

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA E ESTATÍSTICA
CIÊNCIAS DA COMPUTAÇÃO

Luiz Otávio Santos Reis

Dinâmica de Seleção de Métricas em Projetos Ágeis de Software

Florianópolis
2023

Luiz Otávio Santos Reis
Dinâmica de Seleção de Métricas em Projetos Ágeis de Software

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de Bacharel em Ciências da Computação e aprovado em sua forma final pelo curso de Graduação em Ciências da Computação.

Florianópolis, 10 de Junho de 2023.

Prof. Lúcia Helena Martins Pacheco, Dr.
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Prof. Jean Carlo Rossa Hauck
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Christiane Gresse von Wangenheim
Avaliador
Universidade Federal de Santa Catarina

Stéphanie da Silva Leal
Avaliador

Luiz Otávio Santos Reis

Dinâmica de Seleção de Métricas em Projetos Ágeis de Software

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao Curso de Graduação em Ciências da Computação do Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para obtenção do título de Bacharel em Ciências da Computação.

Orientador: Prof. Jean Carlo Rossa Hauck

Coorientador: Stéphanie da Silva Leal

Florianópolis

2023

AGRADECIMENTOS

Agradeço inicialmente ao professor Prof. Jean Carlo Rossa Hauck por ter me permitido tê-lo como professor orientador deste trabalho. Sempre com extrema proatividade, o Prof. Jean sempre esteve presente quando eram necessárias dicas e materiais para a conclusão deste trabalho.

Ao meus pais, Marilucia e Wagner, por terem sempre me apoiado e ajudado em toda e qualquer decisão, me permitindo ter as melhores condições possíveis para um estudante de graduação e, constantemente, me permitindo ter acesso a diferentes meios de estudo, sejam eles cursos, palestras e congressos. Mas no geral, agradeço por serem não só os meus pais, mas também meus melhores amigos.

À minha irmã, Lívia, que mesmo estando distante fisicamente, foi uma fonte inesgotável de incentivo ao longo da minha jornada no campo da tecnologia. Desde o início, você reconheceu meu potencial nessa área e me encorajou a seguir esse caminho promissor. Seu exemplo de dedicação aos estudos sempre me inspirou e motivou a me esforçar ao máximo.

Aos meus amigos, Nicolas, Thiago, Leonardo, André, Samuel, agradeço por estarem ao meu lado durante toda essa caminhada, pelos momentos de estudo em grupo, pelas discussões animadas sobre os temas mais complexos e pelas risadas compartilhadas nos momentos de descontração. Vocês foram verdadeiros parceiros, proporcionando apoio mútuo e encorajamento, sempre me motivando a ir além e buscar o melhor.

Aos meus amigos, Pedro, Prandi, Isa, Geva, Nathan, Lais, Padilha, Arthur, Will, Lê, Vitor, Chris, Moser, gostaria de expressar minha gratidão por serem incríveis ao longo de todos esses anos na UFSC. O simples fato de estarem sempre presentes me fez sentir que tinha uma segunda família por perto. Com certeza, todos os convites para relaxar e aproveitar foram muito úteis durante minha jornada.

Ao Laboratório Bridge, por ter sido a casa para o começo deste trabalho, por ter me apresentado todo o mundo de desenvolvimento ágil e me feito ser o começo de um profissional que eu espero ser nos próximos anos.

À Foco Radical, minha atual empresa, que vem me apoiando na criação, desenvolvimento e aprimoramento de ideias de inovação no setor de tecnologia.

RESUMO

O gerenciamento de projetos de software é uma tarefa complexa que requer a aplicação de diversos processos para um monitoramento adequado. Com o aumento da necessidade de aprimorar esse monitoramento, torna-se essencial o uso de métricas para avaliar o processo de desenvolvimento de software. No entanto, os profissionais da área muitas vezes enfrentam dificuldades para realizar essa medição, o que destaca a importância de uma abordagem auxiliar, como a gamificação, para garantir a seleção adequada das métricas e, conseqüentemente, alcançar os objetivos desejados. Com o intuito de abordar essa questão, é realizada uma fundamentação teórica abrangendo conceitos relacionados a processos de desenvolvimento de software, métodos ágeis, métricas de software e gamificação. Em seguida, é conduzido um mapeamento sistemático da literatura sobre o uso de gamificação nessa área específica de seleção de métricas. Como terceira etapa, é desenvolvida uma proposta de gamificação, seguindo uma abordagem sistemática de desenvolvimento de gamificação, que foi refinada até chegar-se ao resultado final. Para avaliar a motivação dos participantes, a experiência do usuário e o aprendizado da proposta, foi realizada uma avaliação com estudantes e profissionais do mercado. Os resultados obtidos indicam que a gamificação se mostrou promissora no aprimoramento do processo de seleção de métricas ágeis. Em conclusão, os resultados levantam indícios de que a proposta de gamificação pode aumentar o envolvimento dos participantes, fomentar a colaboração e melhorar a compreensão do processo em questão.

Palavras-chave: Gerenciamento de Projetos, Seleção de Métricas.

ABSTRACT

Software project management is a complex task that requires the application of various processes for proper monitoring. With the increasing need to improve this monitoring, the use of metrics to assess the software development process becomes essential. However, professionals in the field often face difficulties in performing this measurement, highlighting the importance of an auxiliary approach, such as gamification, to ensure the appropriate selection of metrics and, consequently, achieve the desired objectives. In order to address this issue, a theoretical foundation is carried out, encompassing concepts related to software development processes, agile methods, software metrics, and gamification. Next, a systematic literature mapping is conducted on the use of gamification in this specific area of metric selection. As a third step, a gamification proposal is developed, following a systematic approach to gamification development, which was refined until reaching the final result. To validate the participants' motivation, user experience, and learning from the proposal, an evaluation was conducted with students and professionals in the industry. The results obtained indicate that gamification has shown promise in improving the agile metric selection process. In conclusion, the results suggest that the gamification proposal increased participants' engagement, fostered collaboration, and improved understanding of the process in question.

Keywords: Project Management, Metrics Selection.

“A implementação de métricas e indicadores no monitoramento do processo de software proporciona uma visão objetiva e quantitativa do progresso e da qualidade do projeto.” (RISING, L.)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	OBJETIVOS	12
1.1.1	Objetivo Geral	12
1.1.2	Objetivos Específicos	12
1.2	MÉTODO DE PESQUISA	13
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
2.1	PROCESSO DO SOFTWARE	15
2.2	MÉTODOS ÁGEIS	16
2.2.1	Scrum	16
2.2.1.1	<i>Eventos</i>	16
2.2.1.2	<i>Artefatos</i>	18
2.2.1.3	<i>Papéis</i>	18
2.2.2	Kanban	19
2.3	MÉTRICAS DE SOFTWARE	21
2.3.1	Modelo da Informação	21
2.3.2	Processo de Medição	22
2.3.2.1	<i>Seleção de Medidas</i>	23
2.3.3	Métricas ágeis	25
2.3.4	Padrão Clássico de Classificação de Métricas	26
2.4	GAMIFICAÇÃO	26
3	ESTADO DA ARTE	29
3.1	COMO AS MÉTRICAS ÁGEIS SÃO UTILIZADAS NOS MÉTODOS ÁGEIS	29
3.1.1	Seleção dos estudos	29
3.1.2	Análise	30
3.1.2.1	<i>Q1: Como se classificam métricas de software?</i>	30
3.1.2.2	<i>Q2: Quais as organizações que utilizam métricas?</i>	30
3.1.2.3	<i>Q3: Quais as métricas utilizadas?</i>	31
3.1.2.4	<i>Q4: Como o uso de métricas impacta no time?</i>	32
3.2	COMO AS MÉTRICAS PODEM SER SELECIONADAS DE MANEIRA DINÂMICA	33
3.2.1	Critérios de Inclusão e Exclusão	34
3.2.2	Termos de Busca	34
3.2.3	Strings de Busca e Critérios	34
3.2.4	Fonte de Dados	34
3.2.5	Seleção dos Estudos	35
3.2.6	Análise	35

3.2.6.1	<i>Q5: Como são aplicadas gamificações em projetos de software?</i>	36
3.2.6.2	<i>Q6: Quais os resultados das gamificações em projetos de software?</i>	36
3.2.6.3	<i>Q7: Quais dinâmicas de seleção de métricas existem?</i>	36
3.3	DISCUSSÃO	36
4	PROPOSTA	38
4.1	IDENTIFICAÇÃO DOS OBJETIVOS DA GAMIFICAÇÃO	38
4.2	ANÁLISE DE USUÁRIOS	38
4.3	DEFINIÇÃO DO ESCOPO DA GAMIFICAÇÃO E ESTUDO DE VIABILIDADE	39
4.4	ANÁLISE E DESIGN	41
4.4.1	Prototipação dos elementos gráficos da dinâmica	43
5	DINÂMICA GAMIFICADA DE SELEÇÃO DE MÉTRICAS	46
5.1	GUIA DA DINÂMICA	46
5.1.1	Objetivos	46
5.1.2	Materiais Necessários	47
5.1.3	Papéis	47
5.1.4	CrITÉrios de Seleção	49
5.1.5	Passos para Execução da Dinâmica	49
5.1.6	Considerações Finais	52
6	AVALIAÇÃO	53
6.1	AVALIAÇÃO COM ESTUDANTES	53
6.1.1	Planejamento da Avaliação	53
<i>6.1.1.1</i>	<i>Adaptação do MEEGA+</i>	<i>53</i>
6.1.2	Execução da Avaliação	55
6.1.3	Avaliação e Análise dos Dados Coletados	55
6.1.4	Discussão	57
6.2	AVALIAÇÃO COM PROFISSIONAIS	57
6.2.1	Planejamento da Avaliação	57
6.2.2	Execução da Avaliação	58
6.2.3	Avaliação e Análise dos Dados Coletados	59
6.2.4	Discussão	60
6.3	AMEAÇAS À VALIDADE	60
7	CONCLUSÃO	62
	REFERÊNCIAS	63
	APÊNDICE A – APÊNDICE	67

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ciclo do Scrum	17
Figura 2 – Quadro do Kanban	20
Figura 3 – Protótipo do Tabuleiro para Seleção do Grupo de Métricas	44
Figura 4 – Protótipo do Tabuleiro para Seleção das Métricas	44
Figura 5 – Protótipo dos <i>Tickets</i> dos Integrantes	44
Figura 6 – Protótipo da Carta de Métrica (Frente e Verso)	45
Figura 7 – Mesa do Metrics Poker	47
Figura 8 – Tabela dos Grupos de Métricas	48
Figura 9 – <i>Tickets</i> dos Integrantes	48
Figura 10 – Protótipo da Carta de Métrica (Frente e Verso)	49
Figura 11 – Métricas e Grupos de Métricas estabelecidos.	51
Figura 12 – Associação das fichas de critério com cada métrica.	51
Figura 13 – Junção dos post-its e métricas selecionadas.	51
Figura 14 – Modelo de Avaliação MEEGA+ (SAVI; WANGENHEIM; BORGATTO, 2011)	54
Figura 15 – Aplicação da Dinâmica em sala de aula	56
Figura 16 – Gráfico do MEEGA da Avaliação da Usabilidade	57
Figura 17 – Gráfico do MEEGA da Avaliação da Experiência do Jogador	58
Figura 18 – Guia do Metrics Poker	68
Figura 19 – Tabela dos Grupos de Métricas	69
Figura 20 – Mesa do Metrics Poker	70
Figura 21 – <i>Tickets</i> dos Integrantes	70
Figura 22 – Cartas das Métricas (1)	71
Figura 23 – Verso das Cartas das Métricas (1)	72
Figura 24 – Cartas das Métricas (2)	73
Figura 25 – Verso das Cartas das Métricas (2)	74

1 INTRODUÇÃO

O papel do software experienciou mudanças significativas ao longo do último meio século. Diversas melhorias no desempenho do *hardware* e mudanças nas arquiteturas de computação permitiram sistemas mais sofisticados. No entanto, sofisticação e complexidade podem produzir resultados deslumbrantes quando bem-sucedidos, mas eles representam enormes problemas para os responsáveis pelo software (PRESSMAN, 2015).

No início década de 1990 havia uma visão generalizada de que o desenvolvimento de software deveria ser acompanhado de um planejamento rigoroso e cuidadoso do projeto, orientando o desenvolvimento a planos estabelecidos inicialmente (SOMMERVILLE, 2011). No entanto, a insatisfação dos gerentes de projeto devido à volatilidade do sistemas de software de pequeno e médio porte levou, naquela época, ao desenvolvimento de novos métodos e do manifesto ágil, e a partir desse momento as entregas de software funcionais passariam a ser incrementais (SOMMERVILLE, 2011).

O manifesto ágil é uma declaração de princípios que fundamentam o desenvolvimento ágil. Tal manifesto define quatro pilares e doze princípios para os métodos ágeis de desenvolvimento de software (ALLIANCE, 2022) e considera o produto de software e a sua implementação como elementos centrais no processo de software. O manifesto ágil descreve uma valorização de indivíduos e interações, software em funcionamento do que documentação abrangente, colaboração do cliente e, por fim, respostas à mudanças (SOMMERVILLE, 2011).

A abordagem ágil se diferencia dos métodos tradicionais por valorizar a entrega incremental de funcionalidades, a colaboração entre os membros da equipe, a resposta rápida a mudanças nos requisitos e o feedback contínuo dos clientes e usuários finais (KIM; LEE; KWON, 2016). Por outro lado, os métodos tradicionais, são tipicamente mais rígidos para lidar com as mudanças no projeto (RAMESH; CAO, 2015). Embora a eficácia da abordagem ágil possa variar dependendo do contexto, a maioria dos estudos recentes mostra que a adoção da abordagem ágil pode levar a melhorias significativas no processo de desenvolvimento de software (RAMESH; CAO, 2015).

Atualmente existem diversos métodos ágeis, tais como Kanban, Lean, Xp e Scrum (VERSIONONE, 2021). Dentre eles, o Scrum é um framework voltado ao gerenciamento que permite a geração de valor por meio de soluções adaptativas para problemas complexos (SCRUM.ORG, 2020). Já o Kanban é uma abordagem que fornece feedback visual sobre o status do trabalho em andamento por meio do uso de quadros ou gráficos Kanban (ESPINHA, 2019).

Um projeto, mesmo que alinhado aos métodos ágeis, pode falhar por vários motivos, tais como capacidade da equipe, falta de envolvimento do cliente e falta de gerenciamento de projetos (DHIR; KUMAR; SINGH, 2019). Deve-se a isso o fato de que os executores dos projetos são pessoas, e não máquinas, e de que um projeto nem sempre é previsível (WAZLAWICK, 2019). O processo de medição de software pode auxiliar no monitoramento e controle dos projetos (WAZLAWICK, 2019).

O objetivo do processo de medição de software é coletar, analisar e relatar dados relativos aos produtos desenvolvidos e processos implementados dentro de uma unidade organizacional, para apoiar o gerenciamento eficaz dos processos e demonstrar, objetivamente, a qualidade dos produtos (ISO/IEC/IEEE... , 2009). Nesse sentido, produto de software é o conjunto de programas de computador, procedimentos e possivelmente documentação e dados associados (ISO/IEC... , 2014), já o processo de software pode ser definido como conjunto de atividades inter-relacionadas ou interativas que transforma entradas em saídas para desenvolver um produto de software (ISO/IEC/IEEE... , 2017b).

O processo de medição é composto por atividades, tendo atividades introdutórias (Estabelecer e sustentar o compromisso de medição, Planejar o processo de medição), a atividade principal de medição, e a atividade de avaliação da medição estabelecida (ISO/IEC/IEEE... , 2009). Dentro da atividade principal de medição, são realizadas tarefas como integrar procedimentos, coletar dados, analisar dados e desenvolver produtos de informação, comunicar resultados (ISO/IEC/IEEE... , 2009).

Existem atualmente diferentes abordagens que propõem a implementação da medição nos métodos ágeis, tais como o Scaled Agile Framework (SAFE, 2022) e Scrum@Scale (SCRUM@SCALE, 2021). O Scrum@Scale, por exemplo, não determina nenhum conjunto específico de métricas, mas sugere medir a produtividade, entrega de valor, qualidade e sustentabilidade (SCRUM@SCALE, 2021). Já o SAFE foca em três domínios: resultados, fluxo e competência que apoiam o processo de medição e fornecem um modelo abrangente para medir o progresso direcionado às metas. As ideias geradas ao longo desse progresso apoiam a tomada de decisão e auxiliam na identificação de oportunidades de melhoria (SCRUM@SCALE, 2021).

Uma das abordagens mais utilizadas atualmente para suportar a medição em métodos ágeis é a OKR (*Objective, Key, Results*) (GOOGLE, 2020). A medição do alcance de objetivos tem sido realizada por meio do OKR. OKR consiste em uma abordagem de gerenciamento de metas. O conceito de OKR consiste na definição de dois principais termos, os *objectives* que consiste na direção que a organização deseja alcançar e os *key results* que são os resultados estipulados para alcançar os objetivos (GOOGLE, 2020). A prática de OKR é utilizada juntamente de métricas ágeis, visto que os resultados-chave dos OKR são mensurados e indicam a evolução real em relação à meta final (CARDOSO, 2020).

Métrica é uma medida quantitativa do grau em que um sistema, componente ou processo possui um determinado atributo, e estão alinhadas aos princípios e valores dos métodos ágeis (ISO/IEC/IEEE... , 2017a) (HARTMANN; DYMOND, 2006). Métricas ágeis têm sido utilizadas no contexto do desenvolvimento de software ágil para avaliar o progresso e a qualidade do trabalho realizado (DAVIS, 2015). Tais métricas ajudam as equipes de desenvolvimento de software a avaliar seu desempenho e progredir em direção aos seus objetivos que devem ser selecionadas com base nas necessidades da equipe e do projeto, e devem ser interpretadas de maneira a fornecer informações relevantes e úteis (DAVIS, 2015).

A dificuldade de medir métricas em projetos de software está relacionada a diversos

fatores. Em primeiro lugar, o desenvolvimento de software envolve várias áreas, o que torna complexa a definição de métricas para todo o processo (KIM et al., 2019). Além disso, as métricas variam consideravelmente de acordo com as necessidades do cliente e do projeto, dificultando a definição de um padrão (KIM et al., 2019). Outra dificuldade diz respeito à disponibilidade e qualidade dos dados coletados, o que pode comprometer a análise das métricas (KIM et al., 2019).

A implantação de um programa de medição é um processo complexo e estabelecer um programa de medição tem sido um grande desafio para os acadêmicos e a indústria, especialmente nos métodos ágeis (MEIDAN et al., 2018). Por isso, um auxílio para seleção de métricas, como por exemplo a utilização de gamificação nesse processo, pode ser importante para garantir que sejam atingidos os objetivos estabelecidos, pois melhoram o engajamento, motivação e desempenho do usuário para realizar uma tarefa (PEDREIRA et al., 2015).

Neste sentido, gamificação é amplamente reconhecida como "o uso de elementos de design de jogos contextos que não são jogos"(DETERDING et al., 2011). A gamificação é uma abordagem que utiliza elementos e mecânicas de jogos em contextos não lúdicos, com o objetivo de engajar e motivar os usuários a alcançarem determinados objetivos (DETERDING et al., 2011). Ela envolve a aplicação de elementos como pontos, recompensas, níveis, desafios e competições para tornar tarefas ou atividades mais atraentes e divertidas (DETERDING et al., 2011).

A dinâmica proposta neste trabalho será aplicada e avaliada por meio de uma série de estudos de caso (RUNESON; HÖST, 2009) com alunos em sala de aula e profissionais de mercado.

Espera-se que o desenvolvimento e aplicação de uma dinâmica de seleção de métricas possa ajudar as empresas que utilizarem a melhorar o processo de seleção das métricas mais apropriadas ao contexto das respectivas organizações.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Esse trabalho tem como objetivo geral analisar, desenvolver e aplicar uma dinâmica de seleção de métricas para o contexto de métodos ágeis. A dinâmica proposta foi avaliada por meio da aplicação de um estudo de caso em sala de aula e também com profissionais do mercado que atualmente utilizam métodos ágeis em seu processo de desenvolvimento de software.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Analisar a literatura sobre medição e métricas ágeis existentes.
- Analisar o estado da arte.

- Desenvolver uma dinâmica de seleção de métricas ágeis.
- Avaliar a dinâmica desenvolvida por meio de um estudo de caso.

1.2 MÉTODO DE PESQUISA

Este trabalho consiste em analisar a literatura, desenvolver a dinâmica e realizar um estudo de caso e analisar os resultados. Para isso, o método de pesquisa foi dividido em quatro etapas:

- Etapa 1. Análise da Literatura: A partir de livros com conceitos fundamentais para o trabalho que será aplicado.
 - Atividade 1.1: Análise da literatura das definições de engenharia de software.
 - Atividade 1.2: Análise da literatura de métodos ágeis.
 - Atividade 1.3: Análise da literatura de métricas ágeis.
 - Atividade 1.4: Análise da literatura de gamificação.
- Etapa 2. Análise do Estado da Arte: A partir dos conceitos abordados na Análise da Literatura, foi feita uma análise do estado da arte por meio de um Mapeamento Sistemático da Literatura (PETERSEN et al., 2008). As atividades realizadas para o MSL são:
 - Atividade 2.1: Definição do protocolo de pesquisa.
 - Atividade 2.2: Seleção dos estudos primários.
 - Atividade 2.3: Análise dos resultados.
- Etapa 3. Desenvolvimento da Dinâmica: A partir das etapas anteriores, foi criada a Dinâmica para seleção de métricas ágeis para projetos de software, seguindo o *framework* para criação dinâmicas gamificadas descrito por (GARCÍA et al., 2017). Os passos definidos no framework adotado são:
 - Atividade 3.1: Identificação de objetivos de negócios.
 - Atividade 3.2: Análise de usuários.
 - Atividade 3.3: Definição do escopo da gamificação e estudo de viabilidade.
 - Atividade 3.4: Análise e design.
 - Atividade 3.5: Desenvolvimento da plataforma gamificada.
- Etapa 4. Avaliação da dinâmica e aplicação do estudo de caso: Análise da dinâmica desenvolvida na etapa anterior e execução de um estudo de caso seguindo a abordagem proposta por (RUNESON; HÖST, 2009).
 - Atividade 4.1: Planejamento do estudo de caso.

- Atividade 4.2: Realização do estudo de caso.
- Atividade 4.3: Análise dos resultados do estudo de caso.

Esse estudo foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa com seres humanos da UFSC sob número 5.425.924.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para este trabalho, foi realizada uma Fundamentação Teórica para a compreensão dos conceitos essenciais, com foco em: processo de software, métodos ágeis, métricas de software e gamificação.

2.1 PROCESSO DO SOFTWARE

Um processo de software é uma abordagem sistemática e disciplinada para desenvolver, manter e operar software (PRESSMAN, 2015). Ele define as atividades que devem ser realizadas, os produtos que devem ser produzidos e os pontos de decisão em todo o ciclo de vida do software (PRESSMAN, 2015). O processo de software também define as responsabilidades dos membros da equipe e estabelece as políticas e diretrizes que devem ser seguidas (PRESSMAN, 2015).

Atividades e tarefas são associados com os processos do ciclo de vida do software desde sua concepção até a descontinuação do software (ISO/IEC/IEEE... , 2017b). O padrão ISO/IEC 12207 define processos, atividades e tarefas para controlar e melhorar os processos de ciclo de vida de software. Uma **tarefa** é uma ação com entrada e saídas, uma **atividade** é um conjunto de tarefas e um **processo** é um conjunto de atividades relacionadas. O monitoramento e controle dos processos de software consiste em (ISO/IEC/IEEE... , 2017b):

- Monitorar a execução do processo, gerando relatórios internos e externos do progresso;
- Investigar, analisar e resolver os problemas descobertos durante a execução do processo, alterando os planos quando necessário;
- Controlar e monitorar o impacto de alterações;
- Reportar a aderência aos planos nos pontos críticos definidos no cronograma.

