



Universidade de Brasília

Instituto de Ciências Exatas
Departamento de Ciência da Computação

Medição da Produtividade em Times de Desenvolvimento de Software

Jhemeson Silva Mota

Dissertação apresentada como requisito parcial para conclusão do
Mestrado Profissional em Computação Aplicada

Orientadora
Prof.a Dr.a Edna Dias Canedo

Brasília
2021

Ficha catalográfica elaborada automaticamente,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

SJ59m Silva Mota, Jhemeson
Medição da Produtividade em Times de Desenvolvimento de
Software / Jhemeson Silva Mota; orientador Edna Dias
Canedo. -- Brasília, 2021.
85 p.

Dissertação (Mestrado - Mestrado Profissional em
Computação Aplicada) -- Universidade de Brasília, 2021.

1. Produtividade. 2. Desenvolvimento de Software. 3.
Medição da Produtividade. I. Dias Canedo, Edna, orient. II.
Título.

Dedicatória

Dedico este trabalho à paz que excede todo entendimento.

Agradecimentos

Agradeço a Deus por possibilitar que todas as coisas aconteçam. Agradeço ao mundo que tem me acolhido onde quer que eu vá como turista ou morador.

Agradeço ao meu pai (Gilvan) e a minha mãe (Marisa) por me ensinarem com palavras e, acima de tudo, por me darem desde o primeiro dia da minha vida os melhores exemplos de vida que eu pude ter. Agradeço por terem me criado em um ambiente de favorecimento ao estudo e à criatividade.

Agradeço ao meu irmão (Jhonatan) por ter me introduzido à área da computação e por estar sempre disposto a me ajudar em todos os momentos possíveis.

Agradeço à minha companheira (Thaís) por estar comigo nos momentos mais difíceis e psicologicamente desafiadores que passei no último ano.

Agradeço aos Jhemesons do passado que com seus erros fizeram o Jhemeson de hoje (também muito errante) existir. Agradeço aos Jhemesons do passado que tiveram coragem de mudar do Maranhão para o Tocantins e, posteriormente, para o Distrito Federal mesmo sem certeza de nada.

Agradeço aos meus colegas de trabalho e, em especial, ao meu amigo e ex-gerente, Élcio, por me dar todas as oportunidades possíveis para que eu me torne um profissional melhor e uma pessoa melhor.

Agradeço à orientadora deste trabalho, Edna Dias Canedo, por ter me instruído e direcionado de maneira que outra pessoa não poderia.

Agradeço à paz que, mesmo com sua personalidade reclusa, me encanta com todos os seus movimentos (in)visíveis. Agradeço porque as coisas existem. Agradeço por ser. Agradeço ao tempo por ter passado e me levado ao exato momento em que escrevo estes agradecimentos... continuarei agradecendo enquanto o tempo passar.

Resumo

Apesar dos esforços para a definição da produtividade, não há consenso na indústria de software sobre o que realmente significa o termo e, ao invés de existir apenas uma métrica ou fator que a defina, esta é definida por um conjunto de fatores [1, 2]. Entre os fatores de influência sobre a produtividade, encontra-se a motivação [3] que, por sua vez, é uma das consequências da boa aplicação do conceito de gamificação - que pode ser entendido como a utilização de elementos característicos da mecânica de jogos fora deste contexto para resolver problemas e motivar um determinado público alvo [4]. O objetivo deste trabalho foi identificar na literatura os fatores que influenciam a produtividade das equipes de desenvolvimento de software e propor uma ferramenta para mensurar a produtividade destas equipes. Para atingir este objetivo foram identificados os fatores de influência existentes na literatura e foi desenvolvida uma aplicação que calcula a produtividade com base nos valores atribuídos a tais fatores. O sistema desenvolvido utiliza a gamificação para motivar os usuários no processo da medição da produtividade. O trabalho foi desenvolvido seguindo quatro etapas, sendo elas: **estudo teórico:** onde foi feita uma revisão de literatura para a elaboração do referencial teórico; **planejamento:** que contém o planejamento dos fatores de produtividade explorados, das funcionalidades da plataforma e do projeto de gamificação; **construção:** que engloba a elaboração do que foi planejado; e **estudo de caso:** que tem como objetivo validar a mensuração da produtividade de acordo com fatores existentes na literatura através de uma aplicação web gamificada. Nesta pesquisa, identificamos setenta e cinco fatores que influenciam a produtividade no desenvolvimento de software. Dividimos esses fatores em quatro grupos: Pessoas, Produto, Organização, Projetos de Software Livre. Além disso, desenvolvemos um sistema web contendo os fatores que influenciam a produtividade para apoiar as equipes de desenvolvimento de software na medição de sua produtividade. Após o desenvolvimento da ferramenta, ela foi utilizada por duas equipes de desenvolvimento de software e seu uso foi monitorado durante oito semanas. Os resultados estatísticos apontam para uma melhora da produtividade durante a utilização do sistema, e uma pesquisa aplicada aos usuários demonstrou uma percepção positiva deles em relação aos resultados obtidos. Em trabalhos futuros, será realizada a validação da ferramenta em outros contextos, com um

maior número de participantes nas equipes de desenvolvimento, para investigar o impacto do uso da ferramenta na medição da produtividade das equipes em projetos de software maiores.

Palavras-chave: Medição, Métricas, Produtividade, Desenvolvimento de Software, Aplicação Web.

Abstract

Despite efforts to define productivity, there is no consensus in the software industry about what the term productivity actually means and, instead of there being only one metric or factor that defines productivity, it is defined by a set of factors [1, 2]. Among the factors influencing productivity is the motivation [3], which is one of the consequences of using the concept of gamification - the use of characteristic elements of the mechanics of games outside this context to solve problems and motivate a certain target audience [4]. The objective of this work was to identify in the literature the factors that influence the productivity of software development teams and to propose a tool to measure the productivity of these teams. To achieve this objective, the influencing factors existing in the literature were identified and an application was developed that calculates productivity based on the values attributed to such factors. The developed system uses gamification to motivate users in the productivity measurement process. The work was developed following four steps, namely: **theoretical study**: where a literature review was made for the elaboration of the theoretical framework; **planning**: which contains the planning of the explored productivity factors, the platform functionalities and the gamification project; **construction**: which encompasses the elaboration of what was planned; and **case study**: which aims to validate the measurement of productivity according to factors in the literature through a gamified web application. In this research, we identified seventy-five factors that influence productivity in software development. We divide these factors into four groups: People, Product, Organization, Open Source Software Projects. In addition, we developed a web system containing the factors that influence productivity to support software development teams in measuring their productivity. After the tool was developed, it was used by two software development teams and its usage was monitored for eight weeks. The statistical results point to an improvement in productivity while using the system, and a survey applied to users showed a positive perception of them in relation to the results obtained. In future work, the tool will be validated in other contexts, with a greater number of participants in development teams, to investigate the impact of using the tool in measuring the productivity of teams in larger software projects.

Keywords: Measurement, Metrics, Productivity, Software Development, Web Application.

Sumário

1	Introdução	1
1.1	Problema de Pesquisa	2
1.1.1	Questões de pesquisa	3
1.2	Justificativa	3
1.3	Objetivos	4
1.3.1	Objetivo Geral	4
1.3.2	Objetivos Específicos	4
1.4	Resultados Esperados	4
1.5	Metodologia de Pesquisa	4
1.6	Estrutura do Trabalho	5
2	Referencial Teórico	6
2.1	Produtividade	6
2.1.1	Pessoas	8
2.1.2	Produto	10
2.1.3	Organização	11
2.1.4	Projetos de Software Livre	14
2.2	Gamificação	15
2.2.1	Octalysis	16
2.3	Trabalhos Relacionados	17
2.3.1	Identificação de Fatores de Produtividade	18
2.3.2	Produtividade e Gamificação	18
2.3.3	Ferramentas para Mensurar a Produtividade	19
2.4	Síntese do Capítulo	21
3	Metodologia de Desenvolvimento	22
3.1	Estudo Teórico	23
3.1.1	RQ.1. Quais são os fatores utilizados para mensurar a produtividade de acordo com a literatura?	23

3.2	Planejamento	25
3.2.1	Definição do Projeto de Gamificação	27
3.2.2	Fatores de Produtividade	31
3.2.3	Definição das Funcionalidades da Plataforma	32
3.3	Construção	33
3.4	Estudo de Caso	35
3.4.1	Caracterização do Objeto de Estudo	36
3.5	Ameaças à Validade	38
3.6	Síntese do Capítulo	38
4	Resultados	40
4.1	Fatores de Influência Sobre a Produtividade	40
4.1.1	Análise dos Resultados - Demografia	40
4.1.2	Análise dos Resultados - Fatores	44
4.2	Desenvolvimento do Sistema Proposto	48
4.2.1	Funcionalidades Comuns	48
4.2.2	Funcionalidades Administrativas	60
4.3	Estudo de Caso	69
4.3.1	Preparação	69
4.3.2	Resultados	70
4.4	Ameaças à Validade	75
4.5	Síntese do Capítulo	76
5	Conclusões	77
	Referências	79

Lista de Figuras

2.1	Framework Octalysis [5]	17
3.1	Etapas e procedimentos adotados no desenvolvimento do trabalho	22
3.2	Subetapas da fase de planejamento	25
3.3	Figura (a) mostra as estatísticas sobre a faixa etária da população amostral do primeiro questionário, enquanto (b) mostra as estatísticas sobre o tempo de experiência com desenvolvimento de software da população amostral do primeiro questionário.	29
3.4	Arquitetura da Plataforma	34
3.5	Passos para a Realização do Estudo de Caso (Adaptado de [6])	35
4.1	Gênero dos participantes do segundo questionário	41
4.2	Estatísticas sobre a função no processo de desenvolvimento da população amostral do segundo questionário	42
4.3	Estatísticas sobre a idade da população amostral do segundo questionário	43
4.4	Estatísticas sobre a experiência da população amostral do segundo questionário	44
4.5	Tela de Login	49
4.6	Tela de Dashboard	50
4.7	Perfil de Usuário	51
4.8	Listagem de Medições	52
4.9	Criação da Medição	53
4.10	Visualização de Medição Ativa	54
4.11	Visualização de Medição Fechada	55
4.12	Realizar Avaliação do Usuário	57
4.13	Visualizar Avaliação do Usuário	58
4.14	Ala da Sala de Troféus de Ouro	59
4.15	Ala da Sala de Troféus de Ouro Vazia	60
4.16	Listagem de Empresas	61
4.17	Cadastro de Empresa	62

4.18 Edição de Empresa	62
4.19 Visualização de Empresa	63
4.20 Adição de Alocação Pelo Usuário	64
4.21 Adição de Alocação Pelo Usuário	65
4.22 Listagem de Usuários	66
4.23 Cadastro de Usuários	66
4.24 Listagem de Fatores	67
4.25 Cadastro de Fatores	68
4.26 Progresso do Time 1	71
4.27 Progresso do Time 2	72
4.28 Avaliação dos Usuários do Time 1 Sobre a Ferramenta	74
4.29 Avaliação dos Usuários do Time 2 Sobre a Ferramenta	75

Lista de Tabelas

2.1	Trabalhos Relacionados	20
3.1	Fatores de Produtividade Identificados por Canedo e Santos [7]	25
3.2	Novos Fatores de Produtividade Identificados neste Trabalho	26
3.3	Questionário Para Determinar as Características do Público	28
3.4	Resultados do Questionário	30
3.5	Técnicas de Gamificação Seleccionadas	31
3.6	Funcionalidades e iterações	35
3.7	Perfil das Equipes de Desenvolvimento	37
4.1	Grupo 1 - Pessoas - Classificação dos fatores	45
4.2	Grupo 2 - Produto - Classificação dos fatores	46
4.4	Grupo 4 - Projetos de Software Livre - Classificação dos fatores	46
4.3	Grupo 3 - Organização - Classificação dos fatores	47
4.5	Classificação Geral de Fatores - Top 5	47
4.6	Fatores seleccionados para estudo de caso	70

Capítulo 1

Introdução

O gerenciamento da produtividade nas empresas vem se tornando cada vez mais crucial em um ambiente de crescente abertura externa e globalização dos negócios. Atualmente, sem a noção da própria produtividade, dificilmente uma empresa será bem sucedida ou até mesmo sobreviver no mercado [8]. Ishizaka et al. [9] afirmaram que, considerando o contexto atual cada vez mais globalizado e a enorme quantidade de dados presentes no cotidiano de uma empresa, os tomadores de decisão têm mais do que nunca a necessidade de gerenciar seus negócios de maneira eficiente e produtiva. Por tal motivo, o tema tem sido discutido em trabalhos de diversos contextos, tais como: academia [10, 11]; computação [2]; serviços públicos [12]; economia [13, 14]; conservação florestal [15]; e times de desenvolvimento de software [16, 17, 18, 19, 20].

No contexto do desenvolvimento de software, a produtividade está relacionada aos conceitos de eficiência e eficácia dos processos de desenvolvimento [21]. Morasca e Russo [22] dizem que a produtividade pode ser vista como um item do processo de qualidade. Portanto, entende-se que o aumento da produtividade é uma das fontes motivadoras dos programas de melhoria de processos [23].

Mizuno et al. [24] mencionaram que, em uma organização de software, ao melhorar a produtividade consequentemente melhora-se também questões relacionadas a prazos, custos e satisfação dos usuários. Ainda no mesmo contexto, Ramírez-Mora e Oktaba [25] afirmaram que um dos principais objetivos no desenvolvimento de software é a melhoria na produtividade, pois as organizações querem produzir mais software e reduzir os custos do desenvolvimento.

Fardo [3] afirmou que a produtividade de uma equipe está diretamente ligada a quanto seus membros se sentem motivados. O sentimento de motivação é uma das consequências da boa aplicação do conceito de gamificação - que pode ser entendido como a utilização de elementos característicos da mecânica de jogos fora deste contexto para resolver problemas e motivar um determinado público alvo [4].

Ao analisarmos a literatura, é possível ver uma abundância de definições para o termo produtividade, bem como de fatores que são descritos como influentes sobre ela [7, 2, 25]. De acordo com Tangen [1], “não há consenso na indústria sobre o que realmente significa o termo produtividade“. Portanto, neste trabalho, utilizamos como principal conceito para produtividade o apresentado por Sadowski et al. [2] que afirmaram que não há uma métrica ou fator que defina produtividade precisamente e sim um conjunto de fatores.

Tendo em vista o contexto descrito, considera-se que a utilização de um processo de medição de produtividade voltado a equipes de desenvolvimento de software pode acarretar diretamente em melhorias na produtividade destas equipes ao usar técnicas de gamificação.

Neste trabalho desenvolvemos um sistema web para auxiliar as organizações e equipes de desenvolvimento na mensuração de produtividade no desenvolvimento de Software. Este sistema utiliza fatores de influência identificados na literatura como parâmetros para medição e recorre aos benefícios da gamificação para motivar os participantes no processo de utilização do apoio ferramental para medir a produtividade do time.

1.1 Problema de Pesquisa

Considerando o contexto atual cada vez mais globalizado e a enorme quantidade de dados presentes no cotidiano de uma empresa, os tomadores de decisão têm mais do que nunca a necessidade de gerenciar seus negócios de maneira eficiente e produtiva [9]. Por conta disso, atualmente a noção da própria produtividade é uma característica indispensável para uma empresa que deseja ser bem sucedida ou até mesmo sobreviver no mercado [8].

Embora tradicionalmente se defina a produtividade como uma divisão entre a saída e a entrada, tal definição não pode ser aplicada universalmente em projetos de desenvolvimento de software [26]. Em complemento a isso, Sadowski et al. [2] afirmaram que não há uma métrica ou fator que defina produtividade precisamente e sim um conjunto de fatores.

Entre as diversas formas de influência sobre a produtividade de uma equipe, é conhecido que ela está diretamente ligada a quanto seus membros se sentem motivados - portanto, ter um time motivado implica em ter um time mais produtivo [3]. Uma das formas de provocar o sentimento de motivação é através da boa aplicação do conceito de gamificação - que pode ser entendido como a utilização de elementos característicos da mecânica de jogos fora deste contexto para resolver problemas e motivar um determinado público alvo [4].

Mensurar a produtividade de uma equipe de desenvolvimento de software é uma tarefa difícil e que merece atenção. Assim, a existência de uma forma de aplicar os fatores

presentes na literatura para a medição da produtividade de maneira eficaz é uma necessidade.

1.1.1 Questões de pesquisa

Com o intuito de investigar o problema de pesquisa apresentado, foram definidas as seguintes questões de pesquisa:

RQ.1: Quais são os fatores utilizados para mensurar a produtividade de acordo com a literatura?

RQ.2: Quais características dos participantes das equipes de desenvolvimento de software podem ser exploradas em um projeto de gamificação?

RQ.3: Qual o efeito da aplicação da gamificação em relação às avaliações de produtividade?

RQ.4: Qual a percepção dos usuários em relação a ferramenta proposta para realizar o cálculo da produtividade?

1.2 Justificativa

Considerando a falta de definição precisa para o termo produtividade [1] e a abundante quantidade de fatores relacionados a ele [7], a tarefa de mensurar a produtividade de uma equipe de desenvolvimento de software é difícil e merece atenção. A literatura conta com diversos trabalhos que propõem e identificam fatores e métricas relacionados a produtividade, entre eles, a motivação [3] - fator que pode ser atingido através da gamificação de processos [4].

De tal forma, considera-se que a utilização de um processo de medição de produtividade voltado a equipes de desenvolvimento de software que utiliza os fatores de influência já descritos na literatura pode ser útil no conhecimento do próprio time e, além disso, acarretar diretamente em melhorias na produtividade destas equipes ao recorrer a técnicas de gamificação.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é identificar na literatura os fatores que influenciam a produtividade das equipes de desenvolvimento e propor uma ferramenta para mensurar a produtividade das equipes de desenvolvimento de software.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Identificar fatores existentes na literatura para mensurar a produtividade no desenvolvimento de software;
- Desenvolver uma ferramenta web que utilize os fatores encontrados para realizar a medição da produtividade;
- Aplicar a gamificação à ferramenta de medição e checar se houve impacto sobre a produtividade; e
- Validar a ferramenta através de um estudo de caso.

1.4 Resultados Esperados

- Identificação de fatores existentes na literatura relacionados à produtividade em times de desenvolvimento de software;
- Implantação de um sistema web gamificado através do qual uma organização possa medir sua produtividade; e
- Análise dos resultados da implantação do sistema.

1.5 Metodologia de Pesquisa

Este trabalho usa em sua metodologia de pesquisa a revisão da literatura em conjunto com um estudo de caso exploratório. A revisão da literatura serve como um alicerce no processo de identificação do atual conhecimento científico em relação a um determinado contexto, sendo a partir dela que se pode identificar pontos a serem explorados em determinados assuntos [27].

A revisão da literatura objetiva, neste trabalho, o mapeamento de trabalhos relacionados, bem como a compreensão dos temas relacionados ao contexto do trabalho: Pro-

tividade; e Gamificação. Ao final deste processo espera-se obter uma lista de fatores relacionados à produtividade para ser usada no sistema construído.

Quanto ao estudo de caso exploratório: este objetiva possibilitar o acesso a mais informações relevantes do assunto investigado. A utilização do estudo de caso exploratório orienta a definição dos objetivos, torna mais fácil a demarcação do tema da pesquisa, e a auxilia na formulação das hipóteses [28]. Para Yin [6], o estudo de caso “é uma forma de se fazer pesquisa empírica que investiga fenômenos contemporâneos dentro de seu contexto de vida real, em situações em que as fronteiras entre o fenômeno e o contexto não estão claramente estabelecidas” [6].

1.6 Estrutura do Trabalho

Este trabalho é organizado em cinco capítulos, sendo eles: Introdução; Referencial Teórico; Metodologia; Resultados; e Conclusões. Uma breve descrição sobre cada um dos próximos capítulos é apresentada a seguir:

- Capítulo 2 – Referencial Teórico: Este Capítulo apresenta a fundamentação teórica necessária para a compreensão dos temas relacionados ao trabalho, sendo eles: Produtividade; Gamificação; e Trabalhos Relacionados.
- Capítulo 3 – Metodologia de Desenvolvimento: Este Capítulo descreve a metodologia de pesquisa adotada e detalha os processos utilizados no estudo teórico, no planejamento, na construção da ferramenta e no estudo de caso.
- Capítulo 4 – Resultados: Este Capítulo apresenta os resultados do desenvolvimento do trabalho contendo os detalhes do sistema desenvolvido, bem como os relacionados ao processo de medição de produtividade como um todo - além do software. Este Capítulo descreve também a aplicação do estudo de caso. Além disso, apresenta as discussões e as ameaças para validar o trabalho.
- Capítulo 5 – Conclusões: Este Capítulo apresenta as considerações finais sobre o trabalho.

Capítulo 2

Referencial Teórico

2.1 Produtividade

A competitividade existente na indústria da produção de software exige prazos de entrega sempre mais curtos para os produtos produzidos e, de tal maneira, gera a necessidade do aumento do desempenho das equipes para que as empresas possam manter-se no mercado [7]. Além disso, a quantidade de demandas relacionadas ao desenvolvimento de software tem crescido cada vez mais rápido que a geração de novos profissionais e, por tal motivo, otimizar a produtividade dos profissionais já existentes é de suma importância [29].

Kemerer [29] afirmou ainda que, neste contexto, melhorar a produtividade significa produzir os mesmos sistemas com um número reduzido de recursos. Em complemento a isso, Ramírez-Mora e Oktaba [25] disseram que um dos principais objetivos no desenvolvimento é a melhoria na produtividade, pois as organizações querem produzir mais software e, em simultâneo, reduzir os custos do desenvolvimento.

Quanto a conceituação do que é produtividade, para Sharpe [13] a produtividade pode ser definida como a relação entre a saída dos bens e serviços produzidos e a entrada de recursos (humanos ou não-humanos) utilizados no processo de produção e, geralmente, é expressa através de uma proporção. Todavia, apesar dos esforços para a formulação de um significado para o termo, o resultado das investigações conduzidas por Tangen [1] afirmam que “não há consenso sobre o que realmente significa o termo produtividade”.

Entre as diversas formas de influência sobre a produtividade, Spanbauer [11] relatou que a saúde física e mental dos empregados e de suas famílias são fatores importantes para o bem-estar da instituição e que isso leva a relacionamentos melhores e a um ganho de produtividade. Ainda neste espectro, Bellet et al. [30] realizaram um experimento onde os funcionários de uma empresa avaliaram a própria felicidade diariamente durante seis meses e, combinando esta auto-avaliação com a satisfação dos clientes atendidos,

chegaram à conclusão que os trabalhadores são 13% mais produtivos quando realizam suas atividades felizes.

No contexto do desenvolvimento de software, Graziotin e Fagerholm [31] ressaltaram que a ligação entre felicidade e produtividade é real e afirmam que os fatores que mais deixam os membros da equipe infelizes são: desempenho cognitivo baixo; mal-estar mental; baixa motivação; retirada/negação de trabalho; atrasos; desvios processuais; baixa qualidade de código; inutilização de código produzido; quebra de fluxo; e baixa produtividade. Os autores concluíram que a baixa produtividade causa infelicidade e que infelicidade causa baixa produtividade.

A produtividade em desenvolvimento de software pode ser dada pela relação entre o tamanho do software entregue e o esforço gasto na construção do software. Logo, a equação geral da produtividade é dada por: $\text{produtividade} = \text{Tamanho} / \text{Esforço}$ [32, 18, 33]. Todavia, como dito por Delaney e Schmidt [26], tal definição não pode ser aplicada universalmente. Por outro lado, Sadowski et al. [2] afirmaram que a produtividade pode ser vista sob diferentes lentes:

- Stakeholders: stakeholders diferentes podem valorizar características e objetivos distintos;
- Contexto: as particularidades do projeto, bem como as características sociais e culturais do contexto, mudam a percepção da produtividade. Por exemplo, se os desenvolvedores sentirem que ajudar os outros é uma ação valorizada pelo time, eles sentirão que gastar tempo ajudando os outros é produtivo;
- Nível: indivíduos, times, organizações e comunidades terão diferentes percepções de produtividade. Por exemplo, sob a visão de um desenvolvedor refatorar um módulo de um sistema que já está funcionando pode ser considerado produtivo e, esta mesma ação, pode ser considerada improdutivo por outros participantes do time;
- Período: uma mudança de processo pode diminuir a velocidade no curto prazo, mas levar a um aprendizado aprimorado da equipe e, assim, acelerar a velocidade por um período mais longo. Da mesma forma, aprimoramentos de velocidade a curto prazo podem levar à fadiga e menor satisfação do desenvolvedor a longo prazo.

