

Universidade Federal de Santa Catarina  
Centro Tecnológico  
Departamento de Informática e Estatística

Willian Kruscinski

**Divisão de equipes ágeis de desenvolvimento:  
um estudo de caso sobre produtividade,  
eficiência e maturidade ágil em um laboratório**

Florianópolis, Brasil

2026



Universidade Federal de Santa Catarina  
Centro Tecnológico  
Departamento de Informática e Estatística

Willian Kruscinski

**Divisão de equipes ágeis de desenvolvimento: um estudo  
de caso sobre produtividade, eficiência e maturidade ágil  
em um laboratório**

Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Ciências da Computação da Universidade Federal de Santa Catarina, requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Ciências da Computação.

Orientador: Raul Sidnei Wazlawick

Florianópolis, Brasil

2026

# Resumo

Este trabalho realiza um estudo de caso para analisar como a divisão de uma equipe ágil de desenvolvimento se relaciona com indicadores de produtividade, eficiência, planejamento e maturidade ágil, tendo como cenário o projeto e-SUS APS, desenvolvido no Laboratório Bridge da Universidade Federal de Santa Catarina. Com a crescente adoção de métodos ágeis e a prática recorrente de reorganizar equipes em contextos de crescimento, torna-se relevante compreender como a divisão de times pode se associar a variações na capacidade disponível, no volume de entrega, na previsibilidade e na maturidade das práticas ágeis. A pesquisa adota uma abordagem quantitativa e descritiva, estruturada em três etapas: fundamentação teórica e mapeamento sistemático da literatura sobre métodos ágeis, métricas de produtividade, tamanho e reorganização de equipes; caracterização do contexto organizacional e da divisão analisada; e análise de dados históricos antes e depois da divisão da equipe. Foram consideradas métricas como força de trabalho, *velocity*, taxa de eficiência, esforço planejado, aproveitamento do esforço planejado e maturidade ágil. Os resultados indicam que, após a divisão, houve aumento da força de trabalho disponível, crescimento da entrega absoluta, melhora no aproveitamento do esforço planejado e manutenção ou leve evolução da maturidade ágil. Entretanto, a taxa de eficiência agregada apresentou leve redução, indicando que o aumento da entrega não ocorreu na mesma proporção do aumento da capacidade disponível. A comparação entre as equipes resultantes também mostrou diferenças relevantes, associadas à distribuição de senioridade, liderança técnica e estabilidade dos indicadores. Conclui-se que a divisão de equipes ágeis deve ser analisada de forma multidimensional e contextualizada, considerando não apenas métricas absolutas de entrega, mas também capacidade, eficiência, planejamento, maturidade e características organizacionais.

**Palavras-chave:** métodos ágeis; produtividade; equipes ágeis; métricas ágeis; maturidade ágil; estudo de caso.

# Abstract

This study presents a case study to analyze how splitting an agile software development team is related to indicators of productivity, efficiency, planning, and agile maturity, using the e-SUS APS project, developed at the Bridge Laboratory of the Federal University of Santa Catarina, as its context. With the growing adoption of agile methods and the recurring practice of reorganizing teams in growth contexts, it becomes relevant to understand how team splitting may be associated with variations in available capacity, delivery volume, predictability, and the maturity of agile practices. The research adopts a quantitative and descriptive approach, structured in three stages: theoretical foundation and systematic literature mapping on agile methods, productivity metrics, team size, and team reorganization; characterization of the organizational context and the team split analyzed; and analysis of historical data before and after the team division. Metrics such as workforce, *velocity*, efficiency rate, planned effort, planned effort utilization, and agile maturity were considered. The results indicate that, after the split, there was an increase in available workforce, growth in absolute delivery, improvement in planned effort utilization, and maintenance or slight improvement in agile maturity. However, the aggregated efficiency rate showed a slight decrease, indicating that the increase in delivery did not occur in the same proportion as the increase in available capacity. The comparison between the resulting teams also showed relevant differences associated with the distribution of seniority, technical leadership, and indicator stability. It is concluded that splitting agile teams should be analyzed in a multidimensional and contextualized way, considering not only absolute delivery metrics, but also capacity, efficiency, planning, maturity, and organizational characteristics.

**Keywords:** agile methods; productivity; agile teams; agile metrics; agile maturity; case study.



# Lista de ilustrações

|                                                                                                  |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 1 – Princípios ágeis e respectivas descrições . . . . .                                   | 24  |
| Figura 2 – Ciclo do Scrum com cerimônias, eventos e artefatos. . . . .                           | 25  |
| Figura 3 – Princípios XP e respectivas descrições. . . . .                                       | 28  |
| Figura 4 – Ciclo das etapas do b_thinking . . . . .                                              | 54  |
| Figura 5 – Estrutura do método Bridge . . . . .                                                  | 87  |
| Figura 6 – Comparação da b_agile entre a equipe original e as equipes Alpha e<br>Omega . . . . . | 122 |
| Figura 7 – <i>Velocity</i> das equipes . . . . .                                                 | 125 |
| Figura 8 – Taxa de eficiência das equipes . . . . .                                              | 126 |
| Figura 9 – Aproveitamento do esforço planejado . . . . .                                         | 126 |
| Figura 10 – Notas das aplicações da b_agile . . . . .                                            | 165 |



# Lista de tabelas

|                                                                                            |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabela 1 – Comparação entre modelos e instrumentos de avaliação de maturidade              | 49  |
| Tabela 2 – Questões de pesquisa . . . . .                                                  | 58  |
| Tabela 3 – Identificadores associados às questões de pesquisa . . . . .                    | 59  |
| Tabela 4 – Grupos de termos utilizados na estratégia de busca . . . . .                    | 60  |
| Tabela 5 – String de busca utilizada no mapeamento sistemático . . . . .                   | 60  |
| Tabela 6 – Critérios de inclusão do MSL . . . . .                                          | 62  |
| Tabela 7 – Critérios de exclusão do MSL . . . . .                                          | 63  |
| Tabela 8 – Resultados por biblioteca nas etapas de seleção . . . . .                       | 64  |
| Tabela 9 – Tipos de estudo identificados no corpus do MSL . . . . .                        | 65  |
| Tabela 10 – Base de evidência dos estudos incluídos . . . . .                              | 66  |
| Tabela 11 – Métodos e frameworks ágeis mencionados nos estudos . . . . .                   | 66  |
| Tabela 12 – Domínios de aplicação dos estudos selecionados . . . . .                       | 67  |
| Tabela 13 – Tipo de organização dos estudos selecionados . . . . .                         | 68  |
| Tabela 14 – Porte das organizações dos estudos selecionados . . . . .                      | 68  |
| Tabela 15 – Modalidade de trabalho dos estudos selecionados . . . . .                      | 69  |
| Tabela 16 – Tamanho das equipes analisadas nos estudos selecionados . . . . .              | 70  |
| Tabela 17 – Senioridade ou experiência das equipes analisadas . . . . .                    | 71  |
| Tabela 18 – Fatores que ameaçam a produtividade em equipes ágeis . . . . .                 | 72  |
| Tabela 19 – Categorias de métricas identificadas nos estudos selecionados . . . . .        | 74  |
| Tabela 20 – Avaliação de maturidade ágil nos estudos selecionados . . . . .                | 76  |
| Tabela 21 – Práticas e estratégias de mitigação identificadas nos estudos . . . . .        | 78  |
| Tabela 22 – Composição e carga horária total da equipe original . . . . .                  | 93  |
| Tabela 23 – Períodos considerados na análise da divisão da equipe . . . . .                | 95  |
| Tabela 24 – Composição e carga horária total da equipe alpha . . . . .                     | 97  |
| Tabela 25 – Composição e carga horária total da equipe omega . . . . .                     | 97  |
| Tabela 26 – Unidade de análise do estudo de caso . . . . .                                 | 103 |
| Tabela 27 – Questões de análise do estudo de caso . . . . .                                | 104 |
| Tabela 28 – Métricas e indicadores utilizados no estudo de caso . . . . .                  | 106 |
| Tabela 29 – Linha do tempo das sprints analisadas . . . . .                                | 114 |
| Tabela 30 – Indicadores agregados por sprint . . . . .                                     | 117 |
| Tabela 31 – Média geral da b_agile nos ciclos analisados . . . . .                         | 121 |
| Tabela 32 – Média da b_agile por seção . . . . .                                           | 121 |
| Tabela 33 – Comparação agregada entre os períodos anterior e posterior à divisão . . . . . | 124 |
| Tabela 34 – Variações absolutas e relativas das métricas analisadas . . . . .              | 127 |
| Tabela 35 – Dispersão das métricas nos períodos anterior e posterior à divisão . . . . .   | 128 |
| Tabela 36 – Comparação entre as equipes Alpha e Omega no período pós-divisão . . . . .     | 129 |

|                                                                                                   |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabela 37 – Dispersão das métricas das equipes Alpha e Omega . . . . .                            | 132 |
| Tabela 38 – Recomendações práticas para futuras divisões de equipes com base no<br>5W2H . . . . . | 141 |
| Tabela 39 – Indicadores da equipe original entre as sprints 06 e 12 . . . . .                     | 159 |
| Tabela 40 – Indicadores da equipe omega entre as sprints 13 e 19 . . . . .                        | 161 |
| Tabela 41 – Indicadores da equipe alpha entre as sprints 13 e 19 . . . . .                        | 163 |
| Tabela 42 – Strings de busca adaptadas por biblioteca digital . . . . .                           | 167 |

# Lista de abreviaturas e siglas

|      |                                |
|------|--------------------------------|
| QA   | Quality Assurance              |
| PO   | Product Owner                  |
| SM   | Scrum Master                   |
| XP   | Extreme Programming            |
| GQM  | Goal-Question-Metric           |
| WIP  | Work in Progress               |
| LeSS | Large Scale Scrum              |
| SAFe | Scaled Agile Framework         |
| DoD  | Definition of Done             |
| DORA | DevOps Research and Assessment |
| CV   | Coeficiente de variação        |
| DP   | Desvio padrão                  |



# Sumário

|            |                                                                     |           |
|------------|---------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b>   | <b>INTRODUÇÃO E OBJETIVOS</b>                                       | <b>15</b> |
| <b>1.1</b> | <b>Introdução</b>                                                   | <b>15</b> |
| <b>1.2</b> | <b>Objetivo geral</b>                                               | <b>17</b> |
| <b>1.3</b> | <b>Objetivos específicos</b>                                        | <b>17</b> |
| <b>1.4</b> | <b>Método de pesquisa</b>                                           | <b>17</b> |
| <b>2</b>   | <b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>                                        | <b>21</b> |
| <b>2.1</b> | <b>Conceitos de medição e Métricas de Software</b>                  | <b>21</b> |
| <b>2.2</b> | <b>Métodos Ágeis de Desenvolvimento de Software</b>                 | <b>23</b> |
| 2.2.1      | Scrum                                                               | 24        |
| 2.2.2      | Kanban                                                              | 27        |
| 2.2.3      | eXtreme Programming (XP)                                            | 27        |
| 2.2.4      | Lean Software Development                                           | 28        |
| <b>2.3</b> | <b>Tamanho, estrutura e escalabilidade de equipes ágeis</b>         | <b>29</b> |
| 2.3.1      | Tamanho de equipes ágeis e custos de coordenação                    | 29        |
| 2.3.2      | Lei de Brooks e mudanças na composição das equipes                  | 30        |
| 2.3.3      | Divisão de equipes e formação de múltiplos times                    | 31        |
| 2.3.4      | Coordenação, autonomia e alinhamento em contextos escalados         | 33        |
| <b>2.4</b> | <b>Métricas Ágeis</b>                                               | <b>34</b> |
| 2.4.1      | Métricas de capacidade: força de trabalho                           | 35        |
| 2.4.2      | Métricas de entrega: velocity e throughput                          | 36        |
| 2.4.3      | Métricas de eficiência: taxa de eficiência                          | 37        |
| 2.4.4      | Métricas de fluxo: cycle time e lead time                           | 38        |
| 2.4.5      | Métricas de planejamento: aproveitamento do esforço planejado       | 39        |
| 2.4.6      | Métricas de Qualidade (Defeitos, Cobertura de Testes e outros)      | 40        |
| 2.4.7      | Ferramentas visuais de acompanhamento: burndown e burnup            | 41        |
| 2.4.8      | Previsibilidade e Tomada de Decisão com Métricas Ágeis              | 42        |
| 2.4.9      | Boas Práticas e Cuidados com o Uso de Métricas Ágeis                | 43        |
| 2.4.10     | Gestão de Projetos                                                  | 44        |
| <b>2.5</b> | <b>Maturidade ágil</b>                                              | <b>45</b> |
| 2.5.1      | Conceito de maturidade ágil                                         | 45        |
| 2.5.2      | Modelos de maturidade organizacional e de gerenciamento de projetos | 46        |
| 2.5.3      | Roda Ágil e instrumentos de avaliação de maturidade                 | 49        |
| 2.5.4      | b_agile como indicador de maturidade no Laboratório Bridge          | 50        |

|       |                                                                                        |            |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 2.5.5 | b_thinking como modelo de processo centrado no usuário no Laboratório Bridge . . . . . | 53         |
| 2.6   | <b>Síntese da fundamentação teórica . . . . .</b>                                      | <b>54</b>  |
| 3     | <b>ESTADO DA ARTE: MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DA LITE-RATURA . . . . .</b>                 | <b>57</b>  |
| 3.1   | Questões de pesquisa do MSL . . . . .                                                  | 58         |
| 3.2   | Estratégia de busca . . . . .                                                          | 59         |
| 3.3   | Critérios de inclusão e exclusão . . . . .                                             | 61         |
| 3.4   | Processo de seleção dos estudos . . . . .                                              | 64         |
| 3.5   | Caracterização dos estudos selecionados . . . . .                                      | 65         |
| 3.6   | Contexto dos estudos sobre equipes ágeis . . . . .                                     | 68         |
| 3.7   | Tamanho e experiência das equipes analisadas . . . . .                                 | 69         |
| 3.8   | Fatores que ameaçam a produtividade em equipes ágeis . . . . .                         | 71         |
| 3.9   | Métricas utilizadas para avaliar capacidade, produtividade e eficiência                | 73         |
| 3.10  | Maturidade ágil nos estudos selecionados . . . . .                                     | 76         |
| 3.11  | Práticas e estratégias de mitigação identificadas . . . . .                            | 78         |
| 3.12  | Síntese dos achados do MSL . . . . .                                                   | 80         |
| 3.13  | Lacunas identificadas e relação com este trabalho . . . . .                            | 82         |
| 4     | <b>CONTEXTO DO ESTUDO DE CASO . . . . .</b>                                            | <b>85</b>  |
| 4.1   | Laboratório Bridge . . . . .                                                           | 85         |
| 4.2   | Projeto e-SUS APS . . . . .                                                            | 85         |
| 4.3   | Método ágil de trabalho no Laboratório Bridge . . . . .                                | 86         |
| 4.3.1 | Scrum no contexto do Bridge . . . . .                                                  | 88         |
| 4.3.2 | Kanban e visualização do fluxo de trabalho . . . . .                                   | 88         |
| 4.3.3 | Elementos de SAFe e coordenação entre equipes . . . . .                                | 89         |
| 4.3.4 | OKRs e melhoria contínua . . . . .                                                     | 89         |
| 4.3.5 | Métricas e maturidade no método de trabalho . . . . .                                  | 89         |
| 4.4   | <b>Métricas internas utilizadas pelas equipes . . . . .</b>                            | <b>90</b>  |
| 4.5   | <b>Contexto da divisão da equipe analisada . . . . .</b>                               | <b>92</b>  |
| 4.5.1 | A equipe original antes da divisão . . . . .                                           | 93         |
| 4.5.2 | Motivações para a divisão da equipe . . . . .                                          | 94         |
| 4.5.3 | Momento da divisão . . . . .                                                           | 95         |
| 4.5.4 | Os times resultantes . . . . .                                                         | 96         |
| 4.6   | <b>Síntese do contexto . . . . .</b>                                                   | <b>98</b>  |
| 5     | <b>PLANEJAMENTO DO ESTUDO DE CASO . . . . .</b>                                        | <b>101</b> |
| 5.1   | Declaração de uso de inteligência artificial generativa . . . . .                      | 101        |
| 5.2   | Objetivo do estudo de caso . . . . .                                                   | 102        |

|       |                                                                     |            |
|-------|---------------------------------------------------------------------|------------|
| 5.3   | Unidade de análise . . . . .                                        | 103        |
| 5.4   | Questões de análise do estudo de caso . . . . .                     | 104        |
| 5.5   | Métricas e indicadores utilizados . . . . .                         | 105        |
| 5.6   | Períodos de análise . . . . .                                       | 107        |
| 5.7   | Fontes de dados . . . . .                                           | 108        |
| 5.8   | Procedimentos de coleta e organização dos dados . . . . .           | 108        |
| 5.9   | Procedimentos de análise dos dados . . . . .                        | 109        |
| 5.10  | Ameaças à validade . . . . .                                        | 111        |
| 6     | <b>EXECUÇÃO DO ESTUDO DE CASO . . . . .</b>                         | <b>113</b> |
| 6.1   | <b>Visão geral da execução . . . . .</b>                            | <b>113</b> |
| 6.1.1 | Linha do tempo das sprints analisadas . . . . .                     | 113        |
| 6.1.2 | Consolidação da base de dados . . . . .                             | 114        |
| 6.1.3 | Ocorrências relevantes durante a execução . . . . .                 | 115        |
| 6.2   | <b>Análise descritiva por sprint . . . . .</b>                      | <b>116</b> |
| 6.2.1 | Força de trabalho por sprint . . . . .                              | 117        |
| 6.2.2 | <i>Velocity</i> por sprint . . . . .                                | 118        |
| 6.2.3 | Taxa de eficiência por sprint . . . . .                             | 118        |
| 6.2.4 | Aproveitamento do esforço planejado por sprint . . . . .            | 119        |
| 6.2.5 | b_agile no período analisado . . . . .                              | 120        |
| 6.3   | <b>Síntese comparativa entre os períodos . . . . .</b>              | <b>124</b> |
| 6.3.1 | Comparação agregada antes e depois da divisão . . . . .             | 124        |
| 6.3.2 | Variações absolutas e relativas das métricas . . . . .              | 127        |
| 6.3.3 | Estabilidade e dispersão dos resultados . . . . .                   | 128        |
| 6.4   | <b>Comparação entre as equipes no período pós-divisão . . . . .</b> | <b>129</b> |
| 6.4.1 | Desempenho da equipe Alpha . . . . .                                | 130        |
| 6.4.2 | Desempenho da equipe Omega . . . . .                                | 131        |
| 6.4.3 | Leitura comparativa das equipes resultantes . . . . .               | 132        |
| 6.5   | <b>Discussão dos resultados . . . . .</b>                           | <b>133</b> |
| 6.5.1 | Síntese das respostas às questões de análise . . . . .              | 134        |
| 6.5.2 | Interpretação à luz do contexto organizacional . . . . .            | 136        |
| 6.5.3 | Limitações observadas na execução . . . . .                         | 138        |
| 6.6   | <b>Recomendações práticas . . . . .</b>                             | <b>139</b> |
| 7     | <b>CONCLUSÃO . . . . .</b>                                          | <b>143</b> |
|       | <b>REFERÊNCIAS . . . . .</b>                                        | <b>149</b> |

|                                                              |            |
|--------------------------------------------------------------|------------|
| <b>APÊNDICES</b>                                             | <b>157</b> |
| <b>APÊNDICE A – INDICADORES DA EQUIPE ORIGINAL . . . . .</b> | <b>159</b> |
| <b>APÊNDICE B – INDICADORES DA EQUIPE OMEGA . . . . .</b>    | <b>161</b> |
| <b>APÊNDICE C – INDICADORES DA EQUIPE ALPHA . . . . .</b>    | <b>163</b> |
| <b>APÊNDICE D – INDICADORES B_AGILE . . . . .</b>            | <b>165</b> |
| <b>APÊNDICE E – STRINGS DE BUSCA ADAPTADAS . . . . .</b>     | <b>167</b> |
| <b>APÊNDICE F – ESTUDOS SELECIONADOS . . . . .</b>           | <b>169</b> |

# 1 Introdução e objetivos

## 1.1 Introdução

A crescente demanda por soluções tecnológicas ágeis, adaptáveis e de alta qualidade tem impulsionado transformações profundas nas práticas de engenharia de software. Nesse cenário, os métodos ágeis de desenvolvimento têm sido amplamente adotados por organizações de diversos portes, devido à sua ênfase em ciclos curtos de entrega, colaboração contínua e capacidade de adaptação às mudanças de requisitos. Os princípios dos métodos ágeis valorizam a organização do trabalho em equipes pequenas, multifuncionais e autogerenciáveis, geralmente compostas por três a nove membros, a fim de equilibrar a capacidade produtiva, autonomia e a eficiência comunicacional ([MENDONCA; ALENCAR, 2019](#); [OLIVEIRA; PEDRON, 2021](#)).

Entretanto, à medida que produtos e organizações crescem, também aumentam a complexidade do trabalho, o volume de demandas, a necessidade de coordenação e as dependências entre pessoas e áreas. Nesses contextos, manter uma única equipe numerosa pode comprometer características importantes da agilidade, como comunicação direta, foco, autonomia e capacidade de adaptação. Por esse motivo, organizações que utilizam métodos ágeis frequentemente adotam estratégias de escalabilidade, como a divisão de equipes maiores em times menores, a formação de squads, a sincronização entre equipes e o uso de mecanismos de coordenação entre múltiplos times. ([JUNIOR; NUNES, 2023](#); [OLIVEIRA et al., 2020](#)).

A prática de dividir equipes ágeis tem se consolidado como uma resposta comum a esses desafios. Em vez de aumentar o tamanho de uma equipe além do recomendado, a divisão busca preservar os benefícios do modelo ágil por meio da formação de novos times menores e mais focados, frequentemente organizados em estruturas como squads ou tribos ([MARQUES; JUNIOR; MARINHO, 2023](#); [ALMEIDA et al., 2015](#)). Embora a literatura discuta temas como tamanho de equipe, escalabilidade ágil, coordenação entre times e uso de métricas em ambientes ágeis, ainda há uma lacuna em relação a estudos empíricos que analisem, de forma quantitativa, como mudanças no tamanho e na estrutura de equipes ágeis se relacionam com produtividade, fluxo de trabalho e maturidade ágil, especialmente em ambientes do setor público e em projetos com um forte componente social ([DATE et al., 2016](#); [MENDOZA; PIZZOLATO, 2023](#)). Em muitos contextos organizacionais, a divisão de equipes é adotada como resposta prática ao crescimento do produto ou da demanda, porém seus efeitos nem sempre são acompanhados por uma comparação sistemática de dados anteriores e posteriores à mudança. Essa ausência de evidências dificulta compreender se a reorganização contribui para ganhos de eficiência, previsibilidade e maturidade, ou se

apenas redistribui o trabalho entre equipes menores sem melhoria mensurável no processo de desenvolvimento.

Este trabalho investiga esse problema por meio de um estudo de caso realizado no projeto e-SUS APS, vinculado ao Laboratório Bridge da Universidade Federal de Santa Catarina. O Laboratório Bridge atua no desenvolvimento de soluções tecnológicas para a gestão pública e adota o *b\_thinking*, um modelo de processo centrado no usuário que integra práticas de experiência do usuário, *design thinking*, *Lean UX* e métodos ágeis, organizando o desenvolvimento dos produtos entre as macroetapas de descoberta e entrega (WAZLAWICK et al., 2025). De forma complementar, o laboratório possui um método ágil de trabalho próprio, composto por práticas adaptadas de Scrum, Kanban, SAFe e OKRs, apoiado por métricas ágeis e instrumentos internos de acompanhamento da maturidade das equipes (FOGACA; MARTINS, 2024). Nesse contexto organizacional, uma equipe ágil de desenvolvimento passou por um processo de divisão em múltiplos times, motivado pela necessidade de ampliar a capacidade de desenvolvimento e reorganizar o fluxo de trabalho.

A pesquisa analisa como essa mudança estrutural se relaciona com métricas de produtividade e fluxo de trabalho utilizadas no próprio contexto organizacional, tais como velocity, força de trabalho, taxa de eficiência e aproveitamento do esforço planejado. Além disso, o estudo considera a *b\_agile*, ferramenta interna do Laboratório Bridge para mensuração da maturidade ágil das equipes, como indicador complementar para observar possíveis variações na maturidade após a divisão. Dessa forma, analisa-se não apenas quanto as equipes entregam, mas também como o fluxo de trabalho e a maturidade ágil se comportam após a reorganização.

A análise é conduzida por meio de uma abordagem quantitativa e descritiva, com base em dados históricos das equipes antes e depois da divisão. A comparação considerará um período anterior à divisão e um período imediatamente posterior. Essa estrutura permite diferenciar possíveis efeitos iniciais de adaptação, decorrentes da redistribuição de papéis, mudança na comunicação e reorganização do trabalho, de efeitos mais consolidados observados após a estabilização dos novos times.

Diante desse contexto, a questão geral de pesquisa deste trabalho é: como o tamanho de equipes ágeis de desenvolvimento se relaciona com a produtividade, o fluxo de trabalho e a maturidade ágil em uma organização de software? Ao responder a essa questão, espera-se contribuir tanto para o contexto prático do Laboratório Bridge quanto para a literatura sobre métricas e escalabilidade ágil, oferecendo evidências quantitativas sobre uma situação real de divisão de equipes e apoiando decisões futuras sobre reorganização de times em ambientes ágeis.

## 1.2 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho é analisar como o tamanho de equipes ágeis de desenvolvimento se relaciona com indicadores de produtividade, fluxo de trabalho e maturidade ágil, a partir de um estudo de caso sobre a divisão de uma equipe do projeto e-SUS APS no Laboratório Bridge da Universidade Federal de Santa Catarina.

## 1.3 Objetivos específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Identificar, a partir da literatura e do contexto organizacional do Laboratório Bridge, métricas e indicadores adequados para analisar a relação entre tamanho de equipes ágeis, produtividade, fluxo de trabalho e maturidade ágil.
- Caracterizar o contexto do estudo de caso, descrevendo o método ágil de trabalho utilizado no Laboratório Bridge, a equipe analisada antes da divisão, as equipes resultantes e os períodos de comparação definidos para a pesquisa.
- Definir e operacionalizar o conjunto de métricas e indicadores utilizados na análise, contemplando métricas de capacidade, entrega, eficiência, fluxo de trabalho, previsibilidade e maturidade ágil.
- Analisar comparativamente os dados históricos das equipes nos períodos anterior, posterior imediato e posterior consolidado à divisão, observando variações em indicadores como força de trabalho, velocity, taxa de eficiência, aproveitamento do esforço planejado e b\_\_agile.
- Discutir os resultados obtidos à luz da literatura e do contexto organizacional do Laboratório Bridge, identificando possíveis relações entre a mudança no tamanho das equipes e variações na produtividade, no fluxo de trabalho e na maturidade ágil.
- Elaborar recomendações práticas, com base nos resultados do estudo de caso, para apoiar futuras decisões de divisão, reorganização ou acompanhamento de equipes ágeis em contextos semelhantes.

## 1.4 Método de pesquisa

A presente pesquisa será conduzida sob uma abordagem quantitativa e descritiva, com base em um estudo de caso único aplicado ao contexto do projeto e-SUS APS, vinculado ao Laboratório Bridge da Universidade Federal de Santa Catarina. O estudo tem como objetivo analisar como o tamanho de equipes ágeis de desenvolvimento se relaciona com

indicadores de produtividade, fluxo de trabalho e maturidade ágil, considerando uma situação real de divisão de uma equipe em múltiplos times.

A escolha por uma abordagem quantitativa justifica-se pelo uso de dados históricos já coletados no contexto organizacional, provenientes de ferramentas e planilhas de acompanhamento utilizadas pelas equipes. A análise será baseada em métricas ágeis e indicadores de maturidade previamente registrados, permitindo comparar o comportamento das equipes antes e depois da divisão.

