestão, análise pois é necessário compreender as oportunidades e as necessidades e transformá-las em um conjunto

de requisitos acordado e consistentes. E gestão pois é importante ter a capacidade de coordenar, planejar e acompanhar o trabalho realizado.

Faça uso de gráficos, como Excel para acompanhar a evolução da métrica, tenha em mente que a análise e interpretação das métricas deve ser realizada em relação à necessidade de informação identificada, tente identificar tendências e analise o que mudou dentro do período de mensuração que pode ter interferido no resultado das métricas, se possível, relacione as métricas entre si, que juntas podem gerar indicadores e trazer mais informações ao contexto como um todo.

Importante a definição da frequência em que essa análise será feita e o *report* ao *stakeholders*, exemplo: a cada entrega realizada ao cliente analisar os resultados das métricas e montar um *report* para repassar aos *stakeholders*, para o *report* pode-se utilizar os gráficos de dados, que reflitam a evolução da métrica. A análise pode ser feita de forma coletiva, mas é importante definir um responsável por esta atividade, para garantir que ocorra de acordo com a frequência definida, pode ser rotacionado entre os membros do time. Como saída temos as métricas ágeis reportadas.

CARD AVALIAR AS MÉTRICAS APLICADAS

MSM

Avaliar métricas aplicadas



Analisar a evolução das métricas, entender se os resultados gerados estão respondendo a necessidade de informação, caso necessário visitar o processo e selecionar novas métricas.

Dica: Defina um responsável e uma periodicidade para visitar o valor gerado pelas métricas



Analysis



Management




Este card é uma atividade, o que significa que tem como objetivo descrever o que, como, os papéis e os artefatos necessários para realizar a ação de avaliação das métricas aplicadas. Para execução desta atividade é importante que já tenham sido realizadas algumas coletas das métricas, assim será possível analisar a evolução. Entre as competências importantes para esta atividade estão análise e gestão, análise pois é necessário compreender as oportunidades e as necessidades e transformá-las em um conjunto de requisitos acordado e consistentes. E gestão pois é importante ter a capacidade de coordenar, planejar e acompanhar o trabalho realizado.

O objetivo desta atividade é compreender se as métricas seguem adequadas ao contexto, se estão respondendo adequadamente à necessidade de informação, se a necessidade de informação ainda existe e se a dor está sendo minimizada ou superada com o auxílio da análise e interpretação das métricas, para isso, revise as necessidades de informação e analise se as métricas, de acordo com os resultados observados, têm conseguido responder às necessidades, investigue se as métricas estão fornecendo informações suficientes para tomada de decisão, coloque-se no lugar do seu stakeholder, e questione, se com essas informações consigo decidir algo que resolva a minha necessidade de informação.

Como resultado desta atividade, pode-se definir selecionar novas métricas e parar de utilizar outras, se for esse o seu caso volte ao card seleção de métricas e siga as atividades do modelo.

CARD DINÂMICA PARA SELEÇÃO

MSM


Dinâmica para seleção

É necessário ter algum processo, dinâmica, para apoiar na seleção das métricas.

Dica: ter um responsável para movimentar tal ação. Através dessa dinâmica sairá o conjunto de métricas definido



Analysis



Management


 Time

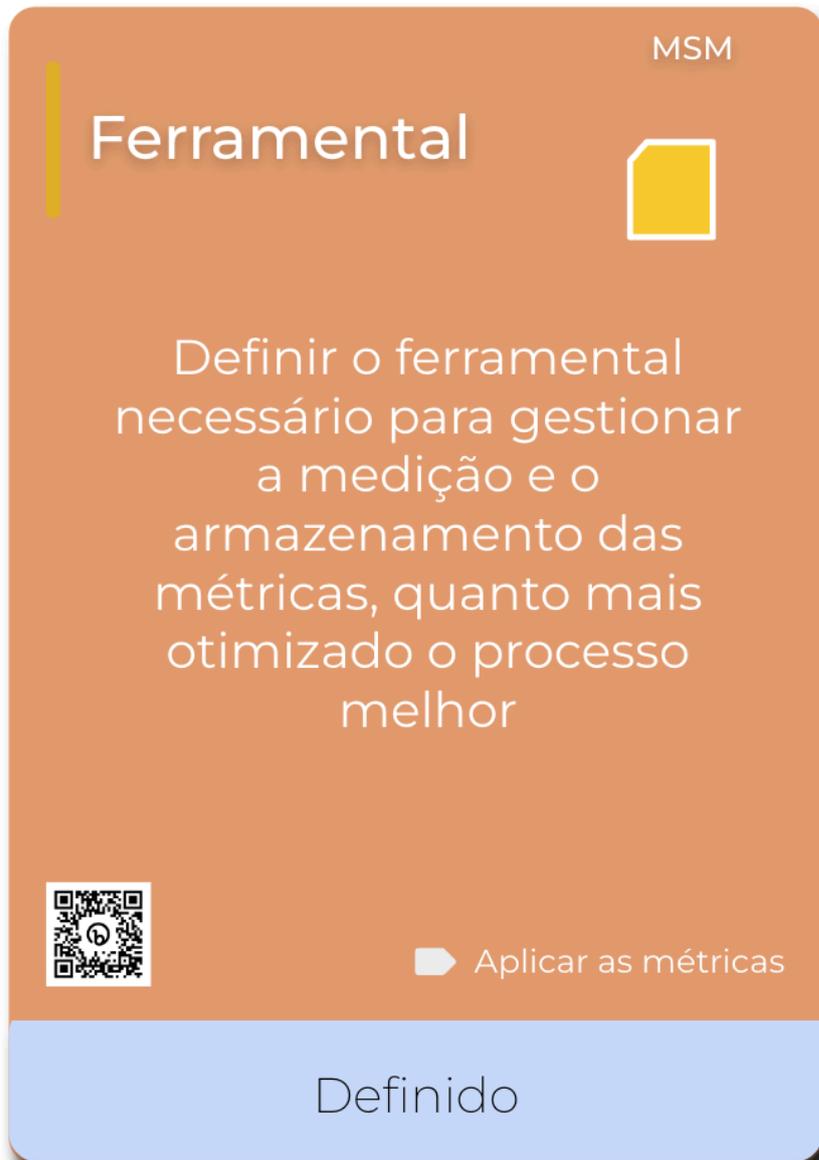
Este card é uma atividade, o que significa que tem como objetivo descrever o que, como, os papéis e os artefatos necessários para realizar a ação de dinâmica para seleção.