Neste trabalho, utilizamos como principal conceito para produtividade o apresentado por Sadowski et al. [2] que dizem - em seu trabalho que teve como objetivo o desenvolvimento de um framework para conceituar a produtividade no desenvolvimento de software - que não há uma métrica ou fator que defina produtividade precisamente e sim um conjunto de fatores. No caso do trabalho citado, foram considerados apenas três fatores: velocidade; qualidade; e satisfação. Neste trabalho, porém, são considerados diversos fatores encontrados na literatura.

Canedo e Santos [7] descreveram uma lista de 37 fatores que influenciam a produtividade divididos em quatro grupos: pessoas; produto; organização; e projetos de software livre. Neste trabalho, foi utilizada a mesma estrutura de agrupamento, bem como todos os 37 fatores, porém, foram adicionados 38 outros fatores encontrados na literatura. Todos os 75 fatores são detalhados nas Seções Pessoas 2.1.1, Produto 2.1.2, Organização 2.1.3 e Projetos de Software Livre 2.1.4.

2.1.1 Pessoas

Este grupo contém 19 fatores relacionados às características das pessoas que participam do time de desenvolvimento de software. Os fatores deste grupo incluem aspectos relacionados ao indivíduo. Nesta Seção são apresentados os 8 fatores identificados por Canedo e Santos [7] e mais 11 outros fatores identificados posteriormente para este trabalho. No total, foram identificados 16 fatores relacionados a pessoas.

1. **Experiência:** a experiência dos membros da equipe influencia a produtividade no desenvolvimento de software de maneira positiva [7].
2. **Habilidades e competências:** mesmo sem identificar as categorias de habilidades e competências, o relacionamento entre esse fator e a produtividade é positivo [7].
3. **Motivação:** a motivação dos envolvidos no projeto de software influencia positivamente a produtividade no desenvolvimento de software [7].
4. **Coesão do time:** é um dos fatores que afeta a produtividade positivamente, por isso a alocação de membros de uma equipe deve ser feita de maneira a facilitar a coesão [7].
5. **Colaboração entre os membros do time:** o trabalho colaborativo influencia positivamente a produtividade no desenvolvimento de software [7].
6. **Disponibilidade dos membros para alocação no time de desenvolvimento:** ter os recursos disponíveis no tempo necessário é um aspecto importante e influencia positivamente a produtividade [7].
7. **Rotatividade:** quanto menor for a rotatividade de recursos dentro de um projeto, melhor para a produtividade. De tal maneira, este é um fator de influência negativa [7].
8. **Facilidade de comunicação:** em ambientes colaborativos de desenvolvimento a facilidade de comunicação entre os membros é um fator importante para o aumento da produtividade [7].

Além destes fatores elencados na Revisão Sistemática de Literatura, realizada por Canedo e Santos [7], neste trabalho foram encontrados mais 11 fatores:

1. **Saúde física:** Spanbauer [11] afirma que uma boa saúde física dos empregados leva a ganhos de produtividade.
2. **Saúde mental:** uma boa saúde mental dos empregados leva a ganhos de produtividade [11]. Além disso, Russo et al. [34] destaca que presentemente (durante a pandemia do COVID-19) a saúde mental influencia a produtividade de maneira ainda mais perceptível por conta da ansiedade e estresse comuns ao período.
3. **Felicidade:** a felicidade dos desenvolvedores impacta positivamente na produtividade do time [31, 30].
4. **Qualidade de vida:** a literatura aponta que a qualidade de vida no trabalho está diretamente ligada à produtividade da organização [35, 36].
5. **Satisfação:** fator difícil de entender, prever ou medir. Essa dimensão captura fatores humanos de produtividade e possui vários subcomponentes possíveis, incluindo fatores fisiológicos, como fadiga e medidas de conforto da equipe [2].
6. **Entusiasmo:** para Murphy-Hill et al. [37, 38] o grau de entusiasmo com o trabalho é o fator que mais afeta a produtividade dos desenvolvedores.
7. **Qualificação técnica:** desenvolvedores bem qualificados tecnicamente têm capacidade de serem mais produtivos, pois tal qualificação os permite maior flexibilidade nas tarefas que podem desempenhar [39].
8. **Qualificação comportamental:** a boa qualificação comportamental dos desenvolvedores envolve foco; concentração; tranquilidade; e comprometimento [39].
9. **Compromisso:** representa o nível de responsabilidade que os membros do time estão dispostos a assumir em suas tarefas dentro de sua equipe de trabalho [40].
10. **Foco:** o fator de foco mede o quão focada a equipe está para atingir a meta de uma iteração [41].
11. **Distrações em Casa:** em um regime de trabalho a distância é comum que pessoas percam produtividade por serem distraídas de suas atividades [34].

2.1.2 Produto

Engloba os 15 fatores relacionados às características do produto de software. Os fatores presentes neste incluem: área de negócios; complexidade da aplicação; e linguagem de programação. Nesta seção são apresentados os 8 fatores identificados por Canedo e Santos [7] e mais 7 outros fatores identificados posteriormente para este trabalho, totalizando 15 fatores.

1. **Área de negócios:** consiste na área do negócio tratada pelo software e seu impacto é variável conforme a área de aplicação do produto [7].
2. **Complexidade da aplicação:** pode ser definido como o grau de dificuldade para um projeto ou parte dele [7].
3. **Linguagem de programação:** quanto maior o nível de abstração da linguagem usada na solução, melhor a produtividade do desenvolvimento de software [7].
4. **Plataforma tecnológica:** cada plataforma tem seu próprio impacto na produtividade, portanto, é necessária uma análise sobre bases históricas da organização para definir qual é mais produtiva [7].
5. **Duração do projeto:** a duração de um projeto é um fator que afeta a produtividade negativamente [7].
6. **Tamanho do software:** o motivo da relação negativa entre produtividade e tamanho do software é o aumento da complexidade do projeto [7].
7. **Tipo de software desenvolvido:** sistemas de tipos diferentes influenciam de maneira diferente sobre a produtividade [7].
8. **Requisitos:** considerando a dependência de diversos fatores (tais como a ambiguidade e a volatilidade dos requisitos) a influência deste fator varia conforme o contexto [7].

Além destes fatores apresentados na Revisão Sistemática de Literatura de Canedo e Santos [7], neste trabalho foram encontrados mais 7 fatores:

1. **Completeness do design:** Este fator é descrito por Wagner e Ruhe [42] e evidencia que quanto mais completo o design ao iniciar o desenvolvimento, melhor.
2. **Documentação adequada:** Wagner e Ruhe [42] descrevem que este fator representa quão bem a documentação se adequa às necessidades.

3. **Tempo perdido:** Besker et al. [43] reportam que um quarto do tempo de trabalho dos desenvolvedores é desperdiçado e que análises adicionais de código e dívidas técnicas são os maiores causadores disso.
4. **Velocidade:** é a relação do tempo gasto (ou custo) necessário para realizar uma determinada quantidade de trabalho. Este fator, conforme apresentado por Sadowski et al. [2], se assemelha com a definição de produtividade apresentada por Sharpe [13].
5. **Qualidade:** representa a qualidade do trabalho realizado. Tal métrica pode ser obtida de acordo com valores internos (por exemplo, a qualidade do código e a quantidade de bugs produzidos) ou externos (por exemplo, a qualidade do produto da perspectiva dos usuários finais) [2].
6. **Quantidade de commits:** Helie et al. [44] utilizaram como um dos fatores relacionados à produtividade a frequência de commits de código em um intervalo de uma hora. Segundo os autores, um alto número significa (conforme o conhecimento empírico) que há mais trabalho sendo feito.
7. **Baixa qualidade de código:** a falta de qualidade no código desenvolvido impacta diretamente na motivação e na produtividade dos desenvolvedores [31].

2.1.3 Organização

Os 28 fatores relacionados à organização, incluem: ambiente de trabalho; gestão do conhecimento; tamanho do time entre outros; e maturidade. Nesta seção são mostrados os 14 fatores identificados por Canedo e Santos [7] e mais 14 outros fatores identificados posteriormente para este trabalho.

1. **Ambiente de trabalho:** o ambiente de trabalho contém aspectos que influenciam outros aspectos que juntos influenciam a produtividade positivamente [7].
2. **Existência de antecedentes históricos de medições:** a existência de dados históricos influencia positivamente a produtividade, pois tais dados podem servir de suporte para comparação e porquê estes também podem permitir um melhor entendimento sobre o comportamento de projetos de software [7].
3. **Gestão do conhecimento:** geralmente a falta de troca de conhecimentos entre os desenvolvedores é um fator que influencia negativamente a produtividade [7].

4. **Local do desenvolvimento:** estudos apontam que o local do desenvolvimento afeta a produtividade (por exemplo: países diferentes, organizações militares ou industriais, etc.) [7].
5. **Retrabalho:** a existência de retrabalho é negativa para a produtividade, pois indica alguns outros aspectos negativos como a existência de defeitos [7].
6. **Tamanho do time:** pequenas equipes constituídas por desenvolvedores experientes tem melhores níveis de produtividade [7].
7. **Treinamento:** em geral, a existência de treinamentos é um fator que melhora a produtividade ao permitir a aquisição de conhecimento significativo para o desenvolvimento de software [7].
8. **Compartilhamento de membros:** o compartilhamento de recursos entre projetos é negativo no contexto da produtividade, pois os desenvolvedores têm que manter diversos contextos na mente/cabeça [7].
9. **Sistema de méritos e recompensas:** estes sistemas contribuem positivamente para a produtividade do time de desenvolvimento [7].
10. **Participação dos stakeholders no desenvolvimento:** comumente afeta a produtividade positivamente, todavia, deve haver cuidado porque, se excessiva, esta participação pode ser negativa [7].
11. **Reutilização:** a reutilização de código, bibliotecas ou mesmo de funcionalidades é um fator que impacta positivamente a produtividade no desenvolvimento de software [7].
12. **Utilização de ferramentas:** por mais que a utilização de ferramentas diferentes exija um certo esforço, é considerada um fator que impacta positivamente a produtividade [7].
13. **Utilização de boas práticas em gerenciamento de projetos de software:** práticas que apoiam a construção de um ambiente de trabalho que favoreça o comprometimento e o interesse dos membros da equipe são fatores de impacto positivo na produtividade [7].
14. **Processos de software:** a melhoria de processos leva à melhoria de aspectos importantes, como reutilização, flexibilidade de adaptação e estabilidade de processos alcançados em condições de alta maturidade. De tal forma, este é um fator positivo [7].

Além destes fatores apresentados na Revisão Sistemática de Literatura de Canedo e Santos [7], neste trabalho foram encontrados mais 14 fatores:

1. **Maturidade:** é um dos fatores que mais afeta a produtividade de maneira positiva e requer um time com comunicação efetiva; alta adaptabilidade; capacidade de gerenciamento de conflitos; tomadas de decisão compartilhadas; coesão; confiança mútua; conformidade comportamental; responsabilidades claras; e responsabilidades compartilhadas [25].
2. **Acesso à informação:** a produtividade é positivamente impactada em um ambiente de criação de software onde o fluxo de informações entre os humanos e as ferramentas envolvidas é otimizado [45].
3. **Homogeneidade:** Qamar e Malik [46] desenvolveram um trabalho com o objetivo de medir a produtividade relacionada à homogeneidade de um time de desenvolvimento de software. Neste trabalho, os autores concluíram que times com os maiores índices de homogeneidade são mais produtivos, produzem código de melhor qualidade e, além disso, são também mais eficazes nos testes.
4. **Mentalidade inovadora:** a existência de uma mentalidade sempre aberta a novas ideias influencia na produtividade de desenvolvedores de software [37, 38].
5. **Feedback:** feedbacks úteis sobre a performances influenciam em quão bem os desenvolvedores produzem [37, 38].
6. **Ferramentas de trabalho:** a utilização de boas ferramentas de trabalho também influencia na produtividade [37, 38].
7. **Acurácia das informações:** a acurácia das informações que chegam ao time de desenvolvimento (como bug reports, use cases e change requests) influencia em sua produtividade [33].
8. **Variedade de tarefas:** assim como identificado por Murphy-Hill et al. [37, 38], a variedade de tarefas é um dos fatores que afeta a produtividade de desenvolvedores de software.
9. **Reuniões eficientes:** a eficiência das reuniões e de suas práticas relacionadas também afeta a produtividade de times de desenvolvimento [37, 38].
10. **Possibilidade de trabalho remoto:** a possibilidade de realizar o trabalho de maneira remota para executar tarefas que exigem concentração ininterrupta afeta positivamente a produtividade [37, 38].

11. **Confiança:** a capacidade dos membros do time confiarem uns nos outros influencia na produtividade [47].
12. **Nível de Exposição ao Risco do Software:** representa o nível de incerteza do projeto, tendo um impacto perceptível em como o software pode responder às necessidades do negócio com o passar do tempo [48].
13. **Nível de Autonomia da Equipe:** representa subjetivamente até que ponto a equipe de software tem autoridade e controle na tomada de decisões para realizar o projeto [48].
14. **Comprimento da Iteração:** a duração de uma iteração em dias, calculada como o tempo decorrido entre suas datas de início e término, pode afetar a produtividade [41].

2.1.4 Projetos de Software Livre

Este grupo de 13 fatores representa os relacionados a projetos de software livre. Os fatores deste grupo incluem: investimentos na Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC); relações contratuais; e engajamento da equipe. Nesta seção são apresentados os 7 fatores identificados por Canedo e Santos [7] e mais 6 outros fatores identificados posteriormente para este trabalho.

1. **Investimentos na Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC):** compreende investimentos em softwares, hardwares e laboratórios e é um fator de influência positiva sobre a produtividade [7].
2. **Relações contratuais:** estabelecem mais segurança para os desenvolvedores, por isso, fazem o desenvolvimento se tornar mais produtivo [7].
3. **Falta de relações contratuais:** a falta de relações contratuais permite que colaboradores de projetos de software livre gastem seu tempo contribuindo para atividades que aumentam diretamente a produtividade do software [7].
4. **Engajamento da equipe:** geralmente desenvolvedores de projetos de software livre são mais motivados a contribuir e, além disso, há uma troca de experiências muito positiva entre estes indivíduos [7].
5. **Desengajamento da equipe:** desenvolvedores de software livre podem perder o interesse no projeto por diversos fatores enfrentados por estes [7].

6. **Barreiras à entrada:** as barreiras de entrada podem impactar diretamente a produtividade em projetos de software livre [7].
7. **Diversidade de gênero:** times compostos por homens e mulheres trazem diferentes perspectivas e, desta forma, têm melhores resultados [7].

Além destes fatores apresentados na Revisão Sistemática de Literatura de Canedo e Santos [7], neste trabalho foram encontrados mais 6 fatores:

1. **Complexidade da aplicação:** fator também relacionado ao Produto, se aplica ainda mais a projetos de software livre, pois uma arquitetura modularizada e sem complexidade facilita que outras pessoas contribuam com o projeto tornando-o, assim, mais produtivo [49].
2. **Base de usuários:** é natural que desenvolvedores tenham mais interesse em contribuir com projetos de software livre com uma base de usuários maior [49].
3. **Base de desenvolvedores:** é natural que desenvolvedores tenham mais interesse em contribuir com projetos de software livre que possuam mais desenvolvedores contribuindo [49]. Jiang et al. [50] afirmaram que em comunidades de desenvolvimento maiores (com um grande número de participantes) os desenvolvedores são mais ativos.
4. **Correlação de tamanho:** Jiang et al. [50] consideraram, em projetos de desenvolvimento de software livre, a correlação entre a quantidade de commits e a quantidade de contribuintes como o principal fator para a produtividade.
5. **Diversidade organizacional:** Jiang et al. [50] sugere que projetos de software livre com maior diversidade organizacional, isto é, onde pessoas de diversas empresas contribuem, têm maior produtividade.
6. **Idade do projeto:** a produtividade do software diminuirá gradualmente após atingir um pico no ciclo de desenvolvimento do projeto. Isso indica que a idade do projeto afeta a produtividade [51].

2.2 Gamificação

De acordo com Schlemmer [4], a gamificação consiste em utilizar elementos característicos da mecânica de jogos (games) fora de tais jogos para resolver problemas e motivar um determinado público alvo. Navarro [52], em uma definição semelhante, porém mais abrangente, afirma ser a aplicação de elementos, mecanismos, dinâmicas e técnicas de

jogos no contexto externo ao jogo, ou seja, no dia a dia profissional, escolar e/ou social do indivíduo. Fardo [3] enfatiza que a gamificação não implica em criar um jogo que aborde o problema, recriando a situação dentro de um mundo virtual.

Segundo Zichermann e Cunningham [53], a gamificação possui sete elementos primários, sendo eles: pontuação; níveis; tabelas de ranking; selos; desafios; engajamento inicial; e demais ciclos de engajamento. A ideia principal por trás de um sistema gamificado é que o usuário possa se utilizar de estímulos intrínsecos (como competição e cooperação) e extrínsecos (como pontos, níveis, missões, ranking) aos jogos para realizar as tarefas propostas.

A possibilidade da utilização da gamificação nos mais variados contextos pode ser percebida pelo fato de haverem atualmente diversos trabalhos e publicações relacionados a processos gamificados envolvendo áreas como: física; matemática; pedagogia; biologia; português; história; e química [54]. Considerando a afirmação de Schlemmer [4] de que um dos objetivos da gamificação é motivar o participante do processo gamificado e associando tal asserção ao fato de que a produtividade de uma equipe está diretamente ligada a sua motivação [55], considera-se que a utilização da gamificação pode acarretar diretamente em melhorias na produtividade.

2.2.1 Octalysis

No que se refere a formas de aplicação da gamificação, o framework Octalysis - apresentado na Figura 2.1 - é vastamente utilizado. Este facilita a gamificação de processos através da análise de quatro aspectos que possuem influência sobre as pessoas: aditivos (ao fornecer recompensas e propiciar sentimentos agradáveis); subtrativos (ao prover motivação gerada pelo medo de que algo aconteça); intrínsecos (elementos internos ao indivíduo que influenciam em sua motivação, tais como: auto realização e auto-estima); e extrínsecos (elementos externos ao indivíduo que afetam sua motivação) [5]. Chou [5] apresentou o Octalysis dividido em oito core drives (unidade centrais) voltados para a motivação das pessoas, sendo eles:

- **C1 - Significado:** leva à pessoa a convicção de que ela está fazendo algo maior que ela mesma ou foi escolhida para tomar uma ação.
- **C2 - Conquista:** representa o impulso interno do ser-humano em progredir, desenvolver habilidades, alcançar maestria e superar desafios.
- **C3 - Empoderamento:** acontece quando os usuários ficam engajados em um processo criativo onde são constantemente descobertas coisas novas e/ou novas combinações.

- **C4 - Influência social:** este core drive contém os elementos sociais que motivam as pessoas, tais como: orientação; aceitação social; feedback social; companheirismo; competição; e inveja.
- **C5 - Imprevisibilidade:** determinados nichos de pessoas podem se sentir mais engajados ao participarem de processos imprevisíveis que estimulem sua curiosidade.
- **C6 - Evitação:** core drive que descreve a motivação gerada pela intenção de evitar um acontecimento negativo.
- **C7 - Escassez:** este representa a motivação obtida por querer algo que não se pode ter com facilidade.
- **C8 - Propriedade:** representa a motivação obtida por possuir algo.

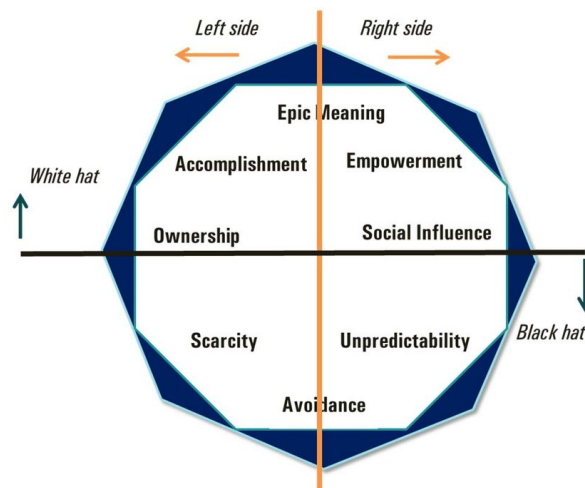


Figura 2.1: Framework Octalysis [5]

É importante ressaltar que, ainda de acordo com Chou [5], o efeito destes core drives pode ser amplificado ou diminuído conforme o perfil do público do processo gamificado. Portanto, ao aplicar a gamificação é de essencial necessidade o conhecimento do público alvo.

2.3 Trabalhos Relacionados

Nesta Seção são descritos alguns trabalhos encontrados na literatura que abordam pontos contidos no escopo deste trabalho. Os trabalhos aqui expostos estão organizados em três tópicos, sendo eles: Identificação de Métricas e fatores de produtividade; Produtividade e Gamificação; e Ferramentas para Mensuração da Produtividade.

2.3.1 Identificação de Fatores de Produtividade

A literatura apresenta diversos trabalhos que relatam fatores que influenciam na produtividade de indivíduos ou equipes, entre esses, o de maior influência sobre o presente trabalho é o de Canedo e Santos [7], que descreveram 37 fatores que influenciam a produtividade separados em quatro grupos (pessoas; produto; organização; e projetos de software livre). Neste mesmo contexto Oliveira et al. [20] conduziram um estudo empírico e chegaram à conclusão de que as métricas mais utilizadas para a medição de produtividade são: tempo, esforço, e quantidade de linhas de código.

Oliveira et al. [56] produziram um artigo com o objetivo de entender se métricas de produtividade podem complementar as percepções dos líderes de equipe em relação ao tema. Durante seu trabalho, eles utilizaram dois grupos: métricas baseadas em código (basicamente a quantidade de código produzido); métricas baseadas em commit (atividade de commit). Seus resultados mostram que a percepção dos líderes é geralmente mais correlacionada com métricas baseadas em código do que métricas baseadas em compromisso. Finalmente, eles concluíram que obter dados de métricas de produtividade unidos às percepções dos líderes pode “fortalecer a convicção da organização sobre desenvolvedores produtivos e pode revelar desenvolvedores produtivos ainda não percebidos pelos líderes de equipe”.

Neste trabalho é utilizada a mesma organização dos fatores de influência sobre a produtividade em quatro grupos apresentada por Canedo e Santos [7] e acrescenta à lista de fatores identificados pelos autores outros trabalhos, tais como o desenvolvido por Graziotin e Fagerholm [31]; Souza et al. [35]; Murphy et al. [45]; Sadowski et al. [2]; Ramírez-Mora e Oktaba [25]; entre outros.

2.3.2 Produtividade e Gamificação

Na literatura podem ser encontrados diversos trabalhos relacionados à utilização da gamificação na área da Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC), entre eles, pode-se citar o trabalho de Naik e Jenkins [57], que descreve um processo gamificado chamado “Relax, It’s a Game“, cujo objetivo é ensinar a estudantes universitários a metodologia de desenvolvimento ágil SCRUM de maneira rápida, simplificada, mais interessante e menos pressionadora quando comparada aos métodos de ensino tradicionais.

Schlemmer [4] afirmou que um dos objetivos da gamificação é motivar o participante do processo gamificado. Enquanto isso, Haefner e Makrigeorgis [55] afirmaram que a produtividade de uma equipe está diretamente ligada a sua motivação, unindo essas duas afirmações, pode-se considerar que a utilização da gamificação impacta positivamente na produtividade. Nesse contexto, Coonradt e Nelson [58] analisam que no esporte as pessoas

se esforçam mais que no trabalho. Os autores afirmaram que neste caso “o participante raramente sabe o resultado ou o que é preciso fazer para vencer“. Além disso, os autores afirmaram que atividades recreativas aplicadas ao local de trabalho promovem o aumento da produtividade.

A associação entre gamificação e produtividade é natural, dado que algumas técnicas relacionadas à gamificação (como rankings, pontos, níveis e desafios) são fatores motivadores para a produtividade, quando utilizados no contexto de desenvolvimento de software [59]. Um ranking, por exemplo, ao comparar a posição dos jogadores, assim como os níveis que indicam uma evolução dentro de uma escala produtiva e de experiência, motiva tais jogadores a serem cada vez melhores (a produzirem cada vez mais) [59].

Moldon et al. [60] conduziram um estudo onde foi examinado como o comportamento dos desenvolvedores de software muda em resposta à remoção de elementos de gamificação do GitHub. Os autores comentam ainda que esta mudança foi seguida por alterações significativas de comportamento. Por exemplo, sequências de atividade de longa duração (streaks) foram abandonadas e tornaram-se menos frequentes; atividades de fim de semana diminuíram e os dias em que os desenvolvedores fizeram contribuições tornaram-se menos comuns. De tal forma, este trabalho fornece evidências do impacto significativo da gamificação no comportamento dos desenvolvedores de software.