O estudo possui caráter descritivo, pois busca observar, organizar e interpretar dados de um fenômeno ocorrido em seu contexto real, sem manipulação experimental das variáveis. A divisão da equipe é tratada como uma mudança estrutural já realizada no ambiente organizacional, e o trabalho busca identificar variações nos indicadores analisados ao longo dos períodos definidos. Assim, não se pretende estabelecer uma relação causal direta, mas compreender possíveis associações entre a mudança no tamanho das equipes e os resultados observados em produtividade, fluxo de trabalho e maturidade ágil.

A definição das métricas e indicadores será orientada pelos princípios de medição em engenharia de software. A norma ISO/IEC/IEEE 15939 estabelece que um processo de medição deve partir de necessidades de informação, a partir das quais são definidos atributos, medidas base, medidas derivadas e indicadores capazes de apoiar a tomada de decisão (ISO/IEC/IEEE, 2017). De forma complementar, será utilizado o modelo GQM (*Goal-Question-Metric*), no qual os objetivos da análise são desdobrados em perguntas de pesquisa e, posteriormente, em métricas adequadas para respondê-las (DORIGAN; BARROS, 2014). Essa estrutura contribui para que as métricas utilizadas no estudo estejam diretamente relacionadas ao objetivo geral da pesquisa.

A pesquisa será desenvolvida em três grandes etapas metodológicas: fundamentação teórica, mapeamento sistemático da literatura e desenvolvimento do estudo de caso.

**Etapla 1: Fundamentação teórica.** Esta etapa tem como objetivo consolidar o embasamento conceitual necessário para o desenvolvimento do trabalho. A fundamentação será organizada em torno dos principais conceitos relacionados à pesquisa: medição em engenharia de software, métodos ágeis, tamanho e escalabilidade de equipes ágeis, métricas ágeis de produtividade, fluxo e previsibilidade, além de maturidade ágil. Essa etapa permite estabelecer os conceitos que sustentam a escolha das métricas, a interpretação dos resultados e a discussão sobre a divisão de equipes.

- **Atividade 1.1:** Estudo dos fundamentos de medição em engenharia de software, incluindo ISO/IEC/IEEE 15939 e GQM.
- **Atividade 1.2:** Estudo dos métodos ágeis de desenvolvimento e de aspectos relacionados à organização, tamanho e escalabilidade de equipes.

- **Atividade 1.3:** Levantamento teórico sobre métricas ágeis de produtividade, fluxo, previsibilidade e maturidade ágil.

**Etapa 2: Mapeamento sistemático da literatura.** Nesta etapa será conduzido um mapeamento sistemático da literatura com o objetivo de identificar estudos relacionados ao tamanho de equipes ágeis, divisão ou reorganização de times, produtividade, fluxo de trabalho, métricas ágeis e maturidade ágil. O mapeamento permitirá compreender como a literatura aborda a relação entre estrutura de equipes e desempenho em contextos ágeis, além de identificar lacunas e contribuições relevantes para o estudo de caso.

- **Atividade 2.1:** Definição do protocolo do mapeamento, incluindo questão geral, questões secundárias, bases de busca, strings de pesquisa e critérios de inclusão e exclusão.
- **Atividade 2.2:** Execução das buscas, remoção de duplicados, triagem dos estudos e seleção dos trabalhos aderentes ao tema.
- **Atividade 2.3:** Extração e análise dos dados dos estudos selecionados, considerando aspectos como contexto, tipo de equipe, métricas utilizadas, fatores de produtividade, fluxo de trabalho, maturidade e lacunas identificadas.

**Etapa 3: Desenvolvimento do estudo de caso.** A etapa final consistirá na realização do estudo de caso no projeto e-SUS APS. A análise será conduzida de forma não invasiva, utilizando dados históricos já registrados pelas equipes em seus instrumentos de acompanhamento. Serão consideradas métricas relacionadas à capacidade, entrega, eficiência, fluxo, planejamento e maturidade ágil.

- **Atividade 3.1:** Caracterização do contexto do estudo de caso, descrevendo o Laboratório Bridge, o projeto e-SUS APS, o método ágil utilizado, a equipe antes da divisão e os times resultantes.
- **Atividade 3.2:** Definição das questões de análise do estudo de caso e associação dessas questões às métricas e indicadores, com apoio do modelo GQM.
- **Atividade 3.3:** Delimitação dos períodos de comparação, considerando um período anterior à divisão, um período posterior imediato e, quando disponível, um período posterior consolidado após maior estabilização das equipes.
- **Atividade 3.4:** Coleta e organização dos dados históricos relacionados às métricas selecionadas e resultados da b\_agile.

- **Atividade 3.5:** Tratamento dos dados e análise comparativa dos indicadores entre os períodos definidos, utilizando estatística descritiva, tabelas e visualizações gráficas para observar variações relevantes.
- **Atividade 3.6:** Discussão dos resultados à luz da fundamentação teórica, do mapeamento sistemático da literatura e do contexto organizacional do Laboratório Bridge.
- **Atividade 3.7:** Elaboração de recomendações práticas para apoiar futuras decisões de divisão, reorganização ou acompanhamento de equipes ágeis em contextos semelhantes.

As métricas selecionadas serão analisadas de forma complementar, evitando conclusões baseadas em um único indicador. A força de trabalho será utilizada para contextualizar a capacidade disponível das equipes; a *velocity* apoiará a análise da entrega; a taxa de eficiência permitirá observar a relação entre esforço entregue e capacidade real; o aproveitamento do esforço planejado apoiará a análise de previsibilidade; e a *b\_agile* será utilizada como indicador de maturidade ágil.

Ao final, espera-se que o método adotado permita analisar de forma estruturada a relação entre a divisão da equipe e as variações observadas nos indicadores selecionados, respeitando as limitações de um estudo de caso único e de natureza descritiva.

## 2 Fundamentação teórica

Neste capítulo serão apresentados conceitos relevantes que serão abordados ao longo deste trabalho, como conceitos de medições e métricas de software, métodos ágeis de desenvolvimento de software, métricas ágeis e gestão de projetos.

### 2.1 Conceitos de medição e Métricas de Software

A medição desempenha um papel fundamental na engenharia de software, pois permite a quantificação de atributos do processo, do produto ou da equipe de desenvolvimento, criando condições objetivas para análise, controle e melhoria contínua ([VALENCIANO et al., 2021](#)). Medir é essencial para transformar percepções subjetivas em informações verificáveis que embasam a tomada de decisões técnicas e gerenciais. A medição consiste em atribuir números ou símbolos a entidades com o objetivo de descrever suas características de maneira formal e reproduzível ([MATSUI; GOYA, 2021](#)). Métrica pode ser definida como uma medida quantitativa do grau em que um sistema, componente ou processo possui um determinado atributo ([FERREIRA; GADELHA, 2024](#)). Essas definições reforçam a ideia de que medir vai além da coleta de números: exige que se saiba o que medir, por que medir e como interpretar os resultados ([MENDONCA; ALENCAR, 2019](#)).

De forma geral, medir consiste em atribuir valores a atributos de uma entidade, de acordo com regras previamente definidas, com o objetivo de representar uma característica de interesse de maneira formal e reproduzível ([MATSUI; GOYA, 2021](#)). No contexto de software, uma entidade pode ser um produto, um processo, uma equipe, uma sprint, uma tarefa ou uma funcionalidade. O atributo corresponde à característica que se deseja observar, como esforço, tempo de desenvolvimento, quantidade de entregas, capacidade disponível ou maturidade ágil. A medida, por sua vez, representa o valor obtido para esse atributo, enquanto o indicador corresponde à interpretação dessa medida em determinado contexto, normalmente associada a uma necessidade de informação ou decisão ([ISO/IEC/IEEE, 2017](#)).

A norma ISO/IEC/IEEE 15939 apresenta um modelo de processo de medição voltado à engenharia de sistemas e software, estabelecendo conceitos importantes para a definição, coleta, análise e comunicação de medidas. Segundo esse modelo, a medição deve partir de uma necessidade de informação, isto é, de uma demanda por conhecimento que apoie decisões técnicas ou gerenciais. A partir dessa necessidade, são definidos os atributos a serem observados, as medidas base, as medidas derivadas, os indicadores e os critérios de análise que permitirão interpretar os dados coletados ([ISO/IEC/IEEE, 2017](#)). Dessa forma, a norma reforça que uma métrica não deve ser adotada apenas por estar disponível,

mas porque responde a uma pergunta relevante para o projeto ou organização.

Entre os principais elementos de um processo de medição, destacam-se:

- **Entidade:** objeto sobre o qual se deseja obter informação, como uma equipe, uma sprint, uma issue, um processo ou um produto de software. (ISO/IEC/IEEE, 2017)
- **Atributo:** característica da entidade que será observada ou quantificada, como tempo, esforço, produtividade, capacidade, fluxo ou maturidade. (ISO/IEC/IEEE, 2017)
- **Medida base:** medida obtida diretamente a partir da observação ou coleta de dados, como número de issues concluídas, horas disponíveis ou dias em desenvolvimento. (ISO/IEC/IEEE, 2017)
- **Medida derivada:** medida calculada a partir de uma ou mais medidas base, como taxa de eficiência, percentual de aproveitamento do esforço planejado ou médias de cycle time. (ISO/IEC/IEEE, 2017)
- **Indicador:** interpretação de uma ou mais medidas, associada a um objetivo de análise, permitindo apoiar uma decisão ou avaliar uma situação específica. (ISO/IEC/IEEE, 2017)
- **Necessidade de informação:** questão ou demanda que motiva a medição, como compreender se uma equipe está entregando de forma previsível, se houve alteração no fluxo de trabalho ou se uma mudança organizacional se relaciona com variações de produtividade. (ISO/IEC/IEEE, 2017)

Esses conceitos formam o alicerce de qualquer estratégia de medição. Medir apenas por medir, sem entender os objetivos, a utilidade dos dados e a forma correta de interpretação, pode resultar em informações irrelevantes ou até prejudiciais à equipe (AGUIAR et al., 2015). Uma mesma medida pode ter interpretações diferentes dependendo do contexto em que foi coletada. Por exemplo, uma queda na velocity pode indicar redução de produtividade, mas também pode estar relacionada à diminuição da força de trabalho disponível, aumento de demandas não planejadas, mudança na complexidade das tarefas ou adaptação da equipe a um novo processo. Por isso, a interpretação das métricas deve considerar o contexto organizacional, o período analisado e a relação entre diferentes indicadores.

Uma abordagem amplamente utilizada para alinhar objetivos e métricas é o modelo GQM (*Goal-Question-Metric*). Nesse modelo, inicialmente define-se um objetivo de análise (*Goal*); em seguida, são formuladas perguntas que expressam o que se deseja compreender (*Question*); por fim, são selecionadas métricas capazes de responder a essas perguntas (*Metric*) (DORIGAN; BARROS, 2014). Essa estrutura contribui para evitar a coleta de

métricas desconectadas dos objetivos do estudo e permite que cada dado analisado tenha uma finalidade explícita.

No contexto ágil, onde há alta variabilidade de escopo e ciclos curtos de entrega, a medição precisa ser leve, objetiva e contextual. Métricas devem servir para promover conversas construtivas e decisões com base em dados reais, sem comprometer a autonomia ou gerar microgerenciamento (SOUSA; VALENTIM, 2019). Métricas eficazes são aquelas que ajudam as equipes a refletir sobre seu desempenho, adaptar seus processos e evoluir continuamente, mantendo o alinhamento com os objetivos de negócio. Portanto, compreender os fundamentos da medição e das métricas é essencial para garantir que a avaliação de produtividade em equipes ágeis seja conduzida com rigor conceitual, clareza metodológica e impacto prático real (BUTAFAVA; SILVA; PENHA, 2022).

No contexto deste trabalho, a abordagem de medição é orientada pela necessidade de compreender como o tamanho de equipes ágeis de desenvolvimento se relaciona com produtividade, fluxo de trabalho e maturidade ágil. Para isso, serão utilizadas métricas e indicadores associados à capacidade disponível, entrega de esforço, quantidade de itens concluídos, tempo de fluxo, eficiência, previsibilidade e maturidade ágil. Assim, métricas como força de trabalho, velocity, taxa de eficiência, aproveitamento do esforço planejado e b\_agile não são analisadas de forma isolada, mas como indicadores complementares para compreender o comportamento das equipes antes e depois de uma mudança estrutural.

Métricas ágeis devem apoiar transparência, aprendizado e melhoria contínua, e não servir como mecanismo de controle individual ou comparação simplista entre pessoas. Nesse sentido, indicadores de produtividade e fluxo devem ser utilizados para promover discussões sobre o processo de trabalho, identificar gargalos, apoiar retrospectivas e orientar decisões de planejamento (ALBINO, 2017). Portanto, compreender os fundamentos da medição é essencial para que a análise de produtividade, fluxo e maturidade em equipes ágeis seja realizada com rigor conceitual, clareza metodológica e utilidade prática.

## 2.2 Métodos Ágeis de Desenvolvimento de Software

Os métodos ágeis surgiram no final da década de 1990 como uma resposta à rigidez e à baixa adaptabilidade dos modelos tradicionais de desenvolvimento, como o modelo cascata (waterfall) (VEDOVELLI; FARINA, 2022)(MENDOZA; PIZZOLATO, 2023). Em projetos de software com alto grau de incerteza e mudanças constantes nos requisitos, a abordagem sequencial e orientada à documentação se mostrava insuficiente para garantir entregas de valor de forma rápida e contínua (MENDOZA; PIZZOLATO, 2023). Diante desse cenário, em 2001, um grupo de dezessete profissionais da indústria se reuniu em Snowbird, Utah (EUA), e formulou o documento conhecido como Manifesto Ágil para o Desenvolvimento de Software. O Manifesto Ágil estabelece alguns valores fundamentais, como visto na

Figura 1.

Figura 1 – Princípios ágeis e respectivas descrições

| Princípios              | Descrição                                                                                                                                                                              |
|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Envolvimento do cliente | Os clientes devem estar intimamente envolvidos no processo de desenvolvimento. Seu papel é fornecer e priorizar novos requisitos do sistema e avaliar suas iterações.                  |
| Entrega incremental     | O software é desenvolvido em incrementos com o cliente, especificando os requisitos para serem incluídos em cada um.                                                                   |
| Pessoas, não processos  | As habilidades da equipe de desenvolvimento devem ser reconhecidas e exploradas. Membros da equipe devem desenvolver suas próprias maneiras de trabalhar, sem processos prescritivos.  |
| Aceitar as mudanças     | Deve-se ter em mente que os requisitos do sistema vão mudar. Por isso, projete o sistema de maneira a acomodar essas mudanças.                                                         |
| Manter a simplicidade   | Focalize a simplicidade, tanto do software a ser desenvolvido quanto do processo de desenvolvimento. Sempre que possível, trabalhe ativamente para eliminar a complexidade do sistema. |

Fonte: (SOMMERVILLE, 2011).

Esses valores são complementados por doze princípios, entre os quais destacam-se a entrega contínua de software funcionando, a aceitação de mudanças de requisitos mesmo em estágios tardios, a cooperação constante entre desenvolvedores e clientes, e o foco em equipes auto-organizadas e motivadas, capazes de manter um ritmo sustentável de trabalho (MILARE; LARIEIRA, 2019; OLIVEIRA; FONSECA, 2022). Essa filosofia deu origem a uma série de métodos e frameworks ágeis que compartilham esses princípios, mas os implementam de maneiras distintas.

### 2.2.1 Scrum

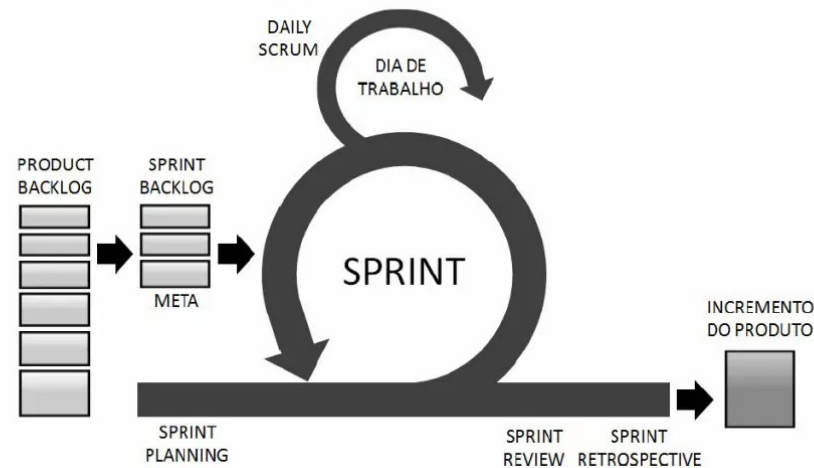
Scrum é o framework ágil mais amplamente adotado na indústria de software. Ele está pautado nos valores do Manifesto Ágil, enfatizando indivíduos e interações, colaboração com o cliente e adaptação a mudanças em vez de processos rígidos e planos detalhados (SOARES, 2004). Definido originalmente por Ken Schwaber e Jeff Sutherland, o Scrum propõe uma estrutura leve e iterativa para o desenvolvimento de produtos complexos. O trabalho é organizado em ciclos curtos chamados Sprints (geralmente de duas a quatro semanas), ao final dos quais deve ser entregue um incremento funcional do produto (SOARES, 2004). No Scrum existem três papéis principais dentro de um time:

- **Product Owner:** responsável por maximizar o valor do produto e gerenciar o Product Backlog (lista de requisitos priorizados do produto);
- **Scrum Master:** responsável por garantir que o processo Scrum seja compreendido e seguido pela equipe, atuando como um líder servidor e removendo impedimentos;

- **Time de Desenvolvimento:** time auto-organizado e multifuncional que constrói o incremento do produto a cada Sprint.

A Figura 4 ilustra o ciclo do Scrum, destacando a interação entre os papéis, os eventos e os artefatos ao longo de uma Sprint.

Figura 2 – Ciclo do Scrum com cerimônias, eventos e artefatos.



Fonte: Adaptado de (SABBAGH, 2013).

Além dos papéis, o Scrum define um conjunto de eventos regulares (cerimônias) que se repetem a cada Sprint para promover transparência, inspeção e adaptação contínuas (SCHWABER; SUTHERLAND, 2017). Os principais eventos incluem:

- **Sprint Planning:** reunião de planejamento que dá início à Sprint, na qual o Scrum Team define o objetivo do Sprint (Sprint Goal) e seleciona os itens de backlog que serão desenvolvidos, criando o Sprint Backlog (o plano de trabalho para a Sprint).
- **Daily Scrum:** breve reunião diária em que os desenvolvedores inspecionam o progresso em direção ao objetivo da Sprint e adaptam o plano conforme necessário para o próximo dia de trabalho (SCHWABER; SUTHERLAND, 2020). Essa sincronização diária melhora a comunicação e transparência dentro do time.
- **Sprint Review:** reunião realizada ao final da Sprint, em que o incremento desenvolvido é apresentado aos stakeholders. O objetivo é inspecionar o resultado da Sprint e obter feedback, adaptando o Product Backlog conforme necessário para maximizar o valor nas próximas Sprints.
- **Sprint Retrospective:** reunião final da Sprint (após a Sprint Review) em que o Scrum Team reflete sobre seu processo de trabalho. A equipe identifica o que

funcionou bem, o que pode ser melhorado, e elabora um plano de ações para aprimorar continuamente seu processo na próxima Sprint.

O Scrum também define artefatos importantes que trazem transparência sobre o trabalho: o Product Backlog (lista priorizada de tudo que precisa ser feito no produto, mantida pelo Product Owner), o Sprint Backlog (os itens selecionados do Product Backlog para a Sprint atual, juntamente com o plano de execução do time) e o Increment (o resultado funcional potencialmente entregável ao final de cada Sprint, somando os itens Pronto conforme a definição de pronto da equipe). Esses artefatos devem estar sempre visíveis e atualizados, garantindo a compreensão comum do estado do trabalho.

Vale destacar que o Scrum se baseia no empirismo, sustentado por três pilares fundamentais: Transparência, Inspeção e Adaptação. A transparência significa que todos os aspectos significativos do processo devem estar visíveis e compreendidos por todos os envolvidos, com um entendimento comum do que está sendo visto (por exemplo, uma definição compartilhada do que é “Pronto” para um item) (SCHWABER; SUTHERLAND, 2017). A inspeção refere-se à revisão frequente dos artefatos do Scrum e do progresso em direção ao objetivo do Sprint, para detectar variações indesejáveis ou problemas o quanto antes (SCHWABER; SUTHERLAND, 2017). Já a adaptação consiste em ajustar prontamente qualquer aspecto do processo ou do trabalho em andamento assim que forem observados desvios significativos, de modo a minimizar perdas e melhorar o produto ou processo (SCHWABER; SUTHERLAND, 2017). Esses pilares andam juntos, uma vez que as cerimônias do Scrum são justamente oportunidades formais de inspeção e adaptação dentro de um ambiente de transparência (SCHWABER; SUTHERLAND, 2017). Dessa forma, o Scrum incentiva a agilidade no desenvolvimento: a equipe entrega incrementos em curtos prazos, obtém feedback rápido e se adapta continuamente, respondendo a mudanças de requisitos ou de contexto de forma rápida e eficiente, alinhada aos princípios ágeis de melhoria contínua e foco em valor para o cliente (SOARES, 2004).

Por fim, uma diretriz importante do Scrum é o tamanho ideal do time de desenvolvimento. Em geral, recomenda-se que o time tenha entre três e nove membros (excluindo os papéis de Product Owner e Scrum Master), o que é considerado pequeno o suficiente para permanecer ágil, porém grande o suficiente para dar conta de uma quantidade significativa de trabalho em cada Sprint (SCHWABER; SUTHERLAND, 2017). Times com menos de três desenvolvedores tendem a ter pouca interação e podem enfrentar falta de habilidades para entregar um incremento potencialmente liberável, enquanto times com mais de nove membros exigem coordenação excessiva e tornam o processo empírico menos eficaz devido à complexidade adicional (SCHWABER; SUTHERLAND, 2017). Assim, manter os times dentro desse intervalo otimiza a comunicação e a produtividade, evitando os efeitos negativos do excesso de membros em um único Scrum Team.

### 2.2.2 Kanban

O método Kanban tem origem na indústria automotiva japonesa e foi adaptado para o desenvolvimento de software como uma abordagem visual de gestão do fluxo de trabalho. A ideia central é limitar o trabalho em progresso (WIP) e visualizar o fluxo das tarefas para identificar gargalos e otimizar a entrega contínua (PENHA; SILVA; RUSSO, 2020; TRINDADE; LUCENA, 2016). Em vez de ciclos fixos como no Scrum, o Kanban é orientado ao fluxo contínuo e à melhoria incremental. Princípios como começar com o que se faz hoje, respeitar processos atuais e evoluir a partir da observação tornam o Kanban altamente adaptável. É comum que times utilizem práticas híbridas, combinando Kanban com Scrum (ScrumBan) para atender a necessidades específicas (ESPINOSA-CURIEL et al., 2018).

### 2.2.3 eXtreme Programming (XP)

Segundo Sommerville (2011), o Extreme Programming (XP) é um método ágil caracterizado por um conjunto de práticas fundamentais que orientam o desenvolvimento de software de forma flexível e eficiente. Entre essas práticas, destacam-se o planejamento incremental e os pequenos releases, nos quais os requisitos são registrados como histórias de usuário e priorizados de acordo com o tempo disponível, permitindo entregas frequentes de pequenos incrementos funcionais de alto valor para o cliente. O XP também enfatiza um projeto simples, concentrando o design apenas no necessário para atender aos requisitos atuais, e o desenvolvimento orientado por testes (test-first), no qual casos de teste automatizados são escritos antes da implementação das funcionalidades; além disso, incentiva a refatoração contínua do código sempre que surgem oportunidades de melhoria, mantendo-o simples e de fácil manutenção.

Além dessas práticas de cunho técnico, o XP valoriza fortemente iniciativas que promovem a colaboração da equipe e o contato direto com o cliente. A programação em pares estabelece que dois desenvolvedores trabalhem juntos, revisando constantemente o trabalho um do outro, e a propriedade coletiva do código garante que qualquer membro do time possa modificar qualquer parte do sistema, evitando “ilhas de conhecimento” individuais (SOMMERVILLE, 2011).

O XP também adota a integração contínua, integrando o código produzido ao sistema principal assim que uma tarefa é concluída e executando todos os testes automatizados para assegurar que novas alterações não quebrem funcionalidades existentes. Outras práticas importantes incluem o ritmo de desenvolvimento sustentável, que desencoraja horas extras excessivas por estas tenderem a reduzir a qualidade do código e a produtividade a médio prazo, e a presença de um cliente no local, isto é, um representante do usuário final trabalhando diariamente com a equipe para esclarecer requisitos e definir prioridades durante o desenvolvimento. Essas práticas do XP, alinhadas aos valores ágeis, revelam-se especialmente relevantes no contexto do estudo de caso deste trabalho, que avalia o impacto

da divisão de equipes na produtividade, pois abordam diretamente aspectos de colaboração, comunicação e qualidade do processo de desenvolvimento que influenciam a produtividade mesmo em cenários de equipes divididas.

Figura 3 – Princípios XP e respectivas descrições.

| Princípio ou prática              | Descrição                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Planejamento incremental          | Os requisitos são gravados em cartões de estória e as estórias que serão incluídas em um release são determinadas pelo tempo disponível e sua relativa prioridade. Os desenvolvedores dividem essas estórias em 'Tarefas'. Veja os quadros 3.1 e 3.2.                              |
| Pequenos <i>releases</i>          | Em primeiro lugar, desenvolve-se um conjunto mínimo de funcionalidades útil, que fornece o valor do negócio. <i>Releases</i> do sistema são frequentes e gradualmente adicionam funcionalidade ao primeiro <i>release</i> .                                                        |
| Projeto simples                   | Cada projeto é realizado para atender às necessidades atuais, e nada mais.                                                                                                                                                                                                         |
| Desenvolvimento <i>test-first</i> | Um <i>framework</i> de testes iniciais automatizados é usado para escrever os testes para uma nova funcionalidade antes que a funcionalidade em si seja implementada.                                                                                                              |
| Refatoração                       | Todos os desenvolvedores devem refatorar o código continuamente assim que encontrarem melhorias de código. Isso mantém o código simples e manutenível.                                                                                                                             |
| Programação em pares              | Os desenvolvedores trabalham em pares, verificando o trabalho dos outros e prestando apoio para um bom trabalho sempre.                                                                                                                                                            |
| Propriedade coletiva              | Os pares de desenvolvedores trabalham em todas as áreas do sistema, de modo que não se desenvolvam ilhas de <i>expertise</i> . Todos os conhecimentos e todos os desenvolvedores assumem responsabilidade por todo o código. Qualquer um pode mudar qualquer coisa.                |
| Integração contínua               | Assim que o trabalho em uma tarefa é concluído, ele é integrado ao sistema como um todo. Após essa integração, todos os testes de unidade do sistema devem passar.                                                                                                                 |
| Ritmo sustentável                 | Grandes quantidades de horas-extra não são consideradas aceitáveis, pois o resultado final, muitas vezes, é a redução da qualidade do código e da produtividade a médio prazo.                                                                                                     |
| Cliente no local                  | Um representante do usuário final do sistema (o cliente) deve estar disponível todo o tempo à equipe de XP. Em um processo de Extreme Programming, o cliente é um membro da equipe de desenvolvimento e é responsável por levar a ela os requisitos de sistema para implementação. |

Fonte: (SOMMERVILLE, 2011)

## 2.2.4 Lean Software Development

Inspirado nos princípios da manufatura enxuta da Toyota, o Lean Software Development foi formalizado por Mary e Tom Poppendieck e introduz sete princípios aplicados ao desenvolvimento de software:

- Eliminar desperdícios;
- Amplificar o aprendizado;
- Decidir o mais tarde possível;
- Entregar o mais rápido possível;
- Empoderar a equipe;
- Construir integridade;

- Otimizar o todo.

O Lean orienta o desenvolvimento por meio da eliminação de atividades que não agregam valor, como retrabalho, espera, tarefas duplicadas e excesso de documentação. Seu foco está na entrega de valor ao cliente de forma contínua e sustentável ([AZEVEDO; GIBERTONI, 2020](#); [POPPENDIECK; POPPENDIECK; POPPENDIECK, 2003](#)).