Porém, a ISO/IEC 12207 "não especifica os detalhes de como implementar ou executar as atividades e tarefas incluídas nos (seus) processos"(ISO/IEC/IEEE... , 2017b). É recomendado que sejam feitas adaptações para empresas específicas, de modo que isso gere melhores resultados. Dessa forma, não é necessário que todos os processos, atividades e tarefas sejam realizados para haver compatibilidade entre o processo realizada e a ISO/IEC 12207 (ISO/IEC/IEEE... , 2017b).

Destaca-se a importância da adoção de um processo de software estruturado para garantir a qualidade do software e reduzir custos e tempo de desenvolvimento, sendo que um processo de software deve ser adaptável, escalável e iterativo (PRESSMAN, 2015). Embora não exista um processo de software "ideal", é possível identificar oportunidades de melhoria nos processos de muitas organizações. Muitas vezes, esses processos podem estar desatualizados ou não adotar as melhores práticas de engenharia de software recomendadas pela indústria (PRESSMAN, 2015).

2.2 MÉTODOS ÁGEIS

2.2.1 Scrum

A abordagem Scrum é um método de gerência ágil focado no gerenciamento do desenvolvimento realizado por meio de iterações incrementais que enfatizam a entrega contínua de valor para o negócio (SCHWABER, 2004). Além disso, o Scrum permite utilização conjunta com abordagens mais técnicas, como o XP, para fornecer um framework de gerenciamento.

O Scrum é baseado em três pilares: transparência, inspeção e adaptação (SCHWABER, 2004). A transparência implica compartilhar todas as informações relevantes do projeto com a equipe e partes interessadas, enquanto a inspeção envolve monitorar constantemente o progresso do projeto para identificar problemas e oportunidades de melhoria, e a adaptação exige ajustar o plano do projeto em resposta a mudanças no ambiente do projeto (SCHWABER, 2004).

Destaca-se que o Scrum permite que a equipe aprenda e melhore continuamente ao longo do projeto (SCHWABER, 2004). O Scrum permite que a equipe trabalhe de forma flexível e colaborativa, o que ajuda a promover a inovação e a criatividade no processo de desenvolvimento de software (SCHWABER, 2004).

O Scrum é um framework que se baseia em três fases: planejamento, execução e revisão (SCHWABER; SUTHERLAND, 2017). Na fase de planejamento, a equipe define o backlog do produto, que consiste em uma lista de tarefas a serem realizadas, e o sprint backlog, que é a seleção das tarefas a serem realizadas durante o sprint (SCHWABER; SUTHERLAND, 2017). Durante a fase de execução, a equipe trabalha na realização das tarefas definidas no sprint backlog, realizando reuniões diárias para manter a comunicação e alinhar os objetivos (SCHWABER; SUTHERLAND, 2017). Ao final do sprint, a equipe realiza a fase de revisão, onde é avaliado o trabalho realizado, identificando as lições aprendidas e definindo as melhorias a serem aplicadas na próxima fase do projeto (SCHWABER; SUTHERLAND, 2017). As três fases são essenciais para o sucesso do Scrum, garantindo uma gestão eficiente e ágil do projeto.

O ciclo do scrum é representado na figura 1.

2.2.1.1 Eventos

A Sprint é um contêiner para todos os outros eventos. Cada evento no Scrum é uma oportunidade formal para inspecionar e adaptar os artefatos do Scrum. Esses eventos são projetados especificamente para permitir a transparência necessária. Os eventos são usados no Scrum para criar regularidade e minimizar a necessidade de reuniões não definidas no Scrum (SCRUM.ORG, 2020).

- **Sprint:** Uma sprint do Scrum é uma unidade de planejamento em que o trabalho a ser feito é avaliado, os recursos para o desenvolvimento são selecionados e o software é

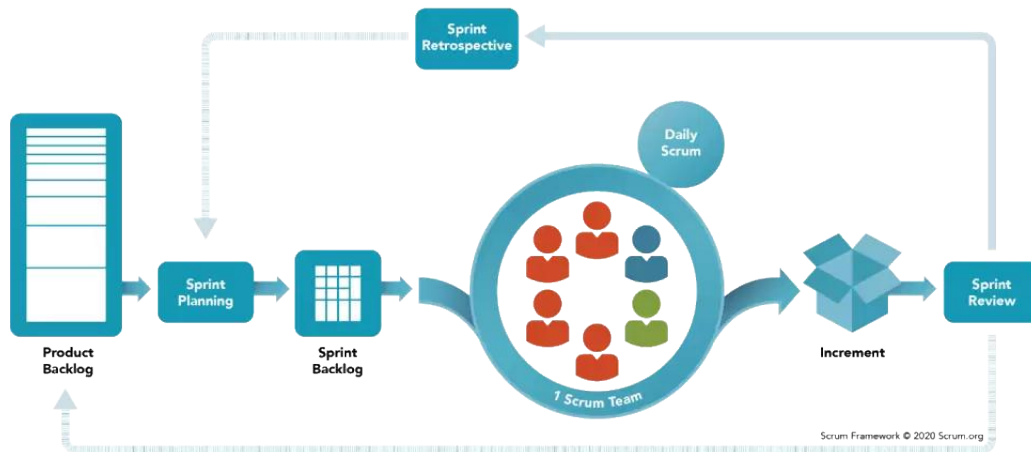


Figura 1 – Ciclo do Scrum

Fonte: PM3

implementado. No fim de uma sprint, a funcionalidade é mostrada aos clientes. Sprints são de comprimento fixo, normalmente duas a quatro semanas, e é onde as ideias são transformadas em valor (SOMMERVILLE, 2011).

Uma nova Sprint se inicia após a conclusão da Sprint anterior. Todo o trabalho necessário para atingir o Product Goal, incluindo Sprint Planning, Daily Scrums, Sprint Review e Sprint Retrospective, acontece dentro dos Sprints (SCHWABER, 2004).

- **Sprint Planning:** Evento crucial dentro do Scrum, em que a equipe se reúne, no começo da sprint, para definir as metas e objetivos para o sprint e selecionar os itens do backlog do produto que serão entregues (SCRUM.ORG, 2020).
- **Daily Scrum:** O objetivo da Daily Scrum é acompanhar o progresso em direção ao Sprint Goal e adaptar o Sprint Backlog conforme necessário, ajustando o próximo trabalho planejado. Durante a reunião, a equipe Scrum compartilha o progresso desde a última Daily Scrum, discute os próximos passos e identifica possíveis impedimentos para a conclusão das tarefas. A Daily Scrum é um evento de 15 minutos, melhora a comunicação, promove a agilidade na tomada de decisões e, conseqüentemente, elimina a necessidade de outras reuniões (SCRUM.ORG, 2020).
- **Sprint Review:** O objetivo da Sprint Review é inspecionar o resultado da Sprint e determinar futuras adaptações. A equipe apresenta os resultados de seu trabalho para as principais partes interessadas e o progresso em direção ao Objetivo do Produto é discutido (SCRUM.ORG, 2020).
- **Sprint Retrospective:** O objetivo da Sprint Retrospective é planejar maneiras de aumentar a qualidade e a eficácia. É inspecionada como a última Sprint foi em relação aos

indivíduos, interações, processos, ferramentas e sua Definição de Pronto (SCRUM.ORG, 2020).

O time discute o que correu bem durante a Sprint, quais problemas foram encontrados e como esses problemas foram (ou não) resolvidos. Além disso, identificam as mudanças mais úteis para melhorar sua eficácia. As melhorias mais impactantes são abordadas o mais rápido possível (SCRUM.ORG, 2020).

2.2.1.2 Artefatos

Os artefatos do Scrum representam trabalho ou valor. Eles são projetados para maximizar a transparência das principais informações.

- **Product Backlog:** O Product Backlog é uma lista priorizada de requisitos ou recursos do projeto que fornecem valor ao negócio do cliente. Os itens do Product Backlog podem ser feitos dentro de uma Sprint se forem considerados prontos para a seleção na Sprint Planning (PRESSMAN, 2015).
- **Sprint Backlog:** O Sprint Backlog é composto pelo Sprint Goal (por que), o conjunto de itens do Product Backlog selecionados para a Sprint (o quê), bem como um plano acionável para entrega do Incremento (como) (SCRUM.ORG, 2020).
- **Incremento:** Um incremento é um trampolim concreto em direção à meta do produto. Cada Incremento é aditivo a todos os Incrementos anteriores e verificado minuciosamente, garantindo que todos os Incrementos funcionem juntos. Para fornecer valor, o incremento deve ser utilizável (SCRUM.ORG, 2020).

2.2.1.3 Papéis

Todos os membros do time são responsáveis por criar um incremento valioso e útil a cada iteração. O Scrum define três responsabilidades específicas dentro do Time Scrum: os Desenvolvedores, o Product Owner e o Scrum Master, não havendo hierarquias. Os times são multifuncionais e autogerenciados, o que significa que eles possuem habilidades necessárias para criar valor e também decidem internamente quem faz o quê, quando e como (SCRUM.ORG, 2020).

- **Desenvolvedores:** Os desenvolvedores são responsáveis por realizar o trabalho de entregar uma versão que potencialmente incrementa o produto considerado pronto ao final de cada sprint (SCHWABER, 2004).
- **Product Owner:** O Product Owner é responsável por maximizar o valor do produto resultante do trabalho do Time Scrum. O Product Owner também é responsável pelo gerenciamento eficaz do Product Backlog (SCRUM.ORG, 2020).

- **Scrum Master:** O Scrum Master é responsável por estabelecer o Scrum conforme definido no Guia do Scrum e proteger a equipe de desenvolvimentos de distrações externas. Além disso, este papel organiza reuniões diárias e se torna um facilitador, intermediando as relações da equipe com a gerência externa à equipe (SOMMERVILLE, 2011).

2.2.2 Kanban

O Kanban é um sistema de gestão visual para controle de tarefas e fluxos de trabalho através da utilização de colunas e cartões, facilitando a gestão de atividades. Criado por Onho no final da década de 1940 para controlar a produção e atualizar a produção *Just in time* das fábricas da Toyota no Japão (SALEH; HUQ; RAHMAN, 2019).

Em um Kanban, cada card representa uma atividade, e eles são posicionados em colunas que indicam seu status. Essa estrutura visual ajuda a ter um controle simples e efetivo sobre as atividades, pois auxilia a equipe na verificação de atividades pendentes, etapas que geram atrasos (gargalos) e o andamento do projeto como um todo (ESPINHA, 2019).

Existem dois tipos de Kanban, o Kanban de produção e o Kanban de movimentação. O primeiro é um sistema focado na gestão de tarefas, funcionando basicamente em colunas "A fazer", "Em execução" e "Feito". Cada coluna possui uma série de cartões que representam as tarefas que precisam ser realizadas e a equipe vai movendo as tarefas entre as colunas conforme o fluxo de trabalho. Já o Kanban de movimentação tem como objetivo fazer o controle de entradas e saídas do estoque, equilibrando a produção com o volume de produtos disponíveis, este tipo de Kanban não é muito utilizado em desenvolvimento de software (ESPINHA, 2019).

Um quadro Kanban pode ser visualmente observado na figura 2.

Como descrito por (ANDERSON, 2010), existem padrões de práticas no desenvolvimento de software utilizando Kanban:

- **Visualizar o fluxo de trabalho (*Workflow*):** Torna o trabalho necessário mais perceptível para todos os colegas de equipe. Divide-se o fluxo de trabalho em parte e escreve-se cada atividade em um card dentro do Kanban. Assim, é mais fácil prover a visibilidade, obter transparência e aumentar a comunicação e colaboração.
- **Limitar a quantidade de trabalho em andamento:** Esta é a principal prática em Kanban que ajuda a restringir a medida de trabalho em andamento (*Work in Progress*(WIP)). Após a análise e avaliação da limitação ideal para o time, adiciona-se em cada coluna o valor máximo de atividades.
- **Gerenciar e medir o fluxo:** Observa-se como o trabalho está fluindo no quadro Kanban. Analisa-se as áreas em que o fluxo está parado/indefinido ou com gargalos, para que possa implementar mudanças que favoreçam a melhoria contínua. O bom gerenciamento fará com que o tempo gasto nas etapas reduza e a entrega seja realizada em menos tempo.

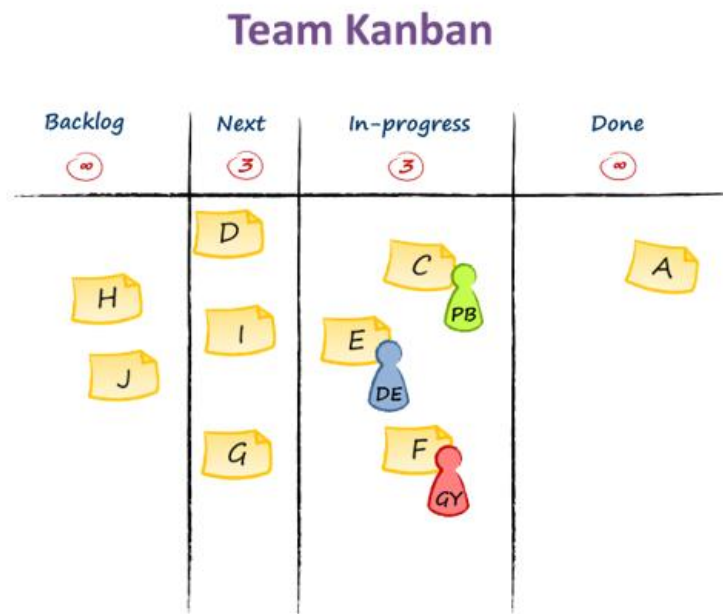


Figura 2 – Quadro do Kanban

Fonte: David J Anderson School of Management

- **Faça políticas explícitas:** Definir e tornar as regras e políticas claras para todos, essas devem ser visualizadas no topo do quadro e em cada coluna. É importante para criar uma base comum para todos, com o entendimento de como executar qualquer tipo de tarefa no sistema, entender também qual a definição de concluída das tarefas, a quantidade de tarefas individuais em andamento, quais profissionais podem atualizar o quadro, entre outras.
- **Implementar loops de feedback:** O Kanban precisa de círculos de crítica para funcionar e, nessa prática utiliza-se reunião em pé, auditoria e reuniões de levantamento. Pode-se realizar as medições através de, relatório, indicadores gráficos ou outros, que relatem o andamento do trabalho e progresso no sistema. Com isso, é possível se certificar que a entrega feita corresponde a funcionalidade esperada, com qualidade esperada.
- **Desenvolvimento contínuo:** Identificam e aplicam melhorias contínuas, incentivando a equipe na aplicação da filosofia Kaizen (melhoria contínua). Além disso, auxiliam a tornar visíveis os problemas e engajam a equipe para uma mudança.

O Kanban combina um fluxo otimizado e uma melhora da qualidade que gera uma redução dos prazos de entrega e uma melhora no desempenho, reduzindo a data de entrega e aumentando a previsibilidade. Ao construir uma regularidade de entregas, o Kanban ajuda a estabelecer a confiança com os clientes e gera uma confiança ao longo da cadeia de valor com as partes interessadas, departamentos e parceiros (ANDERSON, 2010).

O Kanban tem sido utilizado no desenvolvimento de software ágil para melhorar a visibilidade do processo, reduzir o tempo de ciclo e aumentar a eficiência da equipe (AH-

MAD; MARKKULA; OIVO, 2013). Além disso, a metodologia tem sido aplicada em equipes ágeis distribuídas, facilitando a comunicação e o gerenciamento do trabalho remoto (AHMAD; MARKKULA; OIVO, 2013). Destaca-se a importância da personalização do Kanban para atender às necessidades específicas de cada equipe e projeto, adaptando o quadro Kanban e as políticas conforme necessário (AHMAD; MARKKULA; OIVO, 2013).

Tanto o desenvolvimento ágil, quanto abordagens tradicionais têm seu mérito e devem ser utilizadas em combinação (ANDERSON, 2010). A combinação de PMBOK, por exemplo, ao Kanban permite que processos tradicionais se tornem mais ágeis, interativos e fáceis de controlar pois sabe-se que o "Excesso de formalidade pode limitar o projeto, mas por outro lado, o caos total, sem utilização de processos pode impedir que se alcancem os objetivos do projeto"(PEREIRA; TORREAO; MARCAL, 2007).

2.3 MÉTRICAS DE SOFTWARE

2.3.1 Modelo da Informação

Um **modelo de informação de medição** é uma estrutura que mapeia as necessidades de informações, as entidades e os atributos de interesse. O modelo de informação descreve como os atributos relevantes podem ser quantificados e convertidos em indicadores que fornecem uma base para a tomada de decisões (ISO/IEC/IEEE... , 2009).

A seleção ou definição de medidas apropriadas para atender a uma necessidade de informação começa com um conceito mensurável: uma ideia de quais atributos de medição estão relacionados a uma necessidade de informação e como eles estão relacionados. Assim, são definidas estruturas que mapeiam estes atributos a uma necessidade de informação específica. Um modelo de informação de medição identifica termos e conceitos básicos que fazem parte da norma ISO/IEC 15939 (ISO/IEC/IEEE... , 2009).

Os termos e definições do modelo de informação da ISO/IEC 15939 (ISO/IEC/IEEE... , 2009):

- A **Medição** é o conjunto de operações com o objetivo de determinar o valor de uma medida.
- A **Entidade** é um objeto que pode ser caracterizado pela medição de seus atributos, pode ser um produto, um processo ou um recurso utilizado no processo de software.
- O **Atributo** é uma propriedade ou característica de uma entidade que pode ser distinguida quantitativa ou qualitativamente por meios humanos ou automatizados.
- A **Medida** é uma variável a qual é atribuído um valor como resultado de medição.
- Um **Conceito Mensurável** é uma relação abstrata entre atributos de entidades e necessidades de informação.

- **Medidas-base** são definidas em termos de um atributo e um método para quantificá-lo. Uma medida base é funcionalmente independente de outras medidas e captura informações sobre um único atributo.
- O **Método de Medição** é uma sequência lógica de operações utilizadas para quantificar um atributo no que diz respeito a uma escala especificada.
- A **Escala** é um conjunto ordenado de valores, contínuos ou discretos, ou um conjunto de categorias a qual o atributo é mapeado. O tipo da escala depende da natureza da relação entre os valores da escala. Quatro tipos de escala são comumente definidos: nominal, ordinal, intervalar e proporcional, às vezes também chamada escala *ratio*.
 - Nominal: os valores de medição são categóricos;
 - Ordinal: os valores de medição são rankings;
 - Intervalar: os valores medidas possuem distâncias iguais correspondentes a quantidade iguais do atributo;
 - Proporcional: os valores de medição possuem distâncias iguais correspondentes a quantidades iguais do atributo, onde o valor zero corresponde a nenhum atributo.
- Uma **Medida Derivada** é definida com uma função de dois ou mais valores de medidas-base.
- Um **Indicador** é uma medida que fornece uma estimativa ou avaliação de atributos especificados e derivados de um modelo com relação às necessidades de informação.

2.3.2 Processo de Medição

Ao implementar um processo de medição em conformidade com a norma ISO/IEC 15939, a unidade organizacional deve realizar determinadas atividades (ISO/IEC/IEEE. . . , 2009).

- **Estabelecer e sustentar o compromisso de medição**

Inicialmente devem ser estabelecidos e, posteriormente, aceitos os requisitos para a medição. Para isso, o escopo da medição deve ser identificado, deve ser estabelecido um comprometimento da administração e do pessoal com a medição e o compromisso deve ser comunicado à unidade organizacional. Além disso, devem ser atribuídos recursos, fazendo com que alguns indivíduos sejam responsáveis pelo processo de medição dentro da unidade organizacional (ISO/IEC/IEEE. . . , 2009).

- **Planejar o processo de medição**

Para esta atividade, devem ser realizados as seguintes tarefas (ISO/IEC/IEEE. . . , 2009):

- Caracterizar unidade organizacional;

- Identificar necessidades de informação;
- Selecionar as medidas;
- Definir procedimentos de coleta, análise e relatórios de dados;
- Definir critérios de avaliação dos produtos de informação e do processo de medição;
- Revisar, aprovar e fornecer recursos para as tarefas de medição;
- Adquirir e implantar tecnologias de suporte.

- **Realizar o processo de medição**

Inicialmente, deve ser realizada a integração de procedimentos. Além disso, devem ser feitas as coletas e armazenamentos de dados, a análise dos dados e o desenvolvimento do produto de informação e, por fim, deve ser executada a tarefa de comunicar os resultados (ISO/IEC/IEEE... , 2009).

- **Avaliar a medição**

Nesta atividade, devem ser não só avaliados os produtos de informação e o processo de medição, mas também identificadas as potenciais melhorias no processo de medição. Tais potenciais melhorias devem ser comunicadas (ISO/IEC/IEEE... , 2009).

2.3.2.1 *Seleção de Medidas*

A norma (ISO/IEC/IEEE... , 2009) define bons critérios que auxiliam na seleção das métricas dentre as alternativas:

- Relevância para as necessidades de informação priorizadas: a métrica deve estar alinhada com as necessidades de informação da organização e ser capaz de fornecer informações relevantes para a tomada de decisão;
- Viabilidade de coleta de dados na unidade organizacional: a métrica deve ser prática e factível para ser coletada na unidade organizacional, considerando as limitações de recursos disponíveis;
- Disponibilidade de recursos humanos para coletar e gerenciar dados: a organização deve ter os recursos necessários, como pessoal especializado e tecnologias de coleta de dados, para coletar e gerenciar as informações necessárias para a métrica;
- Facilidade de coleta de dados: a métrica deve ser fácil de coletar e não exigir muitos recursos para ser coletada de maneira eficiente;
- Extensão da intrusão e interrupção das atividades da equipe: a métrica não deve afetar negativamente o desempenho da equipe ou interromper suas atividades de maneira significativa;

- Disponibilidade de ferramentas apropriadas: a organização deve ter as ferramentas necessárias para coletar, analisar e interpretar as informações coletadas pela métrica;
- Proteção da privacidade: a métrica deve ser coletada e gerenciada de forma a proteger a privacidade dos indivíduos envolvidos;
- Potencial resistência do(s) provedor(es) de dados: a organização deve levar em consideração a possibilidade de resistência por parte dos provedores de dados e estar preparada para lidar com isso;
- Número de indicadores potencialmente relevantes suportados pela medida de base: a métrica deve ser capaz de suportar vários indicadores relevantes para a organização;
- Aumento ou redução dos requisitos de armazenamento: a organização deve considerar se a métrica exigirá um aumento ou uma redução nos requisitos de armazenamento de dados;
- Facilidade de interpretação por usuários de medição e analistas de medição: a métrica deve ser fácil de interpretar e compreender pelos usuários e analistas de medição: a organização deve levar em consideração o número de usuários ou consumidores dos produtos de informação que utilizarão a métrica;
- Número de usuários ou consumidores dos produtos de informação que utilizam o indicador: a organização deve levar em consideração o número de usuários ou consumidores dos produtos de informação que utilizarão a métrica;
- Preferência pessoal: a preferência pessoal dos indivíduos envolvidos na seleção da métrica pode influenciar a decisão;
- Aplicabilidade do estágio do ciclo de vida: a métrica deve ser adequada para o estágio do ciclo de vida da organização;
- Evidências (internas ou externas à unidade organizacional) quanto à adequação da medida ao propósito ou necessidade de informação e sua utilidade: a organização deve considerar evidências internas ou externas para avaliar a adequação da métrica ao propósito ou necessidade de informação e sua utilidade;
- Sensibilidade ao contexto: a métrica deve levar em consideração o contexto específico da organização e suas particularidades;
- Custos de utilização das medidas: a organização deve levar em consideração os custos associados à coleta, análise e interpretação da métrica, incluindo a aquisição de ferramentas e tecnologias, recursos humanos necessários, e custos de manutenção e atualização da métrica ao longo do tempo.

2.3.3 Métricas ágeis

Com a evolução dos métodos ágeis, foram necessárias métricas que se encaixassem melhor com a realidade das equipes de desenvolvimento tendo em vista que, métodos ágeis dão muita ênfase à "entrega de software funcional" em detrimento de outros resultados e, portanto, podem não se alinhar às métricas tradicionais de software (HAYES et al., 2014).