Neste trabalho, a gamificação é utilizada na implementação da aplicação web com o objetivo de engajar os membros das equipes de desenvolvimento no processo de mensuração e melhoria da produtividade.

2.3.3 Ferramentas para Mensurar a Produtividade

Helie et al. [44] realizaram um trabalho com o objetivo de medir a produtividade no desenvolvimento de software através da aplicação de técnicas de aprendizagem de máquina em um sistema de controle de versão. Os autores calcularam a produtividade considerando três fatores: quantidade; qualidade; e tamanho. Para Helie et al. [44], a quantidade de trabalho pode ser definida por um modelo que prediz a quantidade de horas gastas por mudança; a qualidade é definida por um modelo que prediz a distribuição de problemas identificados através de uma ferramenta de análise de código; e o tamanho é inferido pelo número de linhas de código. Os autores não especificaram, porém, que problemas seriam identificados ou qual ferramenta de análise de código foi utilizada. Além disso, os autores descreveram somente as técnicas de aprendizagem de máquina e não apresentaram os resultados relacionados à forma de utilização ou à sua aplicação em um contexto real de desenvolvimento do software [44].

O trabalho de Sadowski et al. [2], descreve um framework para conceitualizar a produtividade no desenvolvimento de software de acordo com três dimensões (velocidade,

qualidade e satisfação) essenciais para a compreensão da produtividade. O framework apresentado neste trabalho busca, portanto, apenas conceitualizar a produtividade de acordo com as três dimensões e, conseqüentemente, processos relacionados à sua mensuração não é parte do escopo.

Balk et al. [61] descreveram em seu trabalho um toolbox para cálculo de índices de produtividade. O toolbox calcula índices de produtividade a partir de fórmulas que buscam considerar a qualidade (como Malmquist e Moorsteen-Bjurek) ou custo de produção (como Fisher e Trnqvist). Este trabalho, bem como o de Helie et al. [44], não descreveram um processo de mensuração da produtividade.

O processo para gerenciamento da produtividade apresentado por King e Lima [62] utilizou o Analytic Hierarchy Process (AHP), método para auxiliar na tomada de decisões, e através deste método, permitiu a priorização de fatores por um tomador de decisão em uma escala de nove pontos. Este processo, todavia, não tem fatores pre-estabelecidos e fica na mão do tomador de decisão, inclusive a busca por fatores a utilizar e a decisão de como mensurá-los.

Diferentemente dos trabalhos apresentados nesta Seção, neste trabalho a pesquisa está relacionada a um modelo para mensurar a produtividade que poderá ser utilizado através de uma aplicação web. Além disso, a ferramenta proposta neste trabalho considera múltiplos fatores e mantém na mão do tomador de decisão a capacidade de dar mais ou menos importância para cada um destes. Esta funcionalidade existirá, pois, de acordo com Sadowski et al. [2], o contexto é uma das lentes modificadoras da percepção sobre a produtividade. Apesar desta funcionalidade, haverá uma ponderação padrão que seguirá os resultados do questionário apresentado na Seção 3.2.2.

A Tabela 2.1 apresenta uma visão geral dos trabalhos relacionados a essa pesquisa. Na Tabela 2.1, a linha **1** representa “Relacionado a Produtividade”; a linha **2** representa “Relacionado a Gamificação”; a linha **3** representa “Fatores”; a linha **4** representa “Framework Conceitual”; a linha **5** representa “Machine Learning”; a linha **6** representa “Medição da Produtividade”; e a linha **7** representa “Customização de Fatores”. A primeira coluna da Tabela 2.1 representa os índices das linhas, a segunda coluna é relacionada ao presente trabalho, e as posteriores representam os trabalhos citados nesta seção.

	Proposta	[7]	[20]	[56]	[31]	[35]	[45]	[2]	[25]	[57]	[55]	[58]	[59]	[60]	[44]	[61]	[62]
1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2	x									x	x	x	x	x			
3	x	x	x	x	x	x	x	x	x						x	x	
4								x									
5																x	
6	x														x	x	x
7	x																x

Tabela 2.1: Trabalhos Relacionados

2.4 Síntese do Capítulo

Este Capítulo teve como objetivo apresentar a fundamentação teórica, essencial para o entendimento do trabalho e dos temas relacionados. Os temas são: **Produtividade**: onde são apresentados conceitos relacionados bem como os fatores de influência divididos em grupos; e **Gamificação**: onde o tema é apresentado, explicado e relacionado com a produtividade - tema principal deste trabalho. Além destas Seções, esse Capítulo apresenta os Trabalhos Relacionados ao contexto deste trabalho. Essa seção também foi dividida em três subseções, onde em cada uma delas são apresentados trabalhos correlatos a um tema específico, sendo eles: Identificação de Fatores de Produtividade; Produtividade e Gamificação; e Ferramentas para Mensuração da Produtividade. No Capítulo 3 é apresentada a Metodologia utilizada para realizar este trabalho.

Capítulo 3

Metodologia de Desenvolvimento

O desenvolvimento deste trabalho foi realizado seguindo às etapas apresentadas na Figura 3.1. As etapas foram: estudo teórico; planejamento; construção; e estudo de caso. Ao analisar a figura e, conseqüentemente, a forma de construção deste trabalho, é importante perceber que este foi feito de maneira iterativa-incremental, pois após a etapa de estudos teóricos as etapas de planejamento, construção, e estudo de caso se repetiram em ciclos até a finalização do trabalho. Mais detalhes sobre cada uma destas etapas são apresentados nas Seções de Estudo Teórico 3.1; Planejamento 3.2; Construção 3.3; e Estudo de Caso 3.4.

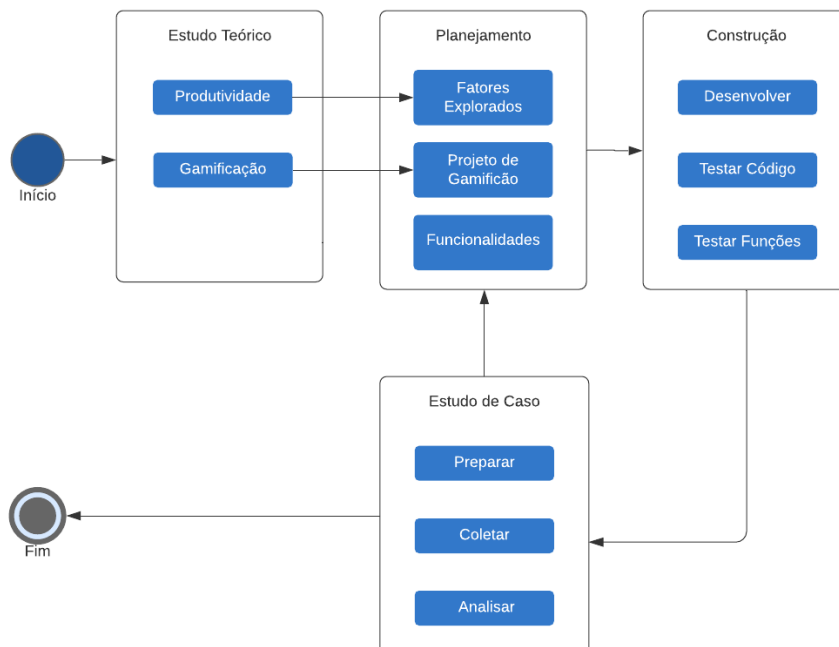


Figura 3.1: Etapas e procedimentos adotados no desenvolvimento do trabalho

3.1 Estudo Teórico

A primeira etapa realizada consistiu em uma busca exploratória na literatura com base na revisão de literatura conduzida por Canedo e Santos [7] no ano de 2019. O objetivo desta etapa foi o conhecimento do contexto relacionado à pesquisa e a atualização da lista de fatores de influência sobre a produtividade apresentada por Canedo e Santos [7].

Durante a etapa de estudo teórico foram utilizadas como fontes de conhecimento: artigos, livros, dissertações, teses, manuais técnicos, e páginas da web encontrados na literatura. Como já apresentado, os temas estudados durante esta etapa foram: produtividade e gamificação. Ao final da etapa, foram obtidas as informações necessárias relacionadas ao contexto para o prosseguimento do trabalho. Entre estas, a principal saída para as próximas etapas foi a lista de fatores com influência sobre a produtividade. Essa lista foi utilizada amplamente nas etapas posteriores, como é detalhado nas seções correspondentes.

3.1.1 RQ.1. Quais são os fatores utilizados para mensurar a produtividade de acordo com a literatura?

Durante a revisão de literatura foram encontrados outros 38 fatores de influência sobre produtividade, além dos apresentados por Canedo e Santos [7]. A Tabela 3.1 apresenta os 37 fatores para mensurar a produtividade encontrados na revisão de literatura feita por Canedo e Santos [7]. A Tabela 3.2 apresenta os 38 novos fatores encontrados para este trabalho. Juntos, estes 75 fatores constituem a resposta ao **RQ.1**. As Tabelas (3.1 e 3.2) apresentam os fatores classificados segundo o seu grupo e, considerando que o detalhamento de cada um destes fatores já foi apresentado no capítulo 2, tais tabelas não apresentam suas descrições.

ID	Grupo	Fator
01	Pessoas	Experiência
02		Habilidades e competências
03		Motivação
04		Coesão do time
05		Colaboração entre os membros do time
06		Disponibilidade dos membros para alocação no time de desenvolvimento
07		Rotatividade
08		Facilidade de comunicação
Fatores de Produtividade		

Tabela 3.1 – Fatores de Produtividade

ID	Grupo	Fator
09	Produto	Área de negócios
10		Complexidade da aplicação
11		Linguagem de programação
12		Plataforma tecnológica
13		Duração do projeto
14		Tamanho do software
15		Tipo de software desenvolvido
16		Requisitos
17	Organização	Ambiente de trabalho
18		Existência de antecedentes históricos de medições
19		Gestão do conhecimento
20		Local do desenvolvimento
21		Retrabalho
22		Tamanho do time
23		Treinamento
24		Compartilhamento de membros
25		Sistema de méritos e recompensas
26		Participação dos stakeholders no desenvolvimento
27		Reutilização
28		Utilização de ferramentas
29		Utilização de boas práticas em gerenciamento de projetos de software
30		Processos de software
31	Projetos OS	Investimentos na Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC)
32		Relações contratuais
33		Falta de relações contratuais
34		Engajamento da equipe
35		Desengajamento da equipe
36		Barreiras à entrada
37		Diversidade de gênero
Fatores de Produtividade		

Tabela 3.1 – Fatores de Produtividade

ID	Grupo	Fator
----	-------	-------

Tabela 3.1: Fatores de Produtividade Identificados por Canedo e Santos [7]

3.2 Planejamento

Após a realização do estudo teórico, a fase de planejamento se iniciou. Esta etapa, devido ao seu tamanho e à natureza disjunta dos assuntos relacionados, foi dividida em três subseções: Fatores de Produtividade; Definição das Funcionalidades da Plataforma; e Definição do Projeto de Gamificação. Essa divisão está representada na Figura 3.2.

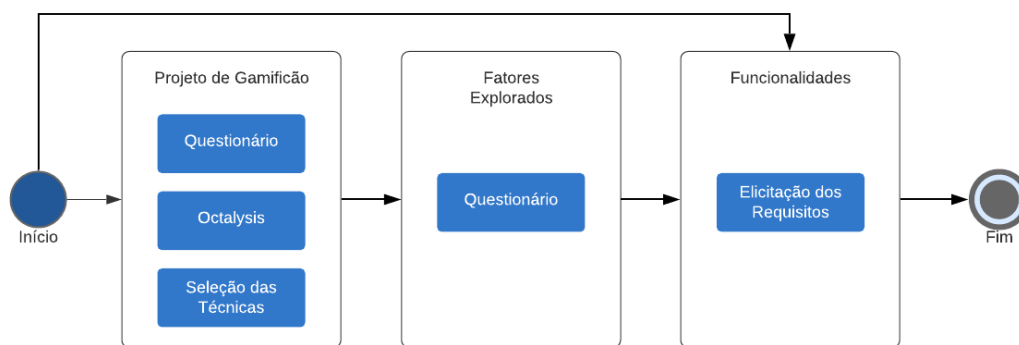


Figura 3.2: Subetapas da fase de planejamento

Nesta etapa, primeiro foi feita a definição do projeto de gamificação (dividida em três partes) 3.2.1; depois, a definição dos fatores de influência sobre produtividade a serem explorados 3.2.2; e, por último, a definição das funcionalidades da plataforma 3.2.3. Cada uma dessas etapas é explicada nas sub-seções correspondentes.

O modelo de desenvolvimento utilizado neste trabalho foi o iterativo-incremental (como visto na Figura 3.1). Durante a primeira iteração, todas as etapas foram executadas seguindo o fluxo: Projeto de Gamificação; Fatores Explorados; Funcionalidades. Durante todas as iterações posteriores, somente a etapa de “Funcionalidades” foi executada. Os dois fluxos possíveis são representados através da Figura 3.2.

ID	Grupo	Fator	Referências
01	Pessoas	Saúde física	[11]
02		Saúde mental	[11, 34]
03		Felicidade	[31, 30]
04		Qualidade de vida	[35, 36]
05		Satisfação	[2]
06		Entusiasmo	[37]
07		Qualificação técnica	[39]
08		Qualificação comportamental	[39]
09		Compromisso	[40]
10		Foco	[41]
11		Distrações em casa	[34]
12		Completeness do design	[42]
13	Produto	Documentação adequada	[42]
14		Tempo perdido	[43]
15		Velocidade	[2, 13]
16		Qualidade	[2]
17		Quantidade de commits	[44]
18	Baixa qualidade de código	[31]	
19	Organização	Maturidade	[25]
20		Acesso à informação	[45]
21		Homogeneidade	[46]
22		Mentalidade inovadora	[37]
23		Feedback	[37]
24		Ferramentas de trabalho	[37]
25		Acurácia das informações	[33]
26		Variedade de tarefas	[37]
27		Reuniões eficientes	[37]
28		Possibilidade de trabalho remoto	[37]
29	Confiança	[47]	
30		Nível de Exposição ao Risco do Software	[48]
31		Nível de Autonomia da Equipe	[48]
32		Comprimento da Iteração	[41]
33	Projetos OS	Complexidade da aplicação	[49]
34		Base de usuários	[49]
35		Base de desenvolvedores	[49, 50]
36		Correlação de tamanho	[50]
37		Diversidade organizacional	[50]
38		Idade do projeto	[51]

Tabela 3.2: Novos Fatores de Produtividade Identificados neste Trabalho

3.2.1 Definição do Projeto de Gamificação

De acordo com Kiryakova et al. [63], para elaborar uma estratégia de gamificação efetiva para a aprendizagem digital deve-se realizar uma análise profunda que inclui os seguintes passos: 1. Determinar as características do público; 2. Definir os objetivos; 3. Criar conteúdo interativo, engajador e rico; 4. Planejar as atividades a serem gamificadas; e 5. Adicionar elementos de jogos a estas.

RQ.2. Quais características dos participantes das equipes de desenvolvimento de software podem ser exploradas em um projeto de gamificação?

Para determinar as características do público foi utilizado um questionário online aplicado a desenvolvedores de software. Tal questionário teve como público alvo membros de times de desenvolvimento de software em geral, ou seja, a única restrição aplicada está relacionada à área de atuação profissional dos respondentes. No total, o questionário continha 20 questões, conforme apresentado na Tabela 3.3. Dentre estas, 18 questões foram respondidas através de uma escala Likert [64] com cinco opções e as outras 2 questões foram respondidas através de um intervalo número.

Pergunta	Tipo de Resposta	Core Drive
Qual a sua faixa etária?	Intervalo Numérico	-
Qual a sua experiência com desenvolvimento?	Intervalo Numérico	-
Você arriscaria sua vida para salvar a de outra pessoa?	Escala Likert	C1
Você ajudaria o próximo sem cobrar nada em troca?	Escala Likert	C1
Quanto você gosta de atividades desafiadoras?	Escala Likert	C2
Você modificaria seus hábitos para se tornar melhor em algo que não gosta?	Escala Likert	C2
Os feedbacks que você recebe durante um trabalho ajudam no engajamento e continuidade do desenvolvimento do mesmo?	Escala Likert	C3
Como você se sente quando lhe é atribuído uma atividade diferente?	Escala Likert	C3
Quanto você gosta de se esforçar para solucionar problemas do cotidiano de diferentes formas usando sua criatividade?	Escala Likert	C3

Continua na próxima página

Tabela 3.3 – continuando da página anterior

Pergunta	Tipo de Resposta	Core Drive
Quanto você gosta de personalizar seu perfil em redes sociais ou jogos?	Escala Likert	C4
Quão atraído se sente por itens colecionáveis?	Escala Likert	C4
Quanto você estaria disposto a ir a um lugar que não gosta só para agradar alguém especial?	Escala Likert	C5
Quanto você estaria disposto a fazer a função de outro membro do grupo para que o trabalho não sofra com atrasos e interrupções?	Escala Likert	C5
Quanto você gostaria de ajudar seus colegas a conquistarem algo importante?	Escala Likert	C5
Quanto de paciência você teria para esperar por um atendimento qualquer mesmo sabendo que há 50 pessoas na sua frente?	Escala Likert	C6
Quando necessita adquirir um bem de consumo você costuma pesquisar bem e avaliar com cuidado as opções?	Escala Likert	C6
Você teria curiosidade suficiente para ir a lugares desconhecidos ainda que coisas imprevisíveis possam acontecer?	Escala Likert	C7
Quão disposto você está para trabalhar com assuntos/métodos novos a serem implantados em seu espaço de trabalho?	Escala Likert	C7
Você deixaria de fazer algo que gosta para não contrariar alguém ou ser rejeitado?	Escala Likert	C8
Quanto você fica aflito em situações de perigo?	Escala Likert	C8

Tabela 3.3: Questionário Para Determinar as Características do Público

A Tabela 3.3 é constituída por 3 colunas:

- “Pergunta“: descrição das perguntas do questionário que foram respondidas;

- “Tipo de Resposta“: descreve o tipo de resposta esperado, neste caso: Intervalo Numérico (faixas etárias no caso da idade e agrupamentos temporais no caso do tempo de experiência) ou Escala Likert;
- “Core Drive“: relaciona a pergunta a um dos oito core drives descritos por Chou [5]: C1 - Significado; C2 - Conquista; C3 - Empoderamento; C4 - Influência social; C5 - Imprevisibilidade; C6 - Evitação; C7 - Escassez; ou C8 - Propriedade. É a partir deste relacionamento que foram classificados os core drives com mais efeito neste contexto.

O questionário recebeu um total de 69 respostas. A Figura 3.3 (a), apresenta a resposta à pergunta “Qual a sua faixa etária?”, entre os participantes, temos que 2.9% têm até 19 anos; 23.2% entre 20 a 24 anos; 20.3% de 25 a 29; 26.1% entre 30 e 39; e 27.5% possuem 40 anos ou mais.

Na Figura 3.3 (b), é apresentada a estatística relacionada às respostas para a pergunta “Qual a sua experiência com desenvolvimento?”. Conforme é possível observar na Figura mais da metade da população amostral tem mais de 5 anos de experiência com desenvolvimento (33.3% possuem 10 anos ou mais e 21.7% desenvolvem há mais de 5 anos e menos de 10 anos) e 44.9% possuem até 5 anos de experiência com desenvolvimento.

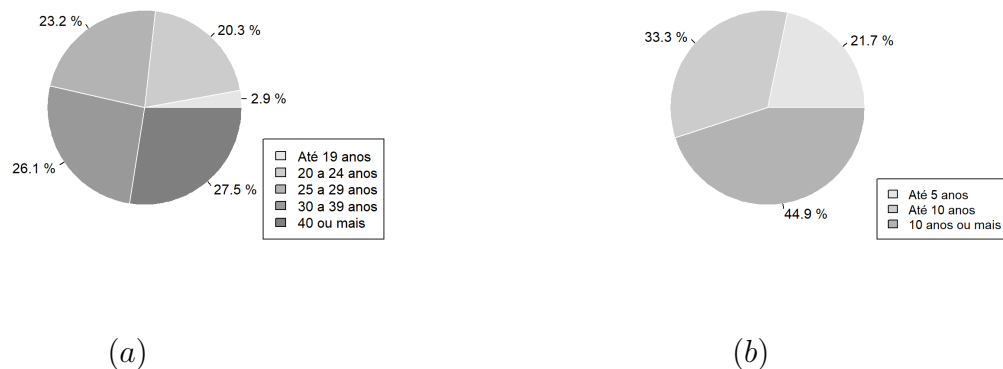


Figura 3.3: Figura (a) mostra as estatísticas sobre a faixa etária da população amostral do primeiro questionário, enquanto (b) mostra as estatísticas sobre o tempo de experiência com desenvolvimento de software da população amostral do primeiro questionário.

Considerando que nas demais perguntas do questionário foi utilizada uma escala Likert, cada uma das 5 opções foi relacionada a um número de 1 a 5 e a média entre estes números da escala é o valor considerado para a definição dos core drives de maior influência. A

Tabela 3.4, apresenta o valor obtido por core drive já ordenado do mais influente para o menos influente.

ID do Core Drive	Descrição do Core Drive	Média
C5	Imprevisibilidade	4,34
C7	Escassez	4,26
C3	Empoderamento	4,19
C1	Significado	4,02
C2	Conquista	3,91
C6	Evitação	3,78
C4	Influência social	3,25
C8	Propriedade	3,04

Tabela 3.4: Resultados do Questionário

O segundo passo apresentado por Kiryakova et al. [63] é o de definir os objetivos do processo gamificado. No contexto deste trabalho o objetivo a ser atingido com a utilização da gamificação foi o aumento da motivação dos desenvolvedores no processo de medição da produtividade. Ao atingir este objetivo, o processo referido pode de uma só vez medir e aumentar a produtividade do time, pois a motivação dos indivíduos em um projeto de software influencia positivamente a produtividade no desenvolvimento deste projeto [7].

O terceiro passo representa a criação do conteúdo interativo. No presente trabalho este passo é representado através da aplicação web que possui uma interface planejada conforme as técnicas de gamificação utilizadas. O quarto passo foi “planejar as atividades a serem gamificadas”: tais atividades foram planejadas no momento da definição dos requisitos, também segundo as técnicas de gamificação selecionadas, apresentadas na Tabela 3.5.

ID Core Drive	Técnica	Descrição
C5	Prateleiras de Troféu	Permite que uma pessoa mostre implicitamente o que ela tem feito sem realmente dizer isso [5].
C7	Storytelling Visual	Uma narrativa pode ajudar um jogador a mergulhar melhor em um exercício mundano e chato, e experimentar um significado e um propósito [5].
C3	Combos	Quando um conjunto encadeado de ações produz um efeito maior do que a soma individual das partes [5].
C2	Leaderboards	São um elemento de jogos em que se classificam os usuários com base em um conjunto de critérios que são influenciados pelo comportamento dos usuários em relação às ações desejadas [5].

Tabela 3.5: Técnicas de Gamificação Seleccionadas

A Tabela 3.5 apresenta as técnicas seleccionadas relacionando-as aos core drives correspondentes e a uma breve descrição. Foram descritas aqui apenas as técnicas seleccionadas para este trabalho, pois Chou [5] (criador do Octalysis - framework aqui utilizado para gamificação) descreve mais de noventa delas.

Conforme pode ser observado na Tabela 3.5, a aplicação usa um total de três técnicas de gamificação contidas nos 3 principais core drives conforme o resultado obtido na etapa de determinar as características do público (Tabela 3.4). Além destas, foi utilizada ainda uma quarta técnica (Leaderboards) do Core Drive C2, uma vez que esta técnica é um dos fatores motivadores para a produtividade quando utilizada no contexto de desenvolvimento de software [59]. A Tabela 3.5 representa os passos 4 e 5 do processo a ser utilizado, ou seja, diz respeito às ações de planejar as atividades gamificadas e de adicionar/seleccionar os elementos de jogos que estão contidos nestas. Os detalhes da implementação das funcionalidades são descritos na Seção de Resultados 4.

3.2.2 Fatores de Produtividade

Na literatura podem ser encontrados diversos fatores de influência sobre a produtividade sendo que, para este trabalho, foram levantados um total de 75 fatores, conforme apresentado na Tabela 3.2. Estes fatores foram avaliados por 44 pessoas através de um questionário. Este questionário teve como público alvo membros de times de desenvolvimento de software em geral, ou seja, a única restrição aplicada está relacionada à área de

atuação profissional dos respondentes. No questionário os respondentes classificaram sua concordância com tais fatores através de uma escala Likert [64] com cinco opções que são ponderadas da seguinte maneira:

- **Discordo totalmente:** por ser a opção mais negativa possível, é ponderada como “-2”;
- **Discordo:** por ser uma opção relativamente negativa, é ponderada como “-1”;
- **Neutro:** tem sua neutralidade representada através do peso “0”;
- **Concordo:** por ser uma opção relativamente positiva, é ponderada como “1”;
- **Concordo plenamente:** por ser a opção mais positiva possível, é ponderada como “2”.