## 2.3 Tamanho, estrutura e escalabilidade de equipes ágeis

A organização de equipes é um aspecto central na aplicação de métodos ágeis. Embora a agilidade esteja associada a adaptação, colaboração e entregas frequentes, esses princípios dependem fortemente da forma como as equipes são estruturadas. Equipes pequenas, multifuncionais e com autonomia tendem a favorecer comunicação direta, tomada de decisão rápida e maior visibilidade sobre o trabalho em andamento. Por outro lado, à medida que produtos, demandas e organizações crescem, também aumentam a quantidade de pessoas envolvidas, as dependências técnicas e a necessidade de coordenação entre diferentes papéis e áreas.

Nesse contexto, o tamanho das equipes passa a ser uma variável relevante para a análise de produtividade, fluxo de trabalho e maturidade ágil. Uma equipe muito pequena pode não possuir todas as competências necessárias para entregar valor de forma contínua. Uma equipe muito grande, por sua vez, pode enfrentar aumento no custo de comunicação, maior dificuldade de alinhamento, sobreposição de responsabilidades e perda de foco. Assim, a divisão de uma equipe numerosa em múltiplos times menores pode ser compreendida como uma estratégia de reorganização que busca preservar características da agilidade, ao mesmo tempo em que permite lidar com maior volume de trabalho e complexidade.

### 2.3.1 Tamanho de equipes ágeis e custos de coordenação

Métodos ágeis tradicionalmente valorizam equipes pequenas, auto-organizadas e capazes de atuar de forma colaborativa sobre um objetivo comum. O Guia do Scrum, por exemplo, recomenda que o Scrum Team seja pequeno o suficiente para permanecer ágil e grande o bastante para concluir trabalho significativo dentro de uma sprint. Caso a equipe se torne muito grande, a recomendação é considerar sua reorganização em múltiplos times coesos, mantendo foco no mesmo produto e compartilhando elementos como objetivo do produto, Product Backlog e Product Owner ([SCHWABER; SUTHERLAND, 2020](#)).

A justificativa para essa recomendação está relacionada ao custo de coordenação. À medida que o número de integrantes aumenta, cresce também a quantidade potencial de canais de comunicação, o que torna mais difícil manter todos alinhados sobre decisões, prioridades, dependências e impedimentos. Em equipes maiores, reuniões podem se tornar

mais longas, decisões podem demorar mais para serem tomadas e a responsabilidade sobre as entregas pode se tornar menos clara. Esses fatores podem afetar tanto a produtividade quanto o fluxo de trabalho, especialmente quando as equipes precisam responder rapidamente a mudanças.

No entanto, o tamanho da equipe não deve ser interpretado de forma isolada. A produtividade de uma equipe depende também de fatores como experiência dos membros, estabilidade da composição, clareza de objetivos, maturidade do processo, qualidade das práticas técnicas, autonomia e alinhamento com o restante da organização. Assim, equipes menores não são automaticamente mais produtivas; elas apenas tendem a criar condições mais favoráveis para comunicação, foco e adaptação, desde que estejam inseridas em um contexto organizacional adequado.

### 2.3.2 Lei de Brooks e mudanças na composição das equipes

A discussão sobre tamanho de equipes em projetos de software também se relaciona à Lei de Brooks, segundo a qual adicionar pessoas a um projeto de software atrasado tende a atrasá-lo ainda mais ([BROOKS, 1995](#)). Essa afirmação parte da ideia de que novos membros exigem tempo de integração, treinamento e comunicação, gerando custos adicionais antes que possam contribuir plenamente para a entrega. Em projetos de software, parte significativa do trabalho depende de conhecimento tácito sobre arquitetura, regras de negócio, processo de desenvolvimento e decisões anteriores, o que torna a entrada de novos integrantes um processo gradual.

Embora a Lei de Brooks tenha sido formulada em um contexto anterior aos métodos ágeis modernos, sua lógica continua relevante para equipes ágeis. Mudanças na composição de uma equipe, como entrada ou saída de membros, redistribuição de responsabilidades ou divisão em novos times, podem gerar um período inicial de adaptação. Durante esse período, é possível que indicadores de produtividade e fluxo apresentem oscilações, não necessariamente por piora estrutural do processo, mas pela necessidade de reconstrução de conhecimento compartilhado, redefinição de papéis e estabilização da comunicação.

Por outro lado, práticas ágeis podem reduzir parte desses custos ao favorecer colaboração frequente, transparência do trabalho, retrospectivas, compartilhamento de conhecimento e adaptação contínua. Estudos sobre crescimento de equipes e produtividade em contextos ágeis indicam que práticas como programação em par, integração de novos membros ao fluxo do time e acompanhamento por métricas podem ajudar a reduzir os efeitos negativos da mudança de composição ([CHERNOGUZ, 2011](#); [OPELT, 2008](#)). Ainda assim, essas mudanças devem ser analisadas considerando seu efeito temporal: impactos imediatos podem diferir dos efeitos observados após maior estabilização da equipe.

### 2.3.3 Divisão de equipes e formação de múltiplos times

Quando uma equipe cresce além de um tamanho sustentável, uma alternativa comum é sua divisão em múltiplos times menores. Essa estratégia busca preservar a autonomia, a comunicação próxima e a capacidade de adaptação de cada equipe, ao mesmo tempo em que amplia a capacidade global de desenvolvimento da organização. Em vez de aumentar indefinidamente uma única equipe, a organização passa a distribuir o trabalho entre times menores, geralmente organizados por produto, módulo, fluxo de valor, componente ou tipo de demanda.

A divisão de equipes, entretanto, não representa apenas uma mudança quantitativa no número de pessoas por time. Ela também modifica a estrutura de comunicação, as fronteiras de responsabilidade, a distribuição de conhecimento e os mecanismos de coordenação. Uma equipe antes única passa a depender de acordos entre times, sincronização de prioridades, alinhamento técnico e gestão de dependências. Por esse motivo, a divisão pode gerar benefícios, como maior foco e redução da complexidade interna de cada equipe, mas também pode introduzir novos desafios, como dependências intertimes, desalinhamento de decisões e necessidade de integração mais frequente.

É nesse contexto de crescimento onde organizações precisam escalar suas operações de desenvolvimento. Para isso, surgiram frameworks como o Scrum@Scale, LeSS (Large-Scale Scrum) e SAFe (Scaled Agile Framework), que permitem a coordenação entre múltiplos times Scrum atuando sobre o mesmo produto ([OLIVEIRA; PEDRON, 2021](#)). Esses frameworks de escalabilidade ágil viabilizam que empresas ampliem o uso do Scrum para além de um único time, integrando diversos times em projetos maiores sem perder o foco no valor entregue ao cliente.

Em todos esses modelos, mantém-se a recomendação de times pequenos, multidisciplinares e autônomos, sendo a escalabilidade obtida por meio da multiplicação de equipes e da sincronização periódica entre elas, nunca por inflar um único time. Conforme o [Schwaber e Sutherland \(2020\)](#) enfatiza, o time de desenvolvimento precisa ser pequeno o suficiente para permanecer ágil e grande o bastante para entregar valor, porém caso uma equipe se torne muito grande, o guia sugere reorganizá-la em múltiplos times coesos focados no mesmo produto (compartilhando o mesmo objetivo, Product Backlog e Product Owner). Essa abordagem preserva a agilidade dos times, pois times menores comunicam-se melhor e tendem a ser mais produtivos ([SCHWABER; SUTHERLAND, 2020](#)), enquanto a coordenação em escala ocorre através de eventos de integração entre os times (por exemplo com cerimônias como Scrum of Scrums e planejamento multi-times).

Esses frameworks são especialmente relevantes neste trabalho, pois a divisão de uma equipe pode ser interpretada como o primeiro passo para uma estratégia de escalabilidade ágil, que preserva os valores centrais do Manifesto Ágil e melhora a fluidez operacional

sem comprometer a autonomia e a coesão dos times (DATE et al., 2016).

**Scrum@Scale** é um framework de escalonamento que estende os princípios do Scrum para múltiplas equipes, mantendo uma estrutura leve e modular. Criado por Jeff Sutherland em 2018, seu objetivo central é alinhar a organização em torno de metas comuns, espalhando o Scrum para todos os níveis após o sucesso em um time piloto. A coordenação entre as equipes é feita por meio de mecanismos como o Scrum of Scrums, um meta-time formado por representantes (tipicamente os Scrum Masters) de cada equipe, e o MetaScrum, que agrega os Product Owners das equipes para alinhamento de prioridades do produto (SUTHERLAND, 2022). Esses encontros regulares funcionam como ciclos de feedback e planejamento em escala, permitindo identificar e resolver dependências ou impedimentos que afetam mais de um time. Com isso, o Scrum@Scale busca escalabilidade linear, onde adicionar um novo time aumenta a capacidade de entrega sem introduzir burocracia excessiva, preservando a agilidade e a auto-organização dos times originais (SUTHERLAND, 2022).

De modo semelhante, o **LeSS (Large-Scale Scrum)** aplica os princípios e a estrutura do Scrum em desenvolvimentos de grande escala com múltiplas equipes. Trata-se de um framework minimalista, descrito como “barely sufficient” (apenas o suficiente) por seus criadores Craig Larman e Bas Vodde, pois procura minimizar regras, papéis e artefatos extras, mantendo somente o necessário para escalar o Scrum (LARMAN; VODDE, 2016). No LeSS clássico (também chamado basic LeSS), de duas até oito equipes trabalham juntas em um único produto, compartilhando um só Product Backlog e um único Product Owner para todo o grupo. Segundo Larman e Vodde (2016) oito seria um número mágico, pois por mais que os autores deixem aberta a possibilidade de o framework ser aplicado para mais de oito equipes, afirmam que ainda não viram funcionar. As várias equipes sincronizam-se através de planejamento e revisões integradas, adotando práticas de colaboração intertimes e integração contínua. Assim, o LeSS preserva os elementos do Scrum de time único em um contexto ampliado, incentivando que muitas equipes operem como se fossem uma só em termos de foco no produto e de auto-organização. Mesmo em sua variante para escalas maiores (LeSS Huge), o framework adiciona pouquíssimos elementos (como Area Product Owners para diferentes subáreas do produto), mantendo a filosofia de que “Large-Scale Scrum é apenas Scrum” – ou seja, a essência ágil permanece a mesma, apenas replicada e coordenada entre múltiplos times (LARMAN; VODDE, 2016).

Já o **SAFe (Scaled Agile Framework)** propõe uma abordagem mais abrangente e estruturada para escalabilidade. O SAFe define vários níveis organizacionais, tipicamente Equipe, Programa (ou Release Train) e Portfólio, também introduz papéis adicionais em cada nível para orquestrar o trabalho de dezenas ou até centenas de pessoas. No nível de time, uma equipe ágil no SAFe mantém características semelhantes a um time Scrum típico, com Product Owner e Scrum Master, podendo adotar práticas de Scrum/XP. Já

em nível de programa, o SAFe especifica funções como Product Manager, Arquiteto de Sistema e Release Train Engineer, entre outras, que atuam coordenando várias equipes e garantindo a entrega integrada de múltiplos times dentro de um mesmo Agile Release Train. Além disso, o SAFe incorpora princípios do Lean e do pensamento sistêmico, buscando alinhar o trabalho desde as equipes até a estratégia de negócio. Esse framework promove uma cadência de planejamento e sincronização bem definida – por exemplo, através do PI Planning (Planejamento de Incremento de Programa) a cada ciclo – de modo a promover alinhamento, colaboração e entrega coesa entre um grande número de equipes ágeis ([KNASTER; LEFFINGWELL, 2020](#)). Em suma, o SAFe oferece um blueprint de processos e práticas para grandes organizações adotarem agilmente, porém sempre preservando a estrutura de times ágeis pequenos na base e conectando-os por meio de mecanismos de coordenação centralizados.

Apesar das diferenças de implementação, Scrum@Scale, LeSS e SAFe compartilham premissas fundamentais. Todas essas abordagens valorizam equipes ágeis enxutas e auto-organizadas e alcançam a escala principalmente replicando esses times e conectando-os periodicamente, em vez de criar equipes infladas ou hierarquias rígidas.

Essa estratégia de multiplicação de equipes permite escalar mantendo os valores do Manifesto Ágil como a ênfase em indivíduos e interações, colaboração e resposta à mudança, uma vez que decisões continuam descentralizadas e cada time mantém sua autonomia, ao mesmo tempo em que todos permanecem alinhados nos objetivos e na transparência do trabalho. Com sincronizações frequentes entre os times (por exemplo, scrum of scrums, reuniões de integração ou retrospectivas multi-equipes), obtém-se uma maior fluidez operacional em larga escala, pois os grupos conseguem ajustar dependências e planejar entregas conjuntas sem sacrificar a coesão interna de cada equipe. De fato, a divisão de uma equipe muito numerosa em duas equipes menores pode ser interpretada como o primeiro passo para uma estratégia de escalabilidade ágil bem-sucedida, que preserva a cultura ágil original e melhora a eficiência das entregas sem comprometer a autonomia e a harmonia dos times. ([GRUNDLER; WESTNER, 2019](#); [BRUSOV, 2022](#))

#### 2.3.4 Coordenação, autonomia e alinhamento em contextos escalados

A formação de múltiplos times ágeis exige equilíbrio entre autonomia e alinhamento. A autonomia permite que cada equipe adapte seu processo, tome decisões próximas do trabalho e responda rapidamente a mudanças. No entanto, quando várias equipes atuam sobre o mesmo produto ou projeto, autonomia sem alinhamento pode gerar duplicidade de esforços, divergência de práticas, conflitos de prioridade e aumento de dependências não gerenciadas. Por isso, contextos ágeis escalados precisam combinar liberdade operacional com mecanismos de coordenação.

A literatura sobre agilidade em larga escala aponta que fatores interequipes podem

ter influência relevante no sucesso de projetos ágeis maiores. Nesses contextos, não basta analisar apenas a qualidade do trabalho interno de cada equipe; é necessário observar também a qualidade e a frequência das interações entre times, a gestão de dependências, a comunicação entre níveis organizacionais e os mecanismos de alinhamento utilizados (DINGSØYR et al., 2024). Mecanismos formais, como padrões arquiteturais, métricas compartilhadas, cadências de planejamento e objetivos comuns, podem favorecer alinhamento. Ao mesmo tempo, mecanismos informais, como confiança, comunidades de prática, troca entre pares e colaboração espontânea, contribuem para preservar autonomia e adaptação (DAEMEN; TSILIONIS; TÜRETKEN, 2026).

Assim, a divisão de uma equipe pode produzir resultados distintos dependendo da forma como a organização coordena os novos times. Caso a divisão reduza o custo de comunicação interno e aumente o foco das equipes, pode haver melhora em indicadores como eficiência, throughput ou cycle time. Por outro lado, se a divisão gerar dependências excessivas, desalinhamento ou perda de conhecimento compartilhado, os ganhos esperados podem não se concretizar. Por isso, a análise de produtividade e fluxo deve ser acompanhada de indicadores que ajudem a compreender a maturidade do processo e a capacidade das equipes de se adaptar à nova estrutura.

No contexto deste trabalho, essa discussão fundamenta a análise da divisão de uma equipe ágil de desenvolvimento em múltiplos times. A mudança no tamanho da equipe é tratada não apenas como uma alteração na quantidade de pessoas, mas como uma reorganização do sistema de trabalho. Portanto, seus efeitos devem ser observados por meio de indicadores complementares, capazes de representar capacidade disponível, esforço entregue, vazão, tempo de fluxo, eficiência, previsibilidade e maturidade ágil.

## 2.4 Métricas Ágeis

Métricas ágeis são instrumentos utilizados para tornar o processo de desenvolvimento mais visível, apoiar a tomada de decisão e orientar a melhoria contínua das equipes. Em ambientes ágeis, caracterizados por ciclos curtos, adaptação constante e colaboração entre papéis, as métricas devem permitir que a equipe compreenda seu próprio fluxo de trabalho, identifique gargalos, acompanhe sua capacidade de entrega e avalie a efetividade das ações de melhoria. Nesse sentido, métricas não devem ser utilizadas como mecanismos de controle individual, mas como referências para análise coletiva do processo (ALBINO, 2017).

A literatura sobre métricas ágeis destaca que indicadores como *velocity*, *throughput*, *cycle time*, *lead time* e capacidade de trabalho podem auxiliar equipes e organizações a compreender produtividade, previsibilidade e estabilidade do fluxo de desenvolvimento (ALMEIDA; CARNEIRO, 2021; MENEZES; MARINHO; SAMPAIO, 2024). No entanto, essas métricas precisam ser analisadas de forma contextualizada. Uma única métrica,

isoladamente, dificilmente é suficiente para explicar o desempenho de uma equipe. Por exemplo, uma equipe pode apresentar aumento de *velocity* simplesmente por ter maior força de trabalho disponível, enquanto um aumento de *throughput* pode refletir a entrega de mais itens pequenos, e não necessariamente maior esforço ou valor entregue.

Nesse sentido, Raphael Albino salienta que as métricas ágeis funcionam como "referências" que fornecem uma análise crítica do desempenho e do fluxo de trabalho da equipe, essencial para melhorias contínuas (VIEIRA; LIMA; CARR, 2023). Essa visão de métricas como instrumentos de suporte à análise e à decisão é reforçada pelo estudo da McKinsey que revela que organizações que adotaram abordagens ágeis podem observar ganhos de produtividade que chegam a 30%, tornando-se não apenas mais rápidas nas entregas, mas também mais eficazes na colaboração e comunicação das equipes (OLIVEIRA; PEDRON, 2021; AGHINA et al., 2021). Analogamente, o relatório "State of Agile 2023" indica que 58% das empresas que implementaram métricas específicas de produtividade relataram uma melhoria significativa na qualidade dos produtos entregues, demonstrando o impacto positivo dessas métricas no desempenho organizacional (NETO; PENHA; GONCALVES, 2024).

Portanto, a implementação de métricas que se alinhem aos valores e princípios do Agile não apenas oferece visibilidade e previsibilidade, mas também empodera as equipes a tomarem decisões informadas baseadas em dados reais, em vez de suposições. Isso é crucial para otimizar a entrega de valor ao cliente e impulsionar o desempenho e a satisfação dos membros da equipe (VAZ; LUNARDI, 2022; OLIVEIRA; FONSECA, 2022).

Por esse motivo, este trabalho organiza as métricas ágeis em seis grupos: métricas de capacidade, métricas de entrega, métricas de eficiência, métricas de fluxo, métricas de planejamento e ferramentas visuais de acompanhamento. Essa organização permite relacionar cada métrica a uma dimensão específica da análise e evita interpretações simplistas sobre produtividade. No contexto deste estudo, as métricas são utilizadas para analisar como a divisão de uma equipe ágil de desenvolvimento se relaciona com indicadores de produtividade, fluxo de trabalho e previsibilidade.

### 2.4.1 Métricas de capacidade: força de trabalho

Métricas de capacidade buscam representar a quantidade de recursos disponíveis para que a equipe realize trabalho em determinado período. Em equipes ágeis, essa capacidade pode variar de uma sprint para outra em função de férias, feriados, afastamentos, horas extras, mudanças na composição da equipe ou participação dos membros em atividades externas ao desenvolvimento. Por isso, analisar apenas a quantidade entregue pela equipe pode gerar interpretações distorcidas caso a capacidade disponível não seja considerada.

No contexto deste trabalho, a principal métrica de capacidade é a força de trabalho.

Essa métrica representa a quantidade de horas disponíveis para desenvolvimento e qualidade durante uma sprint. Seu cálculo considera a carga horária dos membros envolvidos nas atividades de desenvolvimento e QA, descontando horas não trabalhadas e adicionando eventuais horas extras. De forma geral, pode ser representada pela Equação 2.1.

$$\text{Força de Trabalho} = \sum \text{Horas de Dev e QA} - \text{Horas não trabalhadas} + \text{Horas extras} \quad (2.1)$$

A força de trabalho pode ser analisada em duas perspectivas: planejada e real. A força de trabalho planejada é estimada no início da sprint e apoia a definição do esforço que poderá ser assumido pela equipe. A força de trabalho real, por sua vez, considera os eventos efetivamente ocorridos durante a sprint, como ausências ou mudanças de disponibilidade. Essa distinção é importante porque permite avaliar se variações nas entregas estão relacionadas a mudanças na produtividade do processo ou simplesmente a alterações na capacidade disponível.

Neste estudo, a força de trabalho será utilizada como métrica de contextualização e normalização. Ela não mede produtividade diretamente, mas permite interpretar outras métricas, como *velocity* e taxa de eficiência, de forma proporcional à capacidade real disponível em cada sprint.

## 2.4.2 Métricas de entrega: velocity e throughput

Métricas de entrega buscam representar o volume de trabalho concluído ou realizado por uma equipe em determinado intervalo. Em equipes ágeis, duas métricas frequentemente utilizadas para esse fim são *velocity* e *throughput* (vazão). Embora ambas estejam relacionadas à capacidade de entrega, elas observam aspectos diferentes do trabalho.

A *velocity* representa a quantidade de esforço entregue pela equipe durante uma sprint. Em equipes Scrum, essa métrica é frequentemente associada a pontos de história, mas também pode ser calculada em outras unidades de estimativa, como horas ou dias, dependendo do processo adotado pela organização. Sua principal utilidade está no acompanhamento histórico da capacidade de entrega da equipe e no apoio ao planejamento de sprints futuras (ALBINO, 2017).

No contexto deste trabalho, a *velocity* será considerada conforme a forma de cálculo utilizada pelo Laboratório Bridge, representando o esforço real entregue durante a sprint. Esse esforço pode incluir tanto o trabalho associado a issues concluídas quanto o esforço parcial de issues iniciadas, mas não finalizadas dentro da sprint. Além disso, considera-se o esforço real despendido, e não apenas a estimativa planejada inicialmente. De forma geral, a métrica pode ser representada pela Equação 2.2.

$$\text{Velocity} = \sum \text{Esforço real entregue na sprint} \quad (2.2)$$

Apesar de sua utilidade, a *velocity* deve ser interpretada com cautela. A literatura enfatiza que, embora a *velocity* possa facilitar a previsão de entregas, ela deve ser considerada somente dentro das especificidades de cada equipe, dado que estimativas de pontos podem variar significativamente entre diferentes grupos de trabalho (SOUZA; OLIVEIRA; MORAES, 2020). Comparações diretas de *velocity* entre equipes distintas podem ser enganosas e não refletir realidades equivalentes, o que é uma consideração importante em contextos de múltiplas equipes (HERNANDEZ et al., 2019). A métrica é mais confiável quando analisada em relação ao histórico da própria equipe ou quando utilizada em conjunto com medidas de capacidade, como a força de trabalho.

O *throughput*, por sua vez, representa a quantidade de itens de trabalho concluídos em um determinado período. Diferentemente da *velocity*, ele não considera o tamanho, esforço ou complexidade das demandas, mas apenas a quantidade de issues finalizadas. No contexto de uma sprint, pode ser representado pela Equação 2.3.

$$\text{Throughput} = \text{Quantidade de issues concluídas na sprint} \quad (2.3)$$

O *throughput* permite observar a vazão do fluxo de trabalho e acompanhar o ritmo de conclusão de demandas ao longo do tempo. No entanto, como ignora o esforço de cada item, deve ser analisado em conjunto com outras métricas. Uma sprint com muitas issues pequenas pode apresentar *throughput* elevado e *velocity* baixa, enquanto uma sprint com poucas issues complexas pode apresentar *throughput* baixo e *velocity* alta.

### 2.4.3 Métricas de eficiência: taxa de eficiência

Métricas de eficiência buscam relacionar resultados obtidos com os recursos utilizados para alcançá-los. No contexto de equipes ágeis, esse tipo de métrica é importante porque permite interpretar a entrega de forma proporcional à capacidade disponível, evitando conclusões baseadas apenas em valores absolutos de entrega.

Neste trabalho, a principal métrica de eficiência é a taxa de eficiência, calculada pela divisão da *velocity* pela força de trabalho real. Essa métrica representa quanto esforço foi entregue pela equipe para cada unidade de capacidade disponível na sprint. Sua fórmula é apresentada na Equação 2.4.

$$\text{Taxa de Eficiência} = \frac{\text{Velocity}}{\text{Força de Trabalho Real}} \quad (2.4)$$

A taxa de eficiência é especialmente relevante para este estudo porque permite comparar sprints com capacidades diferentes. Após a divisão de uma equipe, a quantidade

de pessoas e horas disponíveis em cada time pode variar em relação ao cenário anterior. Assim, analisar apenas a *velocity* absoluta poderia indicar aumento ou queda de entrega sem considerar a capacidade real utilizada. A taxa de eficiência reduz essa distorção ao observar a entrega proporcionalmente à força de trabalho.

Apesar disso, a métrica também deve ser interpretada com cautela. Variações na taxa de eficiência podem estar relacionadas a diversos fatores, como mudança na composição da equipe, complexidade das demandas, volume de trabalho não planejado, adaptação a novos processos, dependências externas ou mudanças nos critérios de estimativa. Por esse motivo, sua análise deve considerar o contexto das sprints e ser complementada por outras métricas de fluxo e planejamento.

#### 2.4.4 Métricas de fluxo: cycle time e lead time

Métricas de fluxo buscam compreender como o trabalho atravessa o processo de desenvolvimento. Elas permitem observar o tempo necessário para que demandas sejam concluídas, identificar gargalos e avaliar a estabilidade do processo ao longo do tempo. Duas métricas comuns nesse contexto são *cycle time* e *lead time*.

O *cycle time* mede o tempo decorrido entre o início efetivo do trabalho em uma demanda e sua conclusão. Em um quadro Kanban, por exemplo, pode corresponder ao intervalo entre a entrada de uma issue na coluna de desenvolvimento e o momento em que ela atinge a *Definition of Done* (DoD). Essa métrica está diretamente relacionada ao fluxo interno de desenvolvimento, pois indica quanto tempo a equipe leva para concluir uma demanda após começar a trabalhar nela.

$$\text{Cycle Time} = \text{Data de conclusão} - \text{Data de início do desenvolvimento} \quad (2.5)$$

O *cycle time* pode ser analisado por sprint, por tipo de demanda, por tamanho de issue ou por período histórico. Reduções no *cycle time* podem indicar maior fluidez no processo, menor presença de gargalos ou melhor coordenação interna. Por outro lado, aumentos nessa métrica podem refletir bloqueios, dependências, tarefas grandes demais, retrabalho ou dificuldades de adaptação da equipe. Pesquisas indicam que ao monitorar o Cycle Time, as equipes podem identificar áreas de ineficiência e otimizar seu fluxo de trabalho, promovendo uma melhoria contínua (NETO; PENHA; GONCALVES, 2024). Para uma análise mais precisa, o Cycle Time pode ser comparado ao Lead Time, possibilitando uma avaliação mais aprofundada de como o tempo é consumido entre a execução e a entrega final do produto (NETO; PENHA; GONCALVES, 2024).

O *lead time*, por sua vez, representa o tempo total entre a solicitação ou registro de uma demanda e sua entrega. Diferentemente do *cycle time*, ele inclui períodos anteriores

ao início do desenvolvimento, como refinamento, priorização, espera em backlog, análise e validações anteriores ao trabalho técnico. De forma geral, pode ser representado pela Equação 2.6.

$$\text{Lead Time} = \text{Data de entrega} - \text{Data de solicitação} \quad (2.6)$$

Enquanto o *cycle time* foca no fluxo interno de desenvolvimento, o *lead time* oferece uma visão mais ampla do tempo de atendimento da demanda. Neste trabalho, o *cycle time* possui papel central por estar diretamente relacionado ao tempo de desenvolvimento das issues no fluxo da equipe. O *lead time*, quando disponível, pode ser utilizado como métrica complementar para compreender o tempo total de entrega e possíveis esperas anteriores ao início do desenvolvimento. Em estudos sobre metodologias ágeis, a análise do Lead Time é apontada como uma ferramenta importante para avaliar a eficiência global do processo de entrega, permitindo que as equipes respondam rapidamente a mudanças e ofereçam entregas mais frequentes (HERNANDEZ et al., 2019)(VALENCIANO et al., 2021). Equipes que conseguem manter um Lead Time consistente e curto frequentemente enfrentam menos gargalos e, conseqüentemente, conseguem entregar valor de forma mais eficaz (HERNANDEZ et al., 2019)

#### 2.4.5 Métricas de planejamento: aproveitamento do esforço planejado

Métricas de planejamento buscam avaliar a relação entre o que a equipe planejou realizar e o que foi efetivamente executado ao final da sprint. Em ambientes ágeis, o planejamento não deve ser entendido como previsão rígida e imutável, mas como uma hipótese de trabalho construída com base na capacidade disponível, no conhecimento atual do backlog e nas prioridades do produto. Ainda assim, acompanhar a aderência entre esforço planejado e esforço entregue pode contribuir para a previsibilidade da equipe.