Portanto, são estabelecidos alguns princípios para que uma métrica se encaixe em um contexto ágil e, conseqüentemente, sejam chamadas de métricas ágeis. Uma métrica pode ser considerada ágil quando (HARTMANN; DYMOND, 2006):

- Afirma e reforça os princípios ágeis: reforça as características de foco no cliente, são focadas em valor e reforçam os princípios ágeis.
- Mede o resultado, não o produto: o resultado mais espetacular pode ser alcançado reduzindo a produção planejada e maximizando o valor entregue.
- Pertence a um pequeno conjunto de métricas e diagnósticos: recomenda-se uma abordagem "apenas o suficiente", muita informação pode obscurecer tendências importantes.
- É fácil de coletar: para diagnósticos em nível de equipe, o ideal é a automação de "um botão", ou seja, onde os dados são extraídos de ferramentas operacionais (como Product Backlog ou testes de aceitação).
- Revela, em vez de ocultar, seu contexto e variáveis significativas: deve ser visivelmente acompanhado por notas sobre fatores de influência significativos, para desencorajar falsas suposições e facilitar a melhoria.
- Fornece combustível para uma conversa significativa: usar métricas para uma conversa é uma ferramenta bastante útil para a melhoria dos processos.
- Fornece feedback de forma frequente e regular: auxilia na amplificação do aprendizado e acelera a melhoria dos processos. Além disso, devem estar disponíveis a cada iteração e nas principais reuniões periódicas de gerenciamento.
- Pode medir valor do produto ou processo: dependendo de onde estão os problemas, o diagnóstico pode medir qualquer coisa suspeita de inibir a eficácia. Considere o público-alvo apropriado para cada métrica e documente seu contexto/suposições para incentivar o uso adequado de seu conteúdo.
- Incentiva a qualidade "suficientemente boa": a definição do que é "bom o suficiente" em um determinado contexto deve vir do Cliente desse contexto, não dos desenvolvedores.

Apesar de existirem inúmeras métricas ágeis, existem métricas que são mais frequentemente discutidas em literaturas, como por exemplo: satisfação no trabalho, satisfação do cliente,

valor entregue, *Story Points* e velocidade da equipe (KURNIA; FERDIANA; WIBIRAMA, 2018). Outros exemplos de métricas ágeis, juntamente das definições podem ser encontrados no capítulo 3.

A utilização de métricas ágeis em projetos de software ágeis é benéfica para fortalecer os três pilares do Scrum, que são transparência, inspeção e adaptação, bem como apoiar as três fases do Scrum, que são planejamento, execução e revisão (SCHWABER; SUTHERLAND, 2017). Através das métricas ágeis aliadas ao Kanban, a equipe pode ter uma visão transparente e clara do progresso do projeto, identificar problemas e oportunidades de melhoria durante as inspeções regulares e adaptar o plano e a execução de acordo com as necessidades do projeto (ANDERSON, 2010). Além disso, as métricas também podem ser úteis no contexto do Kanban, ajudando a gerenciar o fluxo de trabalho, identificar gargalos e facilitar o desenvolvimento contínuo (ANDERSON, 2010).

2.3.4 Padrão Clássico de Classificação de Métricas

O padrão clássico de classificação de métricas conhecido como PSM (Product Software Metrics) é amplamente utilizado na área de engenharia de software (Department of Defense, 2023). O PSM classifica as métricas de software com base nos atributos que elas medem, proporcionando uma estrutura sistemática para avaliar e monitorar a qualidade e desempenho do software em desenvolvimento (Department of Defense, 2023).

O PSM organiza as métricas em diversas categorias, abrangendo diferentes aspectos do desenvolvimento de software. Essas categorias incluem: cronograma e progresso, recursos e custo, tamanho e estabilidade do produto, qualidade do produto, desempenho do processo, efetividade da tecnologia e satisfação do cliente (Department of Defense, 2023). Cada categoria tem o objetivo de medir e avaliar uma área específica do desenvolvimento de software, permitindo uma compreensão mais abrangente e detalhada do projeto em questão (Department of Defense, 2023).

A adoção do PSM como padrão de classificação de métricas oferece benefícios significativos para profissionais e pesquisadores da área de engenharia de software (Department of Defense, 2023). Ao fornecer uma estrutura consistente e reconhecida, o PSM facilita a comparação e análise de métricas em diferentes projetos e contextos. Além disso, o uso desse padrão permite uma abordagem mais sistemática e coerente para a coleta e interpretação de métricas, auxiliando na tomada de decisões e no aprimoramento contínuo dos processos de desenvolvimento de software (Department of Defense, 2023).

2.4 GAMIFICAÇÃO

Os jogos são uma forma de entretenimento bastante popular entre públicos de todas as idades. Sabe-se que os jogos são poderosas ferramentas que podem ser aplicadas em áreas de conhecimento (FARDO, 2013). O termo "gamificação", do inglês *gamification*, significa

a aplicação de elementos utilizados no desenvolvimento de jogos (pontos, recompensas, níveis, desafios e competições) e dinâmicas em outros contextos não relacionados a jogos, por exemplo em ambiente de trabalho. O interesse pela gamificação tem aumentado e pode ser explicado, principalmente, pelo potencial da gamificação para influenciar, engajar e motivar pessoas (BORGES et al., 2013).

A gamificação pressupõe a utilização de elementos tradicionalmente encontrados nos games em outras atividades que não são diretamente associadas aos games, com a finalidade de tentar obter o mesmo grau de envolvimento e motivação que normalmente encontramos nos jogadores quando em interação com bons games (FARDO, 2013).

O uso de gamificação é uma abordagem eficaz para aprender tanto assuntos simples quanto complexos. Ao utilizar tal abordagem, os integrantes da equipe focam em vencer e, com isso, a concentração é intensa e os conceitos necessários podem ser absorvidos. Um bom uso e planejamento de dinâmicas em equipes ágeis de software são uma chave para produzir um bom software e monitorá-lo (FARDO, 2013).

Para realizar uma gamificação é necessária uma série de passos, como identificado em (GARCÍA et al., 2017):

- Identificação de objetivos de negócios;
 - Definição do cenário atual e cenário alvo;
 - Estabelecimento do objetivo SMART.
- Análise de usuários;
 - Identificação da cultura e dos tipos de usuários da organização;
 - Coleta das informações demográficas e psicográficas de todos os usuários.
- Definição do escopo da gamificação e estudo de viabilidade;
 - Definição do escopo, motivadores, tipo de jogo e diferentes soluções possíveis;
 - Realização da análise de viabilidade para cada alternativa e escolha da solução.
- Análise e design do jogo;
 - Escolha dos componentes;
 - Estabelecimento das mecânicas e da economia do jogo;
 - Definição das regras da dinâmica e da estética;
 - Elaboração dos casos de uso.
- Desenvolvimento da plataforma gamificada;
 - Gerenciamento de sprint;
 - Desenvolvimento de sprint (Preparação, desenvolvimento, teste).

- Gerenciamento, monitoramento e medição.
 - Recolher os valores dos indicadores;
 - Avaliar o cumprimento dos objetivos de negócio;
 - Desenvolver planos de ação para melhorar o sistema gamificado.

Já existem exemplos de gamificação em equipes ágeis de software. O Planning Poker, por exemplo, é uma famosa dinâmica abordada em que, a partir de uma sequência de números de fibonacci, os integrantes estimam ou avaliam algum processo ou conjunto de tarefas (COHN, 2006).

3 ESTADO DA ARTE

Esta seção tem o objetivo de levantar informações sobre a seleção e uso de métricas em organizações que usam métodos ágeis. Para alcançar este objetivo, são efetuados dois mapeamentos sistemáticos da literatura (MSL) (PETERSEN et al., 2008) em bibliotecas digitais, pois essa técnica fornece uma maneira de encontrar, avaliar e interpretar as pesquisas relevantes sobre uma determinada questão de pesquisa. A técnica de MSL é adaptada às limitações de tempo de um trabalho de conclusão de curso.

Este levantamento do estado da arte apresenta dois MSLs com dois diferentes focos: (i) o primeiro consiste em extrair dos estudos primários informações sobre como as métricas ágeis são utilizadas nos métodos ágeis e, (ii) como as métricas podem ser selecionadas de maneira dinâmica.

Para o primeiro objetivo, são utilizados os resultados do trabalho de MSL por Leal et al. (2022). Para o segundo objetivo é realizado um MSL pelo autor deste trabalho. A relação dos trabalhos encontrados fornece uma visão do estado da arte nesse assunto. Nas próximas seções são apresentados esses MSLs.

3.1 COMO AS MÉTRICAS ÁGEIS SÃO UTILIZADAS NOS MÉTODOS ÁGEIS

Nesta seção são apresentados os resultados do MSL desenvolvido por Leal et al. (2022), que procuram atender ao mesmo objetivo proposto. O MSL foi desenvolvido no grupo de pesquisa GQS, no entanto, sem a participação do autor deste trabalho. Assim, nesta seção é apresentado um resumo do protocolo e dos resultados do MSL. Mais detalhes sobre o MSL pode ser encontrados em (LEAL et al., 2022).

O MSL busca respostas para perguntas de pesquisa para embasar suas conclusões, por meio de uma busca na literatura realizada por procedimentos sistemáticos que buscava responder "Como são utilizadas métricas de software em organizações que utilizam métodos ágeis?". No MSL realizado, foram derivadas as seguintes questões de análise:

Q1: Quais as métricas utilizadas?

Q2: Quais as organizações que utilizam métricas?

Q3: Como se classificam métricas de software?

Q4: Como o uso de métricas impacta no time?

3.1.1 Seleção dos estudos

Foram definidos como critérios de inclusão e exclusão: Como inclusão, estudos disponíveis em bases de dados científicas; disponibilizados a partir de 2007, de acordo com os

Tabela 1 – String de Busca do MSL

(software) AND (metric OR measure OR indicator OR KPI) AND (agile OR kanban OR kanban OR xp OR extreme programming OR scrumban OR lean OR fdd) OR ((software) AND (metric OR measure OR indicator OR KPI) AND (agile OR kanban OR kanban OR xp OR extreme programming OR scrumban OR lean OR fdd))

Fonte: Stéphanie Leal

retornos obtidos nas bases de dados; artigos publicados em workshops, conferências ou periódicos; estudos que relatam a experiência do uso de métricas, estratégia de implementação utilizada, o uso em diferentes perfis de empresas desenvolvedoras de software em contextos ágeis. Os estudos devem referir-se a relatos de experiência, estudo de caso ou estudos empíricos, abordando informações referentes ao uso de métricas para contextos ágeis. Como critérios de exclusão, estudos que abordem somente a descrição de métricas serão desconsiderados, bem como estudos não acessíveis por meio do portal CAPES. A partir disso, foi definida a String de Busca 1.

A busca foi realizada nas seguintes bibliotecas digitais: ACM, IEEEExplore, Scopus. E, a partir delas, foram retornados 1.888 estudos. Após 2 iterações que filtraram a busca inicial, foram selecionados 39 estudos primários, sendo 11 na ACM, 15 na IEEEExplore e 13 na Scopus. A lista completa dos estudos primários selecionados, assim como maiores detalhes sobre o protocolo de busca, pode ser encontrados em (LEAL et al., 2022).

3.1.2 Análise

A análise e interpretação dos dados tem como objetivo responder a questão geral de pesquisa. Para isso, aqui é apresentada uma realizada uma síntese dos resultados do MSL.

3.1.2.1 Q1: Como se classificam métricas de software?

Tipos de Métricas: Das métricas observadas, e seguindo o Padrão Clássico de Classificação de Métricas (como descrito em 2.3.4), a maioria dos estudos 28 (26,4%) apresentou métricas relacionadas à qualidade do produto, 23 (21,7%) para Recursos e Custos, 17 (16%) para Desempenho do processo, 14 (13,2%) para Cronograma e progresso, 11 (10,4%) apresentaram métricas relacionadas à eficácia da tecnologia, 8 (7%) para tamanho e estabilidade do produto e 5 (4,7%) métricas de Satisfação do Cliente.

3.1.2.2 Q2: Quais as organizações que utilizam métricas?

Contexto de Uso das métricas: O objetivo desta questão é descrever o perfil das organização que utilizam métricas ágeis. Para isso, foram selecionadas as características de contexto:

- **Tamanho das Equipes:** A maioria dos estudos não informou os tamanhos das equipes envolvidas nas aplicações de métricas ágeis. Dentre os estudos que apresentam esses dados, destacam-se: 60% (3) envolvendo várias equipes, seguido de um estudo (20%) com equipe de 5 a 9 pessoas e outro estudo (20%) abordando o uso de métricas com equipe de 10 pessoas.
- **Métodos Ágeis utilizados:** 50% (12) utilizam Scrum, seguido de Lean com 20,83% (5), XP com 16,66% (4), e Kanban e Safe ambos com 4,16%, um estudo cada. Outros estudos não definiram explicitamente o método ágil utilizado.
- **Domínio de Aplicação:** 63,63% (21 estudos) dos estudos selecionados abordam a aplicação de métricas em um contexto industrial 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 alguns dos quais até seria possível inferi-lo.

3.1.2.3 Q3: Quais as métricas utilizadas?

A partir dos Tipos de Métricas descritas na Fundamentação Teórica (2.3.4) e na Q1, foram encontradas 134 métricas, classificadas por tipo. A lista detalhada das métricas, com seus respectivos conceitos, pode ser encontrada em: <https://bit.ly/3vIM1F5>.

- **Qualidade do Produto:** *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.*
- **Recursos e custos:** *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.

- **Desempenho do Processo:** *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.*
- **Cronograma e Progresso:** *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.*
- **Eficácia da Tecnologia:** *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.*
- **Tamanho e Estabilidade:** *Changed Product Backlog Items, Number of code lines, Weak Components.*
- **Satisfação do Cliente:** *NPS*

3.1.2.4 Q4: Como o uso de métricas impacta no time?

Durante a análise dos estudos primários, foram encontrados três tipos de impactos do uso de métricas nos métodos ágeis. Primeiro, as métricas influenciam a qualidade dos produtos, permitindo a avaliação e correção de defeitos, garantindo que o software atenda às necessidades dos usuários. Em segundo lugar, elas impactam a qualidade dos processos, identificando gargalos e promovendo melhorias para aumentar a eficiência e a produtividade da equipe. Por fim, as métricas também afetam a qualidade do serviço, monitorando a entrega de valor, a satisfação do cliente e a capacidade de resposta às necessidades dos usuários, com o objetivo de fornecer um serviço de alta qualidade.

Os estudos apresentam melhorias nas equipes quando as métricas foram melhor abordadas, como por exemplo: permitiram observar a sobrecarga de trabalho e aumento do estresse,

que estavam levando a um resultado negativo. Além disso, as métricas deram suporte a melhor distribuição de tarefas. Ademais, foram vistos cenários em que o uso de métricas foi utilizado para avaliar desempenho e alcançar um nível de qualidade superior e isso tornou-se uma motivação.

Em termos mais concretos, no estudo (LAYMAN; WILLIAMS; CUNNINGHAM, 2004), foi observado uma redução de 65% nas taxas de defeito do produto de pré-lançamento após uma melhor abordagem de métricas nas atividades do dia a dia da equipe. Além disso, foi observado em mais de um estudo, o aumento da proatividade da equipe a partir de um melhor uso de métricas dentro das equipes.

No contexto do Scrum, as métricas ágeis são aplicadas para medir o progresso das iterações e do backlog do produto, monitorar a velocidade da equipe, identificar impedimentos e riscos, além de apoiar a retrospectiva para promover melhorias contínuas (SCHWABER; SUTHERLAND, 2017). No Kanban, as métricas ágeis são utilizadas para monitorar o fluxo de trabalho, identificar gargalos, medir o lead time e o tempo de ciclo, permitindo que a equipe tome ações para otimizar o fluxo e melhorar a entrega contínua de valor (ANDERSON, 2010). Portanto, as métricas ágeis desempenham um papel essencial na gestão e no aprimoramento dos métodos ágeis, proporcionando insights valiosos e orientando as equipes na busca por maior eficiência, qualidade e entrega de valor aos stakeholders (ABRAHAMSSON et al., 2017).

3.2 COMO AS MÉTRICAS PODEM SER SELECIONADAS DE MANEIRA DINÂMICA

Complementando o MSL realizado por (LEAL et al., 2022) um MSL é realizado por este autor, com o objetivo de responder a pergunta geral de pesquisa: "Como selecionar, de maneira dinâmica, métricas para organizações que utilizam métodos ágeis?". A partir disso, foram definidos os critérios de inclusão e exclusão e, posteriormente, definidos os termos de pesquisa, desenvolvidas strings de busca e selecionadas fontes de dados.

Experimentações iniciais de buscas no Google Scholar retornaram um conjunto muito grande de resultados, mas sem estudos relevantes nas dez primeiras páginas de resultados. Assim, decidiu-se restringir a seleção de métricas para projeto de software e o aspecto dinâmico como gamificação, conforme apresentado no item 2.4 da Fundamentação Teórica.

Da questão geral, foram derivadas questões de análise específicas:

Q5: Como são aplicadas gamificações em projetos de software?

Q6: Quais os resultados das gamificações em projetos de software?

Q7: Quais dinâmicas de seleção de métricas existem?

3.2.1 Critérios de Inclusão e Exclusão

Os critérios de inclusão foram definidos como: estudos primários publicados, revisados por pares, disponíveis em bases de dados científicas e acessíveis por meio do portal da CAPES disponível em: <https://www.periodicos.capes.gov.br/>

Os critérios de exclusão foram definidos como: estudos que não apresentem informações sobre aplicação de gamificação em gerenciamento de projetos ágeis. Além disso, estudos que abordem somente a descrição, ou somente listagem de métricas utilizadas também foram desconsiderados.

3.2.2 Termos de Busca

Para responder as questões levantadas neste MSL complementar, foi primeiramente realizada uma pesquisa inicial utilizando diferentes conjuntos de termos, incluindo, por exemplo: *software*, *agile*, *dynamic*, *metrics* organizados de diversas formas. Porém, não foram obtidos resultados adequados dessa pesquisa inicial.

Tendo em vista a não obtenção de resultados adequados a partir das busca iniciais, foi introduzido o conceito de gamificação nos termos de busca, com suas variantes. Conforme apresentado no capítulo 2, Gamificação significa aplicar elementos lúdicos em contextos fora do lazer, por exemplo, em métodos ágeis de software. A partir daí, foram encontradas abordagens interessantes para esta pesquisa. Com isso, os seguintes termos de busca foram introduzidos: *gamification*, *software*.

3.2.3 Strings de Busca e Critérios

Na Tabela 2 é apresentada uma string de busca genérica, derivada das perguntas específicas. Para cada motor de busca a sintaxe string genérica precisou ser adaptada.

3.2.4 Fonte de Dados

As buscas foram realizadas nas bibliotecas digitais: IEEEExplore, ACM e Google Scholar. A partir dessas buscas foi realizada a técnicas de *Backward Snowballing* que consiste em uma estratégia de busca partindo das referências identificadas nos artigos inicialmente selecionados.

Tabela 2 – String de Busca

(software) AND (gam*)

Fonte: Autor

Tabela 3 – Artigos selecionados

Artigo	Referência
A framework for gamification in software engineering (1)	(GARCÍA et al., 2017)
How to design gamification? A method for engineering gamified software (2)	(MORSCHHEUSER et al., 2018)
How to gamify software engineering (3)	(SASSO et al., 2017)
A Gamification Approach for Distributed Agile Delivery (4)	(SHARMA; KAULGUD; DURAISAMY, 2016)
Gamified SCRUM Design in Software Development Projects (5)	(HERMANTO; KABURUAN; LEGOWO, 2018)

Fonte: Autor

As buscas foram realizadas nas bibliotecas digitais: IEEEExplore, ACM e Google Scholar. Essas bibliotecas digitais foram selecionadas devido à sua importância na área de Engenharia de Software (PETERSEN et al., 2008). Além da busca nas bibliotecas digitais, foi também realizada a técnica de *Backward Snowballing* que consiste em uma estratégia de busca partindo das referências identificadas nos artigos inicialmente selecionados (PETERSEN et al., 2008).

3.2.5 Seleção dos Estudos

A MSL foi realizada a partir de estudos primários, dos quais foram extraídos dados necessários para responder a questão geral de pesquisa.

Durante a busca inicial, foram encontrados 13.103 resultados, somando todos os motores de busca. Após a leitura dos títulos, foram selecionados 27 dos artigos. Esses artigos foram então lidos e selecionados 5 artigos que atendiam aos critérios de inclusão e exclusão. Aplicando, então a técnica de *Backward Snowballing*, foram verificados os estudos referenciados pelos 5 artigos selecionados e não foram encontrados estudos que se adequavam aos critérios de inclusão. Após a leitura de todos os artigos selecionados, as informações consideradas importantes para esta pesquisa foram extraídas.

Os estudos primários selecionados são apresentados na tabela 3.

3.2.6 Análise

A análise e interpretação dos dados tem como objetivo responder a questão geral de pesquisa. Para isso, foi realizada uma síntese dos resultados da seleção dos estudos, que consiste em procurar focos de estudos similares ao foco desta pesquisa.

3.2.6.1 Q5: Como são aplicadas gamificações em projetos de software?

Das dinâmicas de gamificação dos artigos selecionados, 80% dos artigos (2,3,4,5) apresentam dinâmicas compatíveis com o monitoramento/execução de software, 80% dos artigos (1,2,3,5) apresentam dinâmicas de planejamento de projeto e apenas 40% (2,3) apresentam dinâmicas para utilização em testes de software.

3.2.6.2 Q6: Quais os resultados das gamificações em projetos de software?

Resultados da gamificação em gerência de projetos de software: Das propostas de criação de dinâmica de gamificação de software, 80% (1,2,3,5) apresentaram que as dinâmicas criadas tem resultados positivos em projetos de software. Entretanto, 20% (4) não apresentaram os resultados do uso de gamificações.

Dos resultados encontrados, destaca-se:

- Aumento da motivação e engajamento.
- Aumento na produtividade.
- Promoção da colaboração e comunicação entre membros.
- Obtenção de melhores resultados na identificação e solução de problemas.
- Contribuição para um aumento da visão clara e motivadora do avanço das atividades.
- Promoção de um ambiente de trabalho mais positivo e estimulante.

3.2.6.3 Q7: Quais dinâmicas de seleção de métricas existem?

Não foram encontrados, em nenhuma fonte de dados, artigos que descrevem dinâmicas específicas para selecionar métricas de maneira gamificada ou não. De acordo com o MSL produzido por (LEAL et al., 2022), existem três diferentes estratégias para selecionar as métricas que serão utilizadas: (i) por meio de um estudo da literatura, procurando por métricas mais adequadas; (ii) por meio de entrevistas com membros da equipe da organização; (iii) por julgamento (externo) de um grupo de especialistas.

3.3 DISCUSSÃO

Como visto ao longo do processo de análise do estado da arte, são utilizadas diversas métricas durante o processo de desenvolvimento de software em contextos ágeis. Porém, não existe um único conjunto ou repositório amplamente aceito e utilizado de métricas ágeis.

Para auxiliar o gerente de projeto, existem diferentes dinâmicas gamificadas. Entretanto, não foi encontrado nenhum tipo de dinâmica ou aplicação de gamificação que auxilie o

gerente de projeto na seleção de um possível conjunto de métricas, ou mais especificamente, de métricas adequadas para métodos ágeis.

Portanto, percebe-se a oportunidade do desenvolvimento de tal dinâmica gamificada com o propósito de selecionar métricas em métodos ágeis de software.

Ameças à validade. Ao executar a revisão bibliográfica há o risco de omitir estudos relevantes. Visando diminuir esse risco, foi definida uma string de busca para incluir todos os termos relevantes e seus sinônimos. Para minimizar ainda mais as chances de omitir algum estudo relevante, a string foi utilizada para realizar buscas em diferentes bases de dados científicas (ACM, IEEEExplore e Google Scholar).

Quanto à redução dos riscos da seleção dos estudos e extração dos dados, foram definidos critérios de inclusão e exclusão detalhados que foram contemplados durante a busca. Além disso, o protocolo de seleção definido e executado pelo autor deste trabalho geraram resultados que foram revisados pelo orientador deste trabalho.