O questionário foi composto por 5 seções onde a primeira busca informações do respondente e as demais seções do formulário representam os quatro grupos de fatores previamente mostrados. O questionário contendo todas as questões pode ser visualizado no Google Forms através deste link: shorturl.at/dkoBW. Os resultados da aplicação deste questionário são expostos na Seção 4.1.

3.2.3 Definição das Funcionalidades da Plataforma

Para que os fatores de produtividade fossem utilizados pela ferramenta, estes foram mensurados. Portanto, esta seção se dedica a explicitar os fatores utilizados para a mensuração da produtividade e como estes foram medidos. Da mesma maneira, esta seção relata as funcionalidades auxiliares, tais como: criação de usuário; cadastro de empresas; cadastro de projetos; e login.

Medição da Produtividade

A princípio, todos os fatores encontrados na literatura podem ser utilizados através do sistema de medição. Todavia, como alguns podem não ter tanta relevância em um determinado contexto, o sistema possibilita que os usuários adicionem ou removam tais fatores. Mais detalhes de como tais fatores podem ser adicionados ou removidos estão presentes na seção de resultados 4.

Definição das Funcionalidades Auxiliares

Para que a avaliação dos fatores ocorra da forma descrita, o sistema possui a funcionalidade de “medição da produtividade”. Além disso, para que a produtividade seja calculada,

a plataforma conta com diversas funcionalidades auxiliares, sendo elas: 1. Cadastro de usuários; 2. Cadastro de empresas; 3. Cadastro de fatores; 4. Login de usuário; 5. Prateleira de troféus; 6. Leaderboards; e 7. Combos. O desenvolvimento e detalhamento das funcionalidades é relatado na seção de Resultados 4. Tal planejamento buscou utilizar as técnicas de gamificação selecionadas e descritas na Tabela 3.5.

3.3 Construção

Bem como ocorre com outros sistemas complexos, sistemas de software evoluem. Neste contexto, isso significa dizer que os requisitos relacionados mudam frequentemente [65]. O modelo de desenvolvimento incremental, segundo Pressman [65], é uma evolução do modelo cascata (tradicional) onde, ao invés de especificar e desenvolver tudo de uma só vez, trabalha-se com a construção de pequenos pedaços de software separadamente (em iterações).

Neste trabalho, o modelo incremental foi combinado com o desenvolvimento baseado em componentes que, ainda de acordo com Pressman [65], prega a construção e utilização de componentes reutilizáveis. A modularização do sistema construído auxilia a utilização de outro conceito: o *Single Responsibility Principle (SRP)*, que afirma que cada módulo ou classe deve ter responsabilidade sobre uma única parte da funcionalidade fornecida pelo software [66]. A utilização do SRP possibilitou, além da organização, benefícios como a facilidade na identificação e correção de erros, já que o código se torna mais granular [67].

Em complemento, todo o sistema foi feito seguindo a modelagem orientada a testes. Esta abordagem incorpora verificações de consistência e semântica durante a engenharia do sistema e, com isso, ajuda a produzir modelos de alta qualidade [68].

A Figura 3.4 representa a arquitetura do sistema desenvolvido. Tal sistema pode ser dividido nas três camadas conceituais descritas abaixo.

- **Camada de Frontend:** onde fica o aplicativo desenvolvido com Angular, um framework criado pelos desenvolvedores da Google para construção da interface de aplicações usando HTML, CSS e JavaScript ¹.
- **Camada de Backend:** que contém os dois microsserviços construídos neste trabalho. O “Microsserviço Usuário” é responsável por todas as operações relacionadas ao cadastro do usuário, enquanto o “Microsserviço Produtividade” é responsável pelas operações relacionadas ao cálculo da produtividade. A arquitetura de microsserviços é usada como alternativa aos aplicativos monolíticos porque são mais simples de escalar, mais flexíveis e permitem que contextos diferentes sejam tratados em

¹<https://angular.io/>

unidades de código diferentes [69]. A linguagem utilizada para a construção dos microsserviços foi o Java com o framework Spring que “torna a programação em Java mais rápida, fácil e segura“, além de ser o framework Java mais popular do mundo ².

- **Camada de Dados:** a arquitetura de microsserviços descrita foi usada em conjunto com o padrão Database per Service que, dentre seus benefícios, ajuda a garantir que os serviços estejam fracamente acoplados e garante que mudanças no banco de dados de um serviço não afetam nenhum outro serviço [69]. O SGBD (Sistema Gerenciador de Banco de Dados) selecionado foi o PostgreSQL que “é um poderoso sistema de banco de dados objeto-relacional de código aberto“ ³.

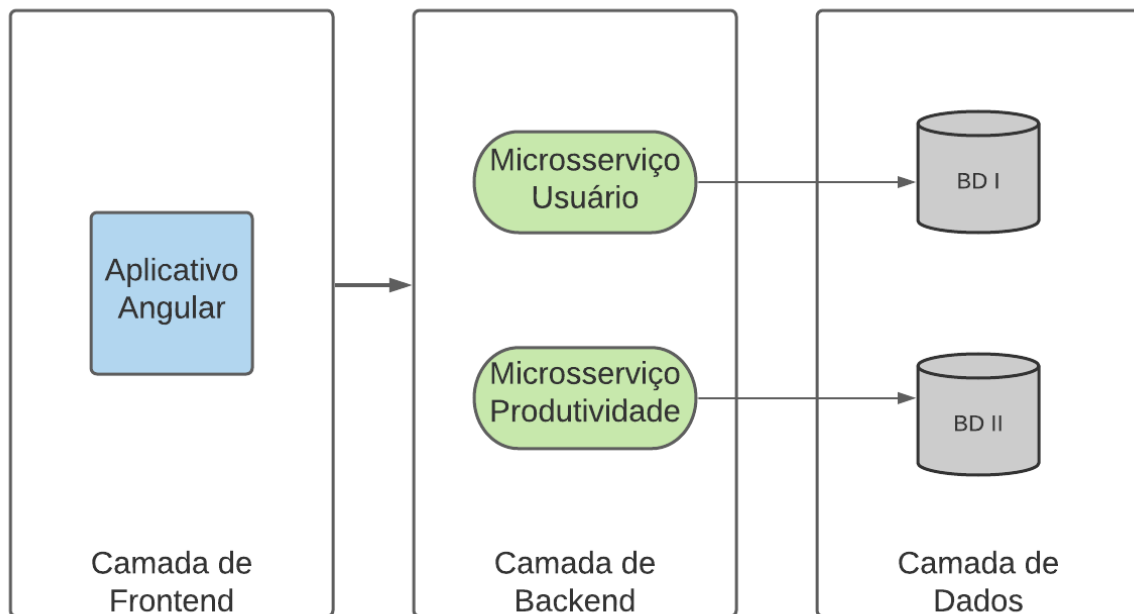


Figura 3.4: Arquitetura da Plataforma

Quanto às funcionalidades desenvolvidas e iterações em que estas foram desenvolvidas, a Tabela 3.6 contém uma relação onde a primeira coluna representa a funcionalidade a ser entregue e a segunda coluna representa a iteração.

²<https://spring.io/why-spring/>

³<https://www.postgresql.org/>

Funcionalidade	Iteração
Cadastro de usuários	1
Login	1
Cadastro de empresas	2
Cadastro de fatores	2
Medição com fatores cadastrados	3
Leaderboards	4
Prateleira de Troféus	4
Combos	4

Tabela 3.6: Funcionalidades e iterações

3.4 Estudo de Caso

Este trabalho teve o seguinte objetivo específico para o estudo de caso: validar a mensuração da produtividade de acordo com fatores existentes na literatura através de uma aplicação web gamificada. O estudo aqui descrito implementa os seis passos para a realização de um estudo de caso definidos por Yin [6] e apresentados na Figura 3.5.

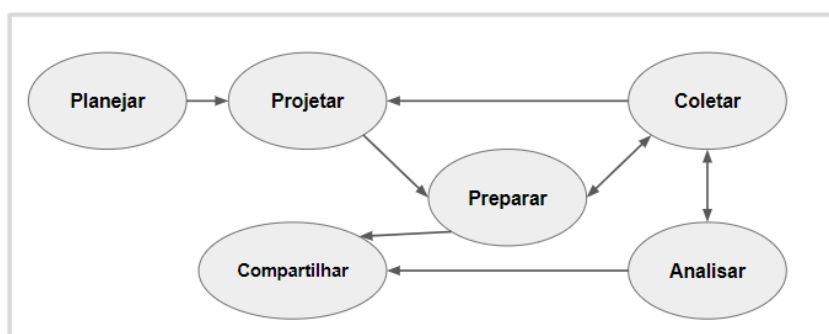


Figura 3.5: Passos para a Realização do Estudo de Caso (Adaptado de [6])

1. **Planejar:** o passo de entrada contemplou a identificação dos possíveis benefícios a serem obtidos pela utilização de um estudo de caso e, partindo disso, foi tomada a decisão relacionada à execução do Estudo de Caso. Neste trabalho, a aplicação desenvolvida neste trabalho foi considerada necessitada de validação. Após a conclusão deste passo, o próximo passo foi o de projetar o estudo de caso.
2. **Projetar:** enquanto se esteve projetando o estudo de caso, foram desenvolvidas teorias, proposições e questões relacionadas com o objetivo de orientar a sua condução. Para o objetivo citado para o estudo de caso, espera-se que o sistema seja fácil de usar e demonstre utilidade ao facilitar a mensuração da produtividade da

equipe. A partir deste passo, o próximo passo é o de preparar a coleta das evidências relacionadas ao estudo de caso.

3. **Preparar:** durante a preparação para a coleta das evidências relacionadas ao estudo de caso, o protocolo deste estudo foi desenvolvido junto à estratégia geral. A validação da utilização das métricas neste contexto foi iniciada ainda durante o desenvolvimento do sistema web em uma equipe de desenvolvimento de software. Isto possibilita a comparação dos resultados anteriores e posteriores à utilização do sistema gamificado. Após a finalização desta etapa, o próximo passo é o de coletar as evidências necessárias ao estudo de caso ou compartilhar os resultados.
4. **Coletar:** nesta etapa foram coletados e disponibilizados os dados relacionados às evidências necessárias ao estudo de caso. Nesta etapa também foram feitas buscas por padrões, ideias e conceitos interessantes relacionados aos resultados obtidos. Após a conclusão deste, o próximo passo pode ser o de projetar, o de preparar, ou o de analisar as evidências.
5. **Analisar:** passo que objetivou a análise dos dados obtidos durante a coleta. Uma análise sobre os dados coletados para a validação é exposta na seção Resultados 4. Ao finalizar esta etapa, o próximo passo foi o compartilhamento ou uma nova coleta de evidências.
6. **Compartilhar:** fornece à audiência evidências para compreenderem o que foi feito e para poderem chegar as suas próprias conclusões. No caso deste trabalho, o compartilhamento dos resultados é preparado através de sua redação para posteriores apresentações e publicações.

3.4.1 Caracterização do Objeto de Estudo

O estudo de caso foi aplicado em dois times de desenvolvimento de software que contam com 8 pessoas envolvidas ao todo, dois times de quatro pessoas. Entre estes, seis são desenvolvedores e dois ocupam cargos de gerência dos projetos. A metodologia de desenvolvimento utilizada pelas duas equipes é ágil, porém não é seguida uma específica (como o Scrum, por exemplo) - ao invés disso, são incorporados elementos julgados como positivos pela equipe, tais como: daily meeting de até 30 minutos (ao invés dos 15 previstos no Scrum); sprints com tamanho definido pelo backlog desejado pelo cliente (i.e.: duração variada); e revisão por pares para buscar qualidade no desenvolvimento. As tarefas a serem realizadas em uma determinada Sprint são organizadas em um quadro Kanban de três colunas: A fazer; Fazendo; e Feitas.

Um dos projetos em questão teve seu desenvolvimento iniciado em abril de 2019 (time aqui chamado de time 1), porém, até a aplicação do estudo de caso deste trabalho, não foi utilizada nenhuma forma de mensuração da produtividade. O segundo projeto (time aqui chamado de time 2) foi iniciado em fevereiro de 2021.

Quando o estudo de caso foi iniciado, o projeto do time 1 já possuía diversas entregas ao cliente e estava próximo do final da sua fase de desenvolvimento prevista - após ela, foi iniciada a fase de sustentação. Todavia, para que os dois projetos fossem avaliados em cenários mais semelhantes, a medição da produtividade só ocorreu até que fosse finalizada a etapa de desenvolvimento. O segundo projeto (do time 2) teve a medição da produtividade iniciada ainda nos primeiros meses de sua implementação, portanto, durante a etapa de desenvolvimento.

Outra característica dos dois times é que ambos trabalham de forma remota. O time 1 é constituído por pessoas que trabalharam presencialmente juntas e iniciaram o trabalho remoto em março de 2020. O time 2 é constituído por pessoas que nunca se conheceram presencialmente e que desde seu início (em fevereiro de 2021) trabalhou de maneira exclusivamente remota. Todos os participantes dos dois times são brasileiros residentes do Brasil, porém, vivendo em diferentes Unidades Federativas.

A Tabela 3.7 apresenta as informações demográficas das equipes de desenvolvimento. Através da Tabela 3.7 é possível perceber que o time 1 e o time 2 têm algumas características semelhantes: a média de experiência do time 1 é de 14 anos (considerando “Mais de 30 anos“ com o valor 30 para este cálculo); enquanto a média para o time 2 é de 12 anos (considerando “Mais de 20 anos“ com o valor 20 para este cálculo); e todos os participantes são do gênero masculino.

ID	Time	Função	Experiência	Gênero	Escolaridade
P01	1	Gestor de projeto	Mais de 30 anos	Masculino	Graduado
P02	1	Desenvolvedor Full-Stack	7 anos	Masculino	Pós-graduado
P03	1	Arquiteto de integração	14 anos	Masculino	Graduado
P04	1	Desenvolvedor Full-Stack	5 anos	Masculino	Mestrando
P05	2	Desenvolvedor Back-End	8 anos	Masculino	Pós-graduado
P06	2	Desenvolvedor Front-End	15 anos	Masculino	Ensino Médio
P07	2	Gestor de projeto	Mais de 20 anos	Masculino	Graduado
P08	2	Desenvolvedor Full-Stack	5 anos	Masculino	Mestrando

Tabela 3.7: Perfil das Equipes de Desenvolvimento

Quanto às funções das pessoas alocadas ao projeto, ambos possuem um gestor e três pessoas de função técnica. Todavia, o time 1 possui um arquiteto de integração (função não presente no time 2) e, além disso, o time 1 não possui distinção entre desenvolvedor front-end e back-end - os dois desenvolvedores são full-stack. Enquanto isso, o time 2

tem um responsável pelo front-end, um responsável pelo back-end e um desenvolvedor full-stack que trabalha no front-end e no back-end.

A Tabela 3.7 apresenta ainda o grau de escolaridade de todos os participantes. A equipe 1 é formada por duas pessoas graduadas, uma pós-graduada e um mestrando, ou seja, todos têm ao menos curso superior. A segunda equipe é formada por um pós-graduado, um graduado, um mestrando e uma pessoa sem formação superior - apenas com ensino médio completo.

3.5 Ameaças à Validade

Entre as ameaças à validade apresentadas para esta seção cita-se a quantidade de respostas ao questionário para demarcação das características do público alvo, totalizando 69 respostas, bem como para o segundo questionário, que teve o propósito de avaliar os fatores de produtividade encontrados na literatura e obteve um total de 44 respostas. O número de respostas pode ser considerado uma ameaça à validade visto que a quantidade de respondentes não representa uma grande parcela da comunidade de desenvolvimento de software. Assim, os resultados não podem ser generalizados.

O processo de demarcação das questões de pesquisa - devido a sua criticidade - pode ser considerado uma ameaça à validade deste trabalho, pois não é possível encontrar respostas para as questões não definidas. Além disso, adiciona-se à lista de ameaças as referências escolhidas como base para este trabalho, ou seja, não foi realizada uma revisão sistemática de literatura (RSL), uma vez que existe na literatura uma revisão sistemática recente em relação ao assunto. Para mitigar essa ameaça, tentamos identificar na literatura, todos os estudos recentes a partir da RSL desenvolvida por Canedo e Santos [7].

3.6 Síntese do Capítulo

Este capítulo teve como objetivo identificar e analisar as características relacionadas a este trabalho. A metodologia deste segue um conjunto de etapas, sendo elas apresentadas em seções separadas. A etapa de **Estudo Teórico - Seção 3.1** consistiu em uma revisão de literatura para a elaboração do referencial teórico. A etapa de **Planejamento - Seção 3.2** mostrou detalhes de como foi planejado o projeto de gamificação; os fatores explorados; e a definição das funcionalidades do sistema desenvolvido. A etapa de **Construção - Seção 3.3** foram descritos detalhes técnicos relacionados à construção do software, bem como: detalhes arquiteturais; metodologia; conceitos de desenvolvimento; e tecnologias utilizadas. A última etapa, a de **Estudo de Caso - Seção 3.4** descreveu os passos seguidos no estudo de caso realizado neste trabalho e caracterizou o objeto de

estudo. O próximo capítulo é o de Resultados (Capítulo 4) e expõe os resultados obtidos neste trabalho.

Capítulo 4

Resultados

4.1 Fatores de Influência Sobre a Produtividade

Como apresentado na Seção 3.2.2, os 75 fatores de influência sobre a produtividade encontrados na literatura foram avaliados por participantes da comunidade de desenvolvimento através de um questionário. Os resultados deste questionário são descritos nas subseções abaixo - Seção 4.1.1 e Seção 4.1.2.

4.1.1 Análise dos Resultados - Demografia

A Figura 4.1 apresenta o resultado obtido em relação ao gênero dos participantes da pesquisa. Esta expõe que 90.7% dos participantes da pesquisa são homens; 7.0% são mulheres; 2.3% dos respondentes escolheram a opção “Outro”.

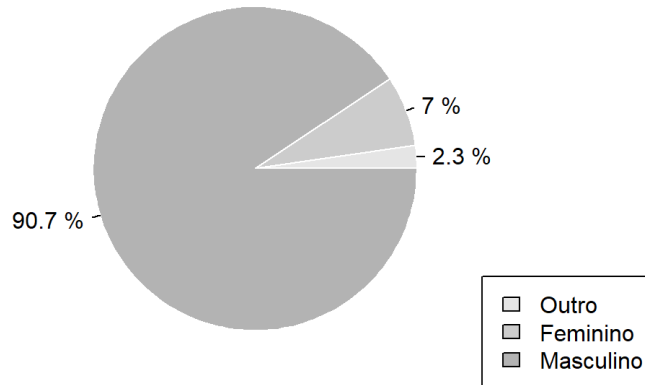


Figura 4.1: Gênero dos participantes do segundo questionário

Para identificar a função dos participantes da pesquisa no processo de desenvolvimento de software foi fornecido um dropdown (caixa de seleção) com as seguintes opções: Engenheiro de Software; Arquiteto de Software; Desenvolvedor de Software; Testador; Redes e infraestrutura; Gerente de Projetos; Analista de requisitos; ou Outra. A Figura 4.2 mostra a distribuição de porcentagens de respostas por opção. A função mais frequente no universo amostral foi a de Desenvolvedor de Software (37.2%), seguida por Gerente de Projetos e Engenheiro de Software (ambas escolhidas em 16.3% das respostas). De maneira geral, o gráfico demonstra que houve respostas de pessoas que desempenham diversos papéis diferentes no processo de desenvolvimento de software.

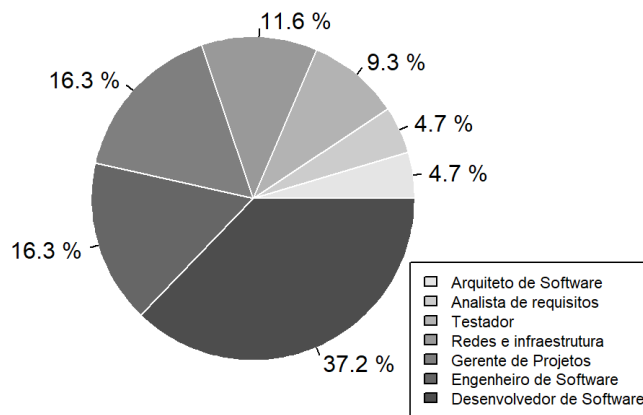


Figura 4.2: Estatísticas sobre a função no processo de desenvolvimento da população amostral do segundo questionário

Para detectar a faixa etária dos respondentes foram dadas as seguintes opções: até 19 anos; 20 a 24 anos; 25 a 29 anos; 30 a 39 anos; 40 a 50 anos; 51 a 60 anos; e mais de 61 anos. A Figura 4.3 mostra a distribuição de porcentagens de respostas por faixa etária. Tal Figura demonstra que mais da metade (61.4%) das respostas à pesquisa vieram de pessoas com menos de 30 anos (sendo que 43.2% delas têm entre 20 e 24 anos e 18.2% têm entre 25 e 29 anos). Além disso, 20.5% da população amostral tem entre 30 e 39 anos e somente 18.1% têm 40 anos ou mais.

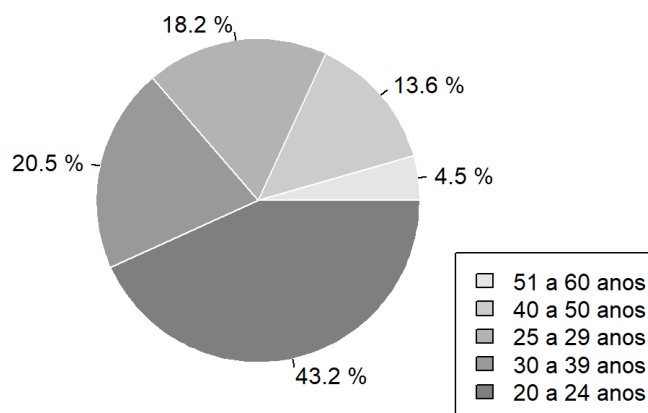


Figura 4.3: Estatísticas sobre a idade da população amostral do segundo questionário

Conforme apresentado na Figura 4.4, com o objetivo de verificar a quantidade de experiência no assunto que os respondentes da pesquisa têm, foram oferecidas as seguintes opções: até 1 ano; entre 2 e 4 anos; entre 5 e 7 anos; entre 8 e 10 anos; entre 10 e 15 anos; e mais de 15 anos.

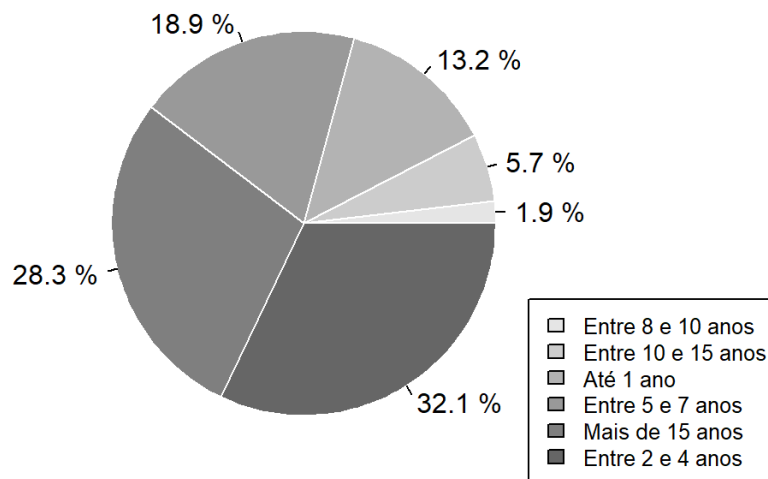


Figura 4.4: Estatísticas sobre a experiência da população amostral do segundo questionário

A Figura 4.4 demonstra que, apesar da baixa média de idade, 28.3% dos respondentes afirmam ter 15 anos ou mais de experiência na área. Enquanto isso 5.7% afirmam ter entre 10 e 15 anos; 1.9% entre 8 e 10; 18.9% entre 5 e 7; 32.1% entre 2 e 4 anos; e 13.2% até 1 ano. Sendo assim, 45.3% têm até 4 anos de experiência.

4.1.2 Análise dos Resultados - Fatores

No questionário, para cada grupo de fatores, foi adicionado uma opção para tentar identificar a atenção dos respondentes. Tal questão é chamada ao longo deste trabalho de “questão de verificação“. Para evitar que sejam consideradas respostas possivelmente desatentas ou aleatórias, todas as respostas de um determinado participante foram invalidadas nas seções em que ele falhou nesta resposta. Para o primeiro grupo de fatores (pessoas), quatro pessoas tiveram suas respostas desconsideradas.