No contexto deste trabalho, o aproveitamento do esforço planejado será utilizado para observar em que medida o esforço assumido no início da sprint foi efetivamente realizado. De forma geral, essa métrica pode ser calculada pela relação entre o esforço entregue e o esforço planejado, conforme a Equação 2.7.

$$\text{Aproveitamento do Esforço Planejado} = \frac{\text{Esforço entregue}}{\text{Esforço planejado}} \times 100 \quad (2.7)$$

Essa métrica apoia a análise de previsibilidade, pois permite observar se a equipe tende a planejar mais esforço do que consegue executar, se entrega de forma próxima ao planejado ou se frequentemente conclui esforço superior ao inicialmente previsto. Entretanto, sua interpretação também exige cuidado. Um baixo aproveitamento pode estar relacionado a excesso de demandas não planejadas, impedimentos, mudanças de prioridade,

estimativas inadequadas ou redução inesperada da força de trabalho. Do mesmo modo, um aproveitamento muito alto não significa necessariamente melhor produtividade, podendo indicar planejamento conservador ou subutilização da capacidade da equipe.

Neste estudo, o aproveitamento do esforço planejado será utilizado de forma complementar às métricas de capacidade, entrega e eficiência, contribuindo para compreender a previsibilidade das equipes antes e depois da divisão.

## 2.4.6 Métricas de Qualidade (Defeitos, Cobertura de Testes e outros)

No contexto ágil, a qualidade é um aspecto essencial do processo de entrega, sendo parte fundamental da definição de valor. As equipes ágeis de alta performance implementam um monitoramento constante das métricas de qualidade para garantir que as entregas de software sejam funcionais, confiáveis e sustentáveis, aprimorando assim a experiência do usuário e promovendo os objetivos do produto. Entre as métricas que mais se destacam estão a taxa de defeitos, a cobertura de testes automatizados e o índice de retrabalho.

A taxa de defeitos mede o número de falhas reportadas em cada entrega, por sprint ou por módulo. Um aumento contínuo na quantidade de bugs pode sugerir questões, como ausência de testes automatizados, problemas de comunicação entre analistas e desenvolvedores, ou pressão na entrega. A monitorização sistemática dos defeitos permite não apenas detectar padrões, mas também ajustar o Definition of Done (DoD) e priorizar iniciativas de refatoração ou ampliação da cobertura de testes. Essa prática é crucial para assegurar uma entrega constante de valor com qualidade adequada (MCHUGH; CONBOY; LANG, 2011; GRASS; BACKMANN; HOEGL, 2020).

A literatura destaca a importância do DoD para a eficiência operacional das equipes ágeis. Em sua análise, Moe e Mikalsen (2020) argumentam que a implementação de uma DoD bem definida contribui para a maturidade da equipe, promovendo uma melhor consistência na entrega de software de qualidade. De acordo com a pesquisa, a estipulação de critérios claros de DoD ajuda as equipes a se alinharem em objetivos comuns, facilitando que as entregas atendam às expectativas do cliente e dos stakeholders. Isso não apenas aumenta a confiança nas entregas, mas também permite uma adaptação mais rápida a mudanças, já que há uma compreensão clara dos critérios a serem atendidos em cada iteração.

Além disso, o DoD é particularmente relevante em ambientes de desenvolvimento ágil que enfrentam desafios de escalabilidade. Um estudo sobre transformação ágil em larga escala destaca que equipes que incorporam uma definição de pronto consistente em suas práticas são capazes de gerenciar melhor as dependências e colaborar de forma mais eficaz entre múltiplas partes interessadas (DIKERT; PAASIVAARA; LASSENIUS, 2016). Assim, a DoD pode atuar como uma âncora em ambientes ágeis dinâmicos, assegurando

que diferentes equipes permaneçam em sincronia e comprometidas com a entrega de valor.

Já a cobertura de testes automatizados indica a porcentagem do código que está sendo validada por testes automatizados, constituindo uma métrica fundamental para avaliar a robustez técnica e segurança nas alterações do código. Uma cobertura baixa é associada a um aumento no risco de regressões, enquanto uma cobertura mais ampla pode oferecer maior resiliência ao sistema, evidenciado por equipes que frequentemente incorporam níveis mínimos de cobertura em seus critérios de aceitação e no DoD.

Outras métricas relevantes incluem o índice de retrabalho e o tempo médio de correção de falhas, que ajudam a compreender a estabilidade do processo e a maturidade da equipe. Quanto menor o índice de retrabalho e mais rapidamente a equipe responde a incidentes, maior tende a ser sua confiabilidade.

As Métricas DORA, originadas do movimento DevOps, estão sendo cada vez mais adotadas por equipes ágeis. Elas incluem a frequência de deploy, o tempo de ciclo de mudança, o tempo médio de recuperação e a taxa de falha nos deploys. Coletivamente, essas métricas não apenas medem a produtividade, mas também a estabilidade e a confiabilidade das entregas, reforçando a importância de um acompanhamento rigoroso na qualidade (ALMEIDA; SIMOES; LOPES, 2022).

Finalmente, a transparência e o monitoramento contínuo dessas métricas são fundamentais para elevar a responsabilidade coletiva dentro da equipe, fortalecer a cultura de qualidade e guiar a equipe em direção a um ciclo sustentável de entrega de valor. A adoção de métricas de qualidade, portanto, não é apenas uma peça do quebra-cabeça, mas um elemento crucial que contribui para um desempenho de alta performance em contextos ágeis.

#### 2.4.7 Ferramentas visuais de acompanhamento: burndown e burnup

Além das métricas quantitativas, equipes ágeis frequentemente utilizam ferramentas visuais para acompanhar o progresso do trabalho durante uma sprint, versão ou projeto. Entre essas ferramentas, destacam-se os gráficos de *burndown* e *burnup*. Embora sejam frequentemente associados ao acompanhamento ágil, é importante diferenciá-los das métricas em si: *burndown* e *burnup* são representações visuais que utilizam dados de trabalho planejado, concluído ou restante para facilitar a leitura do progresso (HERNANDEZ et al., 2019)(VALENCIANO et al., 2021).

O gráfico de *burndown* apresenta a quantidade de trabalho restante ao longo do tempo. Em uma sprint, ele permite observar se o trabalho pendente está diminuindo em ritmo compatível com o período disponível. Quando a curva se distancia significativamente do comportamento esperado, a equipe pode identificar atrasos, impedimentos ou acúmulo de trabalho próximo ao fim da sprint (NETO; PENHA; GONCALVES, 2024).

O gráfico de *burnup*, por sua vez, apresenta a evolução do trabalho concluído em relação ao escopo total. Sua principal vantagem é permitir a visualização de mudanças de escopo ao longo do tempo. Assim, quando novas demandas são adicionadas ou removidas, o gráfico permite observar não apenas o progresso da equipe, mas também a variação do escopo planejado (NETO; PENHA; GONCALVES, 2024).

Neste trabalho, *burndown* e *burnup* não serão tratados como métricas principais de produtividade ou fluxo, mas como ferramentas visuais que podem apoiar a interpretação do planejamento, do progresso e de eventuais mudanças de escopo. Essa distinção é importante porque evita classificar visualizações como métricas isoladas e mantém o foco da análise nos indicadores efetivamente utilizados para comparar os períodos anterior e posterior à divisão da equipe.

#### 2.4.8 Previsibilidade e Tomada de Decisão com Métricas Ágeis

Um dos principais ganhos proporcionados por métricas ágeis é a previsibilidade. Quando a equipe monitora seu desempenho por meio de dados como lead time, throughput e cycle time, ela passa a ter a capacidade de estimar entregas com um maior grau de acerto (KUSDIYANTO; MUHAMAD; SUHARDI, 2023). Por exemplo, se a equipe conhece sua média de throughput (quantidade de demandas entregues por sprint) e seu lead time típico, consegue planejar com mais precisão as próximas sprints e o roadmap geral. Isso reduz o risco de promessas vazias e alinha melhor as expectativas com os stakeholders (GEMINO; REICH; SERRADOR, 2020).

Além disso, métricas atuam como sensores do processo. Um burndown estagnado ou um cycle time em crescimento podem sinalizar problemas, como excesso de WIP (Work In Progress), gargalos de validação ou acúmulo de impedimentos (KOCH; SCHERMULY, 2020). Ao detectar esses sinais precocemente, a equipe pode ajustar a abordagem antes que o problema comprometa a entrega. Essa visibilidade transforma a intuição em evidência, permitindo que a equipe tome decisões informadas (MKOBA; MARNEWICK, 2020).

A visibilidade gerada por métricas também fortalece a confiança entre o time e as partes interessadas. Painéis visuais, gráficos de progresso e indicadores compartilhados permitem que todos acompanhem o andamento do projeto em tempo real, sem a necessidade de longas reuniões de status. Isso favorece a autonomia do time e reforça uma cultura de parceria, na qual as decisões são tomadas com base em fatos, e não em percepções ou pressões externas.

Por fim, métricas alimentam diretamente o processo de melhoria contínua. Ao analisá-las em retrospectivas, a equipe pode validar hipóteses de mudança (por exemplo, se práticas como pair programming aumentaram a qualidade, ou se limitar WIP reduziu o lead time) e tomar decisões baseadas em dados, não em achismos (KOCH; SCHERMULY,

2020). Assim, as métricas não apenas informam o presente, mas também pavimentam o futuro da equipe.

### 2.4.9 Boas Práticas e Cuidados com o Uso de Métricas Ágeis

Embora sejam ferramentas poderosas, as métricas ágeis devem ser utilizadas com responsabilidade e maturidade (MARCAL et al., 2010). Quando mal interpretadas ou mal aplicadas, elas podem gerar distorções comportamentais, como manipulação de dados, competição interna ou foco exagerado em indicadores isolados. Para evitar esses riscos, algumas boas práticas devem ser observadas:

Metrifique o processo, não as pessoas: O propósito das métricas ágeis é melhorar o fluxo de trabalho, não avaliar indivíduos. Usar métricas para comparar desenvolvedores ou responsabilizar membros específicos distorce os princípios ágeis de colaboração e confiança. O time é a unidade fundamental de entrega, e suas métricas devem ser vistas como um reflexo coletivo do processo (NETO; PENHA; GONCALVES, 2024).

Evite uso punitivo ou comparativo: Métricas devem funcionar como termômetros, não como armas. Usá-las para controle, punição ou cobrança direta gera medo, reduz a transparência e prejudica o diagnóstico real dos problemas. Em vez disso, valores fora do esperado devem ser tratados como oportunidades de conversa, aprendizado e ajuste de rota.

Fomente uma cultura de segurança psicológica: Times só compartilham métricas reais se sentem que isso não resultará em consequências negativas. Quando há confiança, a equipe se engaja com sinceridade nos dados. Se houver receio de punição, os números deixam de refletir a realidade e se tornam enfeites. A maturidade da liderança é essencial para garantir esse ambiente seguro.

Não compare times diferentes: Cada equipe possui seu próprio contexto, backlog, forma de estimar e cadência. Comparar métricas como velocity ou throughput entre times distintos é tecnicamente incorreto e contraproducente. A única comparação válida é com o histórico da própria equipe, buscando melhorias internas e consistência (SGANDERLA et al., 2016).

Alinhe métricas com o valor de negócio: Indicadores de processo devem ser acompanhados por métricas que avaliem o impacto no cliente e no negócio. Satisfação do usuário, adoção de funcionalidades e retorno sobre investimento são exemplos de métricas que conectam a operação à estratégia (LOSCIO; GUIMARAES; CALEGARI, 2016). Isso evita a armadilha de “cumprir o processo” sem gerar valor.

Inspecione e adapte as métricas: Métricas não são verdades absolutas. Elas devem ser revisadas, ajustadas ou substituídas conforme a equipe evolui. O que faz sentido em um momento pode deixar de ser útil mais à frente. O próprio sistema de medição deve estar

sob inspeção contínua, em sintonia com a mentalidade ágil de aprendizado e adaptação.

Em suma, quando utilizadas com sabedoria, as métricas ágeis se tornam aliadas poderosas da autonomia, da melhoria contínua e da entrega de valor. Quando mal utilizadas, tornam-se obstáculos invisíveis ao progresso. A chave está em usá-las como bússola, e não como algema.

#### 2.4.10 Gestão de Projetos

Nos projetos de desenvolvimento de software, a gestão eficaz dos processos requer uma integração cuidadosa de princípios gerais de gerenciamento de projetos com as especificidades do ambiente tecnológico. Segundo o guia PMBOK (Project Management Body of Knowledge), desenvolvido pelo Project Management Institute (PMI), o gerenciamento de projetos abrange áreas de conhecimento fundamentais, como escopo, tempo, qualidade, comunicações e gerenciamento de stakeholders, que, se não geridos adequadamente, podem impactar negativamente o sucesso do projeto (SHAOUT et al., 2025). O gerenciamento do escopo envolve a definição clara do trabalho necessário, sendo uma prática que visa garantir que as entregas atendam a requisitos acordados, evitando desperdícios de esforço (SENAPATHI; DRURY-GROGAN, 2020). O gerenciamento do tempo é essencial para manter o prazo do projeto, onde cronogramas são elaborados e constantemente ajustados para evitar desvios no planejamento (ARAUJO et al., 2023).

Além disso, a qualidade é um componente crítico que assegura que o resultado final alcance as expectativas dos stakeholders, utilizando normas e métricas que guiam os processos para atender a um padrão pré-estabelecido (SENAPATHI; DRURY-GROGAN, 2020). As comunicações desempenham um papel vital na disseminação de informações entre todos os envolvidos, facilitando um fluxo contínuo de feedback e a tomada de decisões de forma ágil. O gerenciamento de stakeholders vai além da comunicação, abrangendo a identificação das partes interessadas e a gestão do seu envolvimento ao longo do projeto, assegurando que suas expectativas sejam atendidas (SENAPATHI; DRURY-GROGAN, 2020; SHAOUT et al., 2025).

Embora os princípios do PMBOK sejam aplicáveis a diversos tipos de projetos, o desenvolvimento de software apresenta desafios únicos devido à natureza intangível e mutável de seus requisitos. Sommerville observa que a engenharia de software frequentemente enfrenta a incerteza, onde os requisitos podem evoluir rapidamente, obrigando revisões constantes nos planos (PETERSEN et al., 2014). Métodos tradicionais de gerenciamento que requerem uma extensa documentação e planejamento inicial podem ser excessivos, especialmente em projetos menores, onde a agilidade e adaptação são mais críticas (ALQUDAH; RAZALI, 2018). É nesse contexto que as metodologias ágeis surgem, propondo uma transformação na gestão de projetos ao oferecer um foco maior na interação contínua com o cliente, na flexibilidade das entregas e na redução da burocracia desnecessária (ALQUDAH;

RAZALI, 2018; SHAOUT et al., 2025).

Em suma, a integração de práticas ágeis nas metodologias de gerenciamento de projetos de software cria um ambiente onde a colaboração, a adaptabilidade e a entrega de valor frequente ao cliente são elementos centrais. A cultura ágil, que prioriza a transparência e a responsabilidade compartilhada, demonstra que um alinhamento eficaz entre planejamento e execução é essencial para o sucesso em um contexto caracterizado pela incerteza e pela complexidade do desenvolvimento de software (ALQUDAH; RAZALI, 2018).

## 2.5 Maturidade ágil

A maturidade ágil está relacionada à capacidade de uma equipe ou organização aplicar princípios, práticas e valores ágeis de forma consistente, adaptada ao seu contexto e orientada à melhoria contínua. Diferentemente da simples adoção de cerimônias ou artefatos, a maturidade ágil envolve a forma como a equipe compreende seu processo de trabalho, colabora internamente, responde a mudanças, aprende com os resultados e evolui ao longo do tempo. Dessa forma, uma equipe pode utilizar práticas ágeis, como reuniões diárias, retrospectivas e quadros de acompanhamento, sem necessariamente apresentar alto grau de maturidade ágil.

Modelos de maturidade são utilizados para avaliar a evolução de processos, práticas e comportamentos ao longo do tempo. No contexto do desenvolvimento ágil de software, esses modelos podem apoiar diagnósticos sobre o estágio atual das equipes, indicar oportunidades de melhoria e orientar ações de evolução. Estudos sobre maturidade ágil destacam que o amadurecimento de equipes não deve ser compreendido apenas como cumprimento de práticas prescritas, mas como evolução gradual da capacidade de gerar resultados, adaptar-se ao contexto e sustentar melhoria contínua (FONTANA et al., 2015; SIDKY; ARTHUR; BOHNER, 2007).

Neste trabalho, a maturidade ágil é considerada uma dimensão complementar à produtividade e ao fluxo de trabalho. Enquanto métricas permitem observar aspectos quantitativos da entrega e do fluxo, indicadores de maturidade ágil ajudam a compreender como a equipe evolui em relação a práticas, comportamentos, colaboração, autonomia, melhoria contínua e alinhamento. Assim, a maturidade ágil não é tratada como sinônimo de produtividade, mas como um fator contextual que pode auxiliar na interpretação dos resultados observados nas métricas de desenvolvimento.

### 2.5.1 Conceito de maturidade ágil

A maturidade ágil pode ser entendida como o grau de desenvolvimento de uma equipe ou organização em relação à adoção consciente e efetiva da agilidade. Esse conceito envolve

tanto aspectos técnicos quanto comportamentais e organizacionais. Entre os elementos frequentemente associados à maturidade ágil estão a clareza do fluxo de trabalho, a capacidade de adaptação, a autonomia da equipe, a colaboração entre papéis, a qualidade das retrospectivas, a aprendizagem contínua, o alinhamento com objetivos do produto e a habilidade de entregar valor de forma frequente e sustentável.

Uma equipe com maior maturidade ágil tende a compreender melhor seu próprio processo, identificar gargalos, propor melhorias e adaptar suas práticas conforme o contexto. Além disso, equipes maduras tendem a utilizar métricas de forma mais construtiva, como apoio à tomada de decisão e à melhoria contínua, em vez de tratá-las como instrumentos de controle individual. Esse entendimento é coerente com a perspectiva de que métricas ágeis devem apoiar conversas sobre o processo, gerar transparência e orientar ações de evolução (ALBINO, 2017).

Entretanto, maturidade ágil não deve ser confundida com padronização rígida. Em contextos ágeis, maturidade não significa executar todas as práticas de um framework de maneira uniforme, mas sim possuir capacidade de adaptação, aprendizado e melhoria contínua. Duas equipes podem apresentar formas distintas de organização e, ainda assim, demonstrar maturidade se suas práticas forem adequadas ao contexto, sustentarem a colaboração e contribuírem para a entrega de valor.

No contexto deste estudo, essa distinção é importante porque a divisão de uma equipe ágil em múltiplos times pode afetar não apenas indicadores de entrega, mas também aspectos relacionados à maturidade. A formação de novos times pode exigir reconstrução de acordos de trabalho, redistribuição de responsabilidades, adaptação da comunicação e amadurecimento de novas rotinas. Por isso, observar a maturidade ágil antes e depois da divisão contribui para uma análise mais abrangente dos efeitos da mudança estrutural.

### 2.5.2 Modelos de maturidade organizacional e de gerenciamento de projetos

Os modelos de maturidade são utilizados para avaliar a capacidade de uma organização executar seus processos de maneira consistente, controlada e orientada à melhoria contínua. Em geral, esses modelos estabelecem níveis progressivos de evolução, permitindo identificar o estado atual da organização, definir um estado desejado e orientar as ações necessárias para reduzir a distância entre ambos. Entre os modelos mais consolidados estão o *Capability Maturity Model Integration* (CMMI) e o *Project Management Maturity Model* (PMMM).

O *Capability Maturity Model Integration* (CMMI) é um modelo de referência composto por práticas voltadas ao desenvolvimento e à melhoria das capacidades organizacionais. Sua finalidade é apoiar organizações na avaliação, padronização e evolução de seus processos, de modo a produzir resultados mais previsíveis e alinhados aos objetivos do negócio (CMMI Institute, 2025b).

Na representação por níveis de maturidade, o CMMI estabelece uma trajetória progressiva de melhoria. O nível inicial representa organizações cujos processos apresentam maior imprevisibilidade e dependência de esforços individuais. Nos níveis seguintes, os processos passam a ser gerenciados, definidos institucionalmente, controlados quantitativamente e continuamente aprimorados. Na versão atual do modelo, os níveis de maturidade são denominados: Inicial, Gerenciado, Definido, Gerenciado Quantitativamente e Otimizado (CMMI Institute, 2025a).

No nível *Inicial*, os processos tendem a ser reativos e pouco previsíveis. No nível *Gerenciado*, o trabalho passa a ser planejado, executado, monitorado e controlado. No nível *Definido*, os processos são documentados, padronizados e utilizados de forma consistente na organização. No nível *Gerenciado Quantitativamente*, métricas e técnicas estatísticas são empregadas para compreender e controlar o desempenho. Por fim, no nível *Otimizado*, a organização utiliza os dados obtidos para promover inovação e melhoria contínua de seus processos (CMMI Institute, 2025a).

Por abranger práticas organizacionais, processos de engenharia, gestão, medição e garantia da qualidade, o CMMI possibilita uma avaliação abrangente da capacidade institucional. Entretanto, sua aplicação pode exigir um esforço considerável para levantamento de evidências, formalização de processos, realização de avaliações e manutenção das práticas estabelecidas. Dessa forma, trata-se de um modelo adequado para análises organizacionais estruturadas, mas que pode ser mais complexo do que o necessário quando o objetivo é promover uma reflexão periódica e rápida dentro de uma única equipe.

Outro modelo relevante é o *Project Management Maturity Model* (PMMM), proposto por Kerzner, cuja finalidade é avaliar a evolução da organização na adoção e institucionalização das práticas de gerenciamento de projetos. O modelo auxilia as organizações a identificar quais etapas devem ser realizadas para que o gerenciamento de projetos deixe de depender de iniciativas isoladas e passe a constituir uma competência organizacional (KERZNER, 2019).

O PMMM organiza a evolução da maturidade em cinco níveis: linguagem comum, processos comuns, metodologia única, comparação por *benchmarking* e melhoria contínua. No primeiro nível, a organização reconhece a importância do gerenciamento de projetos e desenvolve uma terminologia compartilhada. No segundo, passa a identificar e utilizar processos comuns entre seus projetos. No terceiro, esses processos são integrados em uma metodologia organizacional única. No quarto, a organização compara suas práticas e resultados com referências internas e externas. No quinto, utiliza os conhecimentos adquiridos e os resultados das comparações para aperfeiçoar continuamente sua metodologia de gerenciamento (KERZNER, 2019).

Assim como o CMMI, o PMMM possui uma perspectiva predominantemente organizacional. Sua análise considera a institucionalização de processos, a integração entre

projetos, o apoio da gestão, a padronização metodológica e a utilização sistemática das informações para a tomada de decisão. Consequentemente, sua implementação demanda uma avaliação mais ampla do que aquela realizada apenas com os integrantes de uma equipe.

Também existem modelos voltados especificamente à maturidade organizacional em gerenciamento de projetos, como o *Organizational Project Management Maturity Model* (OPM3), desenvolvido pelo *Project Management Institute* (PMI). Esse modelo relaciona projetos, programas e portfólios à estratégia da organização, buscando identificar capacidades e boas práticas necessárias para melhorar o desempenho organizacional ([Project Management Institute, 2013](#)). Embora o OPM3 não seja aprofundado neste trabalho, ele reforça que os modelos tradicionais de maturidade normalmente analisam processos e capacidades em uma escala organizacional mais abrangente.

O CMMI e o PMMM fornecem estruturas robustas para diagnosticar a maturidade de processos e orientar trajetórias de evolução. Essa robustez possibilita avaliações detalhadas, comparações entre organizações e a definição de planos formais de melhoria. Em contrapartida, esses modelos envolvem maior complexidade, quantidade de práticas, necessidade de documentação e esforço de aplicação.

Em ambientes ágeis, nem sempre o objetivo da avaliação é classificar formalmente toda a organização ou verificar a conformidade com um conjunto extenso de processos. Em muitos casos, busca-se criar um momento de reflexão coletiva no qual os integrantes de uma equipe possam discutir suas práticas, identificar diferenças de percepção e selecionar aspectos prioritários para melhoria. Para essa finalidade, surgiram instrumentos mais simples, visuais e colaborativos, como a Roda Ágil.

A Roda Ágil e, posteriormente, a b\_agile não substituem modelos como CMMI ou PMMM. Esses instrumentos possuem escopos, níveis de formalização e objetivos diferentes. Enquanto CMMI e PMMM analisam capacidades e processos organizacionais de forma estruturada, a Roda Ágil e a b\_agile concentram-se na percepção coletiva da equipe sobre práticas e comportamentos relacionados à agilidade.

Essa diferença torna a Roda Ágil e a b\_agile mais simples e objetivas para aplicações periódicas dentro das equipes. Sua estrutura reduz o esforço necessário para a avaliação e favorece a participação dos integrantes, a discussão e a identificação rápida de oportunidades de melhoria. Por outro lado, seus resultados possuem caráter mais contextual e não oferecem o mesmo grau de padronização, profundidade ou comparabilidade externa proporcionado por modelos organizacionais mais robustos.

Portanto, a escolha do instrumento de avaliação deve considerar o objetivo da análise. Modelos como CMMI e PMMM são apropriados quando se pretende avaliar institucionalização, previsibilidade e controle dos processos em nível organizacional. Já

instrumentos como a Roda Ágil e a *b\_agile* são mais adequados quando o objetivo é apoiar o autodiagnóstico de uma equipe, estimular discussões e orientar ações de melhoria contínua de maneira periódica e acessível.

Tabela 1 – Comparação entre modelos e instrumentos de avaliação de maturidade

| Modelo         | Escopo principal                                  | Características                                                                    | Aplicação                                                                           |
|----------------|---------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| CMMI           | Processos e capacidades organizacionais           | Estrutura abrangente, práticas formalizadas e níveis progressivos de maturidade    | Avaliações organizacionais estruturadas, com levantamento de processos e evidências |
| PMMM           | Gerenciamento de projetos na organização          | Cinco níveis de evolução, desde uma linguagem comum até a melhoria contínua        | Diagnóstico da institucionalização e padronização do gerenciamento de projetos      |
| Roda Ágil      | Maturidade ágil da equipe                         | Instrumento visual, colaborativo e baseado na percepção dos integrantes            | Autodiagnóstico periódico, discussão coletiva e identificação de melhorias          |
| <i>b_agile</i> | Maturidade ágil das equipes do Laboratório Bridge | Adaptação da Roda Ágil, com maior granularidade e níveis progressivos de avaliação | Diagnóstico periódico e acompanhamento da evolução das equipes do laboratório       |

Fonte: Elaborada pelo autor com base em (CMMI Institute, 2025b; KERZNER, 2019; SOARES, 2017; EYNG, 2025).

### 2.5.3 Roda Ágil e instrumentos de avaliação de maturidade

Instrumentos de avaliação de maturidade ágil têm como objetivo apoiar a reflexão das equipes sobre suas práticas, comportamentos e resultados. Em geral, esses instrumentos organizam dimensões de análise em categorias, níveis ou critérios, permitindo que a equipe identifique pontos fortes, pontos de melhoria e prioridades de evolução. Seu valor não está apenas na nota atribuída, mas principalmente na discussão coletiva que ocorre durante a avaliação e nos planos de ação derivados desse diagnóstico.