Para realizar a dinâmica de seleção é importante que você já tenha identificado as necessidades de informação que procura responder com as métricas, importante ter a competência de análise e gestão. Análise, pois, é necessário compreender as oportunidades e as necessidades e transformá-las em um conjunto de requisitos acordados e consistentes. E gestão pois é importante ter a capacidade de coordenar, planejar e acompanhar o trabalho realizado.

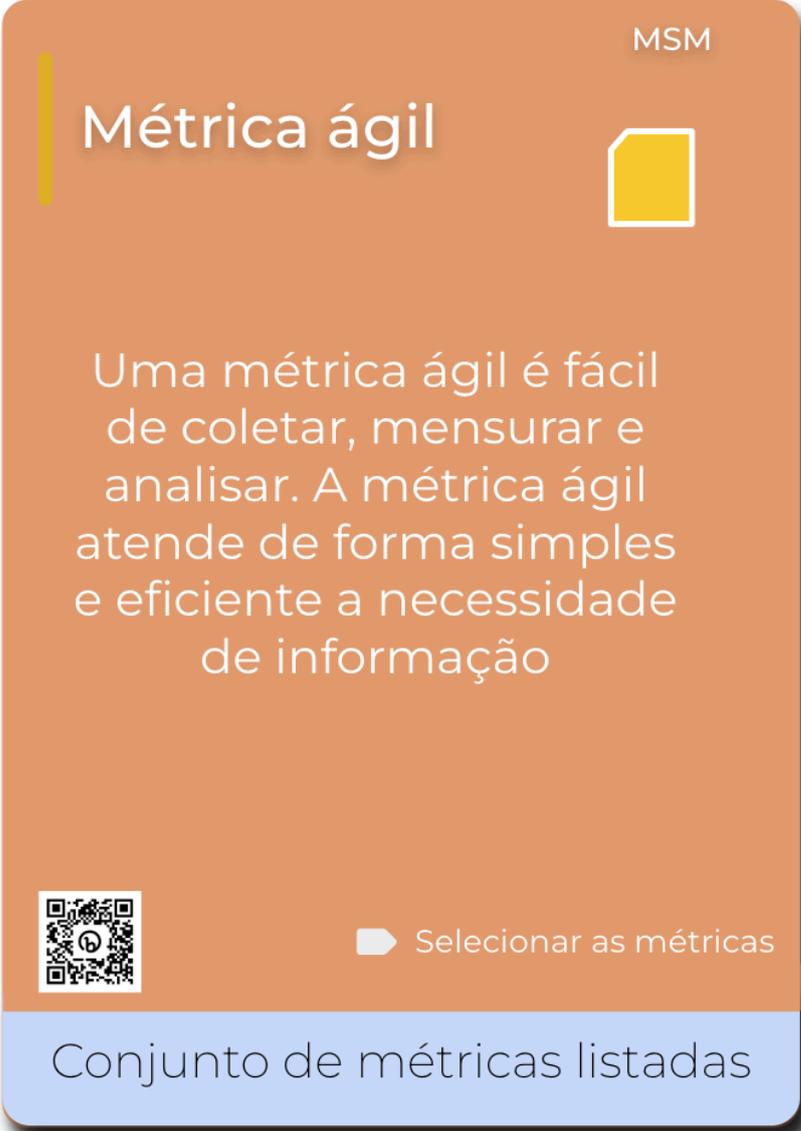
É com a dinâmica de seleção que você irá definir quais métricas são as mais adequadas ao seu contexto, para tal, seu time pode escolher o método que achar mais coerente, para este modelo recomenda-se uma dinâmica chamada *Metrics*

Poker. Para execução desta dinâmica o time deve seleccionar as 2 principais dores que queria responder com as métricas, depois seleccionar 2 grupos de métricas e por fim por meio de 3 critérios votar nas métricas do grupo. As mais votadas são as escolhidas (tanto os grupos quanto as métricas estão documentados no repositório de métricas deste modelo).