A Tabela 4.1 apresenta a relação dos fatores presentes no primeiro grupo ordenados de maneira decrescente segundo o valor de avaliação geral. Este valor foi obtido através de uma média entre todas as respostas consideradas. Nesta lista, podemos ver como os

Fator	Avaliação
Foco	1,537
Colaboração entre os membros do time	1,45
Facilidade de comunicação	1,45
Motivação	1,425
Compromisso	1,415
Coesão do time	1,325
Saúde mental	1,3
Habilidades e competências	1,275
Satisfação	1,1
Entusiasmo	1,1
Experiência	1,025
Saúde física	0,975
Qualificação técnica	0,975
Felicidade	0,95
Qualidade de vida	0,925
Qualificação comportamental	0,775
Disponibilidade dos membros para alocação no time de desenvolvimento	0,7
Distrações em Casa	0,488
Rotatividade	0,175

Tabela 4.1: Grupo 1 - Pessoas - Classificação dos fatores

principais fatores: foco; colaboração entre os membros do time; facilidade de comunicação; motivação; e compromisso.

Ao realizar a análise ponderada sobre os fatores inclusos no grupo de “Produto“, temos o resultado apresentado na Tabela 4.2, ordenada de maneira decrescente conforme os fatores melhor avaliados. Para a análise deste grupo, foram desconsideradas 3 respostas devido à falha na questão de verificação.

A Tabela 4.2 apresenta ainda que os fatores melhor avaliados pelos participantes para este grupo são: qualidade; documentação adequada; requisitos; área de negócios; e completude do design.

Para o terceiro grupo de fatores, 3 respostas foram desconsideradas devido à falha na questão de verificação. As respostas consideradas são representadas na Tabela 4.3, onde elas são apresentadas e ordenadas conforme a média de avaliação dos fatores.

Nesta relação (Tabela 4.3), pode-se observar que os fatores mais relevantes deste grupo, segundo os respondentes, são: confiança nos demais membros da equipe; ambiente de trabalho; reuniões eficientes; acesso à informação; e a existência de uma cultura de feedbacks.

O último grupo de fatores (relacionado a projetos de software livre), por ter apenas 12 fatores, não teve questão de verificação. A Tabela 4.4 apresenta uma relação com os fatores ordenados segundo sua avaliação média. Em relação ao presente grupo de fatores

Fator	Avaliação
Qualidade	1,3
Documentação adequada	0,95
Requisitos	0,85
Área de negócios	0,725
Completeness do design	0,725
Baixa qualidade de código	0,7
Plataforma tecnológica	0,675
Linguagem de programação	0,625
Duração do projeto	0,6
Complexidade da aplicação	0,575
Velocidade	0,575
Tempo perdido	0,5
Quantidade/frequência de commits	0,4
Tamanho do software	0,35
Tipo de software desenvolvido	0,25

Tabela 4.2: Grupo 2 - Produto - Classificação dos fatores

é importante destacar que, embora este seja considerado no trabalho (já que é presente na literatura), não necessariamente todas as medições de produtividade realizadas através do sistema descrito os utilizarão, já que este permite a configuração de quais fatores serão utilizados em cada contexto.

Fator	Avaliação
Investimentos na tecnologia da informação e comunicação	2
Engajamento da equipe	1,25
Base de desenvolvedores	0,89
Complexidade da aplicação	0,82
Base de usuários do software desenvolvido	0,64
Relações contratuais	0,54
Barreiras à entrada	0,45
Diversidade organizacional	0,43
Desengajamento da equipe	0,42
Diversidade de gênero	0,32
Correlação de tamanho (commits X contribuintes)	0,32
Idade do projeto	0,275
Falta de relações contratuais	0,09

Tabela 4.4: Grupo 4 - Projetos de Software Livre - Classificação dos fatores

Ao realizar a análise ponderada sobre os fatores, temos o resultado apresentado na

Fator	Avaliação
Confiança nos demais membros	1,61
Ambiente de trabalho	1,415
Reuniões eficientes	1,415
Acesso à informação	1,29
Cultura de feedbacks	1,22
Reutilização de código	1,195
Maturidade	1,195
Utilização de boas práticas em gerenciamento de projetos de software	1,15
Sistema de méritos e recompensas	1,098
Acurácia das informações	1,098
Nível de autonomia da equipe	1,073
Participação dos stakeholders no desenvolvimento	1,07
Gestão do conhecimento	1,05
Ferramentas de trabalho	1,05
Treinamentos providos pela empresa	0,98
Utilização de ferramentas auxiliares	0,951
Processos de software	0,951
Local do desenvolvimento	0,93
Compartilhamento de membros entre projetos	0,829
Mentalidade inovadora	0,829
Comprimento da iteração	0,756
Existência de retrabalho	0,63
Variedade de tarefas	0,54
Tamanho do time	0,51
Possibilidade de trabalho remoto	0,49
Existência de antecedentes históricos de medições	0,46
Homogeneidade	0,415
Nível de exposição ao risco do software	0,075

Tabela 4.3: Grupo 3 - Organização - Classificação dos fatores

Tabela 4.4, nesta pode-se ver que os fatores melhor avaliados para o grupo foram: investimentos na tecnologia da informação e comunicação; engajamento da equipe; base de desenvolvedores; complexidade da aplicação; e base de usuários do software desenvolvidos.

Fator	Avaliação	Grupo
Investimentos na Tecnologia da Informação e Comunicação	2	4
Confiança nos demais membros	1,61	3
Foco	1,537	1
Colaboração entre os membros do time	1,45	1
Facilidade de comunicação	1,45	1

Tabela 4.5: Classificação Geral de Fatores - Top 5

A Tabela 4.5 mostra os 5 fatores melhor avaliados entre os grupos já apresentados. Nesta tabela, pode-se observar que três dos cinco fatores pertencem ao grupo 1 (pessoas); um fator pertence ao grupo 3 (organização); e um ao grupo 4 (projetos de software livre).

Apesar deste não ser o propósito da aplicação do questionário, ao analisar os resultados obtidos por sua aplicação, é relevante perceber que todos os fatores tiveram avaliação média maior que zero, ou seja, todos foram reafirmados como influentes na produtividade pela comunidade. Ainda neste espectro de análise geral, é possível perceber que os grupos com maior avaliação média são: 1. Pessoas (1.072); 2. Organização (0.938); 3. Produto (0.653); e 4. Projetos de Software Livre (0.650).

Ao analisarmos a mediana, temos a seguinte sequência: 1. Pessoas (1.1); 2. Organização (1.015); 3. Produto (0.625); e 4. Projetos de Software Livre (0.45). De tal forma, o grupo de “Projetos de Software Livre” apresenta uma considerável diferença entre os valores da média e da mediana. Isto se deve ao fato de que o grupo teve um valor atípico para o fator de “Investimentos na Tecnologia da Informação e Comunicação”, avaliado com a opção “Concordo plenamente” por todos os respondentes. Tal afirmação é reforçada ao se analisar o desvio padrão de cada grupo - esta estatística visa demonstrar a regularidade referente a um conjunto de dados de modo a apontar o grau de oscilação destes em comparação com a média dos valores do conjunto. O grupo de fatores relacionados a Projetos de Software Livre teve o desvio padrão de 0.508; seguido pelo grupo Pessoas, com 0.352; Organização, com 0.314; e Produto, com 0.256.

4.2 Desenvolvimento do Sistema Proposto

O sistema desenvolvido possui uma série de funcionalidades que, juntas, permitem medir a produtividade de uma equipe. As funcionalidades podem ser divididas em dois grupos, sendo eles: 1. funcionalidades comuns e 2. funcionalidades administrativas. Estas são explicadas com mais detalhes nas subseções 4.2.1 e 4.2.2.

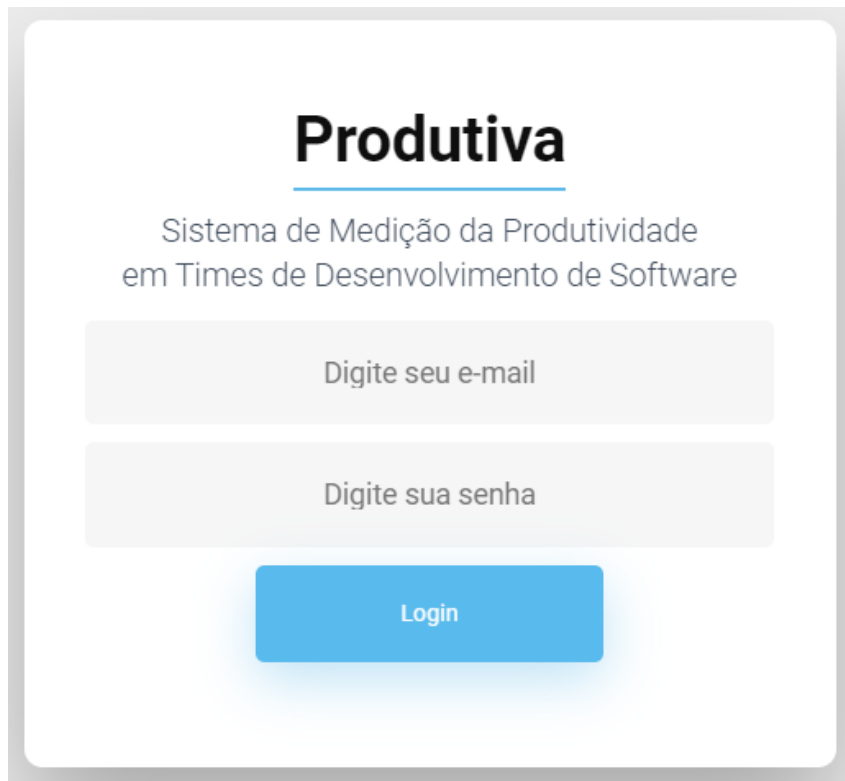
4.2.1 Funcionalidades Comuns

As funcionalidades contidas neste grupo são as que podem ser usadas por qualquer usuário com acesso à aplicação. Este grupo contém: login, dashboard, perfil de usuário, medição, e sala de troféus. Todas estas funcionalidades são explicadas a seguir:

Login

A primeira funcionalidade do sistema é a de login (ou acesso) ao sistema. Esta tela exhibe um formulário com os dois campos (e-mail e senha) que o usuário precisa preencher para

efetuar seu acesso. A tela relacionada é exibida na Figura 4.5.



A imagem mostra a tela de login do sistema 'Produtiva'. No topo, o título 'Produtiva' está em negrito e sublinhado. Abaixo dele, o subtítulo 'Sistema de Medição da Produtividade em Times de Desenvolvimento de Software' é exibido em uma fonte menor. O formulário de login contém três elementos principais: um campo de entrada para o e-mail com o placeholder 'Digite seu e-mail', um campo de entrada para a senha com o placeholder 'Digite sua senha', e um botão azul com o texto 'Login'.

Figura 4.5: Tela de Login

Após o usuário preencher os campos e clicar sobre o botão “Login“, o sistema validará seus dados e, caso estejam corretos, liberará seu acesso ao sistema e às funcionalidades relacionadas ao seu perfil. Caso o e-mail ou a senha estejam incorretos, o sistema avisará ao usuário para que possa corrigir.

Dashboard

Independente do perfil relacionado ao usuário, uma vez que este realiza com sucesso a ação de login, a primeira tela apresentada será a de Dashboard. No lado esquerdo desta tela (bem como de todas as demais do sistema, com exceção da tela de login) será apresentado o menu da aplicação contendo todas as funcionalidades em que o usuário logado possui acesso, assim como pode ser visto na Figura 4.6.



Figura 4.6: Tela de Dashboard

Além do menu, a tela também mostra um “Quadro de Avisos“. O papel deste quadro é somente dar informações ao usuário de maneira clara e de fácil acesso (por ser a primeira informação após o login), e de forma que possa ajudar a motivá-lo.

Logo após o Quadro de Avisos, a tela mostra ao usuário um Leaderboard de Fidelidade. Esta funcionalidade ordena os usuários que mais contribuíram com medições desde que o sistema começou a ser utilizado. É importante destacar que leaderboards não impactam diretamente na medição da produtividade e correspondem a uma técnica de gamificação (descrita na Tabela 3.5) empregada neste projeto.

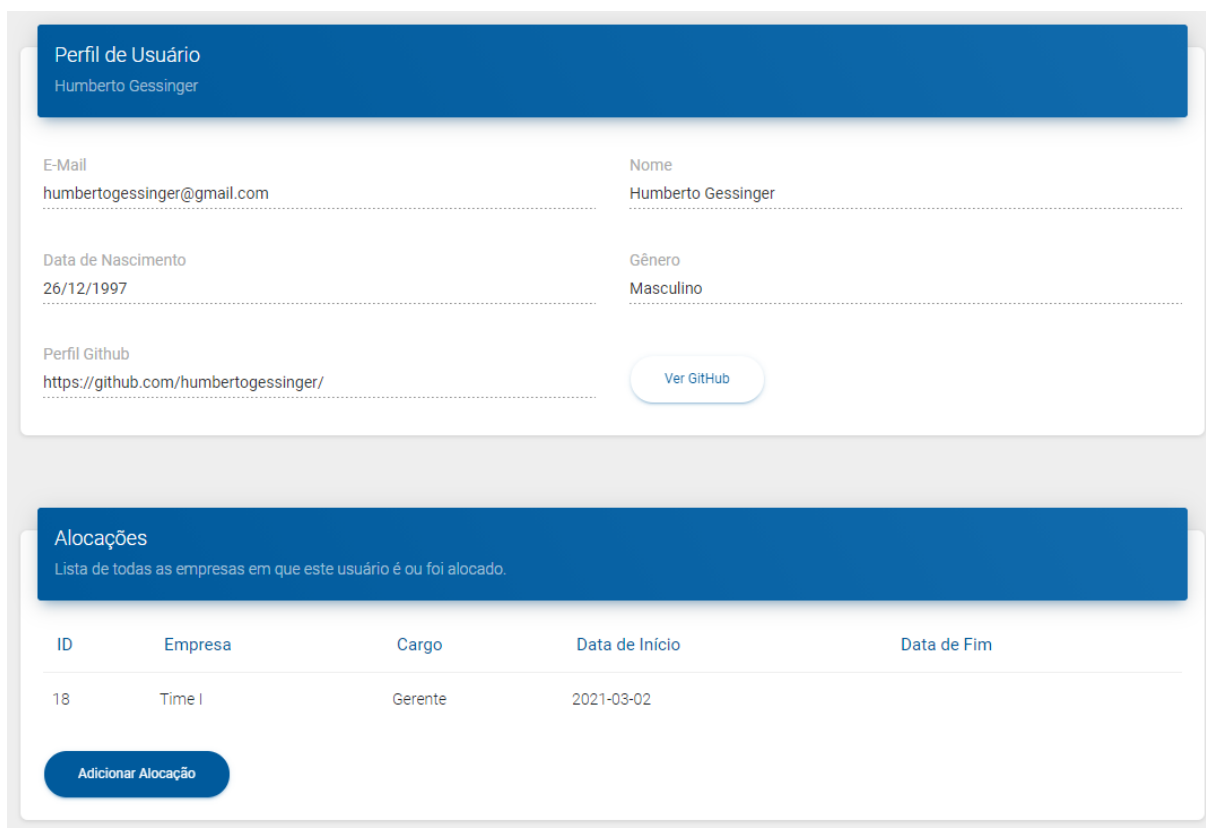
Na última coluna à direita é exibido o Leaderboard de Produtividade. Esse leaderboard será atualizado uma vez por mês, sendo que todo início de mês (sem uma data específica definida) será executado um processo onde serão gerados os leaderboards do mês.

Neste processo todas as avaliações de produtividade referentes a um time de desenvolvimento durante aquele período serão armazenadas para que seja feito o cálculo da pontuação. A pontuação de uma empresa consiste basicamente na média de todas as suas avaliações com o possível acréscimo de 10%, caso a empresa tenha realizado um combo, isto é, caso tenha feito medições em todas as semanas do mês. A utilização de Combos diz respeito a uma das técnicas de gamificação escolhidas para este projeto, conforme apresentado na Tabela 3.5).

Após o referido cálculo, o leaderboard será montado através da ordenação de tais pontuações de maneira decrescente, ou seja, da maior para a menor. Destaca-se que, apesar do processo ser realizado para todas as equipes contidas na base de dados, apenas as três primeiras serão exibidas no Dashboard.

Perfil de Usuário

A funcionalidade “Perfil de Usuário” é responsável por mostrar ao usuário logado as informações relacionadas a seu cadastro, sendo elas: nome; e-mail; data de nascimento; gênero; e perfil no Github.



The screenshot displays two main sections of a user profile. The top section, titled "Perfil de Usuário", shows the name "Humberto Gessinger" and lists personal details: E-Mail (humbertogessinger@gmail.com), Nome (Humberto Gessinger), Data de Nascimento (26/12/1997), and Gênero (Masculino). It also includes the GitHub profile link (https://github.com/humbertogessinger/) and a "Ver GitHub" button. The bottom section, titled "Alocações", lists assignments with columns for ID, Empresa, Cargo, Data de Início, and Data de Fim. A single assignment is shown with ID 18, Empresa Time I, Cargo Gerente, and Data de Início 2021-03-02. An "Adicionar Alocação" button is located at the bottom of this section.

ID	Empresa	Cargo	Data de Início	Data de Fim
18	Time I	Gerente	2021-03-02	

Figura 4.7: Perfil de Usuário

Além destas informações, conforme apresentado na Figura 4.7 também é exibida uma lista com todas as alocações do usuário. Uma alocação representa o relacionamento entre um usuário e uma empresa. Nesta lista são mostrados as seguintes informações: Id da alocação; nome da empresa; cargo; data de início; e data de fim. Ao final da lista de alocações, caso o usuário tenha perfil de administrador, também é apresentado o botão “Adicionar Alocação” que será explicado posteriormente na seção Alocação.

Medição

Ao clicar no menu “Medições” o sistema direcionará o usuário para a tela inicial da funcionalidade de Medições que, assim como foi adotado por padrão para outras funcionalidades, contém uma listagem de itens. Destaca-se, porém, que só serão exibidas a um usuário

as medições relacionadas a empresas em que ele está alocado. A tela correspondente à descrição pode ser visualizada na Figura 4.8.



The screenshot shows a web interface titled 'Medições' with the subtitle 'Listagem de todas as medições de empresas relacionadas ao usuário'. It features a table with the following data:

Id	Empresa	Criação	Fechamento	Nota Final	Criador	Ações
1	Time 1	19/02/2021	19/02/2021	8.455	Humberto Gessinger	
2	Time 1	27/02/2021	27/02/2021	9.691	Humberto Gessinger	

At the bottom left of the interface is a blue button labeled 'Adicionar Medição'.

Figura 4.8: Listagem de Medições

Para cada medição, são exibidas ao usuário as seguintes informações: id da medição; empresa relacionada à medição; data da criação; data do fechamento (que estará vazia caso a medição ainda não tenha sido fechada, ou seja, esteja ativa); nota final (que representa a média de todas as medições de usuário contidas e estará vazia caso a medição ainda não tenha sido fechada); criador (usuário responsável pela criação da medição); e ações. A única ação possível a uma medição é a de visualizar - representada por um ícone que contém um olho em uma tela, conforme apresentado na Figura 4.8.

Ao clicar sobre a opção “Adicionar Medição” presente ao final da tabela exibida na Figura 4.8, o usuário será direcionado para a tela representada pela Figura 4.9, onde ele poderá criar (ou iniciar) uma medição de produtividade. Para tal, basta escolher uma empresa através da caixa de seleção que mostra todas as empresas às quais tem acesso e clicar sobre o botão “Criar”. Uma vez que esta ação é executada, a medição será criada e o usuário já será direcionado para a tela onde ele irá avaliar a produtividade da empresa - explicada posteriormente e conforme apresentado na Figura 4.12.

Medição de Produtividade

Usuário Criador
Humberto Gessinger

Data da Criação
24/04/2021

Escolha a Empresa
Time 1

Criar

Figura 4.9: Criação da Medição

Ao clicar na opção “Visualizar Medição“, o usuário é direcionado para a página de detalhes da medição da produtividade. Esta página pode ter duas apresentações diferentes (Figura 4.10 e Figura 4.11), sendo que a exibida na Figura 4.10 representa uma medição ativa (ou aberta), enquanto a tela exibida na Figura 4.11 representa uma medição fechada (ou finalizada). Uma medição aberta pode receber novas avaliações, enquanto uma medição fechada não pode.

Medição de Produtividade

Usuário Criador: Humberto Gessinger
Empresa: Time 1
Data da Criação: 21/04/2021
Data do Fechamento:

Status da Medição

ID	Nome	Valor Geral	Data	Ações
24	Humberto Gessinger	5.333	21/04/2021	
Total		5.333		

[Inserir meus dados](#) [Fechar Medição](#)

Figura 4.10: Visualização de Medição Ativa

A tela de visualização de medição ativa (Figura 4.10) é mostrada quando um usuário clica sobre o botão “Visualizar Medição“ de medição ativa. Esta tela mostra ao usuário um cabeçalho contendo o nome do usuário responsável pela criação da medição, o nome da empresa relacionada à medição e a data da criação. Na segunda parte da página (Status da Medição) é exibida uma listagem com todos os usuários que avaliaram a produtividade da empresa e, ao final desta, são exibidos dois botões: “Inserir Meus Dados“ (disponível apenas se o usuário logado ainda não inseriu sua avaliação dentro desta medição); e “Fechar Medição“ (disponível se o usuário tiver cargo gerencial na empresa relacionada à medição).

Medição de Produtividade

Usuário Criador	Empresa
Humberto Gessinger	Time 1
Data da Criação	Data do Fechamento
23/04/2021	23/04/2021

Status da Medição

ID	Nome	Valor Geral	Data	Ações
36	Humberto Gessinger	7.796	23/04/2021	
37	Esteban Tavares	6.819	23/04/2021	
Total		7.308		

Figura 4.11: Visualização de Medição Fechada

A tela de visualização de medição fechada (Figura 4.11) é mostrada quando um usuário clica no botão “Visualizar Medição“ de medição fechada. Bem como a tela anterior (Figura 4.10), esta (Figura 4.11) possui um cabeçalho mostrando o nome do usuário responsável pela criação da medição, o nome da empresa relacionada à medição e a data da criação; porém, neste caso, também é exibida a data de fechamento.

Na seção “Status da Medição“ desta página: será exibida uma lista com todos os usuários que inseriram seus dados onde, para cada item na listagem, são mostradas as seguintes informações: id; nome do usuário; valor geral; data da inserção; e ações (onde é possível editar - se a medição estiver aberta - e visualizar).

Caso, na tela de visualização da medição exibida na Figura 4.10, o usuário tenha cargo gerencial na empresa relacionada à medição, o botão “Fechar medição” será exibido. Cada medição deve ficar aberta apenas durante um tempo determinado pelos gestores do time. Por exemplo, se as medições são semanais, o gestor pode adotar como padrão a criação da medição durante a manhã da sexta-feira e o fechamento desta ao final do dia; deixando, assim, todo o dia disponível para que os demais membros do time insiram seus dados. Neste contexto, para fechar uma medição basta clicar sobre o botão e esta será imediatamente fechada.

Para chegar à tela onde o usuário insere a sua avaliação da produtividade da empresa há dois caminhos. Quando o usuário realizar a ação de criar uma medição, o sistema irá automaticamente direcioná-lo para esta tela; se a medição já existir e o usuário somente quiser inserir a sua avaliação a ela, a relacionada tela pode ser alcançada ao clicar sobre o botão “Inserir Meus Dados”, conforme apresentado na Figura 4.10. A tela para realizar a avaliação do usuário é apresentada na Figura 4.12.

The image shows a user interface for a productivity evaluation form. It is divided into two main sections, each with a blue header bar. The top section, titled 'Realizar Medição de Produtividade', contains three input fields: 'Usuário Criador' with the value 'Humberto Gessinger', 'Empresa' with the value 'Time 1', and 'Data da Criação' with the value '24/04/2021'. The bottom section, titled 'Medição de Fatores', contains two input fields: 'Investimentos na T.I.C.' with the value '5' and 'Motivação' with the value '5'. Below the 'Investimentos na T.I.C.' field is a legend: 'T.I.C. = Tecnologia da Informação e Comunicação'. At the bottom left of the form is a blue button labeled 'Enviar'.