A Roda Ágil, proposta por Ana G. Soares, é um exemplo de instrumento voltado à avaliação da maturidade de times ágeis. A proposta busca apoiar equipes de desenvolvimento na identificação de seu grau de maturidade a partir de categorias relacionadas a práticas, comportamentos e aspectos do trabalho ágil (SOARES, 2017). A representação em formato de roda facilita a visualização das dimensões avaliadas, permitindo identificar desequilíbrios entre áreas mais desenvolvidas e áreas que necessitam de evolução.

Esse tipo de instrumento é particularmente útil em ambientes que buscam melhoria contínua, pois permite acompanhar a evolução da equipe ao longo de diferentes ciclos. Ao repetir a avaliação periodicamente, torna-se possível observar se determinadas ações de melhoria produziram efeitos nas categorias avaliadas. Além disso, a análise histórica

das avaliações pode revelar padrões de evolução, estabilidade ou regressão em aspectos específicos da maturidade da equipe.

No entanto, instrumentos de maturidade devem ser interpretados com cuidado. As notas obtidas dependem do contexto da equipe, da forma de aplicação, da compreensão dos participantes e dos critérios utilizados. Portanto, a avaliação de maturidade não deve ser usada como mecanismo de comparação simplista entre equipes, mas como instrumento de diagnóstico e evolução. No contexto deste trabalho, esse cuidado é relevante porque a maturidade será analisada como um indicador complementar, associado à trajetória das equipes antes e depois da divisão.

#### 2.5.4 b\_agile como indicador de maturidade no Laboratório Bridge

No Laboratório Bridge, a maturidade ágil das equipes é acompanhada por meio da b\_agile, um instrumento de diagnóstico desenvolvido internamente para avaliar práticas, comportamentos e capacidades relacionados à adoção da agilidade. Criada em 2022, a b\_agile foi inspirada na Roda Ágil, proposta por Ana G. Soares, mas passou por adaptações para atender às características e às necessidades das equipes do laboratório (FOGACA; TORRES, 2025; SOARES, 2017; KERIEVSKY, 2016; EYNG, 2025).

A Roda Ágil utiliza uma avaliação visual e colaborativa para representar os pontos fortes e as oportunidades de melhoria de uma equipe. A partir dessa proposta, o Bridge ampliou a granularidade da escala de avaliação e introduziu níveis progressivos de dificuldade. Dessa forma, a b\_agile não corresponde apenas a uma reprodução da Roda Ágil, mas a uma evolução adaptada ao contexto institucional do laboratório (EYNG, 2025).

A estrutura da b\_agile é composta por 21 categorias, organizadas em quatro seções fundamentadas nos pilares do Modern Agile: *Segurança como um pré-requisito*, *Experimente e aprenda rápido*, *Valor a todo instante* e *Pessoas sensacionais* (KERIEVSKY, 2016; SOARES, 2017; EYNG, 2025). Cada seção agrupa aspectos relacionados a uma dimensão da maturidade ágil da equipe.

A seção *Segurança como um pré-requisito* considera práticas que favorecem um ambiente seguro para o desenvolvimento do produto e para a atuação dos integrantes da equipe. Essa dimensão envolve tanto aspectos técnicos, como qualidade, automação e práticas de DevOps, quanto condições que permitam às pessoas comunicar problemas, expor dificuldades e participar das decisões sem receio.

A seção *Experimente e aprenda rápido* avalia a capacidade da equipe de formular hipóteses, realizar experimentos, obter feedback e utilizar os resultados para aperfeiçoar o produto e o processo de trabalho. Essa dimensão está relacionada à aprendizagem contínua, à adaptação diante de mudanças e à utilização de erros e resultados anteriores como fontes de conhecimento.

A seção *Valor a todo instante* está relacionada à capacidade de compreender as necessidades dos usuários e das demais partes interessadas, priorizar atividades de acordo com o valor gerado e realizar entregas frequentes. Entre os aspectos considerados estão a satisfação do cliente, a clareza dos objetivos e o acompanhamento dos resultados produzidos pelas entregas.

Por fim, a seção *Pessoas sensacionais* reúne categorias relacionadas à colaboração, à comunicação, à autonomia e ao compartilhamento de conhecimento. Essa dimensão considera que a maturidade ágil não depende apenas da utilização de práticas ou ferramentas, mas também da capacidade das pessoas de trabalhar coletivamente, assumir responsabilidades e contribuir para a evolução da equipe.

Além dessa organização, a *b\_agile* apresenta três níveis progressivos de avaliação. O nível básico contém questões mais simples, direcionadas a equipes que estão iniciando a adoção das práticas avaliadas. Os níveis seguintes acrescentam questões e critérios mais exigentes, permitindo analisar equipes com maior experiência e aprofundamento nas práticas ágeis. Assim, a avaliação pode ser ajustada ao estágio de maturidade e ao contexto de cada equipe (EYNG, 2025).

A aplicação da *b\_agile* ocorre periodicamente, geralmente em ciclos trimestrais, e é conduzida pelo Scrum Master ou por outro responsável equivalente. Todos os integrantes da equipe participam da avaliação. Para cada categoria, são apresentadas perguntas ou afirmações que descrevem práticas e comportamentos esperados. Após a leitura, os participantes discutem o estado atual da equipe e atribuem individualmente uma pontuação à categoria (EYNG, 2025).

A dinâmica de votação é semelhante ao *Planning Poker*. Inicialmente, cada participante escolhe sua pontuação sem visualizar os votos dos demais. Depois que todos votam, as notas são reveladas simultaneamente. A existência de valores diferentes estimula a discussão, pois permite que os participantes expliquem as experiências e evidências que fundamentaram suas avaliações. Caso não seja alcançado um entendimento comum, uma nova rodada de votação pode ser realizada. Ao final da discussão, a equipe define uma nota de consenso e registra observações que contextualizam o resultado (EYNG, 2025).

É importante destacar que o consenso não significa simplesmente calcular a média dos votos individuais. A nota final resulta da discussão coletiva sobre o estágio em que a equipe se encontra. Dessa forma, tão importante quanto a pontuação é o diálogo produzido durante a aplicação, pois ele permite identificar diferenças de percepção, explicitar problemas e construir um entendimento compartilhado sobre os pontos que devem ser mantidos ou aperfeiçoados.

Inicialmente, a aplicação da *b\_agile* dependia de diferentes recursos: as perguntas eram disponibilizadas em uma planilha, a votação era realizada em ferramentas externas

de *Planning Poker* e os resultados eram consolidados manualmente pelo responsável pela sessão. Além de aumentar o esforço necessário para conduzir a avaliação, essa fragmentação permitia que diferentes equipes utilizassem procedimentos distintos (EYNG, 2025).

Para centralizar esse processo, foi desenvolvido o Aplicador *b\_agile*, um sistema web interno que reúne as perguntas, a votação, a revelação dos votos, o registro da nota final e das observações e a exportação dos resultados. O sistema também permite selecionar a equipe, consultar informações de aplicações anteriores e acompanhar, em tempo real, quais participantes já concluíram seus votos. A ferramenta não altera o propósito da *b\_agile*, mas torna sua aplicação mais padronizada, colaborativa e eficiente (EYNG, 2025).

Os resultados obtidos não devem ser interpretados como uma classificação definitiva da equipe ou como uma medida isolada de desempenho. A *b\_agile* funciona principalmente como um diagnóstico contextual e participativo, utilizado para identificar aspectos consolidados, pontos que exigem atenção e possíveis ações de melhoria. As notas e observações registradas em diferentes ciclos também possibilitam acompanhar a evolução da equipe ao longo do tempo (FOGACA; MARTINS, 2024; EYNG, 2025).

A *b\_agile* é especialmente relevante para este trabalho porque permite observar a maturidade ágil antes e depois da divisão da equipe analisada. Como o estudo investiga a relação entre tamanho de equipe, produtividade, fluxo de trabalho e maturidade ágil, seus resultados serão utilizados como complemento às métricas quantitativas de entrega e fluxo. Enquanto indicadores como *velocity*, *throughput*, *lead time* e *cycle time* representam aspectos operacionais, a *b\_agile* fornece uma perspectiva coletiva sobre práticas, comportamentos e condições de trabalho.

Neste estudo, serão comparados os ciclos disponíveis antes e depois da divisão, considerando a nota geral, os resultados das quatro seções e, quando pertinente, as variações nas categorias individuais. Também serão consideradas as diferenças entre as equipes resultantes e o tempo transcorrido desde a mudança estrutural. Essa precaução é necessária porque alterações na composição da equipe podem provocar efeitos iniciais de adaptação que não representam, necessariamente, uma tendência permanente.

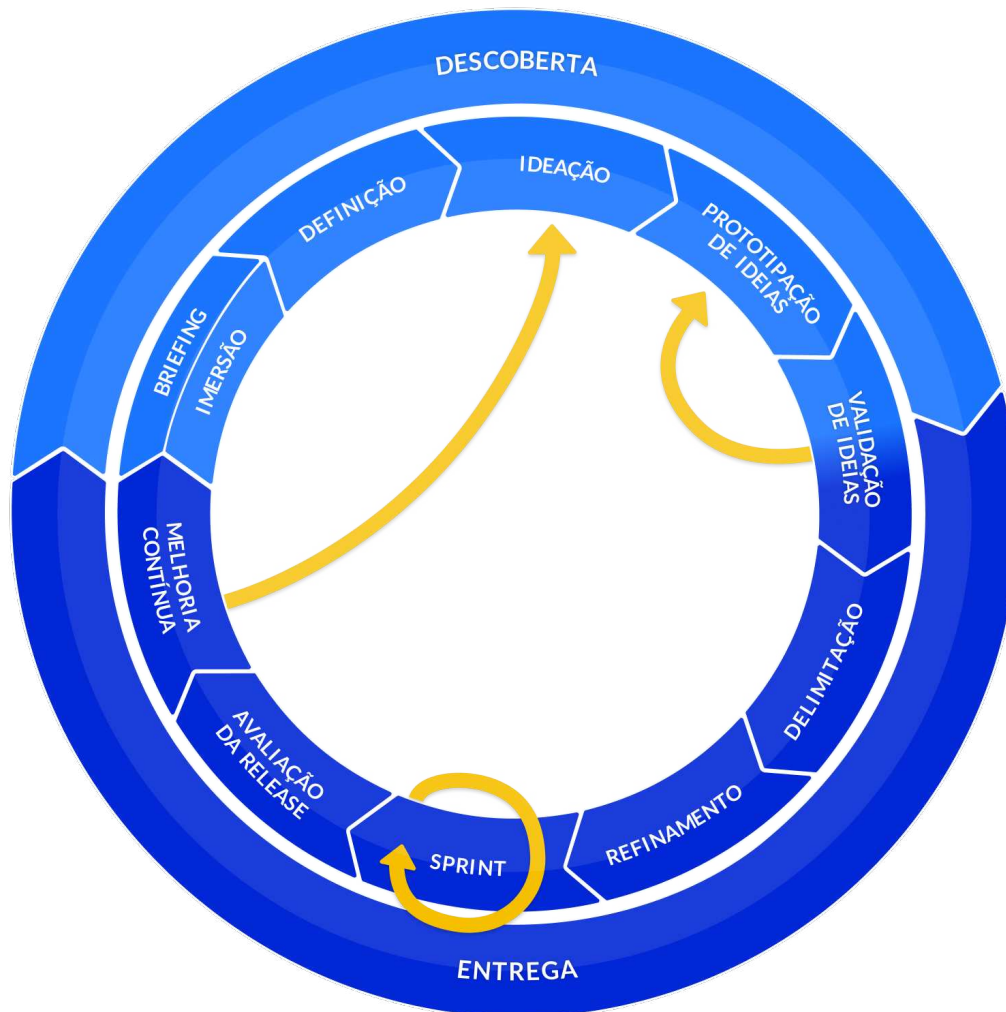
Portanto, a *b\_agile* será tratada como um indicador complementar de maturidade ágil específico do contexto organizacional do Laboratório Bridge. Seus resultados não substituem as métricas de produtividade e fluxo, nem permitem estabelecer isoladamente uma relação causal entre a divisão da equipe e as mudanças observadas. Entretanto, contribuem para uma análise mais abrangente ao indicar como os integrantes percebem a evolução das práticas, da colaboração, da aprendizagem, da segurança e da capacidade de entrega de valor após a mudança investigada.

### 2.5.5 b\_thinking como modelo de processo centrado no usuário no Laboratório Bridge

O Laboratório Bridge também utiliza o b\_thinking, um modelo próprio de processo centrado no usuário, desenvolvido a partir da experiência do laboratório na construção de produtos digitais. O modelo combina abordagens de experiência do usuário, *design thinking*, *Lean UX* e métodos ágeis, como Scrum e Kanban. Sua estrutura é aberta e descritiva, permitindo adaptações conforme as características de cada equipe, projeto ou organização, e organiza o processo de desenvolvimento por meio de princípios, etapas, métodos e ferramentas (WAZLAWICK et al., 2025).

O fluxo do b\_thinking é dividido em duas macroetapas: descoberta e entrega. Na descoberta, busca-se compreender o problema e as necessidades dos usuários, elaborar alternativas e validar ideias antes da implementação. Na entrega, as soluções são delimitadas, refinadas e desenvolvidas em sprints, seguidas pela avaliação do *release* e pela melhoria contínua. Entre os princípios do modelo estão a formação de equipes pequenas e multifuncionais, o foco no resultado, o compartilhamento de conhecimento, o trabalho colaborativo e a validação das soluções em menor escala antes de sua expansão. Esses elementos complementam a caracterização do modo de trabalho do Laboratório Bridge, especialmente quanto à organização das equipes e à integração entre descoberta, desenvolvimento e avaliação dos produtos (WAZLAWICK et al., 2025).

Figura 4 – Ciclo das etapas do b\_thinking



Fonte: (WAZLAWICK et al., 2025).

## 2.6 Síntese da fundamentação teórica

A fundamentação teórica apresentada neste capítulo estabelece a base conceitual para analisar a relação entre tamanho de equipes ágeis, produtividade, fluxo de trabalho e maturidade ágil. Inicialmente, foram discutidos os conceitos de medição em engenharia de software, destacando que métricas devem ser definidas a partir de necessidades de informação e interpretadas dentro de um contexto específico. Essa perspectiva é importante porque os dados coletados em um processo de desenvolvimento não possuem significado isolado; eles precisam estar associados a objetivos, perguntas de análise e critérios de interpretação, conforme orientam modelos como a ISO/IEC/IEEE 15939 e o GQM (ISO/IEC/IEEE, 2017; DORIGAN; BARROS, 2014).

Em seguida, foram apresentados os fundamentos dos métodos ágeis, com ênfase em práticas que valorizam ciclos curtos, colaboração, adaptação e melhoria contínua. Métodos como Scrum e Kanban contribuem para tornar o trabalho mais visível, organizar o fluxo

de desenvolvimento e apoiar a inspeção frequente do processo. Entretanto, esses benefícios dependem da forma como as equipes são estruturadas e coordenadas. A agilidade pressupõe equipes capazes de se comunicar de forma eficiente, tomar decisões próximas do trabalho e adaptar suas práticas a partir de aprendizado contínuo.

Nesse sentido, o tamanho da equipe torna-se um elemento relevante para a análise. Equipes pequenas tendem a favorecer comunicação direta, autonomia e foco, enquanto equipes muito grandes podem aumentar os custos de coordenação, dificultar o alinhamento e reduzir a clareza sobre responsabilidades. A literatura sobre escalabilidade ágil indica que, quando o volume de trabalho ou a complexidade do produto cresce, uma alternativa comum é a formação de múltiplos times menores, em vez da ampliação indefinida de uma única equipe (SCHWABER; SUTHERLAND, 2020). Essa reorganização, contudo, não elimina os desafios de coordenação; ela apenas desloca parte da complexidade para a interação entre equipes.

A Lei de Brooks contribui para essa discussão ao indicar que mudanças na composição de equipes de software podem gerar custos de comunicação, integração e aprendizado (BROOKS, 1995). Assim, a divisão de uma equipe pode produzir efeitos distintos ao longo do tempo. Em um primeiro momento, a redistribuição de pessoas, responsabilidades e conhecimento pode provocar oscilações em indicadores de produtividade e fluxo. Após um período de adaptação, entretanto, os novos times podem estabilizar seus processos, melhorar sua autonomia e tornar o trabalho mais previsível. Por isso, a análise da divisão de equipes deve considerar tanto o período imediatamente posterior à mudança quanto um período posterior de maior consolidação.

As métricas ágeis discutidas neste capítulo oferecem instrumentos para observar essas possíveis variações. Métricas de capacidade, como força de trabalho, permitem compreender os recursos disponíveis em cada sprint. Métricas de entrega ajudam a analisar o esforço entregue e a quantidade de demandas concluídas. Métricas de eficiência, como a taxa de eficiência, relacionam entrega e capacidade disponível. Métricas de fluxo permitem observar o tempo necessário para que o trabalho avance pelo processo. Já métricas de planejamento, como o aproveitamento do esforço planejado, contribuem para avaliar previsibilidade. Em conjunto, essas métricas fornecem uma visão mais abrangente do comportamento das equipes do que qualquer indicador isolado (ALBINO, 2017; ALMEIDA; CARNEIRO, 2021; MENEZES; MARINHO; SAMPAIO, 2024).

Além das métricas operacionais, a maturidade ágil foi apresentada como uma dimensão complementar da análise. A maturidade não corresponde diretamente à produtividade, mas pode indicar a capacidade da equipe de compreender seu processo, adaptar práticas, melhorar continuamente e sustentar formas mais eficazes de colaboração. No contexto do Laboratório Bridge, essa dimensão é acompanhada por meio da *b\_agile*, ferramenta interna de avaliação de maturidade ágil inspirada na Roda Ágil e estruturada em categorias

que permitem observar a evolução das equipes ao longo do tempo (FOGACA; TORRES, 2025; SOARES, 2017).

Dessa forma, a relação entre tamanho de equipes, produtividade, fluxo de trabalho e maturidade ágil deve ser compreendida como multidimensional. A divisão de uma equipe não afeta apenas a quantidade de pessoas em cada time, mas também a distribuição de conhecimento, a comunicação, o planejamento, a coordenação e a forma como o trabalho flui. Por isso, este trabalho adota uma análise baseada em indicadores complementares, considerando que variações em produtividade só podem ser interpretadas adequadamente quando observadas juntamente com capacidade disponível, eficiência, fluxo, previsibilidade e maturidade ágil.

Com base nessa fundamentação, o estudo de caso proposto busca analisar como a divisão de uma equipe ágil de desenvolvimento no contexto do projeto e-SUS APS se relaciona com essas dimensões. A partir da comparação entre períodos anteriores e posteriores à divisão, pretende-se compreender se a mudança estrutural esteve associada a alterações mensuráveis nos indicadores analisados e quais aspectos do contexto organizacional podem auxiliar na interpretação desses resultados.

### 3 Estado da arte: Mapeamento Sistemático da Literatura

Este capítulo apresenta o Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL) conduzido com o objetivo de identificar, organizar e analisar estudos relacionados a equipes ágeis de desenvolvimento, produtividade, métricas de acompanhamento, maturidade ágil e estratégias utilizadas em contextos de crescimento, reorganização ou divisão de equipes. O mapeamento tem como função compreender como a literatura aborda esses temas e fornecer base conceitual e comparativa para o estudo de caso realizado no contexto do projeto e-SUS APS, no Laboratório Bridge.

O MSL busca organizar a produção científica de forma estruturada, permitindo identificar padrões, categorias recorrentes, lacunas e tendências de pesquisa. Esse tipo de estudo é adequado quando o objetivo é classificar estudos primários, estruturar uma área de pesquisa e identificar a distribuição das evidências disponíveis, em vez de avaliar em profundidade o efeito de uma intervenção específica (PETERSEN et al., 2008; PETERSEN; VAKKALANKA; KUZNIARZ, 2015). No contexto deste trabalho, o mapeamento não tem como objetivo avaliar exaustivamente a qualidade metodológica de cada estudo, mas classificar e sintetizar as evidências disponíveis sobre os temas que fundamentam a análise da relação entre tamanho de equipes ágeis, produtividade, fluxo de trabalho e maturidade ágil.

A realização deste mapeamento é importante porque permite compreender quais aspectos já foram discutidos pela literatura e quais ainda apresentam menor cobertura nos estudos analisados. Em especial, busca-se verificar se os trabalhos existentes analisam mudanças na estrutura ou no tamanho de equipes ágeis a partir de dados históricos e métricas operacionais, bem como se relacionam essas mudanças com indicadores de produtividade, fluxo e maturidade. Dessa forma, o MSL também contribui para justificar a relevância do estudo de caso desenvolvido neste trabalho.

O protocolo do MSL foi estruturado a partir das seguintes etapas: definição das questões de pesquisa, construção da estratégia de busca, definição dos critérios de inclusão e exclusão, seleção dos estudos, extração dos dados, classificação dos estudos e síntese dos achados. Essa estrutura segue recomendações para estudos secundários em Engenharia de Software, especialmente em revisões e mapeamentos sistemáticos (KITCHENHAM; CHARTERS, 2007; PETERSEN; VAKKALANKA; KUZNIARZ, 2015).

Nas subseções seguintes, são apresentadas as questões de pesquisa que orientaram o mapeamento, a estratégia de busca, os critérios de inclusão e exclusão, o processo de

seleção dos estudos, a forma de extração dos dados e a síntese dos principais resultados encontrados.

### 3.1 Questões de pesquisa do MSL

A questão geral que orienta este Mapeamento Sistemático da Literatura é:

**Como os estudos existentes relacionam o tamanho de equipes ágeis com produtividade, métricas de acompanhamento e maturidade ágil em contextos de desenvolvimento de software?**

A partir dessa questão geral, foram definidas seis questões específicas para análise. A definição prévia das questões de pesquisa é importante porque orienta a estratégia de busca, os critérios de seleção, os campos de extração e a forma de síntese dos resultados em estudos secundários (KITCHENHAM; CHARTERS, 2007; PETERSEN; VAKKALANKA; KUZNIARZ, 2015).

Tabela 2 – Questões de pesquisa

| Pergunta | Descrição                                                                                                                             |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| QP1      | Qual é o contexto dos estudos que tratam de equipes ágeis, produtividade ou maturidade ágil?                                          |
| QP2      | Como os estudos caracterizam o tamanho e a experiência das equipes analisadas?                                                        |
| QP3      | Quais fatores são apontados como ameaças ou barreiras à produtividade em equipes ágeis?                                               |
| QP4      | Quais métricas são utilizadas para avaliar capacidade, produtividade e eficiência, e quais limitações dessas métricas são relatadas?  |
| QP5      | Como a maturidade ágil é tratada nos estudos selecionados?                                                                            |
| QP6      | Quais práticas, estratégias ou mecanismos são propostos para mitigar problemas relacionados ao tamanho ou à divisão de equipes ágeis? |

A Tabela 3 apresenta o mapeamento entre cada questão de pesquisa e os respectivos campos de extração utilizados na planilha de análise.

Tabela 3 – Identificadores associados às questões de pesquisa

| Questão de pesquisa | Identificador | Descrição                                                                                                                  |
|---------------------|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| QP1                 | Q1.1          | Tipo de organização                                                                                                        |
| QP1                 | Q1.2          | Porte da organização                                                                                                       |
| QP1                 | Q1.3          | Modalidade de trabalho                                                                                                     |
| QP1                 | Q1.4          | Método ou framework ágil utilizado                                                                                         |
| QP1                 | Q1.5          | Tipo de estudo                                                                                                             |
| QP2                 | Q2.1          | Tamanho das equipes                                                                                                        |
| QP2                 | Q2.2          | Senioridade ou experiência                                                                                                 |
| QP3                 | Q3.1          | Fatores que ameaçam a produtividade                                                                                        |
| QP4                 | Q4.1          | Métricas de capacidade                                                                                                     |
| QP4                 | Q4.2          | Métricas de produtividade                                                                                                  |
| QP4                 | Q4.3          | Métricas de eficiência                                                                                                     |
| QP4                 | Q4.4          | Limitações das métricas                                                                                                    |
| QP5                 | Q5.1          | Avalia maturidade?                                                                                                         |
| QP6                 | Q6.1          | Práticas, estratégias ou mecanismos propostos para mitigar problemas relacionados ao tamanho ou à divisão de equipes ágeis |

Observa-se que as perguntas finais do MSL foram definidas a partir da disponibilidade real dos dados extraídos. Algumas questões inicialmente previstas foram agrupadas ou removidas para evitar análises sem sustentação suficiente. Com essa organização, o MSL permite analisar o campo de forma consistente, identificando o contexto dos estudos, as características das equipes analisadas, os fatores que afetam a produtividade, as métricas utilizadas, a presença ou ausência de avaliações de maturidade ágil e as estratégias propostas para lidar com problemas relacionados ao tamanho ou à divisão de equipes.

## 3.2 Estratégia de busca

A estratégia de busca foi definida com o objetivo de identificar estudos relacionados a equipes ágeis de desenvolvimento de software, produtividade, métricas de acompanhamento, maturidade ágil e aspectos associados ao tamanho, crescimento, reorganização ou divisão de equipes, seguindo a recomendação de estruturar a busca a partir dos conceitos centrais das questões de pesquisa (KITCHENHAM; CHARTERS, 2007; PETERSEN; VAKKALANKA; KUZNIARZ, 2015). Para isso, foram selecionadas bases de dados reconhecidas na área de Computação e Engenharia de Software, considerando sua relevância para a recuperação de artigos científicos, trabalhos de conferências e periódicos relacionados ao tema.

As buscas foram realizadas nas bases ACM Digital Library, Scopus e IEEE Xplore. A escolha dessas bases justifica-se pela sua ampla cobertura de publicações em Engenharia de Software, métodos ágeis, gestão de projetos de software e desenvolvimento de sistemas. A ACM e a IEEE Xplore concentram publicações fortemente relacionadas à Computação,

enquanto a Scopus amplia a cobertura ao indexar estudos de diferentes editoras e eventos científicos.

As strings de busca foram construídas a partir da combinação de grupos de termos relacionados aos principais conceitos investigados neste trabalho. O primeiro grupo contempla termos associados a equipes ágeis e métodos de desenvolvimento. O segundo grupo envolve produtividade, desempenho e métricas. O terceiro grupo contempla termos relacionados ao tamanho, estrutura, divisão ou escalabilidade de equipes. A Tabela 4 apresenta os principais grupos de termos utilizados na construção das strings.

Tabela 4 – Grupos de termos utilizados na estratégia de busca

| Grupo                          | Termos utilizados                                                                                                                  |
|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Equipes e métodos ágeis        | <i>agile team, scrum team, agile software development, scrum, kanban, large-scale agile</i>                                        |
| Produtividade e métricas       | <i>productivity, performance, efficiency, metrics, velocity, throughput, cycle time, lead time, work capacity</i>                  |
| Tamanho e estrutura de equipes | <i>team size, team composition, team structure, team reorganization, team split, multiple teams, scaling agile, agile maturity</i> |

A string utilizada combinou os termos por meio dos operadores booleanos *AND* e *OR*, de modo que os estudos recuperados precisassem relacionar métodos ágeis a produtividade ou métricas e, ao mesmo tempo, a aspectos de tamanho, divisão, reorganização ou escalabilidade de equipes. A string geral utilizada foi:

Tabela 5 – String de busca utilizada no mapeamento sistemático

```
((("agile software development" OR "agile methods" OR "scrum" OR
"kanban" OR "scaled agile")
AND ("team productivity" OR "software productivity" OR "development
productivity" OR "agile metrics" OR "performance measurement" OR
"metrics")
AND ("team split" OR "team division" OR "team restructuring" OR
"organizational restructuring" OR "team scaling" OR "scaling agile"
OR "team reorganization" OR "team size"))))
```

A string foi aplicada nas bases selecionadas, respeitando as particularidades de cada mecanismo de busca, como regras para uso de aspas, operadores booleanos, campos pesquisáveis e filtros disponíveis. Essa adaptação é necessária em estudos secundários porque diferentes bases podem apresentar mecanismos próprios de recuperação, exigindo ajustes de sintaxe sem alterar o significado da estratégia de busca (KITCHENHAM; CHARTERS, 2007). Sempre que possível, a busca foi direcionada aos campos de título, resumo e palavras-chave, com o objetivo de aumentar a aderência dos resultados ao tema do mapeamento.