4 PROPOSTA

Conforme definido no capítulo 1.2 (método de pesquisa), a proposta deste trabalho segue o *framework* para criação de uma dinâmica gamificada definido por Garcia (GARCÍA et al., 2017) com o objetivo de desenvolver uma dinâmica de seleção de métricas para o contexto métodos ágeis. Nesse sentido, nas próximas seções são apresentadas as atividades realizadas para desenvolvimento da dinâmica gamificada: Identificação dos objetivos da gamificação, análise de usuários, definição do escopo da gamificação e estudo de viabilidade, análise e design.

4.1 IDENTIFICAÇÃO DOS OBJETIVOS DA GAMIFICAÇÃO

A Identificação dos objetivos da gamificação consiste na definição do cenário atual, seguida da definição do cenário alvo e estabelecimento do objetivo. Nas próximas seções, cada um desses passos é detalhadamente apresentado.

Definição do cenário atual: As organizações hoje têm problemas para definir as métricas de software. Conforme pode ser visto no Capítulo 3, não existe um padrão para definir as métricas que serão utilizadas nos projetos (LEAL et al., 2022). Como descrito na seção 3.1.2, as métricas mais utilizadas são as relacionadas à qualidade do produto, a recursos e custos e a desempenho e cronograma. Além disso, a maior parte dos estudos apresenta que o Domínio de Aplicação é o contexto industrial, principalmente com o uso de métodos ágeis como Scrum.

Definição do cenário alvo: O cenário alvo, construído em conjunto com a gamificação que será proposta, consiste em auxiliar na escolha de métricas durante o processo de software de forma facilitada. Além disso, todos os membros da equipe, não só o Scrum Master, tenham participação no processo de seleção de métricas e como elas possam impactar positivamente na equipe. Fora isso, ainda não existe um padrão para a seleção de métricas para contexto ágeis e, com isso, essa dinâmica almeja criar uma alternativa de seleção.

Estabelecimento do objetivo SMART: O objetivo desta gamificação é aumentar a motivação e a experiência do usuário ao longo do processo de seleção de métricas para contextos ágeis a cada ciclo de gamificação, buscando garantir o alinhamento das métricas com a necessidade da equipe.

4.2 ANÁLISE DE USUÁRIOS

Para analisar os usuário é necessário identificar a cultura e os tipos de usuários da organização. Em seguida, as informações demográficas e psicográficas são coletadas. Esses passos são apresentados a seguir em detalhes.

Identificação da cultura e dos tipos de usuários da organização: Os usuários da gamificação, na maioria dos estudos selecionados no Capítulo 3, 51,2% (20) realizam o desenvolvimento de software para áreas gerais, seguido pelos domínios Educacional, Financeiro, Segurança e Telecomunicações, todos com 2,5% cada (LEAL et al., 2022). Além disso, a partir

das empresas que utilizam métodos ágeis entrevistadas pelo *15th State of Agile Report*, 52% delas utilizam os métodos ágeis majoritariamente em suas equipes.

Coleta das informações demográficas e psicográficas de todos os usuários: Segundo (ACATE, 2021), em Santa Catarina a média de idade dos colaboradores de empresas de TI é 33 anos. Esses profissionais, e são em sua maioria, do sexo masculino (57,3%). Além disso, 52% dos trabalhadores de tecnologia tem ensino médio completo, e esse número cai para 35,9% quando se refere aos trabalhadores com ensino superior completo (ACATE, 2021). Outro dado interessante é que, de acordo com o *15th State of Agile Report*, 65% dos trabalhadores de TI em geral, têm experiência relevante com métodos ágeis (VERSIONONE, 2021). Assim, o perfil esperado do jogador é colaborador de empresas de TI, com experiência relevante em métodos ágeis, em torno de 30 anos, majoritariamente homem e com no mínimo ensino superior completo.

4.3 DEFINIÇÃO DO ESCOPO DA GAMIFICAÇÃO E ESTUDO DE VIABILIDADE

A definição do escopo da gamificação e estudo de viabilidade inicia definindo o escopo, os motivadores, tipo de jogo e diferentes soluções possíveis. Em seguida, é realizada uma análise de viabilidade de cada alternativa e escolha da solução.

Definição do escopo, motivadores, tipo de jogo e diferentes soluções possíveis: O processo de gamificação deve auxiliar na seleção, a partir de um conjunto, das métricas que serão utilizadas em um projeto de software de uma organização que utilize métodos ágeis.

A gamificação toma por base o Processo de Medição. Por isso, ela deve envolver os conceitos e atividades do processo. Dessa forma, foi estabelecido que a dinâmica faz parte da atividade de Planejar o processo de medição (vide seção 2.3.2), especificamente na seleção das métricas a serem utilizadas.

A falta de um esquema de classificação padrão para métricas ágeis encontradas nos estudos primários selecionados levou-nos a adotar uma abordagem alternativa. Optamos por classificar as métricas em um conjunto de categorias amplamente aceitas para métricas de software. Nesse sentido, utilizamos o padrão clássico de classificação de métricas de software conhecido como PSM (Department of Defense, 2023).

Serão realizadas atividades, sejam elas físicas ou disponibilizadas por meios eletrônicos. Para alcançar esses objetivos, seguindo o proposto em (GARCÍA et al., 2017), foram idealizadas pelo autor possíveis opções de gamificação para apoiar a seleção de métricas:

- Metrics Poker
 - Modo de gamificação: Parecido com a lógica de uma *Planning Poker*, os usuários devem pesar, seguindo critérios, as métricas que julgam que devem ser utilizadas.
 - Pontuação: Não se aplica.
 - Punição: Não se aplica.

- Prêmio: Não se aplica.
- White Elephant Metrics
 - Modo de jogo: *White Elephant* + Gráfico de (Importância x Complexidade): Os jogadores devem, inicialmente, selecionar 2 grupos de métricas que julgam mais necessárias, a partir daí é utilizado o método de *White Elephant* e o Gráfico em que cada jogador deve definir, individualmente, outros grupos de métricas, diferentes da sua seleção inicial, e que julga ser mais necessárias para a equipe.
 - Punição: Não se aplica.
 - Prêmio: O dono do grupo de métricas mais votados terá, na próxima vez que jogarem, o direito a ter um grupo a mais inicialmente.
- Jogo da Vida de Métricas
 - Modo de jogo: Similar a um jogo da vida, em que os jogadores vão, caminhando por um caminho e recebendo, perdendo ou removendo um grupo de métricas de outro jogador.
 - Punição: Não se aplica.
 - Prêmio: O jogador que restar, terá seu grupo de métricas selecionado e será o vencedor.
- Metrics War
 - Modo de jogo: Cada jogador terá que selecionar inicialmente um certo número de grupos de métricas que julgar importante, a partir daí cada jogador deve, a cada rodada eliminar o grupo de métricas do seu adversário que julgar menos importante.
 - Punição: Não se aplica.
 - Prêmio: O jogador que restar ao final, receberá o direito de ter 1 grupo de métricas a mais na próxima guerra e receberá a condecoração, em caráter lúdico, da medalha Cruz Vitória.

Realização da análise de viabilidade e escolha da solução: Para a análise de viabilidade e para a escolha da solução que será evoluída, foram considerados os seguintes critérios: Relevância para os objetivos de uma equipe (CANNON-BOWERS; SALAS; TANNENBAUM, 2018), Envolvimento e participação de todos os membros (EDMONDSON, 2003), Viabilidade e praticidade de implementação (AKSU; ARSLAN, 2020), Potencial de contribuição para os resultados (DERUE; ASHFORD, 2010).

4.4 ANÁLISE E DESIGN

A partir do levantamento das possíveis soluções de gamificação, da análise de viabilidade, e com base nos critérios de modo de jogo, punição e prêmio, foi escolhida a proposta nomeada de "Metrics Poker".

A partir disso, serão descritas, utilizando os métodos de (GARCÍA et al., 2017) aliados a detalhes aplicáveis da publicação de (BALDISSERA, 2021), a análise e o design da dinâmica.

Nesta seção, já é apresentada uma evolução em relação à proposta inicial. Desta forma, existem divergências entre esta seção e a proposta inicial apresentada na seção anterior.

- **Escolha dos componentes**

- Missão: Identificar as métricas que, de acordo com as necessidades da equipe, sejam as mais votadas.
- Pontos: Não haverá pontos para cada jogador, porém haverá pontos para cada métrica. Ou seja, cada métrica tem tickets associados, então cada métrica tem sua quantidade de pontos que são atribuídos pelos jogadores.
- Formação de times: Não haverá formação de times pois a dinâmica é realizada por todos os participantes de um mesmo time.

- **Escolha das mecânicas e economia do jogo**

- Competição: Não haverá competição entre os participantes.
- Desafio: Encontrar as métricas adequadas para serem utilizadas na equipe.
- Recompensas: Não se aplica.
- Turnos: Haverá 2 turnos, o primeiro para selecionar os grupos de métricas e, o segundo para identificar as métricas a serem utilizadas dentro dos grupos selecionados anteriormente.
- Vitória: O conceito de vitória não se aplica ao jogador, mas sim à métricas escolhidas.

- **Definição das regras da dinâmica**

Para definição das métricas que serão utilizadas na dinâmica, foram selecionadas as métricas mais relevantes, ou seja, as métricas mais citadas pelos estudos selecionados no capítulo 3 (Estado da Arte).

Na listagem a seguir, são apresentados os **Grupos de Métricas** e suas respectivas métricas mais relevantes.

- **Qualidade do Produto:** *Outstanding bugs, Delivery on time, Product Velocity, Lead Time, Throughput.*

- **Recursos e Custos:** *Effort remaining, Effort, Effort estimation accuracy, Team total effective available hours, Backlog Size.*
- **Desempenho do Processo:** *Fixed Bugs, Hours spent on task, Hours spent on bugs, Cycle time, Tasks attributes quality.*
- **Cronograma e Progresso:** *Number of completed tasks, Scope growth, Priority Shift, Cumulative Flow Diagrams, Merge Request Review.*
- **Eficácia da Tecnologia:** *Test Run Frequency, Test failure rate, Avg test run time, Test Coverage, Security Test Pass Rate.*
- **Tamanho e Estabilidade:** *Changed Product Backlog Items, Number of code lines, Weak Components.*
- **Satisfação do Cliente:** NPS.

Na listagem a seguir, são apresentados os dois tipos de jogadores, com suas atribuições e pré-requisitos.

- **Dealer:** Responsável pela gamificação, deve ter ciência de todas as regras da dinâmica e deve possuir no mínimo um leve conhecimento em métricas.
- **Membros da Equipe:** Devem estar no dia a dia da equipe e não necessariamente devem ter conhecimento sobre métricas, haja vista que haverá explicações ao longo da dinâmica e o *Dealer* deve auxiliar o restante da equipe.

- **Etapas:**

O *Dealer*, deve juntamente do restante da equipe, indicar os três problemas que a equipe gostaria de resolver. Esses problemas consistem na necessidade de informação que precisa ser satisfeita. Os problemas podem ser os próprios Key Results do OKR do time, caso a organização utilize essa abordagem. A definição e priorização dos problemas não faz parte do escopo da gamificação.

A partir da definição dos problemas, a equipe deve selecionar os Grupos de Métricas que possuem relação com problema. Para estipular essa relação, a equipe deve entrar em consenso. O *Dealer* então deve visualizar os 2 Grupos de Métricas mais selecionados para passar para a próxima etapa.

Nesta etapa, o *Dealer* deve colocar todas as métricas do respectivo Grupo de Métricas no tabuleiro, lendo a descrição de cada métrica. Além disso, todos os integrantes da equipe devem receber os *Tickets* de votação que contém critérios (Relevância para as necessidades, Facilidade de coleta, Preferência pessoal) e, com esses *Tickets* será feita a mensuração de importância das métricas na próxima etapa. Caso seja necessário, o *Dealer* deverá explicar cada conceito (explicação constará no manual da dinâmica e pode ser lida pelo *Dealer*).

Na etapa seguinte, todos os integrantes devem associar os *Tickets* com alguma métrica que está apresentada no Tabuleiro. Ademais, todos os integrantes devem associar seus *Tickets* ao mesmo tempo e com a face inversa à descrição do *Ticket* para que não haja influência entre os membros do time.

Ao final, o *Dealer* deve indicar a métrica mais votada de cada critério. Caso haja empate, o critério de desempate deve ser o somatório de todos os *Tickets* associados à métrica. Caso a métrica já tenha sido selecionada por um critério anterior, a segunda métrica mais votado do respectivo critério será indicada.

Com isso, a equipe terá 3 métricas que tenham relação com os problemas que a equipe está lidando.

- **Definição da estética**

A dinâmica foi idealizada para ser feita de maneira física usando cartas para cada grupo de métricas e para cada métrica, sendo que a carta deverá conter uma explicação detalhada sobre o grupo de métricas e sobre cada métrica, respectivamente. Além disso, a dinâmica deverá ter 2 tabuleiros e 3 *Tickets* para cada integrante do grupo.

Os protótipos de tabuleiros, *Tickets* e cartas são apresentados nas figuras 3, 4, 5 e 6 podendo estar incompletos por não se tratarem das versões final.

- **Elaboração dos casos de uso**

Esta versão inicial da dinâmica foi idealizada para ser utilizada em equipes ágeis de software. A priori, esta gamificação deve ser jogada de maneira física, entretanto, podem haver adaptações e, o responsável pela dinâmica pode realizá-la em videochamadas casos todos os integrantes tenham acesso às cartas, sendo elas online ou físicas.

4.4.1 Prototipação dos elementos gráficos da dinâmica

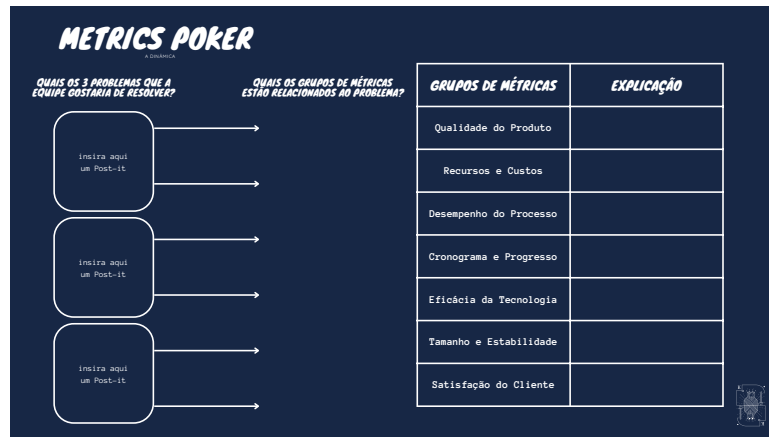


Figura 3 – Protótipo do Tabuleiro para Seleção do Grupo de Métricas

Fonte: Autor



Figura 4 – Protótipo do Tabuleiro para Seleção das Métricas

Fonte: Autor

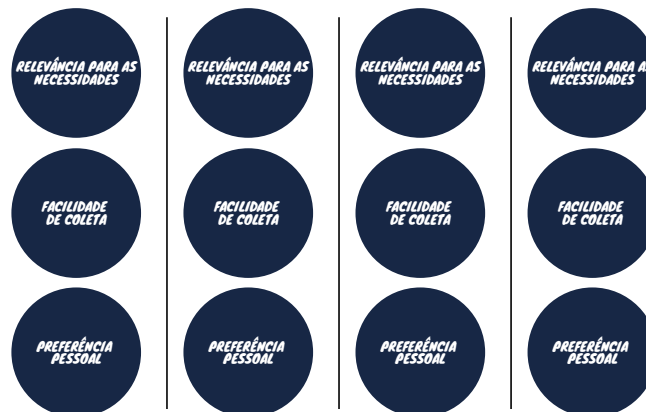


Figura 5 – Protótipo dos Tickets dos Integrantes

Fonte: Autor



Figura 6 – Protótipo da Carta de Métrica (Frente e Verso)

Fonte: Autor

5 DINÂMICA GAMIFICADA DE SELEÇÃO DE MÉTRICAS

Neste capítulo é apresentado o guia de utilização da dinâmica de seleção de métricas desenvolvida, chamada "Metrics Poker". O guia define os objetivos, os materiais necessários, os papéis, critérios de seleção e os passos para execução da dinâmica.

5.1 GUIA DA DINÂMICA

Este guia foi elaborado para fornecer informações detalhadas sobre a dinâmica de equipe que será utilizada em seu ambiente de trabalho para auxiliar na seleção de métricas. Neste guia, você encontrará uma descrição completa da dinâmica, incluindo seus objetivos, benefícios, materiais necessários e procedimentos de execução. Além disso, serão fornecidas orientações sobre como preparar a equipe para a dinâmica, como facilitar a atividade e como conduzir a reflexão e discussão pós-atividade.

A dinâmica é baseada em um jogo de cartas como Poker, em que jogadores apostam em jogadas consideradas mais valiosas. Além disso, as métricas sugeridas nas cartas foram levantadas de um Mapeamento Sistemático de Literatura e de um *Survey* realizado com a participação de líderes de equipe de todas as regiões do Brasil.

Este guia foi separado em 4 seções: Objetivos, Materiais Necessários, Procedimentos de Execução, Considerações Finais.

5.1.1 Objetivos

A dinâmica de Seleção de Métricas tem por objetivo principal auxiliar na seleção de métricas para atender às necessidades da equipe. Isso é realizado de maneira que a equipe concentre suas discussões para definir de fato quais as métricas mais alinhadas com as necessidades de informação.

A dinâmica também auxilia na promoção da colaboração e comunicação entre os membros da equipe, tendo em vista que a dinâmica incentiva a participação ativa de todos os membros, estimulando troca de ideias.

Além disso, a dinâmica auxilia no alinhamento de expectativas em relação às métricas selecionadas. Por meio da aplicação da dinâmica, os participantes podem discutir e esclarecer suas expectativas em relação às métricas selecionadas, compartilhando suas respectivas opiniões e perspectivas. O objetivo também é construir um consenso entre as métricas selecionadas, garantindo que os membros estejam alinhados e compreendam a importância das métricas selecionadas.

5.1.2 Materiais Necessários

Para a execução da dinâmica deste Trabalho de Conclusão, são necessários os seguintes materiais:

- Mesa do Metrics Poker - Figura 7 (impresso em folha A3);
- Tabela dos Grupos de Métricas - Figura 8 (impresso em folha A4);
- Fichas de Votação das Métricas - Figura 9 (impresso em folha A4).
- Cartas das Métricas - Figura 10 (impresso em folha A4);
- Guia do Metrics Poker (impresso em folha A4);
- Post-its;
- Canetas;

Os materiais da dinâmica estão disponíveis em: https://www.inf.ufsc.br/~jean.hauck/guias/Dinamica-Selecao_Metricas.zip.

5.1.3 Papéis

- **Dealer:** Facilitador da gamificação, deve ter ciência de todas as regras da dinâmica e deve possuir no mínimo um leve conhecimento em métricas. Ele é o responsável por organizar a dinâmica, e apresentar os grupos de métricas e suas respectivas métricas.

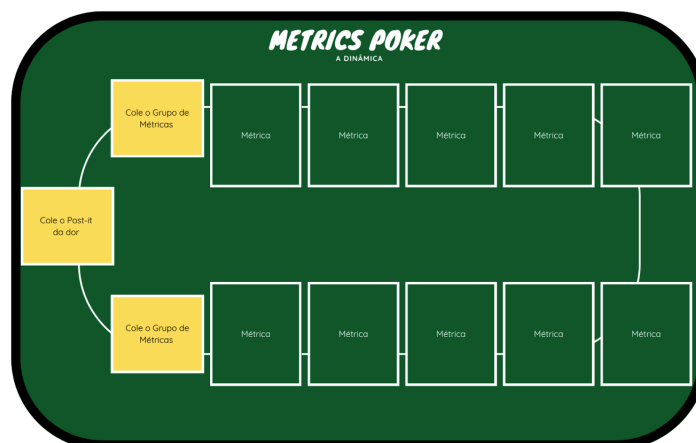


Figura 7 – Mesa do Metrics Poker

Fonte: Autor

METRICS POKER A DINÂMICA

GRUPOS DE MÉTRICAS	EXPLICAÇÃO
Qualidade do Produto	Se concentra na qualidade do produto ou serviço entregue, incluindo sua funcionalidade, confiabilidade, segurança, facilidade de uso, desempenho, manutenção, entre outros aspectos.
Recursos e Custos	Se concentra nos recursos usados no projeto e no custo total do projeto, incluindo o orçamento e o uso de materiais ou ferramentas.
Desempenho do Processo	Se concentra na eficiência e eficácia dos processos usados no projeto, incluindo a eficácia dos métodos de gerenciamento de projetos, a qualidade dos processos de produção, a produtividade da equipe e a eficácia da comunicação interna.
Cronograma e Progresso	Se concentra no cronograma e no progresso do projeto, incluindo o cumprimento de prazos, o acompanhamento do progresso e a identificação e correção de atrasos.
Eficácia da Tecnologia	Se concentra na eficácia das tecnologias usadas no projeto, incluindo a eficácia dos sistemas de informação, a eficácia dos softwares e a segurança e privacidade dos dados.
Tamanho e Estabilidade	Se concentra no tamanho e estabilidade do produto ou sistema desenvolvido, incluindo o número de usuários, a capacidade de armazenamento, a escalabilidade e a estabilidade.
Satisfação do Cliente	Se concentra na satisfação do cliente com o produto ou serviço entregue, incluindo a qualidade, a usabilidade, a confiabilidade e a experiência geral do usuário. Isso pode ser medido por meio de pesquisas de satisfação do cliente e avaliações do cliente.

Figura 8 – Tabela dos Grupos de Métricas

Fonte: Autor



Figura 9 – Tickets dos Integrantes

Fonte: Autor



Figura 10 – Protótipo da Carta de Métrica (Frente e Verso)

Fonte: Autor

- **Participantes:** No mínimo 3 participantes que devem estar no dia a dia da equipe e não necessariamente devem ter conhecimento sobre métricas. São as pessoas responsáveis por apostar nas métricas e, com isso, selecioná-las.

5.1.4 Critérios de Seleção

- **Viabilidade de Coleta:** A métrica deve ser prática e factível para ser coletada, considerado as limitações de recursos.
- **Relevância para a Dor:** A métrica deve estar alinhada com as necessidades de informação e ser capaz de fornecer informações relevantes para tomada de decisão.
- **Preferência Pessoal:** A métrica utilizada tem relação com a preferência dos indivíduos envolvidos no processo.

5.1.5 Passos para Execução da Dinâmica

1. Preparação:

- a) Antes da execução, devem ser preparados materiais: Impressão da Mesa, das Cartas, da Tabela dos Grupos, Fichas de Votação, Post-its e Canetas.
- b) Há a indicação que o *Dealer* questione os jogadores previamente à execução da dinâmica sobre as atuais dores que eles identificam na equipe (Dor se refere a uma dificuldade ou problema que os membros da equipe enfrentam ao desenvolver ou manter um software e pode ser identificado por meio de OKR, caso a organização utilize).

2. **Apresentação:** O *Dealer* deve apresentar os materiais do jogo e as regras aos jogadores.

3. **Identificação das Dores:**

- a) Os jogadores realizam uma votação simples para selecionar as duas dores que serão tratadas, caso haja uma lista previamente definida das dores da equipe.
- b) Se não houver uma lista de dores previamente estabelecida, o *Dealer* questiona os participantes durante alguns minutos sobre quais as principais dificuldades, problemas e impedimentos.
- c) Cada dor selecionada é escrita em um post-it de maneira individual.

4. Seleção do Grupo de Métricas:

- a) O *Dealer* insere um post-it da dor por vez na Mesa do Metrics Poker.
- b) O *Dealer* mostra aos jogadores a tabela que fornece os grupos de métricas da dinâmica e suas respectivas definições.
- c) Os participantes devem fazer uma votação simples para definir até 2 grupos de métricas e escrevê-los também em post-its que estão relacionados com a dor descrita no post-it inicial (Votação simples: cada participante deve escolher 2 grupos de métricas, os mais votados serão os selecionados).