Realizar Medição de Produtividade	
Usuário Criador	Empresa
Humberto Gessinger	Time 1
Data da Criação	
24/04/2021	

Medição de Fatores	
Avalie os fatores com notas entre 1 e 10	
Investimentos na T.I.C.	Motivação
5	5
T.I.C. = Tecnologia da Informação e Comunicação	

Enviar

Figura 4.12: Realizar Avaliação do Usuário

A Figura 4.12 exibe a tela onde a avaliação da produtividade da equipe será feita por um usuário. Na parte superior da tela (seção “Realizar Medição de Produtividade“) é exibido o nome do usuário; o nome da empresa; e a data da avaliação. Na parte inferior da tela (seção “Medição de Fatores“) é exibido um formulário onde cada campo representa um fator cadastrado na funcionalidade de cadastro de fatores.

Quanto à montagem do formulário, é importante destacar que só serão exibidos ao usuário fatores cadastrados, ativos, e atribuídos a todos os usuários ou à função específica do usuário avaliador dentro do time em que está alocado. Além disso, destaca-se que todos os fatores serão avaliados pelos usuários com números entre 1 e 10. Para cada

campo do formulário o texto exibido acima da caixa de *input* corresponde ao nome do fator, enquanto o texto exibido abaixo desta caixa corresponde à descrição cadastrada ao fator.

Após preencher todos os campos como desejar, o usuário deve clicar sobre o botão “Enviar” para concretizar a sua avaliação. Quando isso ocorrer, a avaliação do usuário será mostrada na tela de visualização da avaliação do usuário, conforme apresentado na Figura 4.13 (a mesma tela exibida na ação “Visualizar” presente na Figura 4.11). A tela de visualização da avaliação do usuário mostra o usuário que realizou a avaliação; a empresa relacionada; a data da avaliação e, na seção “Fatores Medidos”, uma lista com todos os fatores avaliados pelo usuário durante esta avaliação.

Medição de Produtividade					
Usuário	Empresa				
Humberto Gessinger	Time 1				
Data da Medição					
23/04/2021					
Fatores Medidos					
ID	Categoria	Fator	Peso	Avaliação	Nota Final
613	Organização	Cultura de Feedbacks	1.22	5.000	6.100
625	Pessoas	Habilidades e competências	1.275	7.000	8.925
616	Produto	Qualidade	1.3	5.000	6.500
606	Software Livre	Engajamento da equipe	1.25	5.000	6.250
				Média	6.944

Figura 4.13: Visualizar Avaliação do Usuário

Para cada fator exibido na listagem da Figura 4.13 serão mostradas as seguintes informações: o id da avaliação do fator; a categoria do fator; o nome do fator; o peso do fator; a avaliação do usuário em relação a este fator no ambiente de desenvolvimento de

software em que está inserido; e a nota final do fator - representada pela multiplicação entre a avaliação do usuário e o peso do fator. O peso de um fator é definido no momento do seu cadastro (como visto e explicado posteriormente na subseção Cadastro de Fatores da seção 4.2.2). Além disso, ao final da listagem a média (soma de todas as notas finais de fatores dividida pela quantidade de fatores avaliados) será exibida.

Sala de Troféus

A funcionalidade “Sala de Troféus” é onde o usuário pode checar os troféus conquistados pelos times em que está alocado. Ao clicar no menu relacionado, o sistema o direciona para a tela exibida na Figura 4.14.

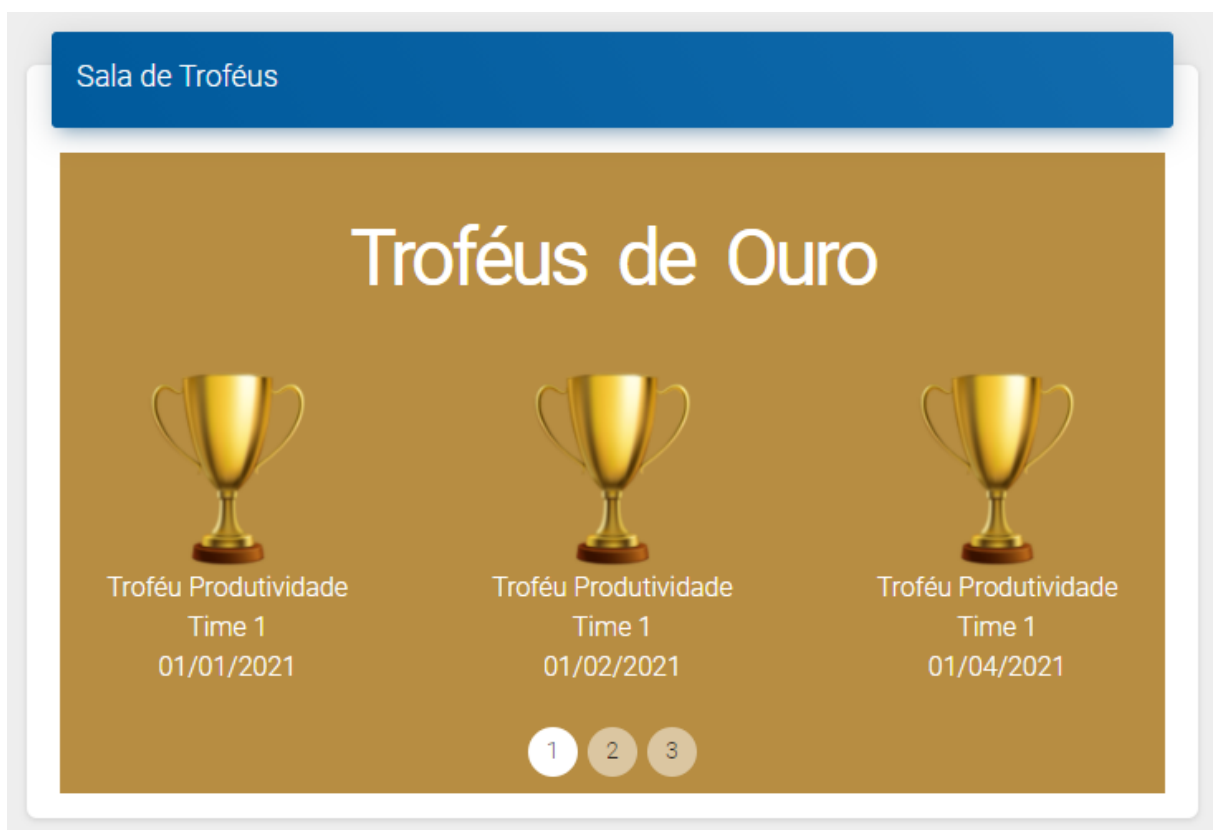


Figura 4.14: Ala da Sala de Troféus de Ouro

A Figura 4.14 mostra um *slider* com três páginas (ou alas): na primeira são exibidos os troféus de ouro ganhados pelos times em que o usuário logado possui alocação; a segunda ala mostra os troféus de prata; e a terceira mostra os troféus de bronze. Caso o usuário não possua troféus em algum dos determinados níveis (ouro; prata; ou bronze), a ala relacionada exibirá a mensagem demonstrada na Figura 4.15.

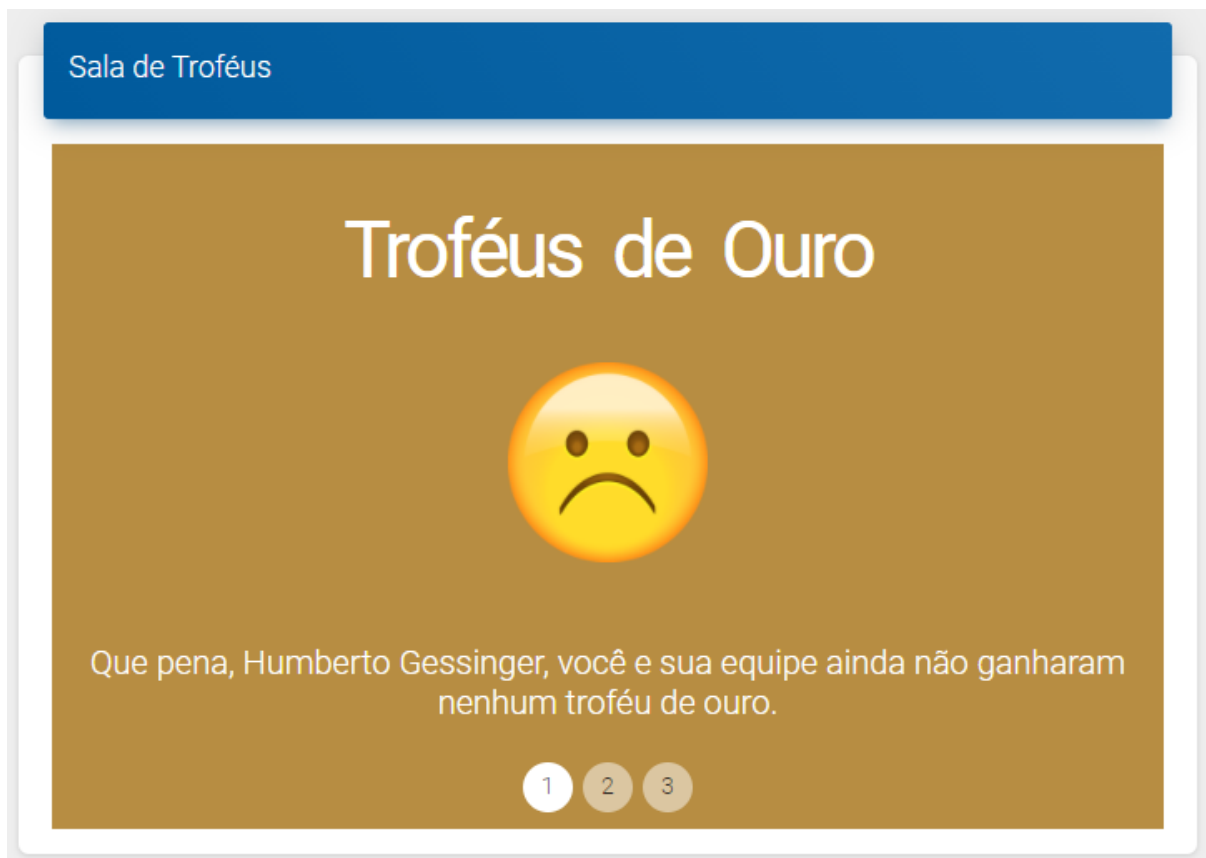


Figura 4.15: Ala da Sala de Troféus de Ouro Vazia

Quanto ao processo de criação de troféus: todo início de mês será executado um processo onde serão gerados os leaderboards do mês (mencionados na seção 4.2.1) e, para os três primeiros deste ranking, serão criados troféus correspondentes às suas posições. A criação de troféus, bem com a de leaderboards, foi descrita na Tabela 3.5 e está relacionada a aplicação de técnicas de gamificação para engajar os usuários da plataforma.

4.2.2 Funcionalidades Administrativas

Tendo em vista que as funcionalidades contidas neste grupo estão relacionadas a configurações, apenas usuários administradores terão acesso a todas as funcionalidades nele contidas. De tal forma, o conjunto de funcionalidades administrativas é composto por: cadastro de empresas; cadastro de usuários; e cadastro de fatores. Cada uma destas funcionalidades e suas telas associadas são detalhadas a seguir.

Cadastro de Empresas

Através do menu “Empresas“, conforme apresentado na Figura 4.16, o usuário pode ver uma lista de todas as empresas cadastradas no sistema. Para cada empresa, são exibidas as seguintes informações: id; nome da empresa; data de cadastro; e ações. As ações possíveis para cada empresa são: editar (ação representada pelo ícone do lápis) e visualizar (representada pelo ícone de um olho em uma tela).

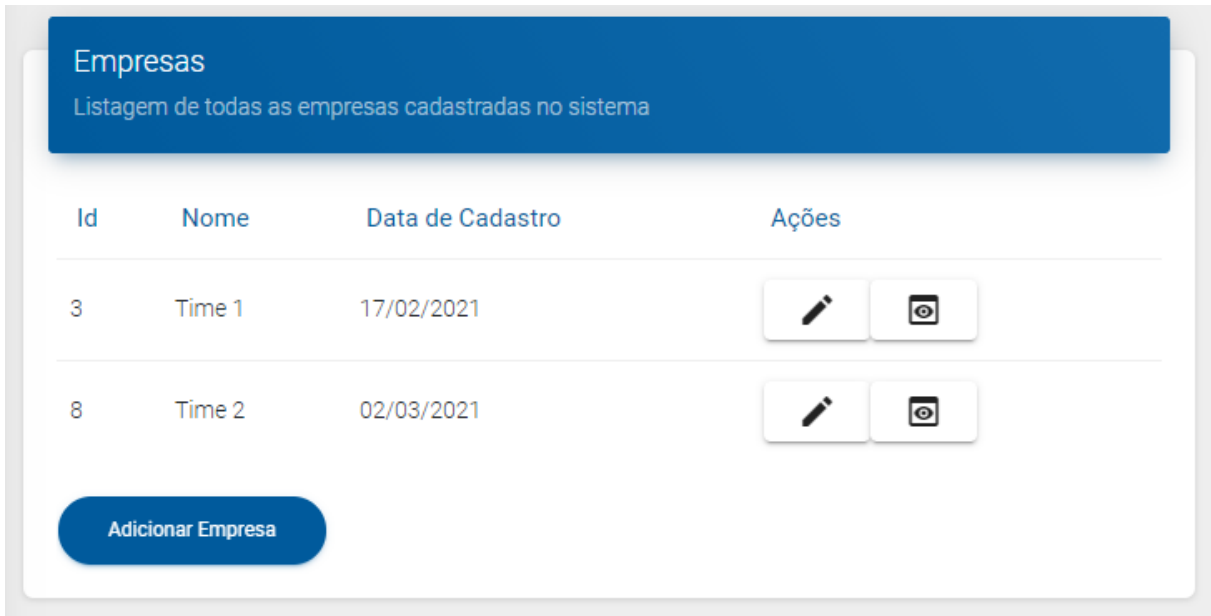


Figura 4.16: Listagem de Empresas

Na parte inferior esquerda da tela apresentada na Figura 4.16, o sistema também apresenta ao usuário um botão com o texto “Adicionar Empresa“. Ao clicar no botão de adicionar uma nova empresa, o sistema apresenta ao usuário a tela mostrada na Figura 4.17.

Criar Empresa
Atenção! Ao adicionar uma empresa, automaticamente uma alocação do usuário responsável pela adição é criada.

E-mail do Usuário Criador
humbertogessinger@gmail.com

Nome do Usuário Criador
Humberto Gessinger

Digite o Nome da Nova Empresa

Escolha o Cargo do Alocado

Digite a Data de Início da Alocação
dd/mm/aaaa

Digite a Data do Fim da Alocação
dd/mm/aaaa

Criar

Figura 4.17: Cadastro de Empresa

É através do formulário contido na Figura 4.17 que uma nova empresa pode ser adicionada ao sistema. Para adicionar uma nova empresa, basta atribuir a esta um nome ainda não utilizado no sistema. Vale ressaltar que ao adicionar uma empresa, o usuário responsável pela adição é automaticamente alocado a ela. Assim que uma empresa for adicionada, outros usuários existentes podem ser atribuído a ela.

Editar Empresa

E-mail do Usuário Criador
humbertogessinger@gmail.com

Nome do Usuário Criador
Humberto Gessinger

Nome da Empresa
Time 1 - Novo Nome

Data de Cadastro
17/02/2021

Atualizar

Figura 4.18: Edição de Empresa

Para cada um dos itens contidos na listagem de empresas, a Figura 4.16 apresenta um botão para edição do item. A Figura 4.18 representa a tela resultante do clique no botão referido. Durante a edição de uma empresa, são apresentados ao usuário em modo leitura informações referentes ao nome e e-mail do usuário responsável pela ação, bem como a data de cadastro da empresa. Além disso, o nome da empresa é apresentado em um campo onde este pode ser alterado.

The screenshot displays a web interface with two main sections. The top section, titled "Perfil da Empresa", shows the company name "Time 1" and the registration date "17/02/2021". The bottom section, titled "Alocações", lists two active allocations for the company. The table below contains the data from this section:

ID	Pessoa	Cargo	Data de Início	Data de Fim
3	Humberto Gessinger	Outro	2021-02-17	
5	Esteban Tavares	Desenvolvedor	2021-02-18	

At the bottom of the "Alocações" section, there is a blue button labeled "Adicionar Alocação".

Figura 4.19: Visualização de Empresa

Na listagem referida na Figura 4.16, uma das ações possíveis para cada empresa é a de visualizar. Quando o usuário escolhe esta ação, o sistema o direciona para uma tela contendo todas as informações relacionadas à empresa, bem como apresentado pela Figura 4.19. A tela mostra, em sua parte superior, o nome e a data de criação da empresa; logo abaixo é apresentada uma listagem com todas as alocações de usuários à empresa - independente destas estarem ativas. Para cada alocação são exibidas as seguintes informações: id; nome do usuário alocado; cargo; data de início; e data de fim. Além disso, ao final da listagem é exibida a opção de “Adicionar Alocação”, explicada na seção seguinte.

Alocação

A funcionalidade de “Alocação” não será acessada diretamente através de um menu. A visualização das alocações de um usuário estará disponível através da página de visualização de seu perfil. Enquanto isso a visualização das alocações de uma empresa estará disponível através da página de visualização de seu perfil.

The image shows a web form titled "Adicionar Alocação Para Usuário Humberto Gessinger". The form is divided into two columns. The left column contains an "E-Mail" field with the value "humbertogessinger@gmail.com", a dropdown menu for "Escolha a Empresa", and a date input field for "Digite a Data de Início" with the placeholder "dd/mm/aaaa". The right column contains a "Nome" field with the value "Humberto Gessinger", a dropdown menu for "Escolha o Cargo", and a date input field for "Digite a Data do Fim" with the placeholder "dd/mm/aaaa". At the bottom left of the form is a blue button labeled "Enviar".

Figura 4.20: Adição de Alocação Pelo Usuário

A funcionalidade de adição de alocações também estará disponível de acordo com as duas visões. Através do perfil do usuário será apresentado um botão para adicionar alocações para este usuário. A tela resultante do clique neste botão é exibida na Figura 4.20. No formulário relacionado, para adicionar uma alocação ao usuário selecionado, deverão ser inseridas as seguintes informações: empresa da alocação; cargo; data de início; e data de fim (não obrigatório).

Adicionar Alocação Para Empresa Time 1

Usuário

Escolha o Cargo

Digite a Data de Início
dd/mm/aaaa

Digite a Data do Fim
dd/mm/aaaa

Enviar

Figura 4.21: Adição de Alocação Pelo Usuário

A tela de “Perfil da Empresa“ possuirá um botão para adicionar alocações de usuários à empresa. A tela resultante do clique neste botão é representada pela Figura 4.21 e mostra um formulário onde, para adicionar a alocação desejada, o usuário deve informar ao sistema: o usuário desejado (através de uma busca por e-mail); o cargo para este usuário nesta alocação; e as datas de início e fim da alocação.

Cadastro de Usuários

Conforme apresentado na Figura 4.22, ao selecionar o menu “Usuários“, o sistema levará o usuário para a página que contém uma lista de todos os usuários cadastrados no sistema - independente de quais empresas ele está alocado. Para cada usuário, o sistema exhibe as seguintes informações: id; nome; e-mail; gênero; e data de nascimento.

Usuários				
Listagem de todos os usuários cadastrados no sistema				
Id	Nome	E-Mail	Gênero	Data de Nascimento
1	Humberto Gessinger	humbertogessinger@gmail.com	Masculino	26/12/1997
5	Axl Rose	axlrose@gmail.com	Masculino	26/12/1997

Adicionar Usuário

Figura 4.22: Listagem de Usuários

Além dos itens listados, ao final da tabela contendo os usuários cadastrados, é apresentado um botão intitulado : “Adicionar Usuário“. Este, ao ser clicado, leva o usuário logado a uma tela onde ele poderá adicionar um novo usuário preenchendo o formulário disposto na Figura 4.23.

Criar Usuário	
E-Mail do Usuário	Nome do Usuário
Data de Nascimento do Usuário dd/mm/aaaa	Escolha a Gênero
Perfil do Github do Usuário	

Enviar

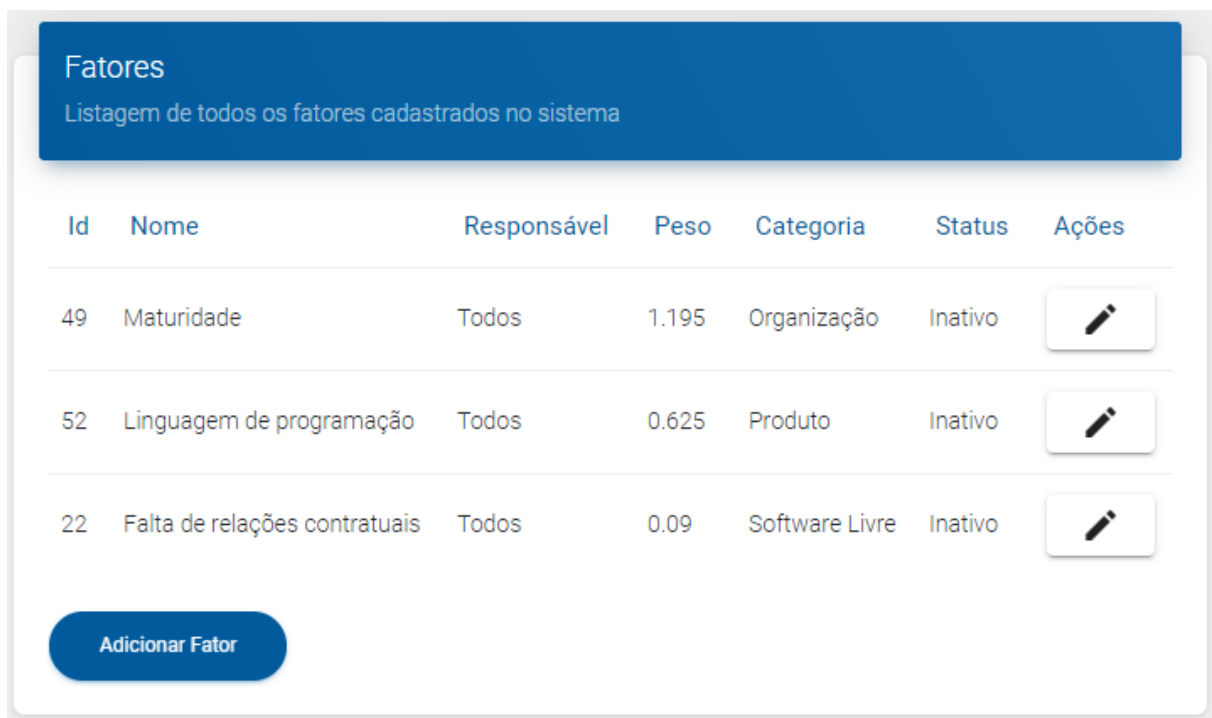
Figura 4.23: Cadastro de Usuários

Portanto, para realizar o cadastro de um usuário no sistema, basta que sejam inseridos os seguintes dados: e-mail; nome do usuário; data de nascimento; gênero (caixa de seleção com os valores possíveis “Masculino“, “Feminino“, ou “Outro“); e perfil do GitHub (campo opcional).



Ao apresentar a funcionalidade de login, para acessar o sistema o usuário deverá fornecer um e-mail e uma senha. Nenhum valor foi inserido para o atributo senha manualmente pois esta será uma *string* gerada automaticamente.

Cadastro de Fatores

A funcionalidade de cadastro de fatores é onde usuários com perfil administrativo poderão operar sobre os fatores de influência utilizados na medição da produtividade. Ao clicar no menu “Fatores“ presente no menu lateral, o usuário será direcionado para a página de listagem de todos os fatores cadastrados no sistema, conforme exibido na Figura 4.24.



The screenshot shows a web interface for managing factors. At the top, there is a blue header with the title 'Fatores' and a subtitle 'Listagem de todos os fatores cadastrados no sistema'. Below the header is a table with the following columns: Id, Nome, Responsável, Peso, Categoria, Status, and Ações. The table contains three rows of data. At the bottom left of the table area, there is a blue button labeled 'Adicionar Fator'.