A estratégia de busca priorizou estudos relacionados ao desenvolvimento de software em ambientes ágeis. Trabalhos que tratavam métodos ágeis de forma genérica, sem relação com produtividade, métricas, tamanho de equipes, divisão, reorganização ou escalabilidade, foram filtrados nas etapas posteriores de seleção. Dessa forma, a busca inicial buscou ser abrangente o suficiente para recuperar estudos potencialmente relevantes, enquanto os ciclos de seleção permitiram refinar o conjunto final de artigos incluídos no MSL.

### 3.3 Critérios de inclusão e exclusão

Após a definição da estratégia de busca, foram estabelecidos critérios de inclusão e exclusão para orientar a seleção dos estudos recuperados nas bases de dados. A definição prévia desses critérios contribui para reduzir vieses de seleção e manter consistência entre o objetivo do mapeamento, as questões de pesquisa e o corpus final analisado (KITCHENHAM; CHARTERS, 2007; PETERSEN; VAKKALANKA; KUZNIARZ, 2015). Esses critérios tiveram como objetivo garantir que os trabalhos incluídos no Mapeamento Sistemático da Literatura apresentassem aderência ao tema central deste estudo, isto é, a relação entre equipes ágeis de desenvolvimento, produtividade, métricas de acompanhamento, maturidade ágil e aspectos relacionados ao tamanho, crescimento, reorganização ou divisão de equipes.

Os critérios foram aplicados ao longo dos ciclos de seleção, considerando inicialmente título, resumo e palavras-chave e, posteriormente, quando necessário, a leitura de trechos adicionais dos estudos. A Tabela 6 apresenta os critérios de inclusão utilizados.

Tabela 6 – Critérios de inclusão do MSL

| Identificador | Critério de inclusão                                                                                                                                           |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CI1           | Estudos que abordam métodos ágeis ou equipes ágeis no contexto de desenvolvimento de software.                                                                 |
| CI2           | Estudos que tratam de produtividade, desempenho, eficiência, capacidade de entrega ou métricas em equipes ágeis.                                               |
| CI3           | Estudos que discutem tamanho de equipe, composição, crescimento, divisão, reorganização, múltiplas equipes ou escalabilidade ágil.                             |
| CI4           | Estudos que apresentam ou discutem métricas relacionadas a produtividade, capacidade, entrega, eficiência, fluxo de trabalho, planejamento ou maturidade ágil. |
| CI5           | Estudos empíricos, estudos de caso, surveys, experimentos, pesquisas-ação, relatos de experiência, revisões ou mapeamentos relacionados ao tema da pesquisa.   |
| CI6           | Estudos publicados em periódicos, conferências, workshops ou bases científicas reconhecidas na área de Computação e Engenharia de Software.                    |
| CI7           | Estudos publicados em português ou inglês.                                                                                                                     |
| CI8           | Estudos cujo título, resumo ou palavras-chave indiquem relação clara com desenvolvimento ágil de software, organização de equipes, métricas ou produtividade.  |

Também foram definidos critérios de exclusão, utilizados para remover estudos que, embora recuperados pela string de busca, não apresentavam aderência suficiente ao objetivo do mapeamento. A Tabela 7 apresenta os critérios de exclusão utilizados.

Tabela 7 – Critérios de exclusão do MSL

| Identificador | Critério de exclusão                                                                                                                                                                              |
|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CE1           | Estudos que não tratam de desenvolvimento de software, engenharia de software ou produtos digitais.                                                                                               |
| CE2           | Estudos que abordam métodos ágeis apenas de forma genérica, sem relação com produtividade, métricas, tamanho de equipes, reorganização, divisão ou escalabilidade.                                |
| CE3           | Estudos voltados exclusivamente à gestão tradicional de projetos, sem conexão clara com métodos ágeis.                                                                                            |
| CE4           | Estudos focados apenas em ferramentas, linguagens de programação, arquitetura ou aspectos técnicos sem relação com organização do trabalho, produtividade ou métricas de equipes.                 |
| CE5           | Estudos que tratam exclusivamente de métricas financeiras, comerciais, de marketing ou de negócio, sem relação com desempenho de equipes ágeis de desenvolvimento.                                |
| CE6           | Estudos duplicados entre as bases de dados consultadas.                                                                                                                                           |
| CE7           | Estudos sem acesso ao texto completo ou sem informações suficientes para análise.                                                                                                                 |
| CE8           | Estudos publicados em idiomas diferentes de português ou inglês.                                                                                                                                  |
| CE9           | Estudos opinativos, editoriais, apresentações, materiais promocionais ou textos sem método ou contribuição clara para o tema do mapeamento.                                                       |
| CE10          | Estudos sobre transformação ágil ou adoção de frameworks em nível organizacional amplo, sem análise relacionada a equipes de desenvolvimento, produtividade, métricas ou desempenho.              |
| CE11          | Estudos sobre escalabilidade ágil que apenas descrevem frameworks, como SAFe, LeSS ou Scrum@Scale, sem discutir efeitos sobre equipes, coordenação, produtividade, métricas ou fluxo de trabalho. |
| CE12          | Estudos com baixa aderência após leitura do resumo, mesmo que contenham termos da string de busca.                                                                                                |

A aplicação desses critérios permitiu reduzir o conjunto inicial de estudos recuperados para um corpus mais alinhado às questões de pesquisa do MSL. Em especial, buscou-se priorizar estudos que contribuíssem para compreender ao menos uma das seguintes dimensões: contexto de equipes ágeis, tamanho ou estrutura de equipes, fatores que afetam produtividade, métricas utilizadas, maturidade ágil ou práticas adotadas para mitigar problemas associados ao crescimento, reorganização ou divisão de equipes.

Dessa forma, estudos que apenas mencionavam Scrum, Kanban ou métodos ágeis de forma introdutória foram excluídos quando não apresentavam relação direta com o problema investigado. Por outro lado, foram mantidos estudos que, mesmo não tratando explicitamente da divisão de equipes, abordavam temas próximos, como crescimento de equipes, múltiplos times, agilidade em escala, equipes distribuídas, gestão de métricas, produtividade e maturidade ágil. Essa decisão foi necessária porque a divisão deliberada de uma equipe ágil existente mostrou-se um tema pouco recorrente na literatura, sendo

necessário considerar estudos correlatos para compor o estado da arte.

### 3.4 Processo de seleção dos estudos

Após a execução da estratégia de busca nas bases selecionadas, os estudos recuperados passaram por três ciclos de seleção. A seleção em ciclos sucessivos permitiu aplicar os critérios de forma gradual, iniciando pela triagem de título, resumo e palavras-chave e avançando para uma análise mais detalhada dos estudos potencialmente relevantes, prática compatível com recomendações para estudos secundários em Engenharia de Software (KITCHENHAM; CHARTERS, 2007; PETERSEN; VAKKALANKA; KUZNIARZ, 2015). Esses ciclos tiveram como objetivo reduzir gradualmente o conjunto inicial de trabalhos, mantendo apenas aqueles com maior aderência às questões de pesquisa do MSL e aos critérios de inclusão e exclusão definidos.

A busca inicial retornou 563 estudos, distribuídos entre as bases ACM Digital Library, Scopus e IEEE Xplore. Em seguida, os estudos foram avaliados em ciclos sucessivos, nos quais foram removidos trabalhos duplicados, estudos sem relação direta com o tema da pesquisa ou artigos que tratavam métodos ágeis de forma genérica, sem conexão clara com produtividade, métricas, maturidade ágil, tamanho de equipes, reorganização ou escalabilidade.

A Tabela 8 apresenta a quantidade de estudos identificados inicialmente e o número de trabalhos mantidos após cada ciclo de seleção.

Tabela 8 – Resultados por biblioteca nas etapas de seleção

| <b>Biblioteca</b> | <b>Total</b> | <b>Ciclo 1</b> | <b>Ciclo 2</b> | <b>Ciclo 3</b> |
|-------------------|--------------|----------------|----------------|----------------|
| ACM               | 86           | 9              | 4              | 4              |
| Scopus            | 71           | 23             | 10             | 6              |
| IEEE Xplore       | 406          | 46             | 13             | 13             |
| <b>Todos</b>      | <b>563</b>   | <b>78</b>      | <b>27</b>      | <b>23</b>      |

A redução progressiva dos estudos ao longo dos ciclos evidencia a aplicação gradual dos critérios de seleção. O primeiro ciclo permitiu remover estudos com baixa aderência inicial ao tema e estudos com menos de quatro páginas. O segundo ciclo refinou a seleção a partir da análise mais detalhada dos critérios de inclusão e exclusão aplicados ao abstract dos artigos. O terceiro ciclo consolidou o conjunto final de estudos, priorizando trabalhos que apresentavam relação mais direta com equipes ágeis, produtividade, métricas de acompanhamento, maturidade ágil ou aspectos associados ao tamanho, crescimento, reorganização ou divisão de equipes.

Dessa forma, o corpus final do MSL foi composto por 23 estudos considerados adequados para responder às questões de pesquisa definidas. Esses estudos foram posterior-

mente analisados por meio de uma planilha de extração de dados, considerando os campos associados a contexto dos estudos, características das equipes, fatores que ameaçam a produtividade, métricas utilizadas, maturidade ágil e práticas de mitigação.

### 3.5 Caracterização dos estudos selecionados

O corpus final do Mapeamento Sistemático da Literatura foi composto por 23 estudos incluídos após os três ciclos de seleção. Esses estudos foram publicados entre 2004 e 2024, contemplando diferentes contextos de aplicação de métodos ágeis, métricas de produtividade, escalabilidade, crescimento de equipes e avaliação de maturidade. Observa-se também uma concentração de publicações mais recentes, com dez estudos publicados a partir de 2020, o que indica que o tema permanece atual na literatura de Engenharia de Software.

A caracterização inicial dos estudos foi realizada com o objetivo de compreender o perfil geral do corpus analisado antes da discussão específica de cada questão de pesquisa. Para isso, foram observados aspectos como tipo de estudo, base de evidência utilizada, métodos ou frameworks ágeis mencionados e domínio de aplicação. Essa análise permite identificar o tipo de conhecimento predominante na literatura e avaliar a proximidade dos estudos selecionados com o problema investigado neste trabalho.

A Tabela 9 apresenta a distribuição dos estudos conforme o tipo de estudo identificado. Como alguns trabalhos apresentam características de mais de uma abordagem metodológica, os valores são apresentados como ocorrências.

Tabela 9 – Tipos de estudo identificados no corpus do MSL

| <b>Tipo de estudo</b> | <b>Ocorrências</b> |
|-----------------------|--------------------|
| Estudo de caso        | 9                  |
| Survey                | 5                  |
| Relato de experiência | 4                  |
| Pesquisa-ação         | 3                  |
| Método misto          | 2                  |
| Experimento           | 1                  |

Observa-se que os estudos de caso representam a categoria mais frequente, com nove ocorrências. Esse resultado é coerente com o caráter aplicado do tema, uma vez que produtividade, métricas e organização de equipes ágeis são frequentemente investigadas em ambientes reais de desenvolvimento. Além disso, a presença de surveys, relatos de experiência e pesquisas-ação indica que parte significativa da literatura combina dados empíricos, percepções de profissionais e análises de práticas adotadas em organizações.

Além do tipo de estudo, também foi observada a base de evidência utilizada pelos

trabalhos. Essa classificação buscou diferenciar estudos baseados principalmente em dados operacionais, estudos baseados em percepção dos participantes, relatos com uso de métricas e abordagens mistas. A Tabela 10 apresenta essa distribuição.

Tabela 10 – Base de evidência dos estudos incluídos

| Base de evidência                     | Quantidade de estudos |
|---------------------------------------|-----------------------|
| Estudo com dados operacionais         | 8                     |
| Misto                                 | 6                     |
| Survey ou percepção dos participantes | 5                     |
| Relato com métricas                   | 4                     |
| <b>Total</b>                          | <b>23</b>             |

A distribuição apresentada na Tabela 10 mostra que oito estudos utilizaram dados operacionais como principal base de evidência, enquanto seis adotaram abordagem mista. Esse resultado é relevante para o presente trabalho, pois indica que a literatura já utiliza métricas e dados empíricos para analisar equipes ágeis, mas nem sempre por meio de séries históricas comparáveis ou de análises antes e depois de mudanças estruturais. Também se observa a presença de estudos baseados em surveys ou percepção dos participantes, o que reforça a existência de abordagens mais subjetivas no corpus analisado.

Em relação aos métodos e frameworks ágeis mencionados, o Scrum foi o mais frequente, aparecendo em dezenove estudos. Também foram identificados estudos que mencionam XP, SAFe, Kanban, Spotify Model, LeSS, FDD, Lean Startup, Crystal e Nexus. A Tabela 11 apresenta a distribuição das ocorrências. Como um mesmo estudo pode mencionar mais de um método ou framework, os valores representam ocorrências, e não estudos únicos.

Tabela 11 – Métodos e frameworks ágeis mencionados nos estudos

| Método ou framework ágil | Ocorrências |
|--------------------------|-------------|
| Scrum                    | 19          |
| XP                       | 8           |
| SAFe                     | 7           |
| Kanban                   | 4           |
| Spotify Model            | 3           |
| LeSS                     | 2           |
| FDD                      | 2           |
| Lean Startup             | 2           |
| Práticas ágeis           | 2           |
| Crystal                  | 1           |
| Nexus                    | 1           |

A predominância do Scrum é compatível com sua ampla adoção em ambientes de desenvolvimento ágil. A presença de SAFe, LeSS, Nexus e Spotify Model indica que parte

dos estudos trata de contextos de escalabilidade ou múltiplas equipes, nos quais desafios de coordenação, alinhamento organizacional, autonomia dos times e dependências entre equipes tornam-se mais relevantes (DIKERT; PAASIVAARA; LASSENIUS, 2016; MOE; MIKALSEN, 2020; DAEMEN; TSILIONIS; TÜRETKEN, 2026). Esse aspecto é importante para este estudo, pois a divisão de uma equipe em múltiplos times se aproxima de discussões sobre escala, coordenação e reorganização de equipes, ainda que nem sempre os estudos tratem diretamente da divisão de uma equipe já existente.

Também foi realizada uma caracterização dos domínios de aplicação dos estudos. A Tabela 12 apresenta a distribuição dos domínios identificados.

Tabela 12 – Domínios de aplicação dos estudos selecionados

| Domínio de aplicação               | Quantidade de estudos |
|------------------------------------|-----------------------|
| Geral ou não explicitado           | 10                    |
| Software corporativo               | 4                     |
| Multissetorial                     | 3                     |
| Financeiro ou FinTech              | 2                     |
| Telecomunicações ou infraestrutura | 1                     |
| Automotivo                         | 1                     |
| Setor público                      | 1                     |
| Open source                        | 1                     |
| <b>Total</b>                       | <b>23</b>             |

A análise dos domínios indica que uma parte significativa dos estudos não explicita claramente o domínio de aplicação ou trata o tema de forma geral. Entre os domínios identificados, há predominância de software corporativo e estudos multissetoriais. Apenas um estudo foi classificado como pertencente ao setor público, o que evidencia uma lacuna em relação a contextos semelhantes ao deste trabalho, que analisa um projeto de software voltado à gestão pública em saúde.

De forma geral, a caracterização dos estudos selecionados mostra que o corpus do MSL é composto majoritariamente por estudos empíricos, com forte presença de ambientes industriais, métodos ágeis baseados em Scrum e discussões relacionadas a métricas, produtividade e escalabilidade. Entretanto, também se observa que poucos estudos tratam diretamente de contextos públicos ou da divisão deliberada de uma equipe ágil existente. Essa constatação reforça a relevância do estudo de caso desenvolvido neste trabalho, especialmente por analisar dados históricos de um ambiente real com métricas operacionais e indicador próprio de maturidade ágil.

### 3.6 Contexto dos estudos sobre equipes ágeis

Esta subseção responde à primeira questão de pesquisa do MSL: *Qual é o contexto dos estudos que tratam de equipes ágeis, produtividade ou maturidade ágil?* Para isso, foram analisados os campos referentes ao tipo de organização, porte da organização, modalidade de trabalho, método ou framework ágil utilizado e tipo de estudo. Os percentuais apresentados foram calculados considerando os 23 estudos incluídos no corpus final.

A Tabela 13 apresenta a distribuição dos estudos conforme o tipo de organização analisada.

Tabela 13 – Tipo de organização dos estudos selecionados

| Tipo de organização | Quantidade | Percentual  |
|---------------------|------------|-------------|
| Privada             | 18         | 78,3%       |
| Mista               | 3          | 13,0%       |
| Pública             | 1          | 4,3%        |
| Open source         | 1          | 4,3%        |
| <b>Total</b>        | <b>23</b>  | <b>100%</b> |

Observa-se que a maior parte dos estudos foi realizada em organizações privadas, representando dezoito dos vinte e três estudos incluídos. Esse resultado indica que a literatura analisada está fortemente concentrada em ambientes industriais e corporativos. Apenas um estudo foi classificado como pertencente ao setor público ou governamental, e outro ao contexto open source. Esse dado é relevante para o presente trabalho, pois evidencia uma baixa presença de estudos em contextos semelhantes ao Laboratório Bridge, que atua em um ambiente universitário e desenvolve soluções tecnológicas para a gestão pública.

Em relação ao porte das organizações, a Tabela 14 apresenta a distribuição identificada nos estudos.

Tabela 14 – Porte das organizações dos estudos selecionados

| Porte da organização | Quantidade | Percentual  |
|----------------------|------------|-------------|
| Grande               | 14         | 60,9%       |
| Média                | 3          | 13,0%       |
| Misto                | 2          | 8,7%        |
| Pequena              | 1          | 4,3%        |
| Não informado        | 3          | 13,0%       |
| <b>Total</b>         | <b>23</b>  | <b>100%</b> |

A predominância de organizações de grande porte, presentes em quatorze estudos, mostra que o tema é frequentemente investigado em contextos nos quais há maior complexidade organizacional, múltiplas equipes, necessidade de coordenação e desafios de escalabilidade. Esse resultado dialoga com estudos sobre agilidade em larga escala, nos quais a coordenação

entre equipes, o alinhamento organizacional e a gestão de dependências aparecem como desafios centrais (DIKERT; PAASIVAARA; LASSENIUS, 2016; DINGSØYR et al., 2024; DAEMEN; TSILIONIS; TÜRETKEN, 2026). Esse resultado é coerente com o foco da string de busca, que incluía termos relacionados a *scaling agile*, *team size*, *team reorganization* e *team restructuring*. Por outro lado, a presença reduzida de estudos em organizações pequenas e médias indica que a literatura selecionada privilegia contextos mais complexos e estruturados.

A Tabela 15 apresenta a modalidade de trabalho identificada nos estudos.

Tabela 15 – Modalidade de trabalho dos estudos selecionados

| Modalidade de trabalho | Quantidade | Percentual  |
|------------------------|------------|-------------|
| Não informado          | 10         | 43,5%       |
| Presencial             | 6          | 26,1%       |
| Remoto                 | 3          | 13,0%       |
| Híbrido                | 2          | 8,7%        |
| Misto (remoto/híbrido) | 2          | 8,7%        |
| <b>Total</b>           | <b>23</b>  | <b>100%</b> |

Nota-se que a modalidade de trabalho não foi informada em dez estudos, o que representa 43,5% do corpus. Entre os estudos que apresentaram essa informação, a modalidade presencial foi a mais frequente, com seis ocorrências, seguida por remoto, híbrido e misto. A ausência dessa informação em parte significativa dos estudos limita a análise sobre como a distribuição geográfica ou a forma de colaboração influencia produtividade, comunicação e coordenação em equipes ágeis. Ainda assim, a presença de estudos remotos, híbridos e mistos indica que parte da literatura considera desafios associados à comunicação e ao alinhamento em equipes não presenciais.

De forma geral, a análise do contexto dos estudos mostra que a literatura selecionada está concentrada em organizações privadas de grande porte, com forte presença do Scrum e de abordagens associadas à escalabilidade ágil. Esse panorama contribui para fundamentar o presente trabalho, mas também evidencia uma lacuna: poucos estudos tratam de contextos públicos, universitários ou relacionados à saúde. Assim, o estudo de caso no Laboratório Bridge/e-SUS APS contribui ao analisar um ambiente organizacional diferente daquele predominante na literatura selecionada.

### 3.7 Tamanho e experiência das equipes analisadas

Esta subseção responde à segunda questão de pesquisa do MSL: *Como os estudos caracterizam o tamanho e a experiência das equipes analisadas?* Para isso, foram considerados os campos relacionados ao tamanho das equipes e à senioridade ou experiência dos membros. A análise desses dados é relevante para este trabalho, pois o tamanho da equipe é uma das

dimensões centrais da questão geral de pesquisa. Essa dimensão também é discutida na literatura ágil e clássica de Engenharia de Software, uma vez que equipes maiores tendem a demandar maior esforço de comunicação e coordenação (SCHWABER; SUTHERLAND, 2020; BROOKS, 1995).

A Tabela 16 apresenta a classificação dos estudos quanto ao tamanho das equipes analisadas. Em alguns casos, um mesmo estudo abrangeu mais de uma faixa de tamanho, por tratar de múltiplas equipes ou contextos variados. Nesses casos, a classificação foi mantida conforme registrada na planilha de extração.

Tabela 16 – Tamanho das equipes analisadas nos estudos selecionados

| Quantidade de membros | Quantidade | Percentual  |
|-----------------------|------------|-------------|
| Não informado         | 10         | 43,5%       |
| Mais que 11           | 4          | 17,4%       |
| Menos que 8           | 3          | 13,0%       |
| Entre 8 e 11          | 3          | 13,0%       |
| Misto                 | 3          | 13,0%       |
| <b>Total</b>          | <b>23</b>  | <b>100%</b> |

Observa-se que dez dos vinte e três estudos não informaram explicitamente o tamanho das equipes analisadas, o que corresponde a 43,5% do corpus. Esse resultado indica uma limitação importante da literatura selecionada, pois muitos estudos discutem produtividade, métricas, maturidade ou escalabilidade ágil sem apresentar de forma clara a quantidade de membros das equipes investigadas.

Entre os estudos que informaram o tamanho das equipes, a categoria mais frequente foi a de equipes com mais de onze membros, identificada em quatro estudos, correspondendo a 17,4% do corpus. As categorias de equipes com menos de oito membros e equipes entre oito e onze membros apareceram em três estudos cada, representando 13,0% em cada caso. Além disso, três estudos foram classificados como mistos, por envolverem diferentes tamanhos de equipe ou múltiplos contextos organizacionais.

Esses resultados mostram que a literatura selecionada contempla diferentes configurações de equipes ágeis, incluindo equipes pequenas, intermediárias e maiores. Entretanto, a elevada quantidade de estudos que não informam o tamanho das equipes dificulta comparações diretas entre os trabalhos e limita a análise sobre a relação entre tamanho da equipe e produtividade. Essa limitação é relevante porque o tamanho da equipe pode afetar a quantidade de canais de comunicação, a necessidade de coordenação e a forma como o trabalho é distribuído entre os membros (BROOKS, 1995; OPELT, 2008). Em muitos casos, os estudos discutem métricas, desempenho ou escalabilidade sem explicitar claramente a composição das equipes analisadas.

Além do tamanho das equipes, também foi analisada a senioridade ou experiência

dos membros. A Tabela 17 apresenta os resultados obtidos.

Tabela 17 – Senioridade ou experiência das equipes analisadas

| Senioridade ou experiência | Quantidade | Percentual  |
|----------------------------|------------|-------------|
| Não informado              | 13         | 56,5%       |
| Misto                      | 9          | 39,1%       |
| Senior                     | 1          | 4,3%        |
| <b>Total</b>               | <b>23</b>  | <b>100%</b> |

Os dados mostram que treze estudos não informaram a senioridade ou experiência dos membros das equipes, correspondendo a 56,5% dos estudos incluídos. Em nove estudos, a experiência foi classificada como mista, indicando a presença de membros com diferentes níveis de experiência, papéis ou perfis profissionais. Apenas um estudo foi classificado como relacionado predominantemente a membros seniores.

A baixa ocorrência de informações explícitas sobre senioridade representa outra limitação relevante do corpus. A experiência dos membros pode influenciar produtividade, autonomia, necessidade de coordenação, compartilhamento de conhecimento e capacidade de adaptação a mudanças estruturais, especialmente porque características da composição da equipe podem afetar tanto a produtividade quanto a qualidade dos artefatos produzidos (MOTTA; SILVA, 2022). Ainda assim, a maioria dos estudos não detalha esse aspecto, o que dificulta compreender como a composição da equipe afeta os resultados observados.

De forma geral, a análise do tamanho e da experiência das equipes mostra que a literatura selecionada reconhece diferentes configurações de equipe, mas nem sempre descreve essas características de forma suficiente. Esse resultado é importante para o presente estudo, pois reforça a necessidade de apresentar com clareza a composição da equipe original e das equipes resultantes após a divisão.

### 3.8 Fatores que ameaçam a produtividade em equipes ágeis

Esta subseção responde à terceira questão de pesquisa do MSL: *Quais fatores são apontados como ameaças ou barreiras à produtividade em equipes ágeis?* A análise desse aspecto é relevante para este trabalho porque a divisão de uma equipe ágil pode alterar a forma como os membros se comunicam, coordenam atividades, compartilham conhecimento e organizam o fluxo de trabalho. Assim, compreender os fatores que a literatura associa à perda de produtividade contribui para interpretar os resultados do estudo de caso.

A Tabela 18 apresenta os principais fatores identificados nos estudos selecionados. Como um mesmo estudo pode mencionar mais de um fator, os valores apresentados representam ocorrências e não totalizam necessariamente os 23 estudos incluídos no corpus.

Tabela 18 – Fatores que ameaçam a produtividade em equipes ágeis

| Fator identificado                                          | Ocorrências | Percentual de estudos |
|-------------------------------------------------------------|-------------|-----------------------|
| Problemas de comunicação                                    | 12          | 52,2%                 |
| Limites organizacionais rígidos                             | 5           | 21,7%                 |
| Diferenças de fuso horário                                  | 4           | 17,4%                 |
| Tamanho do time                                             | 4           | 17,4%                 |
| Processos longos ou burocráticos de verificação e validação | 3           | 13,0%                 |
| Dependências entre equipes                                  | 2           | 8,7%                  |
| Fardo de treinamento                                        | 2           | 8,7%                  |
| Conflitos entre equipes                                     | 2           | 8,7%                  |
| Planejamento incerto                                        | 2           | 8,7%                  |
| Monopólio de conhecimento                                   | 2           | 8,7%                  |

O fator mais recorrente nos estudos selecionados foi a comunicação, identificada em doze ocorrências, o que corresponde a 52,2% do corpus analisado. Esse achado é compatível com estudos que relacionam práticas ágeis, comunicação, interação social e confiança ao funcionamento das equipes (ESPINOSA-CURIEL *et al.*, 2018; MCHUGH; CONBOY; LANG, 2011). Esse resultado evidencia que, mesmo em contextos ágeis, nos quais a colaboração contínua é um princípio central, dificuldades de comunicação permanecem como uma das principais ameaças à produtividade. Problemas desse tipo podem envolver falhas no alinhamento entre membros da equipe, dificuldade de compartilhamento de informações, ruídos entre áreas ou perda de visibilidade sobre o andamento das atividades.

Os limites organizacionais rígidos apareceram em cinco ocorrências, representando 21,7% do corpus. Esse fator está relacionado a estruturas organizacionais que dificultam a autonomia das equipes, atrasam decisões ou impõem barreiras entre áreas, papéis ou times. Em ambientes ágeis, esse tipo de limitação pode reduzir a capacidade de adaptação, aumentar o tempo de resposta a mudanças e comprometer o fluxo de entrega.