5. Seleção das Métricas:

- a) O *Dealer* insere as métricas relacionadas aos dois grupos já estabelecidos na etapa anterior nos espaços designados como "Métrica" na Mesa do Metrics Poker. Conforme figura 11.
 - i. É possível inserir uma métrica personalizada da equipe, para isso deve-se usar a carta de métrica "Joker" e colar um post-it com o nome e a explicação da respectiva métrica personalizada junto da carta.
- b) Cada participante pode virar as cartas de métricas para compreender a explicação de cada uma.
- c) Os participantes recebem as fichas de votação, cada uma com um critério estipulado.
- d) Com as fichas de critérios em mãos, os participantes votam nas métricas sem mostrar aos outros participantes qual critério está sendo utilizado. Conforme figura 12.
- e) As duas métricas que obtiverem a maior quantidade de votos serão selecionadas. Se houver empate que selecione 3 ou mais métricas, a votação deve ser repetida apenas com as métricas empatadas.
- f) Em cada final de ciclo, deve ser importante associar as dores às métricas estabelecidas, sugere-se juntar os post-its de dores e grupos de métricas às cartas de métricas selecionadas.
- g) É importante lembrar que serão selecionadas duas métricas para cada uma das duas dores, totalizando quatro métricas selecionadas no final.

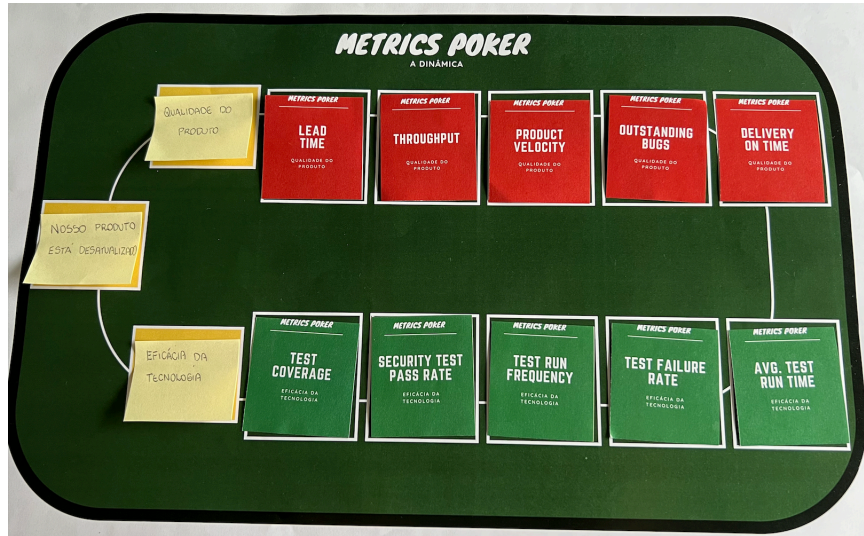


Figura 11 – Métricas e Grupos de Métricas estabelecidos.

Fonte: Autor

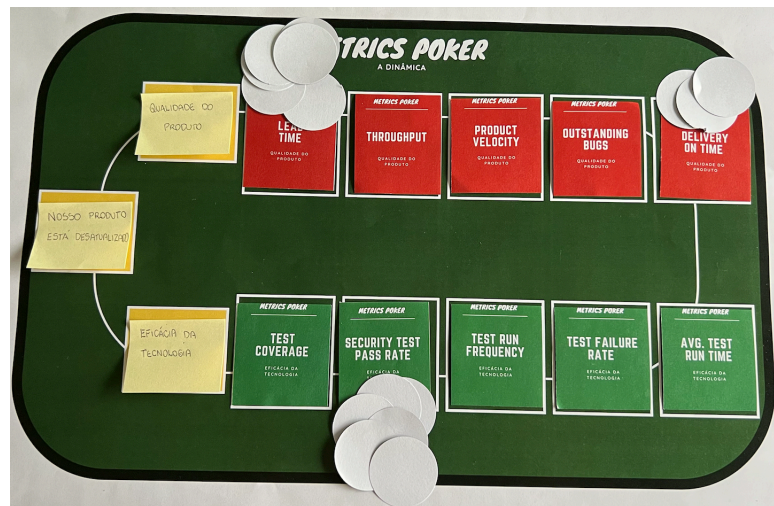


Figura 12 – Associação das fichas de critério com cada métrica.

Fonte: Autor

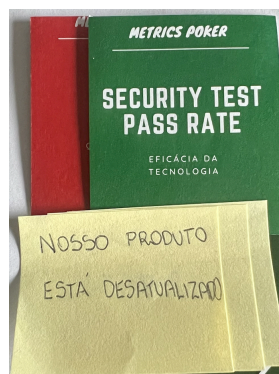


Figura 13 – Junção dos post-its e métricas selecionadas.

Fonte: Autor

6. **Conclusão:** O *Dealer* deve mostrar para os participantes as dores inicialmente estabelecidas e as métricas associadas. A partir disso, a equipe pode discutir as métricas selecionadas e confirmá-las para aplicação. Além disso, é importante separar um espaço na dinâmica para discussão, com o intuito de coletar sugestões de melhoria para a dinâmica para que se encaixem melhor na equipe em específico.

5.1.6 Considerações Finais

Por se tratar de uma dinâmica que pode conter evoluções futuras, caso o usuário tenha sugestões ao criador deste trabalho de conclusão é possível que seja feito contato por e-mail: luiz.otavio.reis@grad.ufsc.br para discutir tal evolução. A explicação de como a dinâmica pode ser implementada está disponibilizada por vídeo em: <https://youtu.be/IYwoMMh0P10>

De antemão, o autor agradece a utilização da dinâmica e espera que seja útil em seus respectivos projetos de software.

6 AVALIAÇÃO

Nesta seção, é exposto como a dinâmica de gamificação Metrics Poker foi utilizada e avaliada em relação à motivação dos participantes, a experiência do usuário e o aprendizado, identificando os aspectos positivos e sugestões para aprimoramento.

A aplicação da avaliação da dinâmica foi conduzida de duas maneiras distintas. Primeiramente, foi realizada uma avaliação com estudantes em sala de aula, proporcionando um ambiente acadêmico onde conceitos teóricos puderam ser explorados e aplicados em situações práticas. Além disso, para ampliar a avaliação da proposta, uma segunda avaliação foi realizada envolvendo profissionais do mercado de trabalho. Esses profissionais, com sua experiência e conhecimento prático, foram convidados a analisar a dinâmica sob uma perspectiva prática de uma organização de desenvolvimento de software.

Esse estudo foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa com seres humanos da UFSC sob número 5.425.924.

6.1 AVALIAÇÃO COM ESTUDANTES

6.1.1 Planejamento da Avaliação

Com o objetivo de avaliar a experiência do participante e a usabilidade da dinâmica gamificada de seleção de métricas, este estudo adotou o modelo MEEGA+ (SAVI; WANGENHEIM; BORGATTO, 2011). Esse modelo de avaliação é composto por diversas dimensões que estão relacionadas com as questões de avaliação, tais como qualidade do jogo, adequação ao público-alvo, uso de recursos pedagógicos e outros. Ao aplicar o modelo MEEGA+, o estudo identificou pontos fortes e sugestões de melhoria da gamificação, bem como as principais contribuições para a motivação, experiência do usuário e aprendizado dos participantes. O modelo MEEGA+ (SAVI; WANGENHEIM; BORGATTO, 2011), como apresentado na Figura 14, desmembra os fatores de qualidade em métricas relacionadas à motivação, experiência do usuário e aprendizado, a fim de avaliar o impacto de jogos educacionais, ou neste caso da dinâmica gamificada como o Metrics Poker. Além disso, o modelo apresenta um questionário para a coleta de dados, que inclui questões adicionais sobre o uso diário por parte dos jogadores e sua percepção sobre a necessidade durante o jogo, bem como a extensão dessa percepção para sua vida cotidiana. As respostas para essas novas questões seguem o modelo de escala de 2 a 2, em que 2 representa forte discordância com o ponto avaliado e 2 representa forte concordância (SAVI; WANGENHEIM; BORGATTO, 2011).

6.1.1.1 Adaptação do MEEGA+

Ao aplicar o modelo de avaliação MEEGA+ para uma dinâmica gamificada, foram necessários algumas adaptações específicas. Embora o modelo tenha sido originalmente proje-

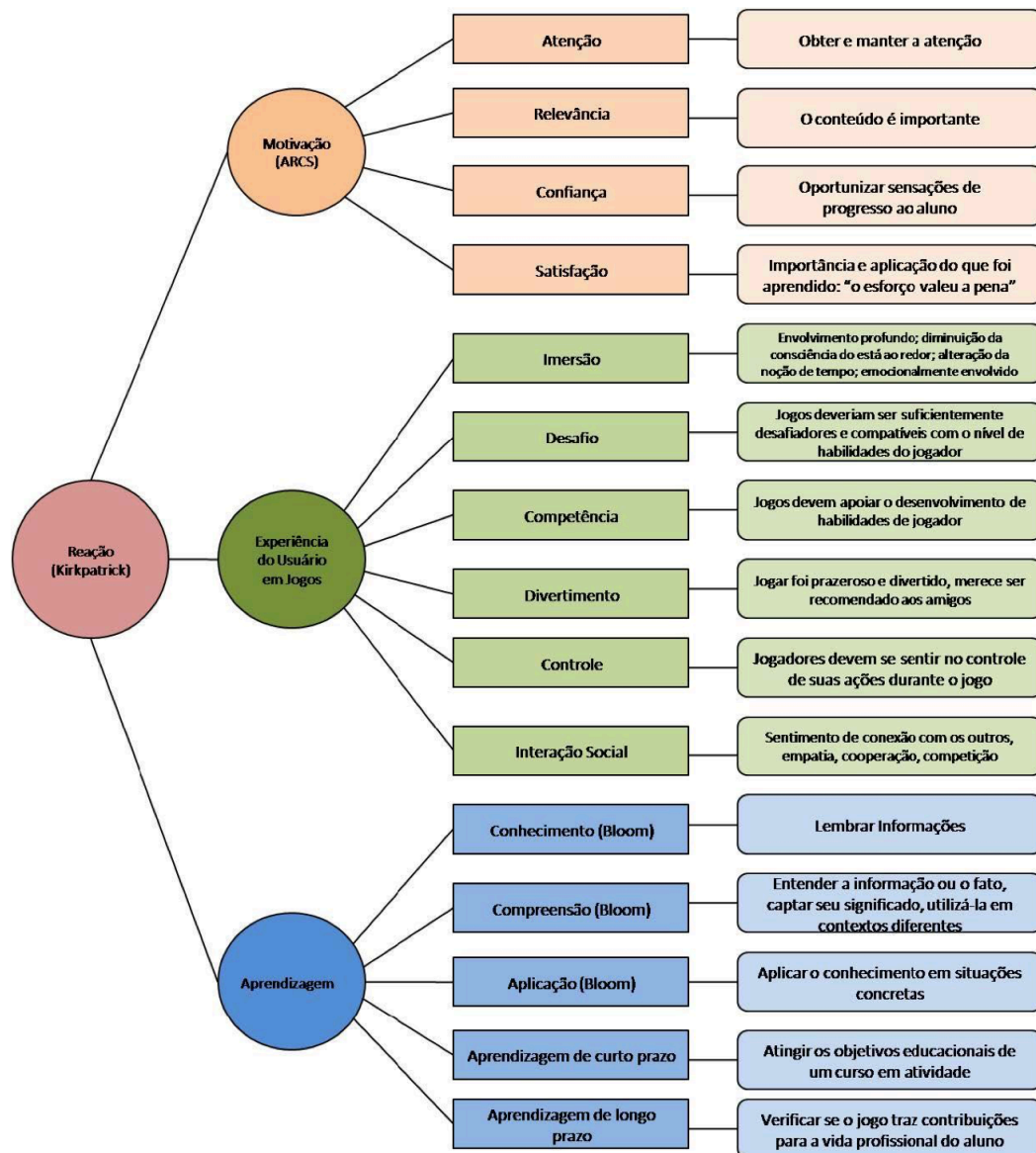


Figura 14 – Modelo de Avaliação MEEGA+ (SAVI; WANGENHEIM; BORGATTO, 2011)

tado para jogos educacionais, a dinâmica em questão não se trata de um jogo em si, mas sim de uma gamificação, ou seja, da aplicação de elementos e mecânicas de jogos em um contexto diferente.

Assim, durante o processo de planejamento desta avaliação, foram identificados alguns elementos do modelo originalmente proposto que não seriam aplicáveis à dinâmica avaliada. Portanto, uma análise cuidadosa foi realizada para determinar quais componentes seriam relevantes e adequados para o objetivo específico da gamificação.

É importante ressaltar que a remoção de certos elementos não necessariamente implica em uma perda de qualidade ou eficácia do modelo de avaliação MEEGA+. No entanto, devido a essas adaptações pode não ser possível confirmar a validade e confiabilidade dos resultados de avaliação obtidos com o modelo original. No entanto, essa seleção cuidadosa permitiu a

criação de uma experiência de avaliação mais direcionada e focada nos objetivos específicos da gamificação avaliada. Além disso, não foram utilizadas as perguntas customizadas referentes ao objetivo de aprendizagem disponibilizadas no questionário MEEGA+.

Com isso, foram removidas as seguintes perguntas, incluindo as respectivas justificativas de exclusão:

- **O jogo oferece novos desafios em um ritmo adequado:** O Metrics Poker não oferece novos desafios, pois esse não é o foco da dinâmica.
- **É devido ao meu esforço pessoal que eu consigo avançar no jogo:** O Metrics Poker não se trata de um jogo individual, mas de uma dinâmica realizada em grupo, ou seja, não há mérito individual.
- **Houve algo interessante no início do jogo que capturou minha atenção:** O Metrics Poker não se trata de um jogo imersivo.
- **Eu estava tão envolvido no jogo que eu perdi a noção do tempo:** O Metrics Poker não se trata de um jogo imersivo.
- **Eu esqueci sobre o ambiente ao meu redor enquanto jogava este jogo:** O Metrics Poker não se trata de um jogo imersivo.

6.1.2 Execução da Avaliação

Como avaliação inicial da dinâmica, foram realizadas duas avaliações com alunos em sala de aula. A dinâmica de gamificação para seleção de métricas foi avaliada por alunos das disciplinas INE5427 e INE5617 do Departamento de Informática e Estatística da Universidade Federal de Santa Catarina. As execuções das dinâmicas foram realizadas em maio e junho de 2023. Todos os 24 alunos participantes são alunos de graduação do curso de Ciência da Computação ou Sistemas de Informação da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

As aplicações em sala de aula duraram cerca de 30 minutos, considerando a explicação das regras, disponibilização dos materiais necessários e execução da dinâmica. Todos os participantes concordaram com o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e autorizaram a utilização do uso da imagem. Ao final da aplicação, os alunos foram convidados a responder o questionário do MEEGA+ (SAVI; WANGENHEIM; BORGATTO, 2011) adaptado.

6.1.3 Avaliação e Análise dos Dados Coletados

Os dados obtidos por meio dos questionários foram consolidados na planilha fornecida pelo modelo MEEGA+, utilizado para a avaliação da proposta. A partir desses dados, foram gerados gráficos que possibilitam uma análise mais precisa dos aspectos positivos e negativos dos componentes avaliados pelo modelo, levando em consideração a frequência das respostas

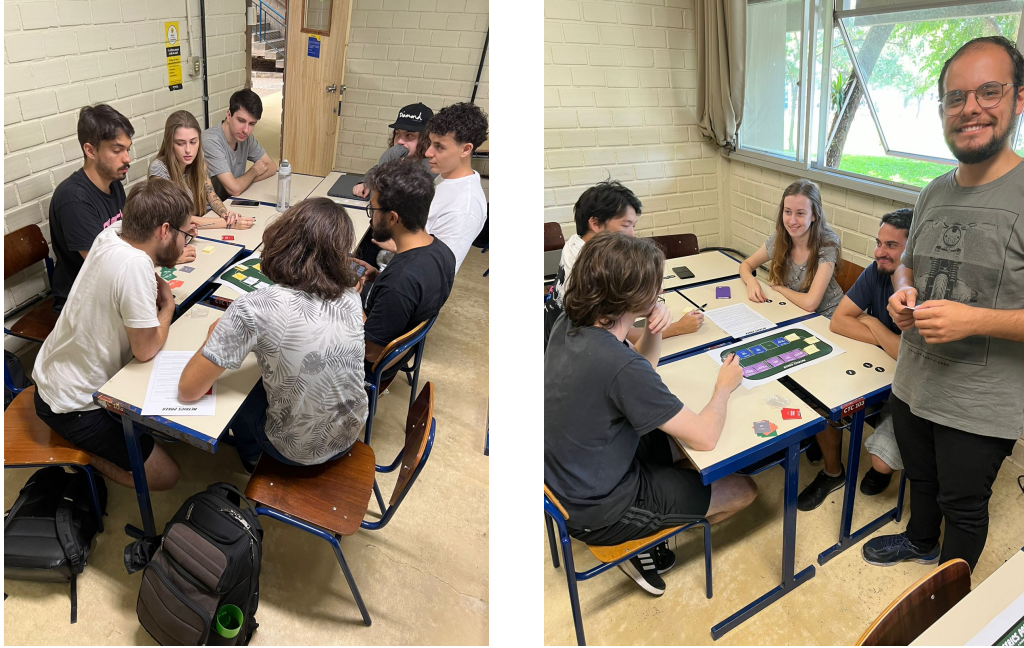


Figura 15 – Aplicação da Dinâmica em sala de aula

fornecidas pelos jogadores. Esses gráficos fornecem uma visão clara sobre o desempenho do jogo, permitindo uma avaliação detalhada.

Em relação à avaliação da **Usabilidade**, a Figura 16 apresenta um gráfico com os resultados obtidos. É possível verificar que a proposta de gamificação teve resultados positivos, considerando que a maioria dos participantes demonstrou satisfação com o design atraente, a consistência visual e a facilidade de aprendizado da dinâmica. Esses dados indicam que a gamificação pode ser uma abordagem efetiva para engajar os participantes e facilitar a aprendizagem de novos conceitos.

É possível também observar oportunidades de melhoria no aspecto do tamanho das fontes. Da mesma forma, uma quantidade significativa dos participantes não concordam que o as regras da dinâmica são claras e compreensíveis, levando à necessidade de melhorar o detalhamento da dinâmica no guia.

No critério **Experiência do Jogador**, a Figura 17 apresenta um gráfico em que é possível observar os resultados obtidos. É possível visualizar que a proposta de gamificação teve resultados positivos também neste critério, considerando que praticamente não houve avaliações negativas. Somente os tópicos referentes ao desafio ao jogador ou a dinâmica tornar-se repetitiva receberam discordância de 25% e 16%, respectivamente. No entanto, a dinâmica não tem a intenção de ser desafiadora, pois procura na verdade facilitar o entendimento e realização de uma tarefa tipicamente complexa de seleção de métricas. Já em relação às tarefas repetitivas, os passos da dinâmica podem realmente tornar-se repetitivos ao se selecionar mais de uma métrica.

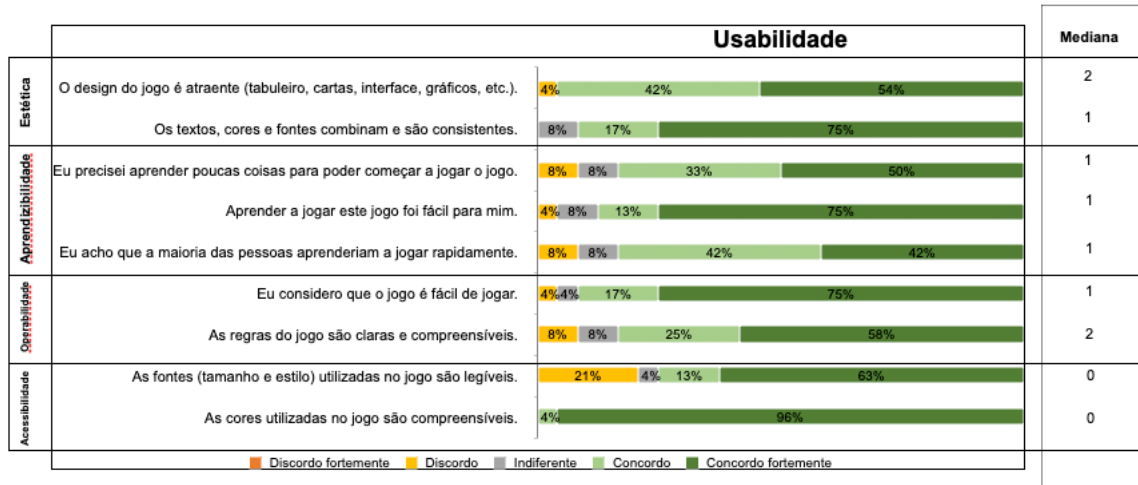


Figura 16 – Gráfico do MEEGA da Avaliação da Usabilidade

6.1.4 Discussão

Durante a aplicação da avaliação em sala de aula foi possível, a partir dos dados de Percepção de Aprendizagem do MEEGA+ (SAVI; WANGENHEIM; BORGATTO, 2011), observar que a dinâmica gamificada facilitou a compreensão e a internalização dos critérios de seleção de métricas. Por meio da aplicação da dinâmica, os participantes foram incentivados a explorar diferentes opções de métricas e refletir sobre sua relevância e aplicabilidade. Isso resultou em uma seleção fundamentada das métricas ágeis a serem utilizadas, o que levaria possivelmente a um processo de monitoramento e análise mais eficazes.

Em contextos estudantis, a proposta gamificada demonstrou ser uma abordagem promissora para melhorar o processo de seleção de métricas ágeis. Os benefícios observados, como o aumento da Interação Social e da à Percepção de Aprendizagem, indicam um potencial dessa abordagem.

A observação dos participantes durante as aplicações levanta indícios de que há um engajamento e colaboração perceptíveis. Também foi possível observar, pelas interações dos participantes, um aumento da compreensão dos critérios de seleção de métricas.

A partir dos comentários observados dos participantes desta primeira avaliação, foram implementadas melhorias no design da dinâmica para facilitar a leitura no geral.

6.2 AVALIAÇÃO COM PROFISSIONAIS

6.2.1 Planejamento da Avaliação

Após a avaliação inicial com alunos, foi realizada uma aplicação prática e avaliação com os profissionais atuantes no mercado. Para essa avaliação, foi utilizada uma outra estratégia de avaliação, baseada em um formato de entrevista não estruturada após uma aplicação

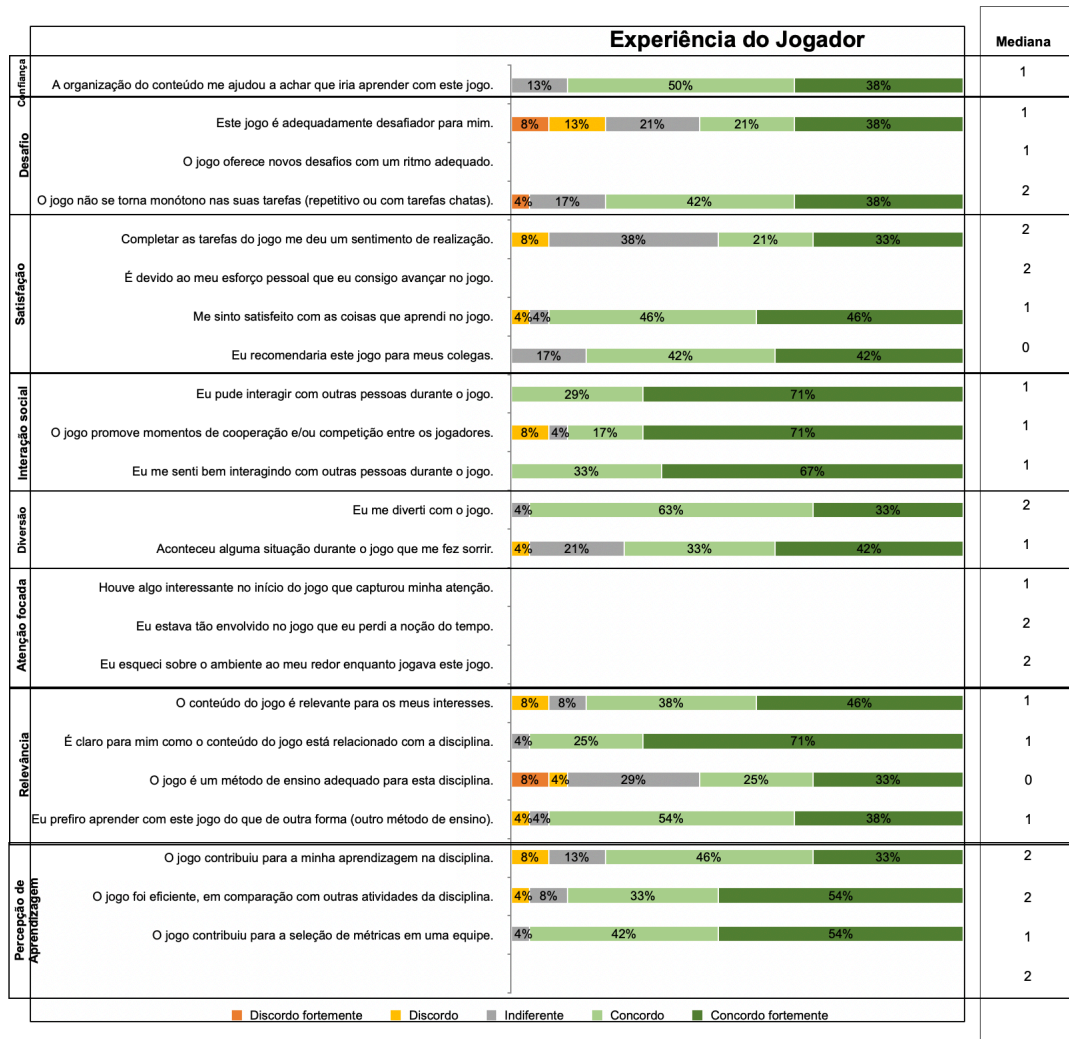


Figura 17 – Gráfico do MEEGA da Avaliação da Experiência do Jogador

simulada individual com os respectivos profissionais. Para essa aplicação e as entrevistas, foram convidados três profissionais:

- **Profissional 1:** Product Owner em uma empresa privada de desenvolvimento de software para área de saúde, formado em Sistemas de Informação, 13 anos de experiência.
- **Profissional 2:** Scrum Master em um Laboratório da UFSC, em graduação em Sistemas de Informação, 5 anos de experiência.
- **Profissional 3:** Scrum Master e Líder de Tecnologia em um Laboratório da UFSC, em graduação em Ciência da Computação, 3 anos de experiência.