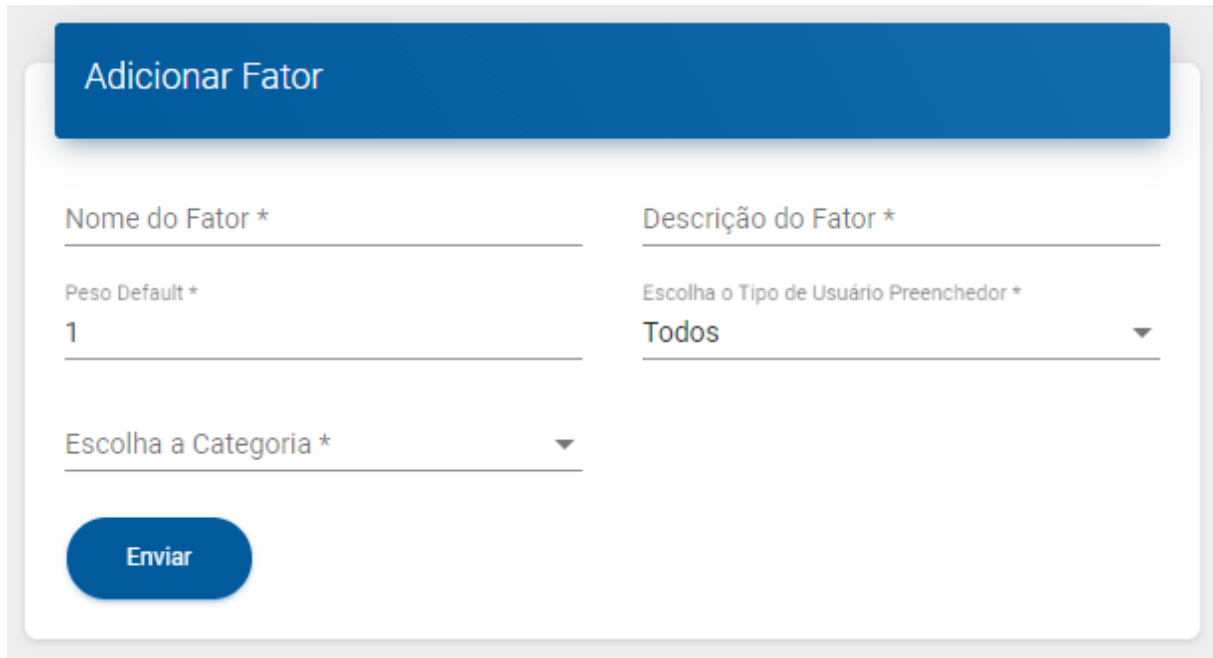
Id	Nome	Responsável	Peso	Categoria	Status	Ações
49	Maturidade	Todos	1.195	Organização	Inativo	
52	Linguagem de programação	Todos	0.625	Produto	Inativo	
22	Falta de relações contratuais	Todos	0.09	Software Livre	Inativo	

[Adicionar Fator](#)

Figura 4.24: Listagem de Fatores

Para cada fator de influência são exibidas as seguintes informações: id; nome; responsável (pelo preenchimento); peso; categoria; status; e ações (Figura 4.24). Neste contexto existem apenas duas ações possíveis: Ativar: exibida apenas se o status for “Inativo“; e Inativar: exibida caso o status seja “Ativo“. Caso o usuário clique sobre uma destas ações, o status do fator de produtividade relacionado será alterado. Ao final da tela que

contém os fatores de influência sobre a produtividade, é apresentado um botão intitulado : “Adicionar Fator“ que, quando clicado, leva o usuário logado à tela de cadastro de fatores, conforme apresentado na Figura 4.25.



O formulário, intitulado "Adicionar Fator", contém os seguintes campos:

- Nome do Fator *
- Descrição do Fator *
- Peso Default * (valor: 1)
- Escolha o Tipo de Usuário Preenchedor * (valor: Todos)
- Escolha a Categoria *

Um botão "Enviar" está localizado na base do formulário.

Figura 4.25: Cadastro de Fatores

A Figura 4.25 apresenta um formulário com cinco campos. O primeiro deles é “Nome do Fator“ e deve ser preenchido com um texto que intitule o fator. O segundo campo (“Descrição do Fator“) recebe um texto que explique o fator, sendo este o texto exibido abaixo do campo de entrada do fator no formulário, conforme mostrado na Figura 4.12. O campo seguinte (“Peso Default“) corresponde ao peso que este fator tem na avaliação da produtividade.

O campo “Escolha o Tipo de Usuário Preenchedor“ é uma caixa de seleção com três valores possíveis: “Gerência“; “Desenvolvedores/Testadores“; e “Todos“. A utilidade deste campo é para que os administradores possam selecionar que um determinado fator só será avaliado por pessoas com cargos relacionados. Por exemplo, pode fazer sentido que apenas desenvolvedores e testadores avaliem a qualidade do código.

O último campo (“Escolha a Categoria“) também é uma caixa de seleção e possui quatro opções: Pessoas; Produto; Organização; e Software Livre. Os valores possíveis são relacionados aos grupos de fatores de influência sobre a produtividade apresentados por Canedo e Santos [7] e utilizados neste trabalho. O valor aqui escolhido tem propósito apenas organizacional e não afetará no resultado final da medição da produtividade. Após

preencher todos os campos o fator poderá ser cadastrado no sistema. Destaca-se que todos os fatores são cadastrados com o status “Inativo“ e somente se tornam ativos se forem ativados manualmente através da ação “Ativar“ na tabela exibida na Figura 4.24.

4.3 Estudo de Caso

4.3.1 Preparação

Para a realização do estudo de caso, os oito membros dos dois times descritos na Seção 3.4 usaram o sistema de medição ao longo de oito semanas. As funcionalidades relacionadas às técnicas de gamificação selecionadas (descritas na Tabela 3.4) somente foram utilizadas a partir da quarta semana, de tal forma que os resultados puderam ser analisados antes e depois da aplicação de tais técnicas.

Para permitir que esta pesquisa compare os resultados das duas equipes de desenvolvimento de acordo com parâmetros semelhantes, os membros das duas equipes conversaram entre si para decidir quais fatores seriam usados para realizar as medições de produtividade no estudo de caso. Os integrantes escolheram 21 fatores entre 75 possíveis com a justificativa de que esses são os mais relacionados ao contexto das equipes de desenvolvimento. A Tabela 4.6 contém os 21 fatores selecionados pelas duas equipes.

Após a escolha dos fatores, foi fornecido o acesso à aplicação para os membros da equipe. Para organização, foi acordado com as duas equipes que as medições começassem às sextas-feiras e terminassem aos sábados. Assim, as pessoas que não registraram suas medições neste período não tiveram sua percepção da produtividade da equipe computada. Para facilitar a identificação das equipes, chamaremos de “Equipe 1“ a equipe de desenvolvimento de software em que o projeto foi iniciado em 2019, e chamaremos de “Equipe 2“ a equipe do projeto iniciado em 2021.

Categoria	Fatores Selecionados
Pessoas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Colaboração entre os membros da equipe 2. Facilidade de comunicação 3. Motivação 4. Coesão do time 5. Habilidades e competências
Produto	<ol style="list-style-type: none"> 6. Tempo perdido 7. Baixa qualidade de código 8. Completude do design 9. Requisitos 10. Qualidade 11. Documentação adequada
Organização	<ol style="list-style-type: none"> 12. Reutilização 13. Feedback 14. Acesso à informação 15. Reuniões eficientes 16. Ambiente de trabalho 17. Confiança
Projetos de Software Livre	<ol style="list-style-type: none"> 18. Diversidade organizacional 19. Complexidade da aplicação 20. Engajamento da equipe 21. Investimentos na Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC)

Tabela 4.6: Fatores selecionados para estudo de caso

Antes que a medição fosse iniciada, os usuários precisavam saber utilizar o sistema. Para isso, foi gravado e distribuído um vídeo contendo uma simulação de utilização da ferramenta através do qual todo o fluxo de utilização foi demonstrado. Apesar de já existirem planos da adição posterior das funcionalidades relacionadas à gamificação, esta informação não foi repassada aos usuários, assim estes começaram a utilizar o sistema acreditando que aquelas funcionalidades que viam eram todo o sistema. Após a adição da gamificação não foi gravada uma nova explicação, portanto, os usuários aprenderam a utilizar tais funcionalidades sozinhos.

4.3.2 Resultados

Utilização da Ferramenta

O eixo x dos gráficos apresentados nas Figuras 4.26 e 4.27 representam a semana em que a medição foi realizada, enquanto o eixo y representa a média aritmética das medições de todos os usuários alocados para esta equipe durante a semana. Vale lembrar que cada usuário alocado (membro da equipe) registra uma medição por semana.

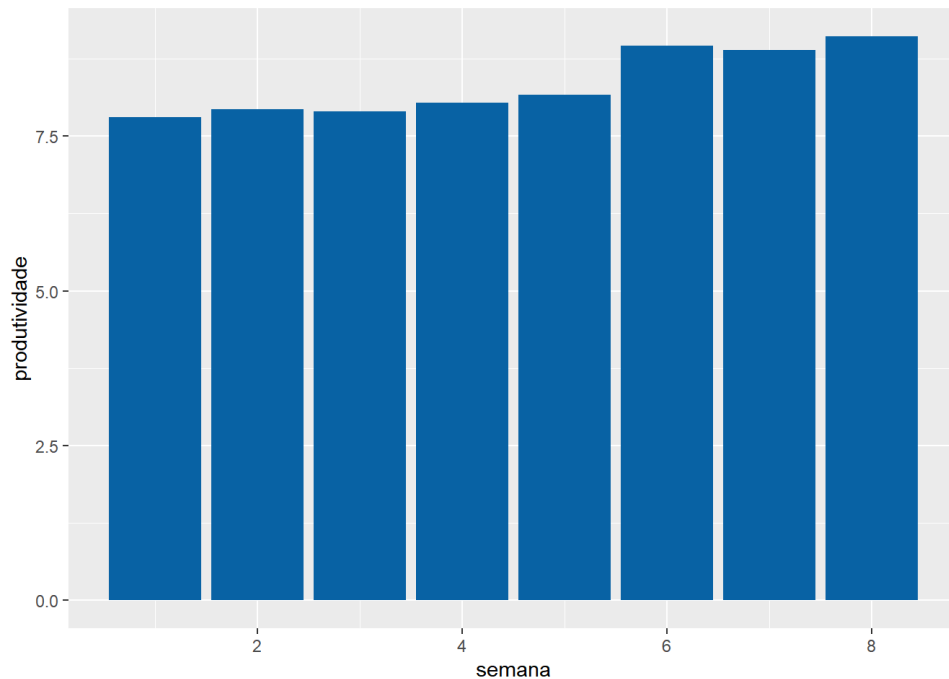


Figura 4.26: Progresso do Time 1

A Figura 4.26 apresenta o progresso da Equipe 1 ao longo das oito semanas em que o processo de medição de produtividade foi aplicado. É possível observar na Figura 4.26 que a média aritmética das avaliações aumentou lentamente ao longo das semanas - sendo 7,81 a média aritmética da primeira semana e 9,11 o valor correspondente à última semana, apresentando uma melhora de 1,3 pontos no período. A média geral, ou seja, de todos os valores para todas as semanas, foi de 8,35; a mediana foi 8,11; e o desvio padrão (considerando a média aritmética de cada uma das semanas) foi de apenas 0,539. Considerando esses valores, podemos verificar que a dispersão é pequena, ou seja, os resultados não tendem a se desviar muito da média entre uma semana e outra.

A Figura 4.27 apresenta o progresso da Equipe 2 ao longo das oito semanas em que o processo de medição de produtividade foi aplicado. Conforme as informações apresentadas na Figura 4.27, é possível observar um comportamento atípico nas primeiras três semanas, seguido de uma melhora gradativa nas últimas cinco semanas. Segundo o relato da equipe, a queda na produtividade ocorreu na terceira semana devido a divergências internas da equipe, causadas por uma situação específica durante o processo de desenvolvimento que já foi resolvida. Esta situação ocasionou uma diminuição na avaliação de fatores como “Acesso à Informação” e “Feedback”, o que fez com que a média geral da equipe diminuísse.

A média aritmética da primeira semana foi de 7,16, sendo 8,94 o valor correspondente à última semana, apresentando uma melhora de 1,78 pontos no período. A média geral, ou seja, entre todos os valores para todas as semanas neste conjunto de dados, foi de

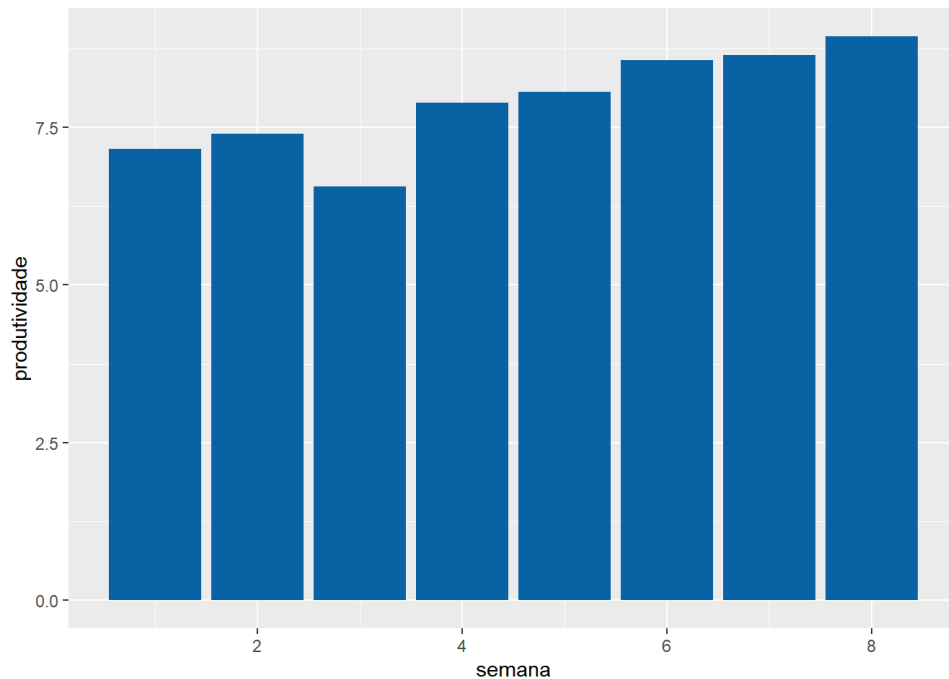


Figura 4.27: Progresso do Time 2

7,90. O valor da mediana foi de 7,97 e o desvio padrão, considerando a média aritmética de cada uma das oito semanas, foi de 0,816. Este valor foi mais significativo do que o desvio padrão de 0,539 encontrado para a Equipe 1, representando 151,39% deste valor. Considerando esses valores, podemos medir uma dispersão relativamente grande, ou seja, para o Time 2, resultados distantes da média são mais comuns.

Conforme dito por Miller e Galvin [70], o que não se pode medir, não se pode gerenciar ou melhorar. De tal forma, é possível que a melhoria obtida na avaliação dos fatores após o início da medição da produtividade tenha ocorrido devido ao fato de que agora, através do uso da ferramenta, as equipes têm uma noção mais concreta em relação a quais pontos/fatores precisam ser melhorados. Além disso, o fato de que a queda da produtividade da Equipe 2 na terceira semana foi visível através da ferramenta e compatível com a visão dos usuários é um resultado positivo para o sistema em relação a seu objetivo de medir a produtividade dos times de desenvolvimento.

RQ.3. Qual o efeito da aplicação da gamificação em relação às avaliações de produtividade?

Conforme mencionado, os recursos relacionados à gamificação só estiveram disponíveis a partir da quarta semana. Ou seja, apenas nestas semanas: 1. Os participantes tiveram acesso ao Leaderboard para ver a posição de sua equipe; 2. tiveram estímulos visuais para

realizar as tarefas (como os presentes no Quadro de Avisos); 3. tiveram acesso à Sala de Troféus e os troféus possivelmente ganhos; e 4. Combos tiveram efeitos.

Assim, é importante analisar o impacto que a adição dos elementos de gamificação teve nos resultados obtidos. Tal como mostrado na Figura 4.26, se considerarmos a média das avaliações semanais da Equipe 1 antes de adicionar a gamificação, temos um valor de 7,92, enquanto a média após a adição dos elementos de gamificação foi de 8,78 - uma diferença de 0,86 pontos. O desvio padrão antes da adição dos elementos de gamificação foi de apenas 0,096 e depois da adição destes elementos foi de 0,418 - ou seja, resultados que longe da média se tornaram mais comuns.

Subtraindo o valor da média aritmética das avaliações obtidas em uma semana pelo mesmo valor obtido na semana anterior, temos o valor que representa a evolução de uma semana para a outra. A evolução média nas semanas anteriores à aplicação da gamificação para esta equipe foi de 0,077 pontos por semana, enquanto a evolução média nas semanas após a aplicação da gamificação foi de 0,268 pontos, representando um valor mais significativo (ou seja, maior média de evolução semanal).

Em relação ao impacto da inserção dos elementos de gamificação nos resultados obtidos para o Time 2, se considerarmos a média das avaliações semanais do Time 2 (Figura 4.27) antes desta adição temos o valor de 7,25, enquanto a média após a adição dos elementos de gamificação subiu para 8,55 - uma diferença de 1,3 ponto. A evolução média nas semanas anteriores à aplicação da gamificação para o Time 2 foi de 0,243 pontos por semana, enquanto a evolução média nas semanas posteriores à aplicação da gamificação foi de 0,263 pontos - valor maior, que representa uma evolução maior por semana. No entanto, este resultado é inferior ao obtido pela equipe 1 que teve uma melhora de 179,16% na média de evolução semanal (saindo de 0,077 antes da adição da gamificação e atingindo 0,268 após a adição), enquanto a melhora obtida pela equipe 2 foi de 8,23% (saindo de 0,243 e atingindo 0,263 pontos).

RQ.4. Qual a percepção dos usuários em relação a ferramenta proposta para realizar o cálculo da produtividade?

Ao final das oito semanas de medição, foi aplicado um questionário para que os usuários do sistema avaliassem suas percepções em relação ao processo em sua totalidade. Este questionário foi constituído apenas de três perguntas, sendo elas:

- **Q1:** Quanto você concorda que a utilização da ferramenta de mensuração da produtividade ajudou o time a melhorar a produtividade?
- **Q2:** Quanto você concorda que a utilização da gamificação ajudou a melhorar os resultados do seu time?

- **Q3:** Considerando o gráfico da produtividade do seu time ao longo do processo de medição, quanto você concorda que ele representa a realidade?

Todas as perguntas do questionário foram avaliadas pelos respondentes através de uma escala Likert[64] com cinco opções, sendo a primeira representante de discordância total e a última representante de concordância total. Para a análise matemática, as opções foram ponderadas com o número correspondente entre 1 e 5, ou seja, a opção que representa discordância total tem valor “1” e a opção que representa concordância total tem valor “5”.

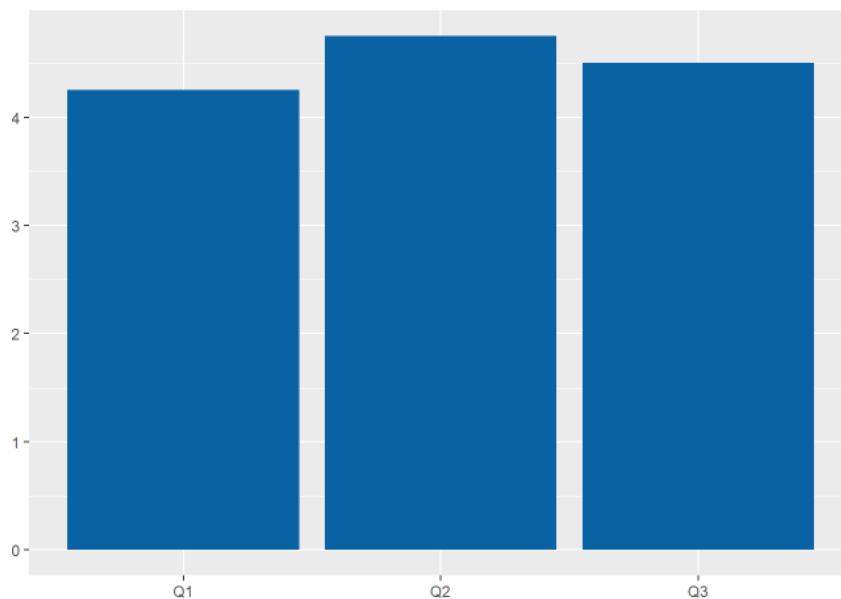


Figura 4.28: Avaliação dos Usuários do Time 1 Sobre a Ferramenta

A Figura 4.28 representa as avaliações feitas pelos integrantes do Time 1. A média das respostas para a **Q1** foi de 4,25; para a **Q2** foi de 4,75; e para a **Q3** foi de 4,5. De tal forma, todos os usuários do Time 2 consideraram 1. que a utilização da ferramenta de medição da produtividade ajuda o time a melhorar a própria produtividade; 2. que a utilização da gamificação ajudou a melhorar esses resultados; e 3. que as medições realizadas no sistema correspondem à realidade - visto que o gráfico mostrado ao time foi o gráfico referente ao seu progresso (Figura 4.26).

A Figura 4.29 representa as avaliações feitas pelos integrantes do Time 2. Para este time a média das respostas para a **Q1** foi de 4,5; para a **Q2** foi de 4,5; e para a **Q3** foi de 5. Ou seja, todos os usuários do Time 2 consideraram 1. que a utilização da ferramenta de medição da produtividade ajuda o time a melhorar a própria produtividade; 2. que a utilização da gamificação ajudou a melhorar esses resultados; e 3. que as medições realizadas no sistema correspondem à realidade - visto que o gráfico mostrado ao time foi o gráfico referente ao seu progresso (Figura 4.27).

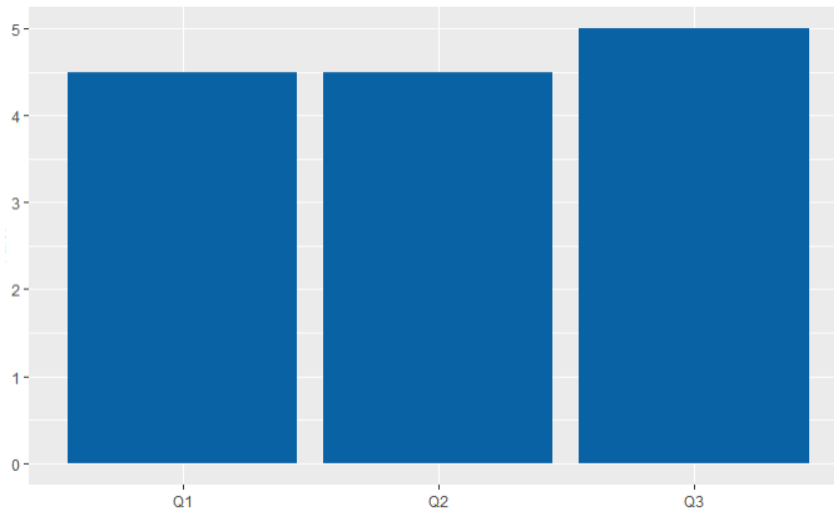


Figura 4.29: Avaliação dos Usuários do Time 2 Sobre a Ferramenta

Ao compararmos a avaliação dos usuários do Time 1 (Figura 4.28) com a avaliação dos usuários do Time 2 (Figura 4.29), podemos ver um comportamento semelhante, visto que ambas avaliações foram positivas. Na primeira questão (**Q1**) a avaliação do Time 2 foi superior em 0,25 pontos, ou seja, os integrantes do Time 2 concordam mais que a utilização da ferramenta de mensuração da produtividade ajuda o time a melhorar a produtividade. Para a segunda questão (**Q2**), nota-se que a avaliação do Time 1 foi superior em 0,25 pontos, ou seja, os integrantes deste time consideram mais efetiva a utilização da gamificação. Neste ponto é importante destacar que a percepção dos usuários foi coerente ao resultado do processo de medição da produtividade, visto que, como mostrado anteriormente, a gamificação de fato teve melhor resultado com o Time 1. Em relação à **Q3**, as avaliações do Time 2 tiveram média 5 (isto é, todos os membros apresentaram o grau de concordância máximo) e mostram resultado com 0,5 pontos de vantagem em relação ao Time 1.

Considerando as avaliações de todos os membros dos dois times, a média das respostas para a **Q1** foi de 4,375; para a **Q2** foi de 4,625; e para a **Q3** foi de 4,75. Assim, considera-se que, conforme os resultados obtidos no processo de medição e segundo o feedback dos usuários, a utilização da ferramenta de mensuração ajudou os times a melhorarem a produtividade; a utilização da gamificação melhorou os resultados; e o valor correspondente à produtividade contido na plataforma representa a realidade.

4.4 Ameaças à Validade

Entre as ameaças à validade apresentadas podemos mencionar o tamanho da amostra que participou do estudo de caso na utilização da ferramenta. O estudo de caso foi realizado

com duas equipes de quatro pessoas cada. Assim, entendemos que o tamanho da amostra é uma ameaça à validade, pois é possível que diferentes comportamentos e, conseqüentemente, diferentes resultados possam ser identificados em uma amostra maior. Entretanto, essa ameaça não foi mitigada neste trabalho devido ao curto período disponível para o término da pesquisa e o período de isolamento social, o qual dificultou a aplicação prática da ferramenta em diferentes cenários e organizações.