As diferenças de fuso horário e o tamanho do time apareceram em quatro ocorrências cada, correspondendo a 17,4% dos estudos. As diferenças de fuso horário estão geralmente associadas a equipes distribuídas ou globais, nas quais a comunicação síncrona e a resolução rápida de impedimentos podem ser prejudicadas. Já o tamanho do time aparece como uma ameaça potencial porque equipes maiores tendem a exigir maior esforço de coordenação, mais canais de comunicação e maior cuidado com alinhamento, dependências e compartilhamento de conhecimento (BROOKS, 1995; DIKERT; PAASIVAARA; LASSENIUS, 2016).

Os processos longos ou burocráticos de verificação e validação foram identificados em três ocorrências, representando 13,0% do corpus. Esse fator indica que, mesmo quando o desenvolvimento interno da equipe ocorre de forma ágil, etapas posteriores de revisão, validação, homologação ou aprovação podem comprometer a fluidez do processo. Nesses

casos, a produtividade percebida da equipe pode ser afetada por gargalos que não estão necessariamente relacionados apenas à capacidade de desenvolvimento.

Também foram identificados fatores com menor frequência, mas ainda relevantes para a análise, como dependências entre equipes, fardo de treinamento, conflitos entre equipes, planejamento incerto e monopólio de conhecimento. Esses fatores apareceram em duas ocorrências cada, correspondendo a 8,7% do corpus. Embora menos recorrentes, eles são importantes porque se relacionam diretamente a contextos de crescimento, reorganização ou divisão de equipes. Por exemplo, ao dividir uma equipe, podem surgir novas dependências entre times, redistribuição desigual de conhecimento, necessidade de treinamento de novos membros e desafios de planejamento entre equipes com capacidades distintas, como também observado em estudo de caso sobre a reestruturação de um squad ágil em dois novos squads (BUTAFAVA; SILVA; PENHA, 2022).

De forma geral, os resultados indicam que as ameaças à produtividade em equipes ágeis não estão associadas apenas à quantidade de pessoas na equipe, mas também à forma como a equipe se comunica, coordena dependências, distribui conhecimento, organiza seu fluxo e interage com a estrutura organizacional. Esse achado é relevante para o presente trabalho, pois reforça que a análise da divisão de equipes deve considerar não apenas variações em métricas mas também mudanças no contexto de coordenação e organização do trabalho.

Assim, a literatura analisada sugere que o tamanho da equipe deve ser interpretado em conjunto com outros fatores organizacionais e operacionais. No estudo de caso deste trabalho, essa perspectiva será considerada na análise comparativa entre o período anterior à divisão, o período posterior imediato e o período posterior consolidado, buscando observar se as métricas históricas indicam alterações no desempenho das equipes após a mudança estrutural.

### 3.9 Métricas utilizadas para avaliar capacidade, produtividade e eficiência

Esta subseção responde à quarta questão de pesquisa do MSL: *Quais métricas são utilizadas para avaliar capacidade, produtividade e eficiência, e quais limitações dessas métricas são relatadas?* A análise dessa questão é central para este trabalho, pois o estudo de caso proposto utiliza métricas históricas para comparar o comportamento das equipes antes e depois da divisão. A literatura sobre métricas em equipes ágeis destaca a necessidade de acompanhar produtividade, desempenho, previsibilidade e fluxo por meio de indicadores capazes de apoiar decisões de gestão e melhoria contínua (HERNANDEZ et al., 2019; ALMEIDA; CARNEIRO, 2021; MENEZES; MARINHO; SAMPAIO, 2024).

A Tabela 19 apresenta as principais categorias de métricas identificadas nos estudos selecionados. Como um mesmo estudo pode mencionar mais de uma categoria de métrica, os valores apresentados representam ocorrências e não totalizam necessariamente os 23 estudos incluídos no corpus.

Tabela 19 – Categorias de métricas identificadas nos estudos selecionados

| <b>Categoria de métrica</b>    | <b>Ocorrências</b> | <b>Percentual de estudos</b> |
|--------------------------------|--------------------|------------------------------|
| Capacidade e esforço           | 14                 | 60,9%                        |
| Entrega e velocidade           | 12                 | 52,2%                        |
| Fluxo e tempo                  | 11                 | 47,8%                        |
| Previsibilidade e planejamento | 7                  | 30,4%                        |
| Tamanho e escopo               | 6                  | 26,1%                        |
| Eficiência e foco              | 6                  | 26,1%                        |
| Resultado ou percepção         | 5                  | 21,7%                        |
| Qualidade e retrabalho         | 3                  | 13,0%                        |
| Valor ou negócio               | 2                  | 8,7%                         |

A categoria mais recorrente foi capacidade e esforço, identificada em quatorze ocorrências, correspondendo a 60,9% dos estudos incluídos. Essa categoria contempla métricas relacionadas à quantidade de trabalho disponível ou empregado pelas equipes, como esforço planejado, esforço realizado, horas de trabalho, capacidade de sprint ou carga de trabalho. Esse resultado mostra que a literatura reconhece a importância de considerar a capacidade disponível das equipes ao analisar produtividade, evitando interpretações baseadas apenas em volume absoluto de entregas.

A segunda categoria mais frequente foi entrega e velocidade, com doze ocorrências, equivalente a 52,2% do corpus. Nessa categoria, foram agrupadas métricas associadas à quantidade de trabalho entregue em determinado período, como *velocity*, número de itens concluídos, entregas por sprint ou produção realizada pela equipe. Essas métricas são comuns em ambientes ágeis, pois permitem acompanhar o ritmo de entrega ao longo do tempo. Entretanto, sua interpretação exige cautela, pois equipes diferentes podem utilizar critérios distintos para estimar esforço ou classificar itens entregues.

As métricas de fluxo e tempo apareceram em onze ocorrências, representando 47,8% dos estudos. Essa categoria inclui métricas como *cycle time*, *lead time*, tempo de resolução, tempo de permanência de itens no fluxo e indicadores relacionados ao andamento das demandas. A presença dessa categoria é relevante porque a produtividade em equipes ágeis não depende apenas da quantidade de itens entregues, mas também da fluidez com que o trabalho percorre o processo de desenvolvimento.

A categoria previsibilidade e planejamento foi identificada em sete ocorrências, correspondendo a 30,4% do corpus. Essas métricas estão associadas à comparação entre o que foi planejado e o que foi efetivamente entregue, bem como à capacidade da equipe de

manter estabilidade e previsibilidade ao longo das iterações. Essa dimensão é importante para compreender se a equipe consegue planejar de forma realista sua capacidade de entrega.

As categorias tamanho e escopo, eficiência e foco apareceram em seis ocorrências cada, equivalendo a 26,1% do corpus. Métricas de tamanho e escopo estão relacionadas à dimensão das demandas, funcionalidades ou itens de trabalho analisados. Já as métricas de eficiência e foco buscam avaliar a relação entre esforço disponível e resultado entregue, ou ainda a concentração da equipe em atividades diretamente relacionadas ao desenvolvimento. Essa categoria se aproxima da lógica adotada neste trabalho ao utilizar a taxa de eficiência como métrica normalizada de produtividade.

Também foram identificadas métricas de resultado ou percepção em cinco ocorrências, qualidade e retrabalho em três ocorrências, e valor ou negócio em duas ocorrências. Embora menos frequentes, essas categorias mostram que alguns estudos ampliam a análise para além da produtividade operacional, incluindo percepção de desempenho, satisfação, qualidade das entregas, retrabalho ou valor gerado. No entanto, essas dimensões aparecem com menor recorrência no corpus analisado.

De forma geral, os dados indicam que a literatura utiliza um conjunto heterogêneo de métricas para avaliar equipes ágeis. Esse resultado é compatível com revisões e levantamentos sobre métricas ágeis, que apontam a coexistência de indicadores relacionados a produtividade, desempenho, planejamento, qualidade, valor e acompanhamento do fluxo de trabalho (HERNANDEZ et al., 2019; NETO; PENHA; GONCALVES, 2024; MENEZES; MARINHO; SAMPAIO, 2024). Algumas métricas estão associadas à capacidade disponível, outras ao volume de entrega, ao tempo de fluxo, à eficiência ou à previsibilidade. Essa diversidade evidencia que produtividade em equipes ágeis não é tratada como uma medida única, mas como um fenômeno composto por diferentes dimensões.

Apesar disso, os estudos também apresentam limitações quanto à forma de uso das métricas. Em processos de medição de software, a interpretação de indicadores deve estar associada a objetivos de informação e a definições operacionais claras, evitando que métricas isoladas sejam analisadas fora de contexto (ISO/IEC/IEEE, 2017; HERNANDEZ et al., 2019). Em muitos casos, as métricas são mencionadas sem uma definição operacional detalhada, dificultando a comparação entre estudos. Além disso, nem sempre há normalização dos resultados pela capacidade real da equipe, o que pode gerar interpretações distorcidas quando há diferenças no número de membros, carga horária disponível ou composição das equipes. Essa limitação é especialmente importante para estudos sobre crescimento, reorganização ou divisão de equipes, nos quais a capacidade total pode variar ao longo do tempo.

Outra limitação observada é que parte dos estudos utiliza métricas de produtividade de forma agregada, sem distinguir claramente capacidade, entrega, fluxo e eficiência. Essa

ausência de separação pode dificultar a interpretação dos resultados, pois uma equipe pode aumentar o volume de entregas simplesmente por ter maior capacidade disponível, sem necessariamente apresentar maior produtividade por unidade de esforço.

Esses achados reforçam a importância de o presente trabalho utilizar um conjunto complementar de métricas. No estudo de caso, a análise não deve se basear apenas em métricas absolutas mas também em métricas normalizadas e de fluxo, como taxa de eficiência, *cycle time* e aproveitamento do esforço planejado. Dessa forma, será possível observar não apenas se as equipes entregaram mais ou menos após a divisão, mas também se houve alteração na relação entre capacidade disponível, esforço planejado, trabalho entregue e fluidez do processo.

### 3.10 Maturidade ágil nos estudos selecionados

Esta subseção responde à quinta questão de pesquisa do MSL: *Como a maturidade ágil é tratada nos estudos selecionados?* A análise desse aspecto é relevante para este trabalho porque a produtividade de uma equipe ágil não depende apenas de métricas operacionais, como entrega, capacidade ou fluxo, mas também do grau de maturidade com que a equipe aplica práticas ágeis, realiza cerimônias, promove melhoria contínua e mantém alinhamento entre seus membros. Modelos de maturidade e adoção ágil buscam justamente compreender a evolução gradual das práticas, comportamentos e capacidades das equipes e organizações (FONTANA et al., 2015; SIDKY; ARTHUR; BOHNER, 2007).

No corpus analisado, verificou-se se os estudos avaliavam explicitamente a maturidade ágil das equipes ou organizações investigadas. A Tabela 20 apresenta a distribuição dos estudos quanto à presença ou ausência dessa avaliação.

Tabela 20 – Avaliação de maturidade ágil nos estudos selecionados

| Avalia maturidade ágil? | Quantidade | Percentual  |
|-------------------------|------------|-------------|
| Sim                     | 8          | 34,8%       |
| Não                     | 15         | 65,2%       |
| <b>Total</b>            | <b>23</b>  | <b>100%</b> |

Observa-se que apenas oito dos 23 estudos incluídos avaliaram explicitamente a maturidade ágil, correspondendo a 34,8% do corpus. A maior parte dos estudos, quinze trabalhos, não apresentou avaliação direta de maturidade, representando 65,2% dos estudos selecionados. Esse resultado indica que, embora a literatura analisada trate de produtividade, métricas, desempenho e organização de equipes, a maturidade ágil ainda aparece de forma limitada como dimensão de análise.

Nos estudos que abordam maturidade ágil, essa dimensão é geralmente utilizada para compreender o nível de adoção, consolidação ou evolução das práticas ágeis em equipes

e organizações, o que se aproxima de abordagens que tratam a maturidade como um processo progressivo de evolução das práticas e capacidades ágeis (FONTANA et al., 2015; SIDKY; ARTHUR; BOHNER, 2007; SOARES, 2017). Em alguns casos, a maturidade é associada à capacidade da equipe de aplicar práticas ágeis de forma consistente, adaptar processos, melhorar continuamente e lidar com desafios de coordenação. Em outros, aparece vinculada a modelos de avaliação organizacional, transformação ágil ou acompanhamento da evolução das equipes ao longo do tempo.

A baixa presença de avaliações explícitas de maturidade ágil representa uma limitação importante do corpus. Muitos estudos analisam produtividade ou desempenho sem considerar se as equipes investigadas possuem maturidade suficiente para aplicar práticas ágeis de forma estável. Isso pode dificultar a interpretação dos resultados, pois equipes com diferentes níveis de maturidade podem apresentar comportamentos distintos mesmo quando utilizam métodos ou frameworks semelhantes, como Scrum, Kanban ou SAFe.

Além disso, a ausência de maturidade ágil como dimensão de análise dificulta compreender se mudanças estruturais, como crescimento, reorganização ou divisão de equipes, afetam apenas métricas operacionais ou também a forma como as equipes praticam a agilidade. Uma equipe pode manter ou até aumentar sua capacidade de entrega após uma reorganização, mas ainda assim apresentar perda de alinhamento, redução na qualidade das cerimônias, maior dependência de coordenação externa ou menor autonomia. Esses aspectos nem sempre são capturados por métricas.

Esse resultado é especialmente relevante para o presente estudo, pois o estudo de caso considera, além de métricas operacionais, o uso da *b\_agile* como indicador de maturidade ágil no contexto do Laboratório Bridge (FOGACA; TORRES, 2025). Diferentemente de parte dos estudos analisados no MSL, que concentram a avaliação em métricas de produtividade ou desempenho, este trabalho busca relacionar a divisão de equipes também com a evolução da maturidade ágil. Dessa forma, a análise não se limita a verificar se houve alteração no volume de entregas, mas também considera se a mudança estrutural esteve associada a variações na forma como as equipes aplicam e sustentam práticas ágeis.

De forma geral, os dados indicam que a maturidade ágil ainda é pouco explorada de maneira sistemática nos estudos selecionados. Essa lacuna reforça a relevância de incluir essa dimensão no estudo de caso, principalmente em um contexto organizacional que já possui um instrumento próprio de avaliação de maturidade. Assim, a utilização da *b\_agile* permite complementar a análise quantitativa das métricas de produtividade, fluxo e eficiência com uma perspectiva sobre a evolução das práticas ágeis das equipes analisadas.

### 3.11 Práticas e estratégias de mitigação identificadas

Esta subseção responde à sexta questão de pesquisa do MSL: *Quais práticas, estratégias ou mecanismos são propostos para mitigar problemas relacionados ao tamanho ou à divisão de equipes ágeis?* A análise dessa questão é relevante para este trabalho porque a divisão de uma equipe ágil pode gerar desafios de comunicação, coordenação, dependências, redistribuição de conhecimento e alinhamento entre os times resultantes. Dessa forma, compreender quais estratégias são apontadas na literatura contribui para interpretar os resultados do estudo de caso e apoiar a elaboração de recomendações práticas.

A Tabela 21 apresenta as principais práticas e estratégias identificadas nos estudos selecionados. Como um mesmo estudo pode mencionar mais de uma prática, os valores apresentados representam ocorrências e não totalizam necessariamente os 23 estudos incluídos no corpus.

Tabela 21 – Práticas e estratégias de mitigação identificadas nos estudos

| Prática ou estratégia identificada       | Ocorrências | Percentual |
|------------------------------------------|-------------|------------|
| Ferramentas digitais abrangentes         | 7           | 30,4%      |
| Reuniões diárias adaptadas               | 6           | 26,1%      |
| Adaptação das práticas ágeis ao contexto | 5           | 21,7%      |
| Presencialidade                          | 3           | 13,0%      |
| Posse coletiva do código                 | 3           | 13,0%      |
| Programação em par                       | 3           | 13,0%      |
| Padrões de codificação                   | 2           | 8,7%       |
| Application Lifecycle Intelligence       | 1           | 4,3%       |
| Test-Driven Development                  | 1           | 4,3%       |
| Novos papéis                             | 1           | 4,3%       |

A estratégia mais recorrente foi o uso de ferramentas digitais abrangentes, identificada em sete ocorrências, correspondendo a 30,4% do corpus. Essa categoria envolve ferramentas de apoio à comunicação, acompanhamento de atividades, gestão do fluxo de trabalho, rastreamento de demandas e compartilhamento de informações. Sua recorrência indica que, em contextos com múltiplas equipes, equipes distribuídas ou estruturas mais complexas, a visibilidade do trabalho e o acesso compartilhado às informações tornam-se elementos importantes para reduzir problemas de coordenação, especialmente quando há necessidade de identificar gargalos, dependências e variações no fluxo de desenvolvimento (PETERSEN et al., 2014; MENEZES; MARINHO; SAMPAIO, 2024).

As reuniões diárias adaptadas apareceram em seis ocorrências, representando 26,1% dos estudos. A literatura também aponta que práticas ágeis como reuniões diárias, planejamento de iteração e retrospectivas podem apoiar a construção de confiança e alinhamento dentro das equipes (MCHUGH; CONBOY; LANG, 2011). Essa prática indica que cerimônias ágeis tradicionais, como a *daily meeting*, podem precisar ser ajustadas

conforme o tamanho, a distribuição ou a estrutura das equipes. Em alguns contextos, isso pode envolver mudanças na frequência, participação, formato ou escopo das reuniões, com o objetivo de manter alinhamento sem aumentar excessivamente o custo de coordenação.

A adaptação das práticas ágeis ao contexto foi identificada em cinco ocorrências, correspondendo a 21,7% do corpus. Esse resultado evidencia que a literatura não trata métodos ágeis apenas como modelos rígidos a serem seguidos, mas como conjuntos de práticas que precisam ser ajustadas às características das equipes, da organização, do produto e do ambiente de trabalho (ALQUDAH; RAZALI, 2018; SENAPATHI; DRURY-GROGAN, 2020; SHAOUT et al., 2025). Esse achado é relevante para este estudo, pois a divisão de uma equipe ágil não pode ser analisada apenas como uma mudança estrutural, mas também como um processo que exige adaptação das práticas de planejamento, acompanhamento, comunicação e retrospectiva.

Outras práticas apareceram com menor frequência, mas possuem relação direta com problemas de coordenação e compartilhamento de conhecimento. A presencialidade foi identificada em três ocorrências, assim como a posse coletiva do código e a programação em par. A presencialidade pode ser utilizada como mecanismo para intensificar comunicação e alinhamento em determinados momentos. Já a posse coletiva do código e a programação em par contribuem para reduzir concentração de conhecimento, dependência de indivíduos específicos e riscos associados à redistribuição de pessoas entre equipes, pois favorecem compartilhamento de conhecimento e reduzem a dependência de especialistas isolados (POPPENDIECK; POPPENDIECK; POPPENDIECK, 2003; CHERNOGUZ, 2011).

Os padrões de codificação foram identificados em duas ocorrências, representando 8,7% do corpus. Essa prática está associada à necessidade de manter consistência técnica entre membros ou equipes diferentes, especialmente em contextos nos quais múltiplos times atuam sobre um mesmo produto ou ecossistema de software. A padronização pode reduzir retrabalho, facilitar manutenção e apoiar a colaboração entre equipes.

Por fim, também foram identificadas práticas menos recorrentes, como *Application Lifecycle Intelligence*, *Test-Driven Development* e criação de novos papéis, cada uma com uma ocorrência. Embora apareçam com menor frequência no corpus, essas estratégias indicam caminhos distintos para lidar com desafios de escala e reorganização: uso de inteligência sobre o ciclo de vida do desenvolvimento, fortalecimento de práticas técnicas e criação de papéis específicos para apoiar coordenação, alinhamento ou qualidade.

De forma geral, os resultados mostram que as estratégias de mitigação identificadas na literatura estão fortemente relacionadas à melhoria da comunicação, visibilidade, coordenação e compartilhamento de conhecimento. Esse achado dialoga diretamente com os fatores que ameaçam a produtividade apresentados anteriormente, especialmente problemas de comunicação, dependências entre equipes, conflitos, planejamento incerto e monopólio de conhecimento.

Para o presente estudo, esses resultados são importantes porque indicam que a análise da divisão de equipes não deve considerar apenas os indicadores quantitativos de entrega e fluxo. Também é necessário observar se a reorganização foi acompanhada por mecanismos capazes de mitigar os riscos da mudança, como adaptação das cerimônias, uso adequado de ferramentas de acompanhamento, redistribuição de conhecimento, padronização técnica e clareza de papéis. Esses elementos podem auxiliar na interpretação dos resultados do estudo de caso e servir de base para a formulação de recomendações práticas ao final do trabalho.

### 3.12 Síntese dos achados do MSL

A análise dos 23 estudos incluídos no Mapeamento Sistemático da Literatura permitiu identificar padrões importantes sobre equipes ágeis, produtividade, métricas de acompanhamento, maturidade ágil e estratégias de mitigação em contextos de crescimento, reorganização ou escalabilidade. De forma geral, os estudos selecionados mostram que a produtividade em equipes ágeis é tratada como um fenômeno multidimensional, influenciado por fatores organizacionais, humanos, técnicos e processuais. Essa interpretação é compatível com estudos que associam produtividade e desempenho a fatores como comunicação, coordenação, métricas, composição da equipe, práticas adotadas e contexto organizacional (MOTTA; SILVA, 2022; HERNANDEZ et al., 2019; ESPINOSA-CURIEL et al., 2018; DIKERT; PAASIVAARA; LASSENIUS, 2016).

Em relação ao contexto dos estudos, observou-se predominância de organizações privadas e de grande porte. Esse resultado indica que a literatura analisada concentra-se principalmente em ambientes industriais e corporativos, nos quais há maior complexidade organizacional, múltiplas equipes e maior necessidade de coordenação. Também se identificou forte presença do Scrum, mencionado na maior parte dos estudos, além de frameworks e abordagens relacionados à escalabilidade ágil, como SAgile, LeSS, Nexus e Spotify Model. Esse panorama mostra que o tema da produtividade em equipes ágeis costuma ser discutido em conjunto com práticas de coordenação, adaptação de processos e organização de múltiplos times, aspectos recorrentes em estudos sobre transformações ágeis em larga escala e qualidade do trabalho em equipe (DIKERT; PAASIVAARA; LASSENIUS, 2016; MOE; MIKALSEN, 2020; DINGSØYR et al., 2024).

Quanto ao tamanho e à experiência das equipes, os dados extraídos indicam uma limitação recorrente: muitos estudos não informam de forma clara a quantidade de membros ou a senioridade das equipes analisadas. Embora alguns estudos abordem equipes pequenas, intermediárias, maiores ou contextos mistos, a ausência dessas informações dificulta comparações diretas entre os trabalhos. Esse achado é relevante para o presente estudo, pois reforça a importância de caracterizar detalhadamente a equipe original e

as equipes resultantes da divisão, incluindo número de membros, papéis e carga horária disponível.

Os fatores que ameaçam a produtividade em equipes ágeis aparecem fortemente associados à comunicação, coordenação e organização do trabalho. Problemas de comunicação foram o fator mais recorrente nos estudos analisados, seguidos por limites organizacionais rígidos, diferenças de fuso horário, tamanho do time, processos longos de verificação e validação, dependências entre equipes, conflitos, planejamento incerto e monopólio de conhecimento. Esses fatores indicam que a produtividade não depende apenas do número de pessoas disponíveis, mas também da forma como a equipe compartilha informações, distribui responsabilidades, resolve dependências e mantém alinhamento.

Em relação às métricas, os estudos analisados utilizam diferentes categorias para avaliar produtividade e desempenho em equipes ágeis. As métricas mais recorrentes estão associadas à capacidade e esforço, entrega e velocidade, fluxo e tempo, previsibilidade e planejamento, tamanho e escopo, eficiência e foco. Essa diversidade evidencia que não há uma única métrica capaz de representar a produtividade de uma equipe ágil. Pelo contrário, os resultados sugerem a necessidade de combinar métricas complementares, capazes de representar diferentes dimensões do trabalho, como capacidade disponível, esforço entregue, quantidade de itens concluídos, tempo de fluxo e eficiência.

Também se observou que parte dos estudos apresenta limitações na definição e no uso das métricas. Em alguns casos, as métricas são mencionadas sem definição operacional detalhada ou sem normalização pela capacidade real das equipes. Essa limitação é especialmente importante em estudos que envolvem crescimento, reorganização ou divisão de equipes, pois mudanças na quantidade de membros ou na carga horária disponível podem afetar diretamente métricas absolutas, como volume de entrega ou velocidade. Por esse motivo, métricas normalizadas, como a relação entre entrega e força de trabalho, tornam-se relevantes para evitar interpretações distorcidas.

A maturidade ágil apareceu de forma menos frequente no corpus analisado. Apenas parte dos estudos avaliou explicitamente essa dimensão, o que indica que a literatura ainda tende a concentrar suas análises em produtividade, desempenho e métricas operacionais. Essa baixa presença da maturidade ágil como dimensão de análise representa uma lacuna importante, pois equipes com diferentes níveis de maturidade podem apresentar comportamentos distintos mesmo utilizando métodos ou frameworks semelhantes. No contexto deste estudo, esse achado reforça a relevância de incluir a *b\_agile* como indicador complementar às métricas de produtividade, fluxo e eficiência.

As práticas e estratégias de mitigação identificadas nos estudos estão relacionadas principalmente à melhoria da comunicação, visibilidade, coordenação e compartilhamento de conhecimento. Entre as práticas mais recorrentes estão o uso de ferramentas digitais abrangentes, reuniões diárias adaptadas, adaptação das práticas ágeis ao contexto, presen-

cialidade, posse coletiva do código, programação em par, padrões de codificação e criação de novos papéis. Essas estratégias mostram que problemas associados ao crescimento ou à reorganização de equipes não são mitigados apenas por mudanças estruturais, mas também por ajustes nas práticas de trabalho, nos mecanismos de coordenação e na forma como o conhecimento é distribuído entre os membros.

De forma geral, os achados do MSL indicam que a relação entre tamanho de equipes ágeis e produtividade deve ser analisada com cautela. O tamanho da equipe é uma variável relevante, mas seus efeitos dependem de fatores como comunicação, coordenação, dependências, maturidade, capacidade disponível, senioridade, adaptação das práticas e uso adequado de métricas. Assim, a literatura analisada não sustenta uma interpretação puramente quantitativa, na qual equipes menores ou maiores seriam automaticamente mais produtivas. Em vez disso, os estudos apontam para a necessidade de analisar o contexto organizacional e operacional em que as equipes estão inseridas.

Essa síntese reforça a adequação do estudo de caso proposto neste trabalho. Ao analisar a divisão de uma equipe ágil real do projeto e-SUS APS no Laboratório Bridge, utilizando dados históricos de produtividade, fluxo, capacidade, eficiência, planejamento e maturidade ágil, este trabalho contribui para um tema ainda pouco explorado de forma integrada na literatura. O estudo permite observar não apenas se houve variação nas entregas após a divisão, mas também como essas variações se relacionam com a capacidade disponível, o fluxo de trabalho e a maturidade das equipes ao longo do tempo.

### 3.13 Lacunas identificadas e relação com este trabalho

A análise dos estudos selecionados permitiu identificar lacunas importantes na literatura relacionada a equipes ágeis, produtividade, métricas de acompanhamento, maturidade ágil e reorganização de equipes. Embora o corpus analisado apresente contribuições relevantes sobre métodos ágeis, métricas de desempenho, escalabilidade e fatores que afetam a produtividade, poucos estudos abordam de forma integrada a relação entre tamanho de equipe, produtividade, fluxo de trabalho e maturidade ágil.

A primeira lacuna identificada refere-se à ausência de estudos diretamente voltados à divisão de uma equipe ágil existente em duas ou mais equipes, com análise comparativa antes e depois da mudança. A maior parte dos estudos encontrados aborda temas correlatos, como crescimento de equipes, agilidade em escala, múltiplos times, equipes distribuídas ou reorganização organizacional. No entanto, poucos trabalhos investigam especificamente o que ocorre quando uma equipe já em funcionamento é dividida e passa a operar em uma nova configuração estrutural. Um dos estudos mais próximos desse recorte analisou a reestruturação de um squad ágil em dois novos squads em uma instituição financeira, reforçando a aderência do tema ao problema investigado neste trabalho ([BUTAFAVA;](#)

SILVA; PENHA, 2022).