6.2.2 Execução da Avaliação

Cada entrevista durou cerca de 1 hora e foram realizadas em maio de 2023. Todos os convidados foram antigos colegas de trabalho do autor deste trabalho.

A aplicação com os profissionais convidados ocorreu de maneira com que o autor fosse o organizador da dinâmica e foram repassados os conceitos da gamificação para os respectivos profissionais, sendo eles utilizados como participantes e validadores da dinâmica construída.

Com essa entrevista não estruturada foram discutidas experiências anteriores com processos com uso de gamificação, a eficácia e a eficiência da proposta avaliada, elementos essenciais da proposta, pontos positivos e oportunidades de melhoria.

6.2.3 Avaliação e Análise dos Dados Coletados

A avaliação foi conduzida por meio de entrevistas não estruturadas, permitindo uma análise aprofundada. Durante esse processo, foi observado que todos os candidatos já haviam desempenhado o papel de responsáveis por processos gamificados em suas respectivas equipes de software.

Além disso, chamou a atenção o fato de que dois dos três entrevistados identificaram uma conexão clara entre o Metrics Poker e o Planning Poker, técnica amplamente utilizada em equipes ágeis. Essa correlação facilitou a assimilação da dinâmica, uma vez que os entrevistados já estavam familiarizados com o Planning Poker e conseguiram reconhecer a aplicabilidade do Metrics Poker em seus respectivos contextos.

Adicionalmente, os entrevistados foram questionados especificamente sobre a **eficiência** e a **eficácia** da dinâmica. A eficiência, relacionada à otimização dos recursos utilizados para alcançar os objetivos propostos, e a eficácia, referente à capacidade de atingir esses objetivos de forma bem-sucedida, foram consideradas como critérios de avaliação. Os três entrevistados expressaram de forma unânime que a proposta de gamificação demonstrou ser tanto eficiente quanto eficaz, ressaltando a capacidade de gerar resultados positivos e promover o engajamento dos participantes.

Durante as entrevistas, também foi possível constatar avaliações positivas em relação ao uso da proposta de gamificação em equipes ágeis de software. Os entrevistados destacaram o design cuidadoso da proposta, reconhecendo sua adequação ao ambiente ágil de trabalho. Eles enfatizaram que a dinâmica proposta poderia ser facilmente aplicada em qualquer contexto ágil, o que destaca sua versatilidade e adaptabilidade.

Por fim, embora a dinâmica tenha recebido ampla aprovação, duas oportunidades de melhoria foram identificadas durante as entrevistas. A primeira delas diz respeito à necessidade de estabelecer regras claras que informem como adicionar novas métricas à dinâmica. Essa orientação auxiliaria a equipe a expandir e personalizar a proposta de acordo com suas necessidades específicas. A outra oportunidade de melhoria está relacionada à importância de fornecer informações prévias sobre a quantidade de métricas já existentes em cada grupo, o que ajudaria a equipe a ter uma visão mais clara e equilibrada do sistema de métricas como um todo. Essas melhorias foram incorporadas à versão final da dinâmica que está disponível para download.

6.2.4 Discussão

De maneira geral a aplicação da dinâmica gamificada com profissionais do mercado de trabalho se mostrou satisfatória. Foi observado que, mesmo para os profissionais que já possuem conhecimentos com métricas, o uso de gamificações nessa etapa do processo se mostrou mais divertida e engajada, podendo gerar resultados positivos para suas respectivas equipes.

Além disso, de acordo com os profissionais, a leve aproximação da proposta com a já conhecida *Planning Poker*, faz com que a proposta seja de fácil implementação e explicação para os membros que não possuem o conhecimento na proposta.

Adicionalmente foram identificados alguns pontos que devem ser levados em consideração: caso a equipe que queira selecionar métricas tenha um número extremamente reduzido de participantes, podem haver muitos empates devido ao baixo número do somatório de Tickets de votação nas métricas. Além do número de empates, podem haver problemas relacionados à indução do voto, ou seja, quando os outros integrantes prestam atenção e são induzidos à votar de maneira similar ao que o *Dealer* votar.

Foram estabelecidas, com base nas sugestões de aprimoramento, orientações como adicionar novas métricas à dinâmica. Além disso, é fornecida uma informação prévia sobre a quantidade de métricas existentes em cada grupo de métricas. Todas essas melhorias foram implementadas e já estão disponíveis no arquivo final.

6.3 AMEAÇAS À VALIDADE

Durante a avaliação realizada, foram identificadas ameaças à validade do estudo.

- **Tamanho da amostra:** Uma das principais ameaças à validade deste estudo relaciona-se ao tamanho da amostra utilizada. Como o número de pessoas participantes for pequeno, há o risco de que os resultados não possam ser generalizáveis para uma população maior. Portanto, é importante considerar a adequação do tamanho da amostra em relação aos objetivos do estudo e à natureza da pesquisa. Futuras aplicações com maior número de participantes seriam indicadas.
- **Estratégia de seleção da amostra:** A estratégia de seleção da amostra adotada também pode apresentar ameaças à validade de um estudo. Como há vínculos pessoais com os profissionais envolvidos, pode ter ocorrido um viés de seleção, pois essas conexões podem influenciar a escolha dos participantes de acordo com suas relações pré-existentes. Isso pode ter resultado em uma amostra não representativa, prejudicando a generalização dos resultados e limitando a validade externa do estudo.
- **Envolvimento do pesquisador:** A presença e influência do pesquisador nos momentos de avaliação podem representar uma ameaça à validade deste estudo. Como o autor está envolvido de maneira muito próxima e ativa no processo de coleta de dados e avaliação,

pode ter ocorrido uma influência direta nos resultados. O pesquisador pode inadvertidamente introduzir seus próprios preconceitos, expectativas ou interpretações nos dados coletados, comprometendo a objetividade e a validade interna do estudo. Como contorno desta limitação, o pesquisador manteve uma postura neutra e imparcial, buscando mitigar suas próprias opiniões para preservar a validade dos resultados obtidos.

- **Adaptação do instrumento de avaliação:** Quando há a adaptação de um instrumento de avaliação, como o corte de itens do MEEGA+ (SAVI; WANGENHEIM; BORGATTO, 2011), existem ameaças potenciais à validade do estudo. A modificação do instrumento pode ter afetado a validade, uma vez que as propriedades psicométricas originais podem ter sido comprometidas. Assim, como não é possível saber se a adaptação do instrumento pode influenciar os resultados, a validade interna do estudo pode ter sido colocada em risco.
- **Participação do autor na aplicação com profissionais do mercado:** A participação ativa do autor na simulação da aplicação com profissionais do mercado pode ter influenciado positivamente na avaliação dos participantes. Seria necessária uma avaliação prática e sem a participação ativa do autor para validar esses resultados.

7 CONCLUSÃO

O objetivo geral deste trabalho foi desenvolver uma dinâmica gamificada não-digital para auxiliar os participantes em relação à seleção de métricas adequadas para contextos ágeis de software. Para isso, foi realizada uma análise da fundamentação teórica sobre processos de software, métodos ágeis, métricas e gamificações focando em aplicações em equipes.

Inicialmente foram levantados, estudados e descritos os conceitos mais relevantes para a realização deste trabalho. Esses conceitos estão documentados no capítulo 2. Na sequência, foi realizado um mapeamento sistemático da literatura sobre propostas gamificadas para auxiliar na seleção de métricas ágeis, percebendo-se uma carência de apoio sistemático para auxiliar em tal seleção. De uma pesquisa inicial do estado da arte com 13.103 resultados, foram identificados apenas 5 artigos que se adequavam aos critérios de inclusão e exclusão, o que demonstra a necessidade deste estudo.

Com base na revisão teórica e do estado da arte, foi realizado o desenvolvimento da dinâmica gamificada utilizando a abordagem descrita em (GARCÍA et al., 2017). Seguindo a abordagem metodológica, foram identificados os objetivos da gamificação, analisados os usuários, definido o escopo da gamificação e um estudo de viabilidade, realizada uma análise geral e produção da proposta.

Para avaliar a motivação, experiência do usuário e aprendizagem da proposta gamificada, a dinâmica foi aplicada com alunos e profissionais do mercado. Os resultados da avaliação da dinâmica pelos participantes foram positivos. A dinâmica se mostrou uma abordagem promissora para aprimorar o processo de seleção de métricas ágeis. Os benefícios observados, como o aumento do engajamento, da colaboração e da compreensão dos critérios de seleção, apontam para um potencial significativo da dinâmica proposta.

O desenvolvimento de uma dinâmica gamificada com objetivo de auxiliar na seleção de métricas ágeis mostrou-se uma tarefa desafiadora. A proposta de gamificação aplicada aliada à conceitos teóricos, ou seja, em uma sala de aula, apresentou resultados positivos que podem demonstrar que a seleção de métricas pode ser realizada até mesmo por pessoas que não possuem um conhecimento vasto em métricas em si.

Os materiais necessários para a execução da dinâmica estão disponíveis para download em: https://www.inf.ufsc.br/~jean.hauck/guias/Dinamica-Selecao_Metricas.zip e também no Apêndice A deste trabalho.

Como trabalho futuro, sugere-se a adaptação da dinâmica para o contexto de equipes que possuem trabalho remoto, que vem crescendo nos últimos anos e, com isso, possibilitar a aplicação por meio digital.

REFERÊNCIAS

- ABRAHAMSSON, P. et al. Agile software development methods: Review and analysis. In: **Agile Software Development: Current Research and Future Directions**. [S.l.]: Springer, 2017. p. 19–46.
- ACATE. **Capital Humano na Tecnologia**. 2021. Disponível em: <https://www.techreportsc.com/promotores>.
- AHMAD, M. O.; MARKKULA, J.; OIVO, M. Kanban in software development: A systematic literature review. In: IEEE. **2013 39th Euromicro Conference on Software Engineering and Advanced Applications**. [S.l.], 2013. p. 9–16.
- AKSU, A. A.; ARSLAN, M. Team building practices in software development teams. **International Journal of Technology in Education and Science (IJTES)**, v. 4, n. 1, p. 51–63, 2020.
- ALLIANCE, A. **12 principles behind the Agile Manifesto: Agile Alliance**. 2022. Disponível em: <https://www.agilealliance.org/agile101/12-principles-behind-the-agile-manifesto/>.
- ANDERSON, D. **Kanban**. [S.l.]: Blue Hole Press Sequim, 2010.
- BALDISSERA, O. **O que É gamificação**. Pós PUCPR Digital, 2021. Disponível em: <https://posdigital.pucpr.br/blog/gamificacao-engajamento>.
- BORGES, S. et al. Gamificação aplicada à educação: Um mapeamento sistemático. In: . [S.l.: s.n.], 2013.
- CANNON-BOWERS, J. A.; SALAS, E.; TANNENBAUM, S. I. Team effectiveness and decision making in organizations. **Annual review of psychology**, v. 69, p. 479–504, 2018.
- CARDOSO, R. P. Objectives and key results (okr) aplicado a uma empresa industrial: Um estudo de caso. 2020.
- COHN, M. **Agile Estimating and Planning**. Prentice Hall Professional Technical Reference, 2006. (Robert C. Martin series). ISBN 9780131479418. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=j0eFmAEACAAJ>.
- DAVIS, C. W. H. **Agile Metrics in Action**. [S.l.]: Manning Publications, 2015.
- Department of Defense. **Practical Software and Systems Measurement: A Foundation for Objective Project Management**, v. 4.0b1. 2023. Disponível em: <https://www.psmc.com/psmguide.asp>.
- DERUE, D. S.; ASHFORD, S. J. Who will lead and who will follow? a social process of leadership identity construction in organizations. **Academy of Management Review**, Academy of Management, v. 35, n. 4, p. 627–647, 2010.
- DETERDING, S. et al. From game design elements to gamefulness: Defining "gamification". In: **Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments**. [S.l.]: Association for Computing Machinery, 2011. (MindTrek '11), p. 9–15.

- DHIR, S.; KUMAR, D.; SINGH, V. Success and failure factors that impact on project implementation using agile software development methodology. In: _____. [S.l.: s.n.], 2019. p. 647–654. ISBN 978-981-10-8847-6.
- EDMONDSON, A. Speaking up in the operating room: How team leaders promote learning in interdisciplinary action teams. **Journal of management studies**, Wiley Online Library, v. 40, n. 6, p. 1419–1452, 2003.
- ESPINHA, R. **Kanban: O que É e tudo sobre como gerenciar fluxos de trabalho**. 2019. Disponível em: <https://artia.com/kanban/>.
- FARDO, M. L. A gamificação aplicada em ambientes de aprendizagem. In: . [S.l.: s.n.], 2013.
- GARCÍA, F. et al. A framework for gamification in software engineering. **Journal of Systems and Software**, v. 132, p. 21–40, 2017. ISSN 0164-1212. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0164121217301218>.
- GOOGLE. **Google's OKR Playbook**. [S.l.]: WhatMatters, 2020.
- HARTMANN, D.; DYMOND, R. Appropriate agile measurement: using metrics and diagnostics to deliver business value. In: **AGILE 2006 (AGILE'06)**. [S.l.: s.n.], 2006. p. 6 pp.–134.
- HAYES, W. et al. Agile metrics: Progress monitoring of agile contractors. In: **Software Engineering Institute - Carnegie Mellon University**. [S.l.: s.n.], 2014.
- HERMANTO, S.; KABURUAN, E. R.; LEGOWO, N. Gamified scrum design in software development projects. In: **2018 International Conference on Orange Technologies (ICOT)**. [S.l.: s.n.], 2018. p. 1–8.
- ISO/IEC 25000:2014 Systems and software Engineering–Systems and software product Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE). **ISO/IEC 25000:2014(E)**, p. 1–27, 2014.
- ISO/IEC/IEEE International Standard - Systems and software engineering–Vocabulary. **ISO/IEC/IEEE 24765:2017(E)**, p. 1–541, 2017.
- ISO/IEC/IEEE Standard Adoption of ISO/IEC 12207:2017–Systems and Software Engineering–Software Life Cycle Process. **IEEE Std 12207-2017**, p. 1–131, 2017.
- ISO/IEC/IEEE Standard Adoption of ISO/IEC 15939:2007–Systems and Software Engineering–Measurement Process. **IEEE Std 15939-2008**, p. 1–55, 2009.
- KIM, H. et al. Challenges in software metrics and measurement. In: IEEE. **Proceedings of the 2019 International Conference on Information and Communication Technology Convergence (ICTC)**. [S.l.], 2019. p. 1261–1264.
- KIM, Y.-G.; LEE, H.; KWON, O. Investigating the use of agile methods in non-software industries: a survey analysis. **Journal of Systems and Software**, Elsevier, v. 111, p. 174–193, 2016.
- KURNIA, R.; FERDIANA, R.; WIBIRAMA, S. Software metrics classification for agile scrum process: A literature review. In: **2018 International Seminar on Research of Information Technology and Intelligent Systems (ISRITI)**. [S.l.: s.n.], 2018. p. 174–179.

- LAYMAN, L.; WILLIAMS, L.; CUNNINGHAM, L. Motivations and measurements in an agile case study. In: **Proceedings of the 2004 Workshop on Quantitative Techniques for Software Agile Process**. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2004. (QUTE-SWAP '04), p. 14–24. ISBN 9781450378185. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/1151433.1151436>.
- LEAL, S. et al. In: **How Agile Organizations Use Metrics: A Systematic Literature Mapping**. [S.l.: s.n.], 2022.
- MEIDAN, A. et al. Measuring software process: A systematic mapping study. **ACM Comput. Surv.**, Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, v. 51, n. 3, jun 2018. ISSN 0360-0300. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/3186888>.
- MORSCHHEUSER, B. et al. How to design gamification? a method for engineering gamified software. **Information and Software Technology**, v. 95, p. 219–237, 2018. ISSN 0950-5849. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095058491730349X>.
- PEDREIRA, O. et al. Gamification in software engineering – a systematic mapping. **Information and Software Technology**, v. 57, p. 157–168, 2015. ISSN 0950-5849. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950584914001980>.
- PEREIRA, P.; TORREAO, P.; MARCAL, A. S. **Entendendo Scrum para Gerenciar Projetos de Forma Ágil**. [S.l.]: Revista mundo PM, 2007.
- PETERSEN, K. et al. Systematic mapping studies in software engineering. **Proceedings of the 12th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering**, v. 17, 06 2008.
- PRESSMAN, R. S. **Software engineering: A practitioner's approach**. 8. ed. [S.l.]: McGraw Hill., 2015.
- RAMESH, B.; CAO, L. Agile software engineering life cycle process: A survey. **Journal of Systems and Software**, Elsevier, v. 100, p. 145–162, 2015.
- RUNESON, P.; HÖST, M. Guidelines for conducting and reporting case study research in software engineering. **Empirical software engineering**, Springer, v. 14, p. 131–164, 2009.
- SAFE. **SAFe 5.0 framework**. 2022. Disponível em: <https://www.scaledagileframework.com/>.
- SALEH, S. M.; HUQ, S. M.; RAHMAN, M. A. Comparative study within scrum, kanban, xp focused on their practices. In: **2019 International Conference on Electrical, Computer and Communication Engineering (ECCE)**. [S.l.: s.n.], 2019. p. 1–6.
- SASSO, T. D. et al. How to gamify software engineering. In: **2017 IEEE 24th International Conference on Software Analysis, Evolution and Reengineering (SANER)**. [S.l.: s.n.], 2017. p. 261–271.
- SAVI, R. S.; WANGENHEIM, C. G. v.; BORGATTO, A. F. Meega: A method for evaluating the educational games quality. In: **IEEE. Proceedings of the 3rd International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications (VS-Games)**. [S.l.], 2011. p. 143–150.
- SCHWABER, K. **Agile Project Management with Scrum**. Micro-soft Press, 2004. (Best practices). ISBN 9780735619937. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=dJlqJfm8FM4C>.

SCHWABER, K.; SUTHERLAND, J. **Guia do Scrum: O Guia Definitivo para o Scrum: As Regras do Jogo**. [S.l.]: Scrum.org, 2017.

SCRUM.ORG. **The 2020 Scrum Guide**. 2020. Disponível em: <https://scrumguides.org/scrum-guide.html>.

SCRUM@SCALE. **Scrum@Scale - the scaling framework created by dr. Jeff Sutherland**. 2021. Disponível em: <https://www.scrumatscale.com/>.

SHARMA, V. S.; KAULGUD, V.; DURAISAMY, P. A gamification approach for distributed agile delivery. In: **2016 IEEE/ACM 5th International Workshop on Games and Software Engineering (GAS)**. [S.l.: s.n.], 2016. p. 42–45.

SOMMERVILLE, I. **Engenharia de Software**. 9. ed. [S.l.]: Pearson Prentice Hall, 2011.

VERSIONONE. 15th annual state of agile report. In: . [s.n.], 2021. Disponível em: <https://stateofagile.com/#>.

WAZLAWICK, R. S. **Engenharia de Software - Conceitos e Práticas**. 2. ed. [S.l.]: Elsevier, 2019.

APÊNDICE A – APÊNDICE

METRICS POKER

O GUIA

Para equipes ágeis de software, a partir de 4 membros. Este guia foi elaborado para fornecer informações detalhadas sobre a dinâmica que será utilizada em seu ambiente de trabalho.

Objetivo: Identificar métricas relevantes para a equipe.

Materiais Necessários: Mesa do Metrics Poder (A3), Cartas das Métricas (A4), Tabela do Grupo de Métricas (A4), Fichas de Votação (A4), Post-it, canetas.

Papéis: **Dealer** (Facilitador da Dinâmica, deve ter conhecimento de métricas), **Participantes** (mínimo 3 participantes, deve ter conhecimento do dia a dia da equipe).

Regras:

1. Preparação:

- Antes da execução, devem ser preparados materiais: Impressão da Mesa, das Cartas, da Tabela dos Grupos, Fichas de Votação, Post-its e Canetas.
- Há a indicação que o *Dealer* questione os jogadores previamente à execução da dinâmica sobre as atuais dores que eles identificam na equipe (Dor se refere a uma dificuldade ou problema que os membros da equipe enfrentam ao desenvolver ou manter um software e pode ser identificado por meio de OKR, caso a organização utilize).

2. Apresentação: O Dealer deve apresentar os materiais do jogo e as regras aos jogadores.

3. Identificação das Dores:

- Os jogadores realizam uma votação simples para selecionar as duas dores que serão tratadas, caso haja uma lista previamente definida das dores da equipe.
- Se não houver uma lista de dores previamente estabelecida, o *Dealer* questiona os participantes durante alguns minutos sobre quais as principais dificuldades, problemas e impedimentos.
- Cada dor selecionada é escrita em um post-it de maneira individual.

4. Seleção do Grupo de Métricas:

- O *Dealer* insere um post-it da dor por vez na Mesa do Metrics Poker.
- O *Dealer* mostra aos jogadores a tabela que fornece os grupos de métricas da dinâmica e suas respectivas definições.
- Os participantes devem fazer uma votação simples para definir até 2 grupos de métricas e escrevê-los também em post-its que estão relacionados com a dor descrita no post-it inicial (Votação simples: cada participante deve escolher 2 grupos de métricas, os mais votados serão os selecionados).

5. Seleção das Métricas:

- O *Dealer* insere as métricas relacionadas aos dois grupos já estabelecidos na etapa anterior nos espaços designados como "Métrica" na Mesa do Metrics Poker.
 - É possível inserir uma métrica personalizada da equipe, para isso deve-se usar a carta de métrica "Joker" e colar um post-it com o nome e a explicação da respectiva métrica personalizada junto da carta.
- Cada participante pode virar as cartas de métricas para compreender a explicação de cada uma.
- Os participantes recebem as fichas de votação, cada uma com um critério estipulado.
- Com as fichas de critérios em mãos, os participantes votam nas métricas sem mostrar aos outros participantes qual critério está sendo utilizado.
- As duas métricas que obtiverem a maior quantidade de votos serão selecionadas. Se houver empate que selecione 3 ou mais métricas, a votação deve ser repetida apenas com as métricas empatadas.
- Em cada final de ciclo, deve ser importante associar as dores às métricas estabelecidas, sugere-se juntar os post-its de dores e grupos de métricas às cartas de métricas selecionadas.
- Lembre-se que serão selecionadas duas métricas para cada dor, totalizando quatro métricas selecionadas no final.