Outra ameaça a ser citada é a aplicação do estudo de caso em equipes de contexto semelhante: como citado anteriormente, ambas possuem a mesma quantidade de participantes, e atualmente trabalham em regime de home-office, e são formadas por pessoas de um mesmo país (ainda que de diferentes lugares do território). De tal maneira, os bons resultados obtidos para ambas não comprovam que também haverão bons resultados ao aplicar/utilizar a mesma ferramenta.

4.5 Síntese do Capítulo

Este capítulo teve como objetivo expor os resultados obtidos neste trabalho. Portanto, na Seção 4.1 são apresentados os fatores de influência sobre a produtividade encontrados na literatura. Na Seção 4.2 foi apresentado o sistema desenvolvido com descrições de todas as suas funcionalidades - tais descrições abrangem a forma de utilização de cada uma das funcionalidades no fluxo de medição da produtividade. Após a apresentação do sistema desenvolvido, foi apresentado um Estudo de Caso na Seção 4.3 que, no que lhe concerne, foi dividido em duas subseções: Preparação (Seção 4.3.1), que descreve como a ferramenta desenvolvida foi customizada para a utilização das equipes de desenvolvimento durante o estudo de caso e Resultados (Seção 4.3.2) que demonstra resultados estatísticos sobre a utilização da ferramenta (antes e depois da adição da gamificação), e mostra a avaliação dos usuários sobre os resultados. O trabalho apresentou bons resultados, todavia, há ameaças à validade destes. As ameaças à validade foram apresentadas na Seção 4.4. O próximo capítulo é o Capítulo 5 que expõe as conclusões e trabalhos futuros.

Capítulo 5

Conclusões

Este trabalho teve como objetivo identificar na literatura os fatores que influenciam a produtividade das equipes de desenvolvimento de software e propor uma ferramenta para mensurar a produtividade destas equipes. Para atingir este objetivo foram identificados os fatores de influência existentes na literatura e foi desenvolvida uma aplicação que calcula a produtividade com base nos valores atribuídos a tais fatores. O sistema desenvolvido utiliza a gamificação para motivar os usuários no processo da medição da produtividade. Para calcular o impacto da aplicação da gamificação, a produtividade começou a ser medida através do sistema ainda antes desta aplicação.

Ao comparar os resultados das duas equipes de desenvolvimento de software utilizadas no estudo de caso, foi possível perceber que as duas equipes apresentaram uma melhora na produtividade após o início das medições. Porém, essa melhora se manifestou de forma diferente: enquanto a Equipe 1 teve uma melhora constante e mais linear, a Equipe 2 teve uma variação maior nos resultados nas primeiras três semanas e passou a evoluir de forma mais linear a partir da quarta semana. É importante mencionar que a Equipe 2 iniciou o projeto há pouco tempo e é formada por pessoas que ainda não se conhecem tão bem. Assim, determinadas situações podem afetar a percepção dos membros da Equipe 2 sobre sua produtividade devido à falta de conhecimento e confiança nos demais membros da equipe.

Em relação às diferenças obtidas na produtividade após a adição da gamificação, foi possível observar que as duas equipes tiveram melhor média de evolução semanal, porém, com comportamentos diferentes: a melhoria da média de evolução semanal para a Equipe 1 foi de 179,16%, enquanto a melhoria para a segunda equipe foi de 8,23%. Assim, os resultados demonstram que a adição da gamificação foi benéfica para a produtividade, porém, pode ter grau de impacto diferente de acordo com o contexto.

Quanto aos resultados das avaliações dos usuários em relação à aplicação, a média das respostas para a “Quanto você concorda que a utilização da ferramenta de mensuração da

produtividade ajudou o time a melhorar a produtividade;’ foi de 4,375; para a “Quanto você concorda que a utilização da gamificação ajudou a melhorar os resultados do seu time;’ foi de 4,625; e para a “Considerando o gráfico da produtividade do seu time ao longo do processo de medição, quanto você concorda que ele representa a realidade;’ foi de 4,75. Assim, considera-se que, conforme os resultados obtidos no processo de medição e segundo o feedback dos usuários, a utilização da ferramenta de mensuração ajudou os times a melhorarem a produtividade; a utilização da gamificação melhorou os resultados; e o valor correspondente à produtividade contido na plataforma representa a realidade.

Como trabalhos futuros, será realizada a validação da ferramenta em outros contextos, com um maior número de participantes nas equipes de desenvolvimento, para investigar o impacto do uso da ferramenta na medição da produtividade das equipes em projetos de software maiores.

Referências

- [1] Tangen, Stefan: *Understanding the concept of productivity*. Em *Proceedings of the 7th Asia-Pacific Industrial Engineering and Management Systems Conference, Taipei*, páginas 18–20, 2002. vi, viii, 2, 3, 6
- [2] Sadowski, Caitlin, Margaret-Anne D. Storey e Robert Feldt: *A software development productivity framework*. Em Sadowski, Caitlin e Thomas Zimmermann (editores): *Rethinking Productivity in Software Engineering*, páginas 39–47. Apress open / Springer, 2019. https://doi.org/10.1007/978-1-4842-4221-6_5. vi, viii, 1, 2, 7, 9, 11, 18, 19, 20, 26
- [3] Fardo, Marcelo: *A GAMIFICAÇÃO APLICADA EM AMBIENTES DE APRENDIZAGEM*. RNOTE, 11, agosto 2013. vi, viii, 1, 2, 3, 16
- [4] Schlemmer, Eliane: *Gamificação em espaços de convivência híbridos e multimodais: Design e cognição em discussão*. Revista da FAEEBA - Educação e Contemporaneidade, 23, dezembro 2014. vi, viii, 1, 2, 3, 15, 16, 18
- [5] Chou, Y.K.: *Actionable Gamification: Beyond Points, Badges, and Leaderboards*. Createspace Independent Publishing Platform, 2015, ISBN 9781511744041. <https://books.google.com.br/books?id=jFWQrgEACAAJ>. xii, 16, 17, 29, 31
- [6] Yin, Robert K: *Case study research and applications: Design and methods*. Sage publications, 2017. xii, 5, 35
- [7] Canedo, Edna Dias e Giovanni Almeida Santos: *Factors affecting software development productivity: An empirical study*. Em *Proceedings of the XXXIII Brazilian Symposium on Software Engineering, SBES 2019*, página 307–316, New York, NY, USA, 2019. Association for Computing Machinery, ISBN 9781450376518. <https://doi.org/10.1145/3350768.3352491>. xiv, 2, 3, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 18, 20, 23, 25, 30, 38, 68
- [8] Macedo, Mariano de Matos: *Gestão da produtividade nas empresas*. Revista Organização Sistêmica, 1(1):110–119, 2012. 1, 2
- [9] Ishizaka, Alessio, Giuliano Resce e Bertrand Mareschal: *Visual management of performance with PROMETHEE productivity analysis*. Soft Comput., 22(22):7325–7338, 2018. <https://doi.org/10.1007/s00500-017-2884-0>. 1, 2
- [10] Mukred, Muaadh, Zawayah Mohammad Yusof e Fahad M. Alotaibi: *Ensuring the productivity of higher learning institutions through electronic records management*

- system (ERMS)*. IEEE Access, 7:97343–97364, 2019. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2927614>. 1
- [11] Stanley J, Spanbauer: *Reactivating higher education with total quality management: Using quality and productivity concepts, techniques and tools to improve higher education*. Total Quality Management, 6(5):519–538, 1995. <https://doi.org/10.1080/09544129550035189>. 1, 6, 9, 26
- [12] Rosen, Ellen D: *Improving public sector productivity: Concepts and practice*. Sage, 1993. <http://dx.doi.org/10.4135/9781483326276>. 1
- [13] Sharpe, Andrew: *Productivity concepts, trends and prospects: An overview*. Em Andrew Sharpe, Executive Director, Vice President Research, France St-Hilaire e Keith Banting (editores): *The Review of Economic Performance and Social Progress 2002: Towards a Social Understanding of Productivity*, volume 2. Centre for the Study of Living Standards, 2002. <https://EconPapers.repec.org/RePEc:sls:repsls:v:2:y:2002:as>. 1, 6, 11, 26
- [14] Bonelli, Regis e Renato Fonseca: *Ganhos de Produtividade e de Eficiência: Novos Resultados para a Economia Brasileira*. Pesquisa e Planejamento Econômico, 28, janeiro 1998. 1
- [15] Moreno, Adam, Mathias Neumann, Phillip M. Mohebalian, Christopher Thurnher e Hubert Hasenauer: *The continental impact of european forest conservation policy and management on productivity stability*. Remote Sensing, 11(1):87, 2019. <https://doi.org/10.3390/rs11010087>. 1
- [16] Triplett, Jack E.: *The solow productivity paradox: What do computers do to productivity?* The Canadian Journal of Economics / Revue canadienne d’Economie, 32(2):309–334, 1999, ISSN 00084085, 15405982. <http://www.jstor.org/stable/136425>. 1
- [17] Ray, D Manoj e Philip Samuel: *Improving the productivity in global software development*. Em *Innovations in Bio-Inspired Computing and Applications*, volume 424 de *Advances in Intelligent Systems and Computing*, páginas 175–185. Springer, 2016, ISBN 978-3-319-28030-1. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-28031-8>. 1
- [18] Aquino Junior, Gibeon Soares de e Silvio Romero de Lemos Meira: *Towards effective productivity measurement in software projects*. Em *The Fourth International Conference on Software Engineering Advances, ICSEA 2009, 20-25 September 2009, Porto, Portugal*, páginas 241–249, 2009. <https://doi.org/10.1109/ICSEA.2009.44>. 1, 7
- [19] Lavazza, Luigi, Sandro Morasca e Davide Tosi: *An empirical study on the effect of programming languages on productivity*. Em *Proceedings of the 31st Annual ACM Symposium on Applied Computing, Pisa, Italy, April 4-8, 2016*, páginas 1434–1439, 2016. <https://doi.org/10.1145/2851613.2851780>. 1
- [20] Oliveira, Edson Cesar Cunha de, Davi Viana, Marco Cristo e Tayana Conte: *How have software engineering researchers been measuring software productivity? - A systematic mapping study*. Em *ICEIS 2017 - Proceedings of the 19th International*

- Conference on Enterprise Information Systems, Volume 2, Porto, Portugal, April 26-29, 2017*, páginas 76–87, 2017. <https://doi.org/10.5220/0006314400760087>. 1, 18, 20
- [21] O. Melo, Claudia de, Daniela S. Cruzes, Fabio Kon e Reidar Conradi: *Interpretative case studies on agile team productivity and management*. Information & Software Technology, 55(2):412–427, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2012.09.004>. 1
- [22] Morasca, Sandro e Giuliano Russo: *An empirical study of software productivity*. Em *25th International Computer Software and Applications Conference (COMPSAC 2001), Invigorating Software Development, 8-12 October 2001, Chicago, IL, USA*, páginas 317–322, 2001. <https://doi.org/10.1109/CMPSAC.2001.960633>. 1
- [23] Yilmaz, Murat, Rory V O'Connor e Paul Clarke: *Effective social productivity measurements during software development—an empirical study*. International Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering, 26(03):457–490, 2016. 1
- [24] Mizuno, Osamu, Tohru Kikuno, Katsumi Inagaki, Yasunari Takagi e Keishi Sakamoto: *Statistical analysis of deviation of actual cost from estimated cost using actual project data*. Information and Software Technology, 42(7):465–473, 2000. 1
- [25] Ramirez-Mora, Sandra L. e Hanna Oktaba: *Team maturity in agile software development: The impact on productivity*. Em *2018 IEEE International Conference on Software Maintenance and Evolution, ICSME 2018, Madrid, Spain, September 23-29, 2018*, páginas 732–736, 2018. <https://doi.org/10.1109/ICSME.2018.00091>. 1, 2, 6, 13, 18, 20, 26
- [26] Delaney, Steven e Doug Schmidt: *A productivity framework for software development literature review*. Em *Proceedings of the 2nd International Conference on Software Engineering and Information Management, ICSIM 2019*, página 69–74, New York, NY, USA, 2019. Association for Computing Machinery, ISBN 9781450366427. <https://doi.org/10.1145/3305160.3305161>. 2, 7
- [27] Ferenhof, Helio Aisenberg e Roberto Fabiano Fernandes: *Desmistificando a revisão de literatura como base para redação científica: método SSF*. Revista ACB, 21(3):550–563, 2016. 4
- [28] Heidemann, Leonardo Albuquerque, Ives Solano Araujo e Eliane Angela Veit: *A integração de atividades teóricas e experimentais no ensino de física através de ciclos de modelagem: um estudo de caso exploratório no ensino superior*. Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, 9(1):151–178, 2016. 5
- [29] Kemerer, Chris F.: *Software development productivity measurement*. DATA BASE, 17(4):41, 1986. <https://doi.org/10.1145/1113523.1113533>. 6
- [30] Bellet, Clement, Jan Emmanuel De Neve e George Ward: *Does employee happiness have an impact on productivity?* Saïd Business School WP, 13, 2019. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3470734. 6, 9, 26

- [31] Graziotin, Daniel e Fabian Fagerholm: *Happiness and the productivity of software engineers*. Em Sadowski, Caitlin e Thomas Zimmermann (editores): *Rethinking Productivity in Software Engineering*, páginas 109–124. Apress open / Springer, 2019. https://doi.org/10.1007/978-1-4842-4221-6_10. 7, 9, 11, 18, 20, 26
- [32] Petersen, Kai: *Measuring and predicting software productivity: A systematic map and review*. *Information & Software Technology*, 53(4):317–343, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2010.12.001>. 7
- [33] Vasilescu, Bogdan, Yue Yu, Huaimin Wang, Premkumar T. Devanbu e Vladimir Filkov: *Quality and productivity outcomes relating to continuous integration in github*. Em *Proceedings of the 2015 10th Joint Meeting on Foundations of Software Engineering, ESEC/FSE 2015, Bergamo, Italy, August 30 - September 4, 2015*, páginas 805–816, 2015. <https://doi.org/10.1145/2786805.2786850>. 7, 13, 26
- [34] Russo, Daniel, Paul H. P. Hanel, Seraphina Altnickel e Niels van Berkel: *Predictors of well-being and productivity among software professionals during the COVID-19 pandemic - a longitudinal study*. *Empir. Softw. Eng.*, 26(4):62, 2021. <https://doi.org/10.1007/s10664-021-09945-9>. 9, 26
- [35] Souza, André Luís Martins de, Renata Alessandra Evangelista, Alexandre Assis Bueno e Luiz Almeida da Silva: *A Influência da Qualidade de Vida no Trabalho (QVT) na Produtividade de Equipes de Manutenção*. Atena Editora, 2019. <http://shorturl.at/FIS34>. 9, 18, 20, 26
- [36] Saueressig, Rafaela Helena Sulzbach Secchi, Ariosto Sparemberger, Luciano Zamberlan, Pedro Luís Büttenbender e Ivo Ney Kuhn: *IMPACTO E INFLUÊNCIA DOS FATORES DA QUALIDADE DE VIDA NO DESEMPENHO PESSOAL: O CASO DE UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR (IES/RS)*. XIX Coloquio Internacional de Gestao Universitaria, 2019. <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/201924>. 9, 26
- [37] Murphy-Hill, E., C. Jaspán, C. Sadowski, D. Shepherd, M. Phillips, C. Winter, A. Knight, E. Smith e M. Jorde: *What predicts software developers' productivity?* *IEEE Transactions on Software Engineering*, páginas 1–1, 2019. 9, 13, 26
- [38] Murphy-Hill, Emerson R., Ciera Jaspán, Caitlin Sadowski, David C. Shepherd, Michael Phillips, Collin Winter, Andrea Knight, Edward K. Smith e Matthew Jorde: *What predicts software developers' productivity?* *IEEE Trans. Software Eng.*, 47(3):582–594, 2021. <https://doi.org/10.1109/TSE.2019.2900308>. 9, 13
- [39] Oliveira, Edson, Tayana Conte e Marco Cristo: *FATORES DE INFLUÊNCIA NA PRODUTIVIDADE DOS DESENVOLVEDORES DE ORGANIZAÇÕES DE SOFTWARE*. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Amazonas, 2017. 9, 26
- [40] Machuca-Villegas, Liliana, Gloria Piedad Gasca-Hurtado, Solbey Morillo Puente e Luz Marcela Restrepo Tamayo: *An instrument for measuring perception about social and human factors that influence software development productivity*. *JUCS - Journal*

- of Universal Computer Science, 27(2):111–134, 2021, ISSN 0948-695X. <https://doi.org/10.3897/jucs.65102>. 9, 26
- [41] Scott, Ezequiel, Khaled Nimr Charkie e Dietmar Pfahl: *Productivity, turnover, and team stability of agile teams in open-source software projects*. Em *46th Euromicro Conference on Software Engineering and Advanced Applications, SEAA 2020, Portoroz, Slovenia, August 26-28, 2020*, páginas 124–131. IEEE, 2020. <https://doi.org/10.1109/SEAA51224.2020.00029>. 9, 14, 26
- [42] Wagner, Stefan e Melanie Ruhe: *A systematic review of productivity factors in software development*. CoRR, abs/1801.06475, 2018. <http://arxiv.org/abs/1801.06475>. 10, 26
- [43] Besker, Terese, Antonio Martini e Jan Bosch: *Software developer productivity loss due to technical debt - A replication and extension study examining developers' development work*. Journal of Systems and Software, 156:41–61, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2019.06.004>. 11, 26
- [44] Hélie, Jean, Ian Wright e Albert Ziegler: *Measuring software development productivity: A machine learning approach*. Em *Proceedings of the Conference on Machine Learning for Programming Workshop, affiliated with FLoC*, volume 18, 2018. 11, 19, 20, 26
- [45] Murphy, Gail C., Mik Kersten, Robert Elves e Nicole Bryan: *Enabling productive software development by improving information flow*. Em *Rethinking Productivity in Software Engineering*, páginas 281–292. Apress, Berkeley, CA, 2019. https://doi.org/10.1007/978-1-4842-4221-6_24. 13, 18, 20, 26
- [46] Qamar, Nosheen e Ali Afzal Malik: *Birds of a feather gel together: Impact of team homogeneity on software quality and team productivity*. IEEE Access, 7:96827–96840, 2019. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2929152>. 13, 26
- [47] Vargas, Pedro S. Castañeda e David Mauricio: *New factors affecting productivity of the software factory*. IJITSA, 13(1):1–26, 2020. <https://doi.org/10.4018/IJITSA.2020010101>. 14, 26
- [48] Chapetta, Wladimir Araujo e Guilherme Horta Travassos: *Towards an evidence-based theoretical framework on factors influencing the software development productivity*. Empir. Softw. Eng., 25(5):3501–3543, 2020. <https://doi.org/10.1007/s10664-020-09844-5>. 14, 26
- [49] Midha, Vishal e Prashant Palvia: *Factors affecting the success of open source software*. J. Syst. Softw., 85(4):895–905, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2011.11.010>. 15, 26
- [50] Jiang, Qingye, Young Choon Lee, Joseph G. Davis e Albert Y. Zomaya: *Diversity, productivity, and growth of open source developer communities*. CoRR, abs/1809.03725, 2018. <http://arxiv.org/abs/1809.03725>. 15, 26

- [51] Liao, Zhifang, Yiqi Zhao, Shengzong Liu, Yan Zhang, Limin Liu e Jun Long: *The measurement of the software ecosystem's productivity with github*. Computer Systems Science and Engineering, 36(1):239–258, 2021. <http://www.techscience.com/csse/v36n1/40894>. 15, 26
- [52] Navarro, Gabrielle: *Gamificação: a transformação do conceito do termo jogo no contexto da pós-modernidade*. Biblioteca Latino-Americana de Cultura e Comunicação, 1(1):1–26, 2013. 15
- [53] Zichermann, Gabe e Christopher Cunningham: *Gamification by Design: Implementing Game Mechanics in Web and Mobile Apps*. O'Reilly Media, Inc., 1st edição, 2011, ISBN 1449397670. 16
- [54] Leite, Bruno: *Gamificando as aulas de química: uma análise prospectiva das propostas de licenciandos em química*. RENOTE. Revista Novas Tecnologias na Educação, 15:1–10, dezembro 2017. 16
- [55] Haefner, J. e Christos Makrigeorgis: *A study of the systemic relationship between worker motivation and productivity*. IJTD, 1:52–69, janeiro 2010. 16, 18, 20
- [56] Oliveira, Edson, Eduardo Fernandes, Igor Steinmacher, Marco Cristo, Tayana Conte e Alessandro Garcia: *Code and commit metrics of developer productivity: a study on team leaders perceptions*. Empirical Software Engineering, 25(4):2519–2549, Jul 2020, ISSN 1573-7616. <https://doi.org/10.1007/s10664-020-09820-z>. 18, 20
- [57] Naik, N. e P. Jenkins: *Relax, it's a game: Utilising gamification in learning agile scrum software development*. Em *2019 IEEE Conference on Games (CoG)*, páginas 1–4, Aug 2019. 18, 20
- [58] Coonradt, C.A. e L. Nelson: *The Game of Work: How to Enjoy Work as Much as Play*. Shadow Mountain, 1985, ISBN 9780877477716. https://books.google.com.br/books?id=6dZh_40Pu7sC. 18, 20
- [59] Quadros, Gerson Bruno Forgiarini de: *Construindo o estado da arte da gamificação*. Em *Anais do Encontro Virtual de Documentação em Software Livre e Congresso Internacional de Linguagem e Tecnologia Online*, volume 4, 2016. 19, 20, 31
- [60] Moldon, Lukas, Markus Strohmaier e Johannes Wachs: *How Gamification Affects Software Developers: Cautionary Evidence from a Natural Experiment on GitHub*. arXiv e-prints, página arXiv:2006.02371, junho 2020. 19, 20
- [61] Balk, Bert M., Javier Barbero e José Luis Zofío: *A toolbox for calculating and decomposing total factor productivity indices*. Comput. Oper. Res., 115:104853, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2019.104853>. 20
- [62] King, Ney Cesar de Oliveira, Edson Pinheiro de Lima e Sérgio Eduardo Gouvêa da Costa: *Produtividade sistêmica: conceitos e aplicações*. Production, 24(1):160–176, 2014. 20

- [63] Kiryakova, Gabriela, Nadezhda Angelova e Lina Yordanova: *Gamification in education*. Em *Proceedings of 9th International Balkan Education and Science Conference*. International Balkan Education and Science Conference, 2014. 27, 30
- [64] Allen, I Elaine e Christopher A Seaman: *Likert scales and data analyses*. *Quality progress*, 40(7):64–65, 2007. 27, 32, 74
- [65] Pressman, Roger: *Software Engineering: A Practitioner's Approach*. McGraw-Hill, Inc., USA, 7ª edição, 2009, ISBN 0073375977. 33
- [66] Martin, Robert Cecil: *Agile Software Development: Principles, Patterns, and Practices*. Prentice Hall PTR, USA, 2003, ISBN 0135974445. 33
- [67] Ampatzoglou, Apostolos, Angeliki-Agathi Tsintzira, Elvira-Maria Arvanitou, Alexander Chatzigeorgiou, Ioannis Stamelos, Alexandru Moga, Robert Heb, Oliviu Matei, Nikolaos Tsiridis e Dionisis D. Kehagias: *Applying the single responsibility principle in industry: Modularity benefits and trade-offs*. Em Ali, Shaukat e Vahid Garousi (editores): *Proceedings of the Evaluation and Assessment on Software Engineering, EASE 2019, Copenhagen, Denmark, April 15-17, 2019*, páginas 347–352. ACM, 2019. <https://doi.org/10.1145/3319008.3320125>. 33
- [68] Rinker, Felix, Laura Waltersdorfer e Stefan Biffi: *Towards test-driven model development in production systems engineering*. Em Filipe, Joaquim, Michal Smialek, Alexander Brodsky e Slimane Hammoudi (editores): *Proceedings of the 22nd International Conference on Enterprise Information Systems, ICEIS 2020, Prague, Czech Republic, May 5-7, 2020, Volume 1*, páginas 213–219. SCITEPRESS, 2020. <https://doi.org/10.5220/0009425302130219>. 33
- [69] Richardson, Chris: *Microservices patterns: with examples in Java*. Manning Publications, 2018, ISBN 9781617294549. <https://www.manning.com/books/microservices-patterns>. 34
- [70] Miller, Ann e Mary Galvin: *What you can't measure, you can't manage! using alma data to enhance strategic decision making in libraries*. ELUNA 2016 Annual Meeting, maio 2016. 72