CARD FERRAMENTAL



O card ferramental, é um produto de trabalho, o que significa que é um pedaço importante da execução do modelo. Este produto de trabalho é o ferramental necessário para coletar e armazenar a evolução das métricas. É importante ter ferramentas simples e eficientes para realizar a coleta das métricas e para armazenar os resultados das mesmas. O estado final deste produto de trabalho é ter as ferramentas definidas. Para mais informações sobre como utilizar acessar o card “Aplicar as métricas”.

CARD MÉTRICA ÁGIL

MSM

Métrica ágil

Uma métrica ágil é fácil de coletar, mensurar e analisar. A métrica ágil atende de forma simples e eficiente a necessidade de informação



Selecione as métricas

Conjunto de métricas listadas

The card is orange with a blue footer. It features a yellow icon of a document with a corner cut. A QR code is located in the bottom left, and a grey arrow points to the text 'Selecione as métricas'.

Uma métrica para ser ágil precisa ser fácil de coletar, de analisar, e conseguir responder a necessidade de informação identificada. O repositório de métricas é um banco de métricas ágeis que o time pode utilizar, mas lembre-se que ao definir as métricas é importante que elas cumpram os requisitos de simplicidade e facilidade para o seu time, para não tornar complexo o processo.

CARD NECESSIDADES MAPEADAS



Este card representa o produto de trabalho necessidades mapeadas, o que significa ter as necessidades de informação identificadas registradas, provendo assim, subsídios para a seleção das métricas mais adequadas ao contexto. Estas necessidades podem ser identificadas através de uma dinâmica com *stakeholders*, cerimônias, conversas, o processo é detalhado na atividade “Mapear as necessidades de informação”, para o registro o importante é que este mapeamento seja realizado e documentado com bastante clareza, pode ser registrado em uma planilha na ordem de priorização.

CARD REPOSITÓRIO DE MÉTRICAS

MSM

Repositório de métricas



Banco de métricas o qual possui a descrição do conjunto de métricas mais relevantes extraídos da literatura e do mercado. Possui definição de como utilizar, por quem, e com que frequência



▶ Aplicar as métricas

Este card representa o repositório de métricas fornecido pelo presente modelo. Este repositório foi formado por meio de um mapeamento sistemático da literatura e de um *survey* com profissionais de todo o país. É composto das métricas mais relevantes e que mais ocorrem tanto na literatura quanto no mercado. O repositório fornece, nome, descrição, como utilizar, quando utilizar, por quem devem ser utilizadas as métricas.

CARD TIME

MSM

Time



O time é responsável por entender e definir em conjunto as métricas adequadas a seu contexto.

Define em conjunto:

- Os stakeholders que necessitam de informação
- A necessidade de informação
- As métricas adequadas ao contexto



Este card é um papel: o time, o time são todos os envolvidos no processo de seleção das métricas, definem desde os *stakeholders*, que são as partes interessadas, até a resolução da dor, coletando as métricas e gerando informações para tomada de decisões.

CARD STAKEHOLDER

MSM

Stakeholder



Stakeholder é a principal parte interessada na informação, é quem demanda a necessidade. O stakeholder que vai trazer a "dor" que será apoiada pela informação que o processo de seleção das métricas irá prover



O *stakeholder* é o demandante da necessidade, é a partir dele que todo o processo se inicia, este papel que traz a dor, a necessidade de informação que o processo de seleção de métricas vai procurar responder, também ajuda a interpretar as métricas em relação às necessidades de informação identificadas.

CARD METRICS OWNER

MSM

Metrics Owner



O metrics owner é o responsável por coletar, centralizar e organizar os dados que constituem as métricas, ao passo que o time em conjunto identifica stakeholder, necessidade de informação, é necessário ter 1 responsável por alimentar as métricas selecionadas. Este papel pode ser rotacionado entre o time



O *metrics owner* é o responsável pela coleta das métricas de acordo com a frequência acordada. Importante ter esse papel para garantir que o processo aconteça conforme o esperado, pode ser rotacionado entre o time, assim todos terão o conhecimento do processo como um todo.

CARD METRICS MASTER

MSM

Metrics Master



O metrics master é responsável por analisar as métricas, esta função pode ser realizada com o time como um todo, mas é importante ter um responsável que garanta essa instância. As métricas precisam ser revisitadas e analisadas, para que, se necessário, sejam alteradas. O metrics master também é responsável por reportar os resultados



Esse card representa o papel do *metrics master*, esse papel tem a responsabilidade de analisar a evolução das métricas de acordo com as coletas realizadas, para identificar possíveis alterações de métricas se necessário. O *metrics master* também é responsável por reportar, precisa garantir que os *stakeholders* estejam atualizados com os resultados obtidos.