6. Conclusão: O Dealer deve mostrar para os participantes as dores inicialmente estabelecidas e as métricas associadas. A partir disso, a equipe pode discutir as métricas selecionadas e confirmá-las para aplicação. Além disso, é importante separar um espaço na dinâmica para discussão, com o intuito de coletar sugestões de melhoria para a dinâmica para que se encaixem melhor na equipe em específico.

Considerações Finais: Por se tratar de uma dinâmica que pode conter evoluções futuras, caso o usuário tenha sugestões ao criador deste trabalho de conclusão é possível que seja feito contato por e-mail: luz.otavio.reis@grad.ufsc.br para discutir tal evolução. De antemão, o autor agradece a utilização da dinâmica e espera que seja útil em seus respectivos projetos de software.

Figura 18 – Guia do Metrics Poker

Fonte: Autor

METRICS POKER

A DINÂMICA

GRUPOS DE MÉTRICAS	EXPLICAÇÃO
Qualidade do Produto (5)	Se concentra na qualidade do produto ou serviço entregue, incluindo sua funcionalidade, confiabilidade, segurança, facilidade de uso, desempenho, manutenção, entre outros aspectos.
Recursos e Custos (5)	Se concentra nos recursos usados no projeto e no custo total do projeto, incluindo o orçamento e o uso de materiais ou ferramentas.
Desempenho do Processo (5)	Se concentra na eficiência e eficácia dos processos usados no projeto, incluindo a eficácia dos métodos de gerenciamento de projetos, a qualidade dos processos de produção, a produtividade da equipe e a eficácia da comunicação interna.
Cronograma e Progresso (5)	Se concentra no cronograma e no progresso do projeto, incluindo o cumprimento de prazos, o acompanhamento do progresso e a identificação e correção de atrasos.
Eficácia da Tecnologia (5)	Se concentra na eficácia das tecnologias usadas no projeto, incluindo a eficácia dos sistemas de informação, a eficácia dos softwares e a segurança e privacidade dos dados.
Tamanho e Estabilidade (3)	Se concentra no tamanho e estabilidade do produto ou sistema desenvolvido, incluindo o número de usuários, a capacidade de armazenamento, a escalabilidade e a estabilidade.
Satisfação do Cliente (1)	Se concentra na satisfação do cliente com o produto ou serviço entregue, incluindo a qualidade, a usabilidade, a confiabilidade e a experiência geral do usuário. Isso pode ser medido por meio de pesquisas de satisfação do cliente e avaliações do cliente.

Figura 19 – Tabela dos Grupos de Métricas

Fonte: Autor

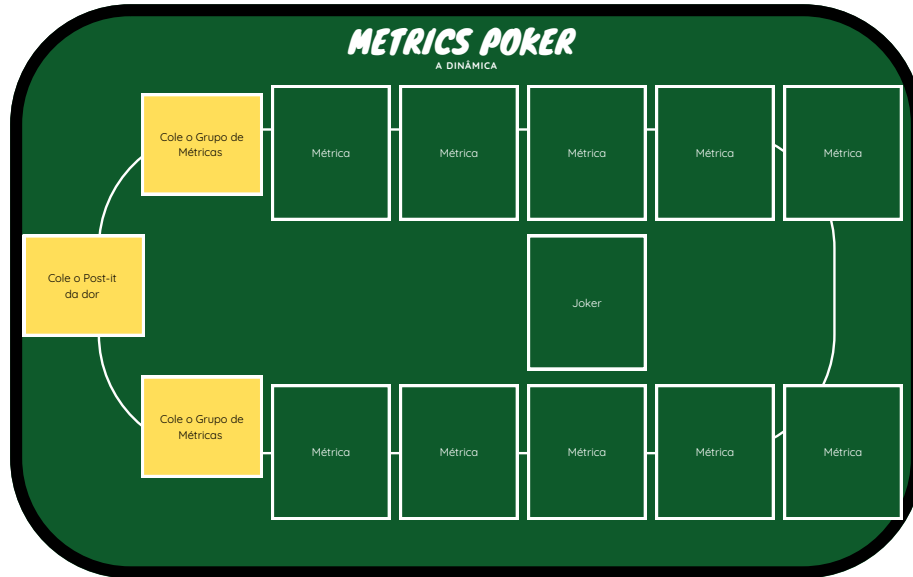


Figura 20 – Mesa do Metrics Poker

Fonte: Autor

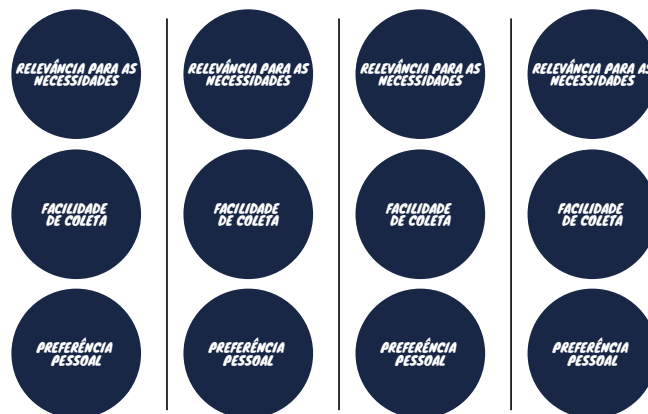


Figura 21 – Tickets dos Integrantes

Fonte: Autor



Figura 22 – Cartas das Métricas (1)

Fonte: Autor

<p>Explicação</p> <p>É a métrica que mede o tempo necessário para completar um item de trabalho.</p>	<p>Explicação</p> <p>É a métrica que mede a quantidade de trabalho realizado em um período de tempo.</p>	<p>Explicação</p> <p>É a métrica que indica se a entrega foi feita dentro do prazo estabelecido.</p>	<p>Explicação</p> <p>É a métrica que mede a quantidade de erros em um produto que foram identificados, mas ainda não foram corrigidos.</p>
<p>Explicação</p> <p>É a métrica que mede a precisão da estimativa de esforço necessário para completar uma tarefa.</p>	<p>Explicação</p> <p>É a métrica que mede a quantidade de trabalho necessário para concluir uma tarefa.</p>	<p>Explicação</p> <p>É a métrica que mede a quantidade de esforço que ainda precisa ser aplicada para concluir uma tarefa.</p>	<p>Explicação</p> <p>É a métrica que mede a quantidade de trabalho que é concluída com sucesso em um determinado período de tempo.</p>
<p>Explicação</p> <p>É a métrica que mede o tempo gasto em uma tarefa específica.</p>	<p>Explicação</p> <p>É a métrica que mede a quantidade de erros corrigidos em um produto.</p>	<p>Explicação</p> <p>É a métrica que mede o número de tarefas pendentes na lista de tarefas.</p>	<p>Explicação</p> <p>É a métrica que mede o tempo que a equipe tem disponível para trabalhar.</p>
<p>Explicação</p> <p>É a métrica que mede a quantidade de tarefas concluídas em um período de tempo.</p>	<p>Explicação</p> <p>É a métrica que mede a qualidade das tarefas, incluindo descrição, informações e objetivos.</p>	<p>Explicação</p> <p>É a métrica que mede o tempo necessário para concluir uma tarefa desde o início até a entrega.</p>	<p>Explicação</p> <p>É a métrica que mede o tempo gasto na correção de bugs.</p>
<p>Explicação</p> <p>É a métrica que mede o tempo gasto na revisão de solicitações de mesclagem.</p>	<p>Explicação</p> <p>É a métrica que mede a quantidade de trabalho em cada estágio do processo de desenvolvimento.</p>	<p>Explicação</p> <p>É a métrica que mede a taxa de mudança de prioridade das tarefas.</p>	<p>Explicação</p> <p>É a métrica que mede o aumento do escopo do projeto.</p>

Figura 23 – Verso das Cartas das Métricas (1)

Fonte: Autor

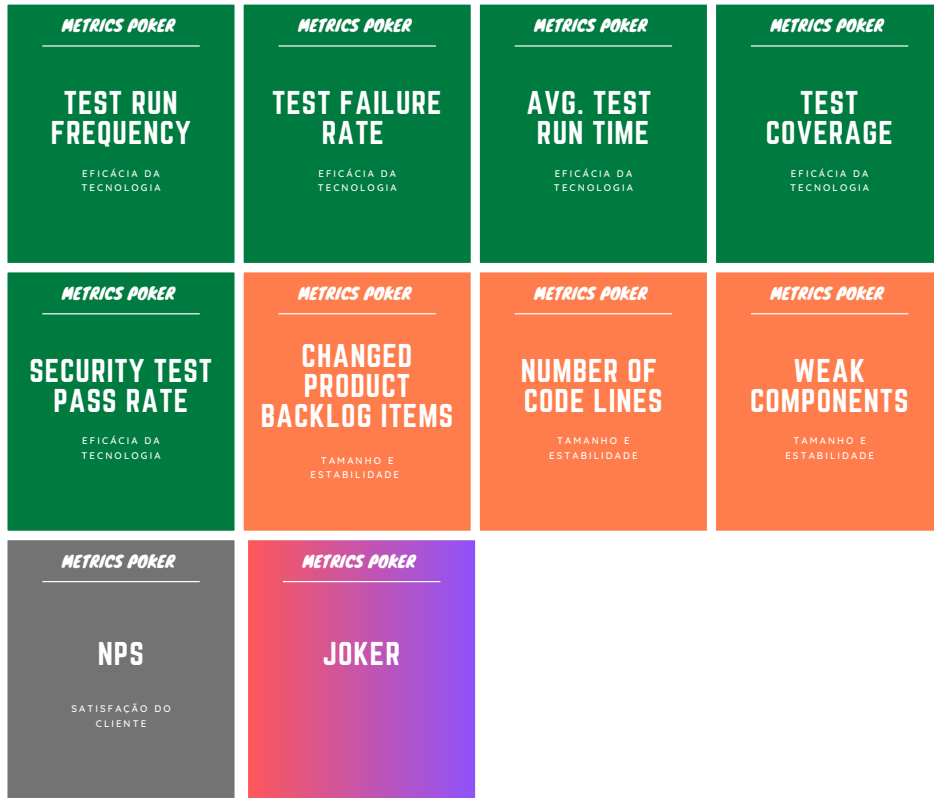


Figura 24 – Cartas das Métricas (2)

Fonte: Autor

<p>Explicação</p> <p>É a métrica que mede a porcentagem do código que é testado.</p>	<p>Explicação</p> <p>É a métrica que mede o tempo médio gasto na execução de um teste.</p>	<p>Explicação</p> <p>É a métrica que mede a quantidade de testes que falharam em relação ao número total de testes executados.</p>	<p>Explicação</p> <p>É a métrica que mede a frequência com que os testes são executados.</p>
<p>Explicação</p> <p>É a métrica que mede a presença de componentes fracos ou vulnerabilidades em um software.</p>	<p>Explicação</p> <p>É a métrica que mede a quantidade de linhas de código escritas.</p>	<p>Explicação</p> <p>É a métrica que mede o número de itens no backlog do produto que foram modificados.</p>	<p>Explicação</p> <p>É a métrica que mede a quantidade de testes de segurança aprovados em relação ao número total de testes de segurança executados.</p>
		<p>Explicação</p> <p>Utilize essa carta para adicionar uma métrica personalizada à dinâmica.</p>	<p>Explicação</p> <p>É a métrica que mede a satisfação do cliente com um produto ou serviço em uma escala de 0-10.</p>

Figura 25 – Verso das Cartas das Métricas (2)

Fonte: Autor

Metrics Poker - Uma Dinâmica para Apoiar o Ensino de Medição em Projetos de Software

Luiz O. S. Reis¹, Stéphanie Leal¹, Jean C. R. Hauck¹, Christiane Gresse von Wangenheim¹

¹ Departamento de Informática e Estatística – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)
Florianópolis – SC – Brasil

luiz.otavio.reis@grad.ufsc.br, stephaniesleal@gmail.br,
jean.hauck@ufsc.br, c.wangenheim@ufsc.br

Abstract. *Measurement content is typically taught with a theoretical focus in Software Engineering related courses. Gamification strategies, such as experiential or simulation dynamics, have been successfully used to increase student motivation and engagement. Thus, this work presents a gamified approach to support the teaching of metrics selection in software projects. The developed approach is applied and evaluated in Project Management disciplines. The initial results indicate that the developed approach can contribute to the learning of measurement concepts, also favoring the learning experience.*

Resumo. *O conteúdo de medição é tipicamente ensinado com um enfoque teórico em disciplinas relacionadas à Engenharia de Software. Estratégias de gamificação, como dinâmicas vivenciais ou de simulação, têm sido utilizadas com sucesso para aumentar a motivação e o engajamento dos estudantes. Assim, este trabalho apresenta uma abordagem gamificada para apoio ao ensino de seleção de métricas em projetos de software. A dinâmica desenvolvida é aplicada e avaliada em disciplinas de Gerência de Projetos. Os resultados iniciais indicam que a dinâmica pode contribuir para a aprendizagem dos conceitos de medição aplicados, favorecendo também a experiência de aprendizagem.*

1. Introdução

O tópico de medição tem sido tipicamente pouco abordado nas disciplinas de graduação relacionadas à computação [Gresse von Wangenheim et al., 2009; Hock & Hui 2004; Ott 2005]. Medição, no contexto de projetos de software, é um processo que permite monitorar objetivamente a progressão de metas preestabelecidas. Assim, o processo de medição deve estar pautado na utilidade e no valor gerado para os que medem e para os que consomem as informações [ISO/IEC 15939 2017].

Um dos assuntos abordados no ensino da medição é a seleção, definição e uso das métricas a serem coletadas e analisadas em um determinado projeto de software [ISO/IEC 15939 2017]. Com a evolução dos métodos ágeis na Engenharia de Software, diversas métricas têm sido desenvolvidas e adotadas para o contexto ágil. Métricas ágeis são caracterizadas por se embasar nos princípios ágeis, serem fáceis de coletar e compreender, focando na redução do esforço e geração de valor, além de possuir clareza, fornecer informação sobre o todo e apoiar decisões estratégicas [Hartmann & Dymond 2006]. Em um Mapeamento Sistemático de Literatura foram identificadas 319 métricas ágeis relatadas. Assim, dentre tantas opções, as organizações de software

precisam selecionar as métricas mais adequadas ao seu contexto e necessidades [Jeeva Padmini et al. 2015]. No entanto, muitos profissionais não conhecem com profundidade esses conceitos para poderem aplicá-los na prática, o que pode tornar esse processo desafiador [Gresse von Wangenheim et al. 2009].

Os conteúdos programáticos no ensino da Gerência de Projetos de Software, tipicamente incluem o uso de métricas voltadas ao Monitoramento e Controle de projetos [PMI 2017]. No entanto, esses conteúdos, assim como outros na área de Engenharia de Software, tendem a ser ensinados com um enfoque muito teórico [Hellström, Jaccard & Bonnier 2023; Parsons 2011; Barnes et al. 2008], desmotivando a participação dos estudantes e reduzindo o seu engajamento [Poffo et al. 2017; Portela, Vasconcelos, & Oliveira 2017]. Assim, é importante utilizar estratégias para aumentar a motivação e o engajamento dos alunos [Hellström, Jaccard & Bonnier 2023; França Tonhão, Souza, & Prates, 2021; Battistella & Gresse von Wangenheim 2016].

Uma alternativa para aumentar a motivação e o engajamento dos estudantes é a gamificação no ensino desses conteúdos [Ogawa et al. 2016; Gonçalves et al. 2016; Domínguez et al. 2013]. Gamificação consiste na introdução de elementos utilizados em jogos, tais como mecânica, dinâmica e estética, em contextos não relacionados a jogos [Kapp 2012]. Nesse sentido, dinâmicas vivenciais, que simulam a participação dos alunos em projetos reais, têm sido utilizadas com sucesso como estratégia instrucional no contexto acadêmico [Petri et al. 2014; Paasivaara et al. 2014].

Apesar de existirem diversas iniciativas de gamificação para apoio ao ensino de Gerência de Projetos em geral [Hellström, Jaccard & Bonnier 2023], são ainda poucos os relatos da aplicação no ensino de Medição de Software [Furtado et al. 2021]. Furtado & Oliveira (2020) apresentam uma proposta de gamificação do ensino de medição de software. Já Azevedo & Sarinho (2019) apresentam um jogo de tabuleiro intitulado *Metrics War* para apoio ao ensino de métricas estáticas para atingir determinados atributos de qualidade software. Gresse von Wangenheim et al. (2009) apresentam um jogo sério para apoio ao ensino de medição de software, utilizando *Goal Question Metric* (GQM). No entanto, não foi possível encontrar estudos que especificamente apliquem o uso de abordagens gamificadas como apoio ao ensino de seleção das métricas utilizadas em projetos de software.

Neste contexto, surge a pergunta de pesquisa deste trabalho: “Como melhorar a aprendizagem e a experiência de aprendizagem por meio da gamificação de Medição em Projetos de Software no contexto de disciplinas de Gerência de Projetos?”. Assim, este trabalho apresenta a proposta de uma abordagem gamificada para aplicar o conhecimento referente à seleção de métricas em projetos ágeis. A abordagem é aplicada e avaliada em disciplinas de Gerência de Projetos dos cursos de Sistemas de Informação e de Ciências da Computação da Universidade Federal de Santa Catarina. Espera-se que os resultados deste trabalho possam apoiar professores envolvidos no ensino destes assuntos, interessados em estimular a motivação e engajamento dos estudantes, por meio da utilização dos materiais disponibilizados e da experiência relatada para incorporá-los às suas estratégias pedagógicas.

3. Metodologia de pesquisa

O presente estudo tem como principal pergunta de pesquisa: “Como melhorar a aprendizagem e a experiência de aprendizagem por meio da gamificação de Medição em Projetos de Software no contexto de disciplinas de Gerência de Projetos?”. Assim, para buscar responder a essa pergunta de pesquisa, a abordagem metodológica adotada para este trabalho é baseada no processo para gamificação aplicada ao contexto educacional proposto por Huang e Soman (2013). Seguindo esta abordagem metodológica (Figura 1) as principais etapas são: 1) compreender o público-alvo e o contexto; 2) definir objetivos de aprendizagem; 3) estruturar a experiência como o programa de aprendizagem; 4) definir os recursos necessários para a gamificação; e 5) aplicar elementos de gamificação ao programa de aprendizagem.

Com o objetivo de avaliar a aprendizagem e a experiência de aprendizagem, é também realizada uma avaliação na etapa 6. Esta avaliação é realizada por meio de estudos de casos seguindo YIN (2017) e utilizando a abordagem *Goal Question Metric* [Basili et al. 1994] para derivação das perguntas de análise, com base no modelo de avaliação de jogos educacionais MEEGA + [Petri et al. 2019] definindo também os instrumentos de coleta e análise dos dados.

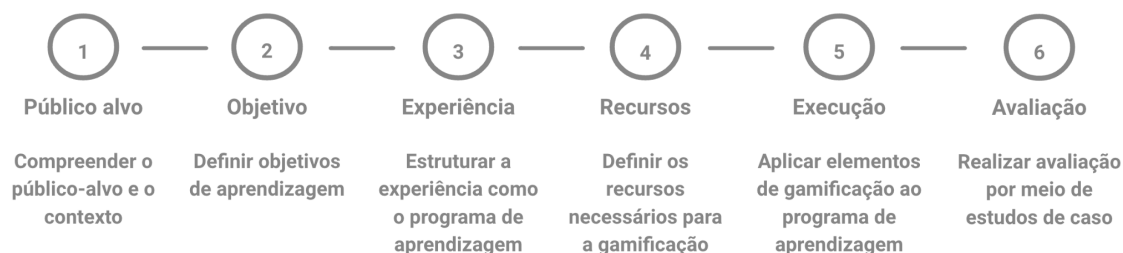


Figura 1. Abordagem metodológica

4. Metrics Poker

Nesta seção é apresentada a abordagem gamificada *Metrics Poker* para apoio ao ensino de seleção de métricas para o Gerenciamento de Projetos.

4.1. Público Alvo e Contexto

O público-alvo da gamificação desenvolvida neste estudo, são estudantes de graduação em áreas da computação, que estejam cursando disciplinas relacionadas à Engenharia de Software ou Gerência de Projetos, contemplando no seu conteúdo conceitos relacionados ao processo de Medição de Software. Os alunos já devem ter aprendido conceitos básicos de Engenharia de Software relacionados aos principais processos de software. Assume-se que também já foram previamente apresentados conceitos de medição para gerência de projetos em aulas expositivas e dialogadas.

4.2. Objetivos de aprendizagem

Objetiva-se que a dinâmica seja aplicada no contexto de disciplinas de Engenharia de Software ou Gerência de Projetos. Assim, o objetivo de aprendizagem da dinâmica consiste em tornar o aluno capaz de compreender como selecionar, definir e usar

métricas para Gerência de Projetos. Além disso, o aluno deve ser capaz de aplicar a seleção e definição de métricas para uma equipe no contexto do gerenciamento de projetos.

4.3. Estratégia instrucional

O conteúdo de Gerência de Projetos tipicamente inclui o Monitoramento e Controle de Projetos [PMI 2017]. Nesse contexto, é introduzida uma abordagem gamificada no formato de uma dinâmica vivencial [Petri et al. 2014; Paasivaara et al. 2014;] para exercitar a seleção, definição e uso de métricas para o monitoramento e controle de projetos. A Tabela 1 apresenta a introdução da abordagem gamificada no conteúdo de uma disciplina de Gerência de Projetos no tópico sobre Monitoramento e Controle de Projetos.

Tabela 1. Conteúdo Programático das disciplinas de Gerência de Projetos

Conteúdo	Tempo
...	
Monitoramento e Controle de Projetos	
...	
Medição de Software para Gerência de Projetos (aula expositiva dialogada)	2,0 h/a
Abordagem gamificada <i>Metrics Poker</i>	0,5 h/a
...	

Inicialmente o conteúdo de Medição de Software para Gerência de Projetos é apresentado aos estudantes em uma aula expositiva e dialogada. Na sequência, a abordagem gamificada é aplicada para exercitar os conceitos de seleção e uso de métricas no contexto de monitoramento e controle de projetos.

4.4. Definição dos recursos de gamificação

Com o objetivo de possibilitar a aplicação dos conceitos de seleção de métricas de forma gamificada, foi desenvolvida a dinâmica *Metrics Poker*. Assim, seguindo a abordagem metodológica, foram estabelecidos os elementos de jogo a serem utilizados para atingir os objetivos de aprendizagem definidos: componentes, mecânica, economia, regras, estética e material de jogo (Tabela 2).

Tabela 2. Elementos de jogo definidos para a dinâmica *Metrics Poker*

Componentes de jogo	<p>Missão: Identificar as métricas de acordo com as necessidades da equipe.</p> <p>Pontos: Como não se objetiva um ambiente de competição, mas de colaboração entre os participantes, não são atribuídos pontos para cada jogador. Somente são definidos pontos para cada métrica selecionada.</p> <p>Formação de times: Os alunos são divididos em times de 3 a 8 participantes. Nos times são definidos dois papéis: Dealer (que tem a missão de garantir o cumprimento das regras dentro da equipe) e Membros da Equipe (que são todos os demais participantes).</p>
Mecânica e economia	<p>Desafio: Encontrar as métricas adequadas para serem utilizadas pela equipe.</p> <p>Recompensas: A equipe que seleciona as métricas apresenta para a turma.</p> <p>Turnos: São definidos dois turnos, o primeiro para selecionar os grupos de métricas e o segundo para identificar as métricas a serem utilizadas dentro dos grupos selecionados no primeiro turno.</p>

	Vitória: A vitória da equipe se dá quando ao menos duas métricas adequadas são selecionadas pelo grupo.
Estética	A dinâmica da gamificação foi idealizada para ser realizada de forma física, usando cartas. Busca-se uma similaridade de estética com o jogo de cartas <i>poker</i> e com a conhecida dinâmica de <i>planning poker</i> utilizada para estimativas em métodos ágeis. Cada carta contém o nome de uma métrica e uma breve explicação. Além disso, a dinâmica inclui um tabuleiro (chamado de “mesa”) e <i>tickets</i> (chamadas de “fichas”) para cada integrante do time.
Materiais	Mesa (Fig. 2.A): consiste em um tabuleiro para as cartas e fichas; Cartas das Métricas (Fig. 2.B): contém nome e descrição de cada métrica; Fichas de “Apostas” nas Métricas (Fig. 3.A): contém os critérios de seleção. Tabela dos Grupos de Métricas (Fig. 3.B): título e descrição dos grupos; Guia de regras: documento detalhando as regras de execução da dinâmica.
Regras e dinâmica	Inicialmente, dois casos-problema são apresentados aos alunos, definindo situações hipotéticas de problemas enfrentados no gerenciamento de projetos por organizações de software. A partir desses casos, cada equipe deve tentar selecionar as melhores métricas para resolvê-los. São, então, formadas as equipes, definidos os papéis e a equipe recebe os materiais necessários impressos. Cada equipe recebe uma mesa (tabuleiro impresso em papel A3), uma tabela de grupos de métricas, e cada membro de equipe recebe um conjunto de cartas (métricas) e três fichas de apostas (critérios de seleção). Inicia-se o jogo com o primeiro turno, onde os estudantes, em cada equipe, procuram identificar quais grupos de métricas são relacionadas aos casos-problema apresentados. No segundo turno, para cada grupo de métricas, cada membro de equipe vai baixando cartas (métricas) na mesa e, por fim, todos apostam suas fichas nas cartas baixadas na mesa.

O guia de utilização e os demais materiais desenvolvidos para a dinâmica estão disponíveis para download em: <https://bit.ly/metricspoker>.

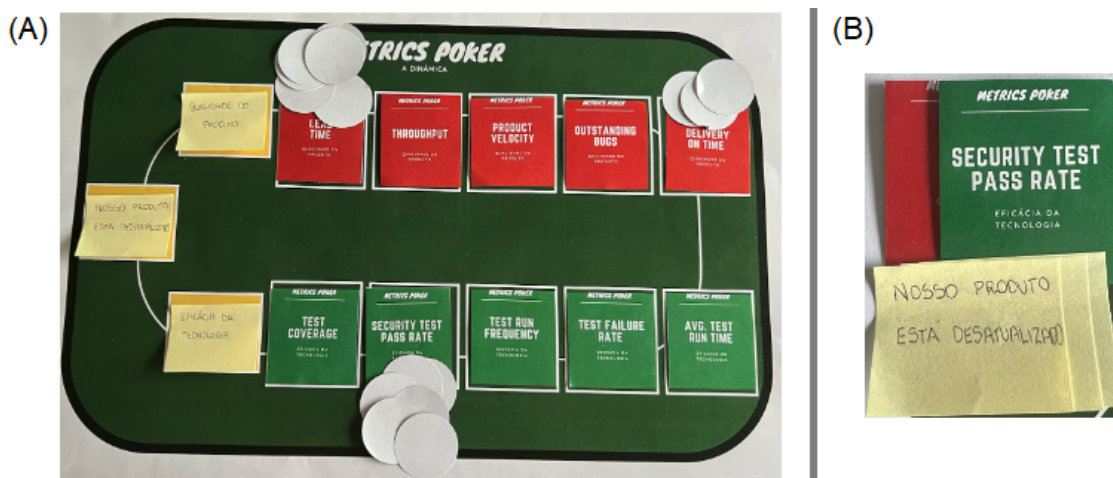


Figura 2. (A) Mesa (tabuleiro) e (B) cartas de métricas e post-its

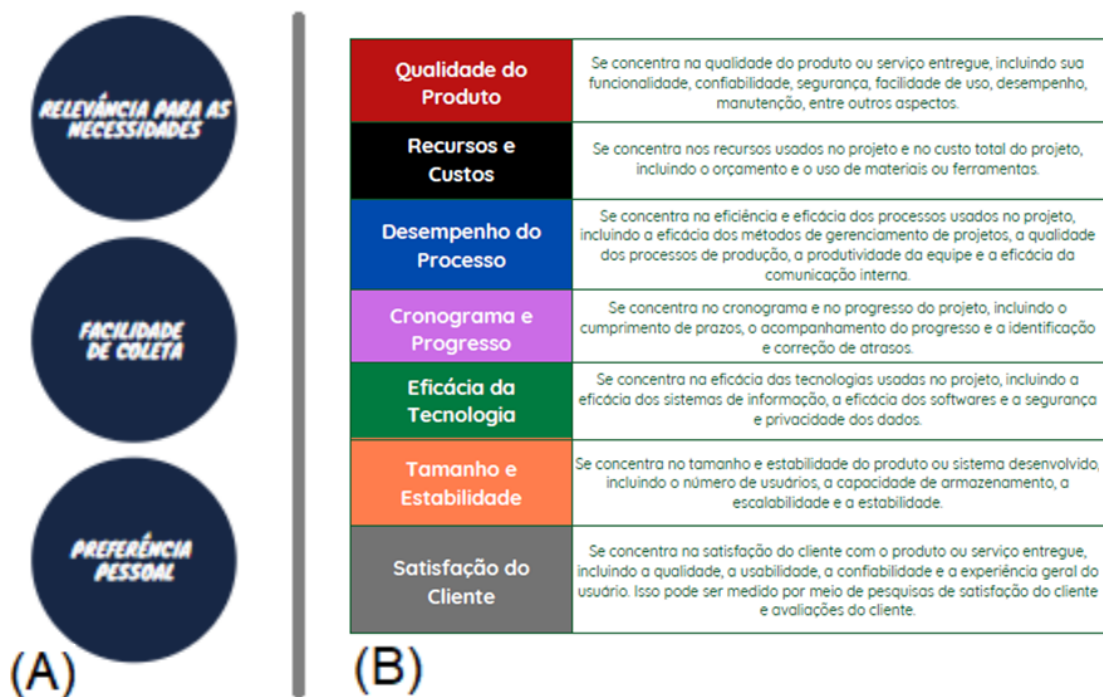


Figura 3. (A) Fichas de aposta e (B) tabela de grupos de métricas

5. Avaliação da dinâmica Metrics Poker

5.1 Definição da avaliação

A dinâmica *Metrics Poker* é aplicada com o objetivo de avaliar a sua qualidade com respeito à percepção da aprendizagem e a experiência da aprendizagem sob o ponto de vista do estudante, no contexto de cursos de computação. A partir deste objetivo, seguindo o modelo MEEGA+ [Petri et al. 2019], adotando a abordagem GQM [Basili et al. 1994] são definidas as questões de análise:

- **QA1: A dinâmica *Metrics Poker* contribui para a aprendizagem?**
- **QA2: A dinâmica *Metrics Poker* fornece uma boa experiência de aprendizagem?**

Como se trata da avaliação de uma dinâmica, o questionário MEEGA+ foi adaptado, retirando-se cinco questões mais relacionadas à experiência de jogos (competitividade e imersão).

Foram realizados dois estudos de caso em duas disciplinas de Gerência de Projetos. Nos dois estudos de caso, após o tratamento (aplicação da dinâmica *Metrics Poker*), o questionário adaptado foi respondido pelos estudantes. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina sob número 5.425.924.

5.2 Aplicação e coleta de dados

A dinâmica foi aplicada no mês de junho de 2023 em duas disciplinas de Gerência de Projetos dos cursos de Sistemas de Informação e de Ciências da Computação da Universidade Federal de Santa Catarina.

Participaram da aplicação todos os alunos matriculados nas duas disciplinas que frequentaram as aulas ao longo das quais foi aplicada a dinâmica, totalizando 24 alunos participantes. Os estudantes são na maioria do sexo masculino (83,3%), trabalham em áreas relacionadas à computação (91,6%) e estão cursando a sexta fase de Ciências da Computação ou sétima fase de Sistemas de Informação. A Figura 3 apresenta os estudantes participando da dinâmica.



Figura 3. Aplicação da dinâmica em sala de aula

5.3 Resultados

Como os perfis dos estudantes das duas disciplinas são semelhantes, os dados coletados nos dois estudos de caso foram agrupados em uma única amostra para avaliar a dinâmica *Metrics Poker*. Nas próximas seções os dados coletados são analisados seguindo as duas questões de análise definidas.

5.3.1 A dinâmica *Metrics Poker* contribuiu para a aprendizagem?

No geral, os alunos relataram que a dinâmica *Metrics Poker* teve um efeito positivo para a aprendizagem de seleção de métricas (Figura 4). Os alunos relataram que perceberam que a dinâmica contribuiu na sua aprendizagem, mesmo quando comparada a outras estratégias de ensino já utilizadas. Além disso, a dinâmica ajudou os estudantes na seleção de métricas em uma equipe.

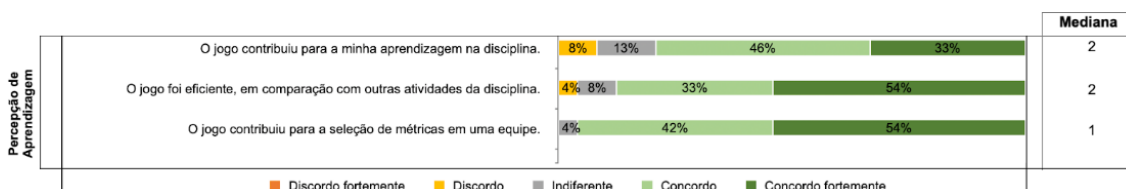


Figura 4. Frequências e medianas da avaliação da percepção de aprendizagem

5.3.2 A dinâmica *Metrics Poker* fornece uma boa experiência de aprendizagem?

Em relação à experiência dos participantes, os estudantes relataram uma experiência de aprendizagem positiva proporcionada pelo *Metrics Poker* (Figura 5). De forma geral, os alunos expressaram que a dinâmica estimulou a confiança de aprendizagem. Os estudantes indicaram que a dinâmica não foi monótona, mas não acharam a dinâmica muito desafiadora. Além de proporcionar sensações de satisfação e diversão, a dinâmica também estimulou o esforço coletivo para o sucesso na seleção das métricas. Destaca-se a avaliação da cooperação e como se sentiram bem interagindo com os colegas durante a realização da dinâmica.

Os alunos identificaram que o conteúdo da dinâmica é relevante e relacionado com a disciplina. Eles consideraram a dinâmica um método adequado para aprendizagem e até preferido em comparação com outros métodos de ensino.

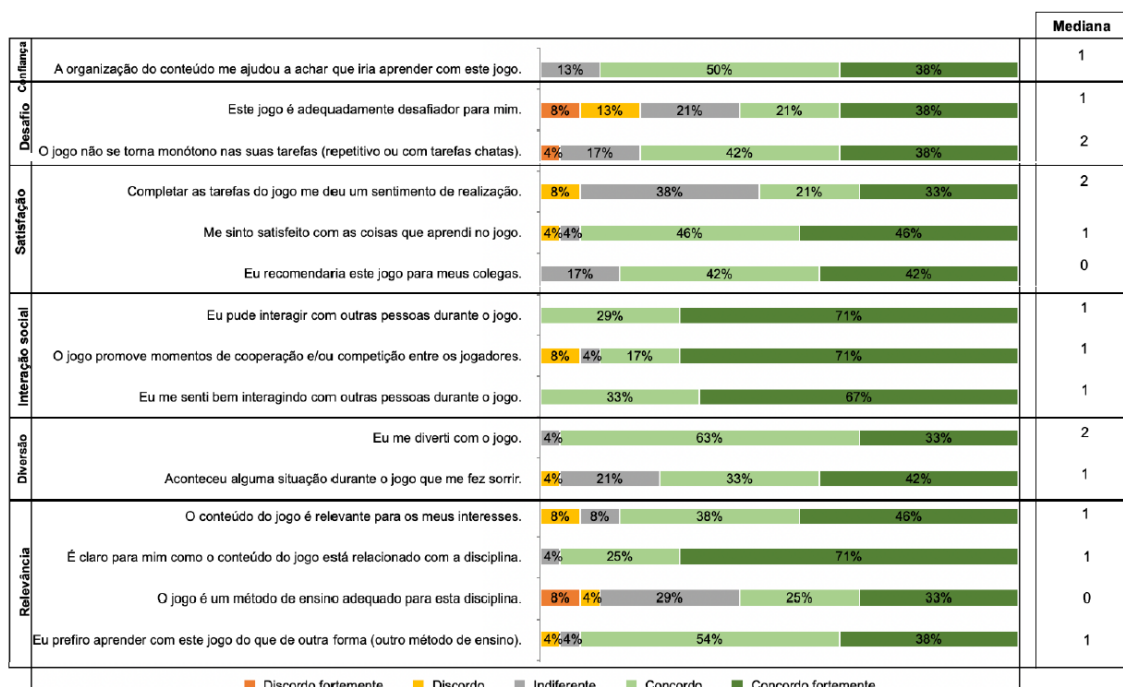


Figura 5. Frequências e medianas da avaliação da experiência de aprendizagem

Em relação à usabilidade dos materiais desenvolvidos para a dinâmica (Figura 6), os estudantes identificaram que a estética é adequada, em termos de design, textos e cores. Também em relação à aprendizibilidade os resultados foram positivos, sendo que os estudantes indicaram que foi fácil aprender a dinâmica e acharam que a maioria das pessoas também aprenderia rapidamente. Sobre a operabilidade, os estudantes acharam a dinâmica fácil de executar e que as regras são claras e compreensíveis. A acessibilidade dos materiais também foi considerada satisfatória em termos de tamanho e estilo das fontes e excelente em relação ao uso das cores.

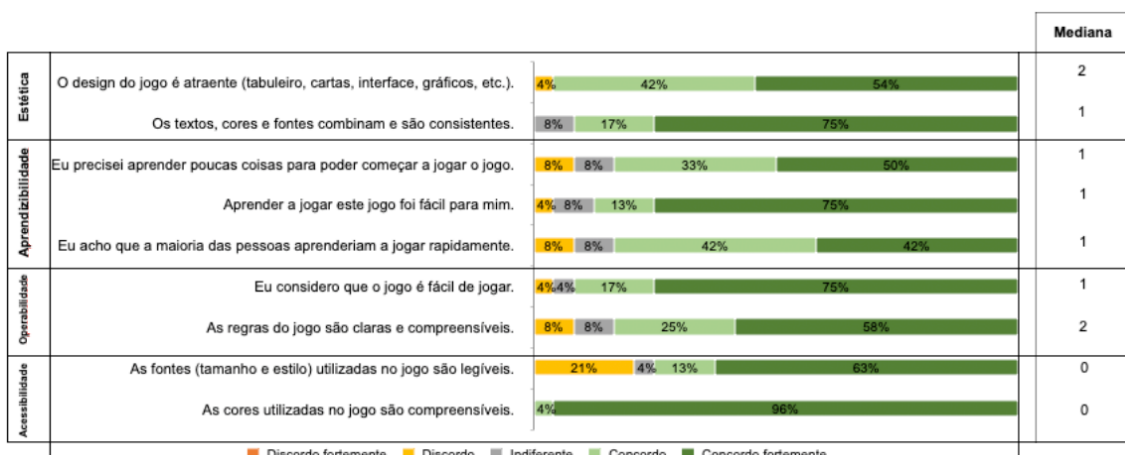


Figura 6. Frequências e medianas da avaliação da experiência de aprendizagem em termos de usabilidade

5.1 Discussão

A avaliação da dinâmica *Metrics Poker*, aplicada em dois estudos de caso, apresenta indícios de que a dinâmica proporciona uma contribuição positiva para a aprendizagem de seleção de métricas no contexto da Gerência de Projetos. De forma geral, a avaliação da dinâmica foi positiva, motivando os alunos e também proporcionando uma boa percepção de aprendizagem. A dinâmica foi considerada atrativa, com um design agradável e conectada aos interesses e conhecimentos prévios dos alunos. Destaca-se também o alto grau de diversão e interação social proporcionados pela aplicação da dinâmica.

É interessante observar que os aspectos de desafio e de sentimento de realização na execução da dinâmica não foram tão bem avaliados. Isso pode estar relacionado ao fato de que, diferentemente de jogos típicos que estimulam a competitividade e progressão baseada na superação de desafios, as dinâmicas vivenciais focam mais na simulação da aplicação prática dos conceitos e na experiência colaborativa, aspectos nos quais a avaliação da dinâmica *Metrics Poker* foi muito positiva.

Ameaças à Validade

Como a maioria das pesquisas, este estudo está sujeito a algumas ameaças à validade. Em relação à amostra, tanto a estratégia de seleção, por conveniência, quanto o tamanho da amostra podem ser consideradas ameaças. Para minimizar esta ameaça, foram aplicados dois estudos de caso em duas disciplinas de dois cursos diferentes. Futuras replicações deste estudo também em outros contextos podem consolidar as evidências observadas.

Em relação às limitações na medição dos conceitos subjetivos avaliados, como experiência e percepção de aprendizagem, foi utilizado o modelo MEEGA+ [Petri et al., 2017b], que foi estatisticamente avaliado em termos de confiabilidade e validade [Petri et al., 2018]. No entanto, não é possível medir o impacto, em termos de confiabilidade e validade, da adaptação do modelo para a avaliação de uma dinâmica. Da mesma forma, não foi aplicado um pré-teste para medir o nível de conhecimento dos estudantes antes

da aplicação da dinâmica, para evitar a interrupção no fluxo da aula. No entanto, evidências indicam que a auto avaliação pode fornecer resultados suficientemente confiáveis e válidos [Sitzmann et al., 2010].

6. Conclusão

Este artigo propõe uma abordagem gamificada para apoiar o ensino dos conceitos de Medição em Gerenciamento de Projetos de Software. A dinâmica *Metrics Poker* é sistematicamente desenvolvida e avaliada por meio de dois estudos de casos em disciplinas de Gerência de Projetos de Software. Os resultados da avaliação apresentam primeiros indícios de que a dinâmica pode contribuir para a aprendizagem dos conceitos de medição aplicados, favorecendo a experiência de aprendizagem.

Como trabalhos futuros se propõe a implementação de uma versão digital dos materiais da dinâmica, de forma que ela possa ser aplicada no ensino não presencial.

Agradecimentos

Os autores agradecem a todos os estudantes que participaram das aplicações. O presente trabalho foi realizado com apoio do CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico).

Referências

- Azevedo, G. S. de, Sarinho, V. T., Santana, F. de, (2019). “Metrics war: A board game proposal for teaching software metrics and quality attributes”. In: Anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Games e Entretenimento Digital, Rio de Janeiro, Brasil.
- Barnes, T., Powell, E., Chaffin, A., Lipford, H. (2008). “Game2Learn: improving the motivation of CS1 students”. In: 3rd International Conference on Game Development in Computer Science Education, Miami, United States.
- Basili, V. R., Caldiera, G., e Rombach, H. D. (1994). Goal, Question Metric Paradigm. In J. J. Marciniak, Encyclopedia of Software Engineering. New York, USA.
- Battistella, P., Gresse von Wangenheim, C. (2016). “Games for teaching computing in higher education—a systematic review”. IEEE Technology and Engineering Education, 9(1).
- Domínguez, A. et al.. (2013). “Gamifying learning experiences: Practical implications and outcomes”. Computers & Education, 63.
- França Tonhão, S. de, Souza, S. M. A. de, Prates, J. M. (2021). “Uma abordagem prática apoiada pela aprendizagem baseada em projetos e gamificação para o ensino de Engenharia de Software”. In: Anais do I Simpósio Brasileiro de Educação em Computação.
- Furtado, L. S., Oliveira, S. R. B. (2020). “A teaching proposal for the software measurement process using gamification: an experimental study”. In 2020 IEEE Frontiers in Education Conference, Uppsala. Suécia.

- Furtado, L. S., de Souza, R. F., Lima, J. L. D. R., Oliveira, S. R. B. (2021). "Teaching method for software measurement process based on gamification or serious games: a systematic review of the literature". *International Journal of Computer Games Technology*.
- García, F. et al. (2017). "A framework for gamification in software engineering". *Journal of Systems and Software*, v. 132, p. 21–40.
- Gonçalves, L. L., Giacomazzo, G. F., Rodrigues, F., Macaia, B. (2016). "Gamificação na Educação: um modelo conceitual de apoio ao planejamento em uma proposta pedagógica". In: *Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, Uberlândia, Brasil.
- Gresse von Wangenheim, C., Thiry, M., Kochanski, D., Steil, L., Silva, D., Lino, J. (2009). "Desenvolvimento de um jogo para ensino de medição de software". VIII *Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software* (pp. 46-60).
- Hartmann, D., Dymond, R. (2006). "Appropriate agile measurement: using metrics and diagnostics to deliver business value". *AGILE 2006*, Mineaploys, Minnesota.
- Hellström, M. M., Jaccard, D., Bonnier, K. E. (2023). "A systematic review on the use of serious games in project management education". *International Journal of Serious Games*, 10 (2).
- Hock, G. T. e Hui, G. L. S. (2004). "A Study of the problems and challenges of applying software metrics in software development industry". *M2USIC – MMU International Symposium on Information and Communication Technologies*, Putrajaya, Malaysia.
- Huang, W. Y.; Soman, D. (2013). "A Practitioner's Guide To Gamification Of Education". *Rotman School of Management, University of Toronto*.
- ISO/IEC (2002). "ISO/IEC IS 15939: Software Engineering - Software Measurement Process", *International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland*.
- Jeeva Padmini, K.V., Dilum Bandara, H. M. N., & Indika P. (2015). "Use of software metrics in agile software development process". *2015 Moratuwa Engineering Research Conference (MERCon), Moratuwa, Sri Lanka*.
- Kapp, K. (2012). "The Gamification of Learning and Instruction: Game-based Methods and Strategies for Training and Education". Pfeiffer.
- Ogawa, A., Klock, A. C. T., & Gasparini, I. (2016). "Avaliação da gamificação na área educacional: um mapeamento sistemático". In: *Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, Uberlândia, Brasil.
- Ott, L. M. (2005). "Developing Healthy Skepticism not Disbelief - Problems in Teaching Software Metrics". *Proceedings of the 1st Workshop on Methods for Learning Metrics at the 11th IEEE Software Metrics Symposium. Como, Italy*.
- Paasivaara, M., Heikkilä, V., Lassenius, C. & Toivola, T. (2014). "Teaching students Scrum using LEGO blocks". In: *Proc. of the 36th Int. Conf. on Software Engineering, New York, NY, USA*.

- Parsons, P. (2011). "Preparing computer science graduates for the 21st Century". *Teaching Innovation Projects*, 1(1).
- Petri, G., Gresse von Wangenheim, C., Borgatto, A. F. (2019). "MEEGA+: Um Modelo para a Avaliação de Jogos Educacionais para o ensino de Computação". *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 27(03).
- Petri, G., Gresse von Wangenheim, C., e Borgatto, A. F. (2018). "MEEGA+, Systematic Model to Evaluate Educational Games". In Newton Lee (Eds) *Encyclopedia of Computer Graphics and Games*, Cham: Springer.
- Petri, G., Gresse von Wangenheim, C., Boniati, B., Weber, A. R. (2014). "Avaliação de uma Dinâmica Vivencial para o Ensino de Gerenciamento de Projetos em Cursos de Computação". In: *Anais do Workshop sobre Educação em Computação*, Natal, Brasil.
- Portela, C., Vasconcelos, A., Oliveira, S. R. B. (2017). "Um modelo iterativo para o ensino de engenharia de software baseado em abordagens focadas no aluno". *Congresso Brasileiro de Informática na Educação*, Recife, Brasil.
- Poffo, M., Thiry, M., Fernandes, A., Heemann, C. (2017). "Gamificação: Agente motivador na aprendizagem de engenharia de software". *Computer on the Beach*, Florianópolis, Brasil.
- PMI - Project Management Institute (2017). "Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos. Guia PMBOK", 6ª ed - EUA.
- Sitzmann, T., Ely, K., Brown, K. G., e Bauer, K. N. (2010). "Self-Assessment of Knowledge: A Cognitive Learning or Affective Measure?". *Academy of Management Learning & Education*, 9(2).
- Yin, R.K. (2017). "Case study research and applications: design and methods". (5 ed.). Sage Publications, Beverly Hills.