A segunda lacuna está relacionada ao uso de dados históricos e métricas operacionais. Embora diversos estudos utilizem métricas ágeis para avaliar produtividade, desempenho ou fluxo de trabalho, nem todos apresentam análises longitudinais ou comparações entre períodos distintos. Revisões e levantamentos sobre métricas ágeis mostram a diversidade de indicadores utilizados, mas também reforçam a necessidade de clareza na definição e interpretação dessas métricas (HERNANDEZ et al., 2019; NETO; PENHA; GONCALVES, 2024; MENEZES; MARINHO; SAMPAIO, 2024). Além disso, parte dos trabalhos utiliza métricas de forma agregada ou sem definição operacional clara, dificultando a comparação entre estudos. Essa limitação é relevante porque mudanças estruturais, como a divisão de equipes, exigem análise temporal para observar variações antes, durante e depois da reorganização.

Outra lacuna observada diz respeito à normalização das métricas pela capacidade real das equipes. Muitos estudos analisam volume de entrega, velocidade ou produtividade sem considerar de forma explícita alterações no número de membros, na carga horária disponível ou na composição das equipes. Essa ausência de normalização pode levar a interpretações incompletas, pois uma equipe pode apresentar aumento de entregas simplesmente por possuir maior força de trabalho disponível, e não necessariamente por ter se tornado mais eficiente. Por isso, a interpretação de métricas de produtividade deve considerar capacidade, esforço e contexto de medição, evitando comparações baseadas apenas em volumes absolutos de entrega (ISO/IEC/IEEE, 2017; HERNANDEZ et al., 2019). Por esse motivo, métricas como taxa de eficiência e aproveitamento do esforço planejado tornam-se relevantes em análises sobre mudanças no tamanho das equipes.

Também foi identificada baixa presença de avaliações explícitas de maturidade ágil nos estudos selecionados. A maior parte dos trabalhos concentra-se em métricas operacionais, desempenho ou produtividade, sem analisar de forma sistemática o grau de maturidade com que as equipes aplicam práticas ágeis. Essa lacuna é importante porque mudanças na estrutura das equipes podem afetar não apenas a entrega de trabalho, mas também aspectos como autonomia, colaboração, qualidade das cerimônias, melhoria contínua, alinhamento e capacidade de adaptação, dimensões relacionadas à evolução da maturidade e da adoção de práticas ágeis (FONTANA et al., 2015; SIDKY; ARTHUR; BOHNER, 2007; FOGACA; TORRES, 2025).

Além disso, observou-se uma baixa ocorrência de estudos em contextos públicos, universitários ou relacionados à saúde. A literatura analisada está concentrada principalmente em organizações privadas e de grande porte, geralmente em ambientes industriais ou corporativos. Nesse sentido, há espaço para estudos que analisem equipes ágeis em contextos institucionais diferentes, especialmente em projetos de software voltados à gestão pública e com impacto social.

Essas lacunas se relacionam diretamente com a proposta deste estudo, que busca analisar a divisão de uma equipe ágil real a partir de dados históricos de métricas internas. Para isso, considera períodos anterior, posterior imediato e posterior consolidado à divisão, permitindo observar variações ao longo do tempo. Além disso, o trabalho combina métricas de capacidade, entrega, eficiência, fluxo de trabalho, planejamento e maturidade ágil.

Diferentemente de estudos que analisam apenas métricas absolutas de entrega, este trabalho considera a força de trabalho disponível como elemento fundamental para interpretar os resultados. Dessa forma, métricas como a *velocity* são analisadas em conjunto com indicadores normalizados, como a taxa de eficiência, e com métricas de fluxo, como *cycle time*. Essa abordagem permite observar não apenas se houve aumento ou redução no volume de entregas, mas também se houve alteração na relação entre capacidade disponível e trabalho efetivamente entregue.

A inclusão da *b\_agile* como indicador de maturidade ágil também contribui para preencher parte da lacuna identificada na literatura. Ao considerar a maturidade das equipes antes e depois da divisão, o estudo amplia a análise para além da produtividade operacional, incorporando uma dimensão relacionada à forma como as equipes sustentam práticas ágeis, promovem melhoria contínua e organizam seu trabalho.

Portanto, o presente trabalho contribui para a literatura ao investigar um caso pouco explorado: a divisão de uma equipe ágil existente em um contexto real de desenvolvimento de software para a gestão pública em saúde. Ao combinar análise histórica, métricas operacionais, normalização por capacidade e indicador de maturidade ágil, o estudo busca oferecer uma compreensão mais completa sobre a relação entre tamanho de equipes, produtividade, fluxo de trabalho e maturidade ágil.

## 4 Contexto do estudo de caso

### 4.1 Laboratório Bridge

O Laboratório Bridge é um laboratório de pesquisa e inovação em tecnologia da informação vinculado à Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Integrado ao Centro Tecnológico (CTC) e ao Centro de Ciências da Saúde (CCS), o laboratório atua no desenvolvimento de soluções tecnológicas inovadoras voltadas à gestão pública, com foco na geração de impacto social por meio da tecnologia ([Laboratório Bridge, 2026a](#); [Laboratório Bridge, 2026c](#)).

O laboratório foi criado em 2013, a partir do desenvolvimento do projeto piloto e-SUS APS, iniciativa voltada à informatização da Atenção Primária à Saúde no Sistema Único de Saúde (SUS). Desde então, o Bridge consolidou-se como um ambiente de desenvolvimento de sistemas para a gestão pública, atuando em projetos nacionais principalmente nas áreas da saúde e da educação ([Laboratório Bridge, 2026c](#)). Esse contexto torna o laboratório um ambiente relevante para estudos aplicados em engenharia de software, uma vez que combina desenvolvimento de produtos digitais de grande escala, impacto público e organização baseada em equipes de desenvolvimento.

A missão institucional do Laboratório Bridge é contribuir para o bem das pessoas com tecnologia e inovação, enquanto sua visão é ser referência em tecnologia e inovação com compromisso social ([Laboratório Bridge, 2026c](#)). Essa orientação evidencia que os produtos desenvolvidos pelo laboratório não estão limitados à entrega técnica de software, mas também se relacionam à melhoria de serviços públicos, à qualificação de processos de gestão e ao apoio a profissionais e cidadãos que utilizam as soluções desenvolvidas.

Nesse sentido, o Laboratório Bridge apresenta características que o tornam adequado para o presente estudo: trata-se de uma organização inserida em um ambiente universitário, com atuação em projetos reais de grande porte, equipes ágeis multidisciplinares, processos internos de acompanhamento e histórico de uso de métricas. Dessa forma, o laboratório oferece um contexto propício para analisar, em um ambiente organizacional real, como o tamanho de equipes ágeis de desenvolvimento se relaciona com produtividade, fluxo de trabalho e maturidade ágil.

### 4.2 Projeto e-SUS APS

O e-SUS APS é uma estratégia da Secretaria de Atenção Primária à Saúde (SAPS), do Ministério da Saúde, voltada à reestruturação das informações da Atenção Primária

à Saúde em nível nacional. A estratégia está inserida no processo de informatização qualificada do Sistema Único de Saúde (SUS), buscando consolidar um modelo de gestão da informação que apoie os municípios, os serviços de saúde e os profissionais da APS na organização do cuidado e na qualificação dos registros de saúde dos cidadãos ([Ministério da Saúde, 2026](#)).

No contexto do Laboratório Bridge, o e-SUS APS constitui um dos principais produtos desenvolvidos para a gestão pública em saúde. A estratégia promove o aprimoramento tecnológico das ferramentas utilizadas nas ações de cuidado e gestão da Atenção Primária ([Laboratório Bridge, 2026b](#)). O ecossistema e-SUS APS é composto por diferentes soluções digitais integradas. Entre elas, destacam-se o Prontuário Eletrônico do Cidadão (PEC), o e-SUS Território, o e-SUS Vacinação, o e-SUS Atividade Coletiva, o e-SUS Atenção Domiciliar e o Gestão e-SUS APS ([Ministério da Saúde, 2026](#)).

Neste trabalho, o projeto e-SUS APS é utilizado como contexto do estudo de caso por reunir características relevantes para a análise proposta. Trata-se de um projeto real, de grande impacto público, desenvolvido em um ambiente organizacional que utiliza métodos ágeis, equipes multidisciplinares, mecanismos de acompanhamento de trabalho e métricas históricas. Além disso, a complexidade do ecossistema e-SUS APS e a necessidade de evolução contínua de suas soluções tornam o projeto adequado para investigar como o tamanho de equipes ágeis de desenvolvimento se relaciona com produtividade, fluxo de trabalho e maturidade ágil.

### 4.3 Método ágil de trabalho no Laboratório Bridge

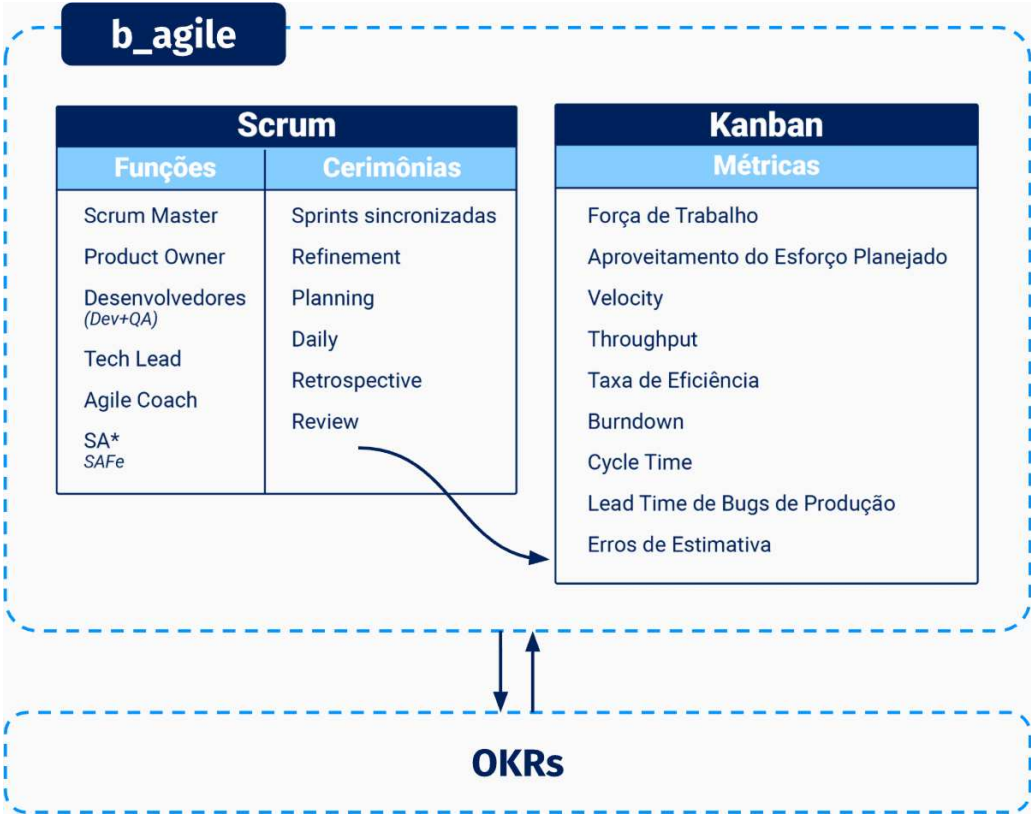
O Laboratório Bridge adota um método ágil de trabalho próprio, desenvolvido a partir da adaptação de práticas, papéis e rotinas de diferentes abordagens ágeis à realidade organizacional do laboratório. Essa adaptação está relacionada à necessidade de responder a mudanças frequentes, lidar com produtos complexos e organizar o trabalho de equipes multidisciplinares envolvidas no desenvolvimento de soluções tecnológicas para a gestão pública.

No método ágil de trabalho do Bridge, a adoção de métodos ágeis está associada à necessidade de criar um ambiente flexível e adaptável, capaz de responder rapidamente às mudanças. Nesse contexto, as metodologias ágeis são compreendidas não apenas como um conjunto de técnicas, mas como uma filosofia de trabalho baseada em entregas rápidas e frequentes, ciclos curtos, colaboração, responsabilidade compartilhada e equipes pequenas e auto-organizadas ([FOGACA; MARTINS, 2024](#)).

O método utilizado no Bridge não corresponde à aplicação pura de um único framework conforme a Figura 5. Em vez disso, o laboratório combina elementos de Scrum, Kanban, SAFe e OKRs, adaptando-os às características dos projetos, das equipes e da

organização. Essa combinação permite estruturar o trabalho em ciclos, visualizar o fluxo de desenvolvimento, coordenar múltiplas equipes e alinhar as ações de melhoria aos objetivos organizacionais (FOGACA; MARTINS, 2024). Além disso, o próprio documento da b\_agile indica que, após iniciar esforços de implementação do processo ágil em 2015 e intensificar a transformação ágil entre 2019 e 2020, o Bridge passou a consolidar um método próprio, composto por práticas de mercado adaptadas à sua realidade, métricas ágeis ajustadas às suas necessidades e uma ferramenta própria de mensuração de maturidade ágil (FOGACA; TORRES, 2025).

Figura 5 – Estrutura do método Bridge



Fonte: (FOGACA; MARTINS, 2026).

No Bridge, a manutenção do método ágil de trabalho é responsabilidade da frente de Agilidade, vinculada ao Núcleo de Gestão. Essa frente é composta por papéis como Agile Coach e Agilistas, que apoiam a evolução das práticas ágeis, a orientação dos Scrum Masters e a melhoria contínua dos processos utilizados pelas equipes (FOGACA; MARTINS, 2024). Dessa forma, o método ágil do laboratório não é tratado como um processo estático, mas como um conjunto de práticas em evolução, ajustado conforme as necessidades dos projetos e das equipes.

### 4.3.1 Scrum no contexto do Bridge

O Scrum é uma das principais bases do método ágil utilizado no Laboratório Bridge. No contexto do laboratório, são adotados papéis, eventos e artefatos associados ao framework, como Scrum Master, Product Owner, Time de Desenvolvimento, sprint, sprint planning, daily, sprint review, sprint retrospective, product backlog e sprint backlog ([SCHWABER; SUTHERLAND, 2020](#); [FOGACA; MARTINS, 2024](#)).

Entretanto, alguns conceitos são adaptados à realidade da organização. Como os projetos envolvem soluções complexas e demandas extensas, nem sempre é possível entregar valor diretamente ao cliente em cada sprint. Ainda assim, busca-se manter a qualidade dos projetos e a cadência de acompanhamento do trabalho ([FOGACA; MARTINS, 2024](#)).

Essa adaptação é relevante para o presente estudo porque evidencia que o método ágil do Bridge é aplicado de forma contextualizada. Assim, as métricas analisadas neste trabalho precisam ser interpretadas considerando o processo real da organização, e não apenas definições genéricas de frameworks ágeis.

### 4.3.2 Kanban e visualização do fluxo de trabalho

Além do Scrum, o Bridge utiliza práticas associadas ao Kanban para visualizar e acompanhar o fluxo de trabalho das equipes. O quadro Kanban permite representar as etapas pelas quais as demandas passam, tornando o trabalho mais transparente e facilitando o acompanhamento do andamento das issues ao longo da sprint ou do ciclo de desenvolvimento ([FOGACA; MARTINS, 2024](#)).

A utilização de quadros de acompanhamento é especialmente importante para este estudo, pois algumas métricas analisadas dependem diretamente da movimentação das demandas no fluxo de trabalho. Indicadores como *throughput*, *cycle time* e, quando disponível, *lead time*, estão relacionados à quantidade de itens concluídos, ao tempo de permanência das demandas no processo e à identificação de possíveis gargalos ([GUIDES, 2020](#); [PETERSEN et al., 2014](#)).

A visão de fluxo também está alinhada à perspectiva de [Albino \(2017\)](#), segundo a qual métricas e visualizações devem ser usadas para compreender a saúde do processo, apoiar a autogestão da equipe e promover melhoria contínua a partir de dados históricos, e não para controlar indivíduos. Dessa forma, o Kanban no contexto do Bridge contribui tanto para a organização operacional das equipes quanto para a geração de dados utilizados na análise do presente estudo.

### 4.3.3 Elementos de SAFe e coordenação entre equipes

O método ágil do Laboratório Bridge também incorpora elementos de coordenação associados à agilidade em escala. O Laboratório também faz o uso de aspectos do SAFe, principalmente aqueles relacionados à sincronização entre equipes que atuam em um mesmo projeto, à existência de papéis de apoio à arquitetura e à realização de reuniões de alinhamento entre times (FOGACA; MARTINS, 2024).

Essa adaptação é relevante porque o contexto do projeto e-SUS APS envolve múltiplas equipes atuando sobre soluções integradas. Em ambientes desse tipo, a autonomia de cada time precisa ser equilibrada com mecanismos de alinhamento, de forma que dependências, prioridades e decisões técnicas sejam coordenadas entre as equipes (DIKERT; PAASIVAARA; LASSENIUS, 2016; DAEMEN; TSILIONIS; TÜRETKEN, 2026).

No contexto deste trabalho, a presença de mecanismos de coordenação entre equipes é importante porque a divisão de uma equipe em múltiplos times não altera apenas a quantidade de pessoas por equipe. Ela também modifica a forma como o trabalho é distribuído, como dependências são tratadas e como decisões precisam ser alinhadas entre os times resultantes.

### 4.3.4 OKRs e melhoria contínua

Outro elemento presente no método de trabalho do Bridge é o uso de OKRs (*Objectives and Key Results*) como mecanismo de alinhamento e gestão. No laboratório, os OKRs são utilizados para conectar objetivos organizacionais, táticos e operacionais, permitindo que ações de melhoria sejam acompanhadas em ciclos definidos (FOGACA; MARTINS, 2024).

A relação entre OKRs e melhoria contínua também aparece no processo da b\_agile. As aplicações da b\_agile passaram a ser alinhadas aos ciclos de OKRs operacionais da organização, de modo que os resultados da avaliação de maturidade possam orientar ações de evolução das equipes (FOGACA; TORRES, 2025).

Essa conexão entre método ágil, métricas, maturidade e OKRs é relevante para o presente estudo porque evidencia que o acompanhamento das equipes no Bridge não se limita à execução de sprints. O laboratório também mantém mecanismos de avaliação, reflexão e direcionamento de melhorias, o que permite analisar a divisão de equipes não apenas em termos de entrega, mas também em relação ao fluxo de trabalho, previsibilidade e maturidade ágil.

### 4.3.5 Métricas e maturidade no método de trabalho

O método ágil do Bridge utiliza métricas para apoiar planejamento, acompanhamento e melhoria contínua das equipes. Essas métricas são adaptadas ao contexto do laboratório e

incluem indicadores relacionados à capacidade, entrega, eficiência, fluxo e planejamento. Essa abordagem está alinhada à perspectiva de que métricas devem responder a necessidades de informação e apoiar decisões dentro de um contexto específico de análise (ISO/IEC/IEEE, 2017; ALBINO, 2017). Entre os indicadores utilizados no presente estudo estão força de trabalho, *velocity*, *throughput*, *cycle time*, taxa de eficiência e aproveitamento do esforço planejado.

Além das métricas operacionais, o Bridge utiliza a *b\_agile* como ferramenta interna de avaliação da maturidade ágil das equipes de desenvolvimento (FOGACA; TORRES, 2025).

Dessa forma, o método ágil do Laboratório Bridge fornece o contexto necessário para a análise proposta neste trabalho. As métricas e indicadores utilizados no estudo de caso não são definidos de forma externa ou artificial, mas fazem parte do processo real de acompanhamento das equipes. Isso permite investigar a relação entre tamanho de equipes, produtividade, fluxo de trabalho e maturidade ágil a partir de dados históricos gerados no próprio ambiente organizacional.

## 4.4 Métricas internas utilizadas pelas equipes

As equipes ágeis do Laboratório Bridge utilizam métricas internas para apoiar o planejamento, o acompanhamento das sprints, a análise do fluxo de trabalho e a melhoria contínua. Esse uso está alinhado à ideia de que métricas de software devem apoiar necessidades de informação, tomada de decisão e melhoria do processo, desde que interpretadas de acordo com o contexto em que foram coletadas (ISO/IEC/IEEE, 2017; HERNANDEZ et al., 2019; ALBINO, 2017). Essas métricas fazem parte do método de trabalho do laboratório e foram adaptadas às necessidades da organização, considerando a forma como as equipes planejam, executam e acompanham suas demandas. Assim, os indicadores analisados neste estudo não foram definidos exclusivamente para fins acadêmicos, mas fazem parte do processo real de acompanhamento das equipes.

No contexto do Bridge, as métricas são utilizadas principalmente em momentos como a Sprint Planning, a Daily e a Sprint Retrospective. Durante o planejamento, a equipe observa sua capacidade disponível para definir o esforço que poderá assumir. Diariamente, o quadro Kanban permite acompanhar a movimentação das demandas no fluxo de trabalho e o Burndown auxilia na visualização de possíveis gargalos ou atrasos. Ao final do ciclo, os indicadores apoiam a análise do que foi planejado, do que foi entregue, do tempo necessário para conclusão das demandas e da eficiência obtida em relação à força de trabalho disponível (FOGACA; MARTINS, 2024).

Para o presente estudo, as métricas internas foram organizadas em seis grupos: capacidade, entrega, eficiência, fluxo, planejamento e maturidade ágil. Essa organização

permite compreender diferentes dimensões do trabalho das equipes antes e depois da divisão analisada.

A *força de trabalho* é utilizada como métrica de capacidade. Ela representa o total de horas disponíveis para atividades de desenvolvimento e QA em uma sprint, considerando a composição da equipe e eventuais variações de disponibilidade. Seu cálculo considera a carga horária dos membros envolvidos nessas atividades, descontando horas não trabalhadas e adicionando horas extras, quando houver. Essa métrica é importante porque permite interpretar os demais indicadores à luz da capacidade real disponível. Dessa forma, variações de entrega podem ser analisadas considerando se a equipe teve mais ou menos horas disponíveis no período.

A *velocity* representa o volume de trabalho entregue por uma equipe durante uma sprint, expresso na mesma unidade utilizada para estimar o tamanho das issues, como pontos, horas ou dias. Embora essa estimativa possa estar associada ao esforço necessário para concluir uma demanda, a *velocity* não representa diretamente a força de trabalho disponível, mas a soma dos tamanhos efetivamente entregues no período. Por considerar os diferentes tamanhos das issues, essa métrica oferece uma visão mais adequada da entrega do que a simples contagem de itens concluídos e pode apoiar o planejamento das sprints e a análise da evolução da própria equipe ao longo do tempo (HERNANDEZ et al., 2019; ALBINO, 2017).

No método adotado pelo Laboratório Bridge, o cálculo considera o tamanho real das issues trabalhadas durante a sprint, e não necessariamente a estimativa definida no planejamento. Assim, quando uma issue inicialmente estimada com tamanho 5 exige, ao final, tamanho 8, o valor 8 é utilizado no cálculo; de forma equivalente, caso seu tamanho real seja 3, considera-se o valor 3. Issues não concluídas também podem contribuir parcialmente para a *velocity*, de maneira proporcional ao trabalho realizado até o encerramento da sprint. O percentual de progresso é definido pela própria equipe, podendo ser associado, por exemplo, às etapas do fluxo de trabalho, como 25% em desenvolvimento, 50% em QA e 25% em revisão de código. A parcela restante é contabilizada na sprint em que o trabalho for continuado (FOGACA; MARTINS, 2024).

Por depender da unidade, dos critérios de estimativa e das práticas internas de cada equipe, a *velocity* não deve, em geral, ser utilizada para comparações diretas entre times. Neste estudo, a comparação entre Alpha e Omega foi possível porque ambas se originaram da mesma equipe e mantiveram a mesma unidade, os mesmos critérios de estimativa e o mesmo procedimento de contabilização. Ainda assim, seus valores não foram interpretados isoladamente, sendo analisados em conjunto com a força de trabalho, a taxa de eficiência, o aproveitamento do esforço planejado e as diferenças de composição entre as equipes.

A *taxa de eficiência* é utilizada para relacionar entrega e capacidade disponível. Por combinar uma medida de entrega com uma medida de capacidade, ela pode ser

compreendida como uma medida derivada, utilizada para apoiar a interpretação da produtividade de forma contextualizada (ISO/IEC/IEEE, 2017). Essa métrica é calculada pela divisão da *velocity* pela força de trabalho real, indicando quanto esforço foi entregue para cada unidade de capacidade disponível na sprint. No contexto deste estudo, ela é uma das métricas mais relevantes para a análise de produtividade, pois permite comparar períodos com diferentes composições de equipe e diferentes disponibilidades de horas.

O *cycle time* é utilizado como métrica de fluxo. Ele representa o tempo que uma demanda leva para ser concluída após o início efetivo do trabalho de desenvolvimento. No contexto do quadro Kanban utilizado pelas equipes, essa métrica pode ser obtida a partir da movimentação das issues entre as etapas do fluxo. Sua análise permite identificar variações no tempo de conclusão das demandas, possíveis gargalos e mudanças na fluidez do processo após a divisão da equipe.

O *lead time*, quando disponível nos registros da equipe, complementa a análise do fluxo ao representar o tempo total entre a solicitação ou entrada de uma demanda e sua entrega. Enquanto o *cycle time* foca no período de execução do trabalho, o *lead time* amplia a análise ao incluir possíveis tempos de espera anteriores ao início do desenvolvimento. Assim, a comparação entre essas duas métricas pode ajudar a diferenciar atrasos ocorridos dentro do fluxo de desenvolvimento daqueles relacionados a etapas anteriores, como refinamento, priorização ou espera em backlog.

O aproveitamento do esforço planejado é utilizado como métrica de planejamento e previsibilidade. Ele busca observar em que medida o esforço planejado para a sprint foi efetivamente entregue ao final do ciclo. Essa métrica contribui para compreender a aderência entre planejamento e execução, permitindo identificar se a equipe costuma assumir mais trabalho do que consegue entregar, se mantém estabilidade em seu planejamento ou se há variações recorrentes entre esforço planejado e realizado.

A utilização conjunta dessas métricas permite uma análise mais completa da divisão da equipe. A força de trabalho contextualiza a capacidade disponível; a *velocity* indica aspectos da entrega; a taxa de eficiência relaciona entrega e capacidade; o *cycle time* e o *lead time* observam o fluxo; o aproveitamento do esforço planejado contribui para a análise de previsibilidade; e a *b\_agile* adiciona uma perspectiva sobre maturidade ágil. Dessa forma, o estudo evita conclusões baseadas em um único indicador e busca compreender a relação entre tamanho de equipes, produtividade, fluxo de trabalho e maturidade ágil a partir de um conjunto complementar de dados históricos.

## 4.5 Contexto da divisão da equipe analisada

Esta seção apresenta o contexto específico da equipe analisada neste estudo de caso, descrevendo sua composição antes da divisão, a reorganização realizada e as principais

mudanças observadas na estrutura das equipes resultantes. A descrição desse contexto é fundamental para a interpretação dos resultados, pois a divisão de uma equipe ágil não representa apenas uma alteração na quantidade de pessoas por time, mas também envolve mudanças na distribuição de papéis, na capacidade disponível, na comunicação, na coordenação do trabalho e no fluxo de desenvolvimento.

A equipe analisada atuava no contexto do projeto e-SUS APS, no Laboratório Bridge, utilizando o método ágil de trabalho adotado pela organização. Antes da divisão, a equipe possuía uma composição multidisciplinar, formada por profissionais com diferentes papéis relacionados ao desenvolvimento, qualidade, design, análise e facilitação ágil.

#### 4.5.1 A equipe original antes da divisão

A Tabela 22 apresenta a composição da equipe original antes da divisão, considerando os papéis existentes e a carga horária total associada a cada grupo. Ressalta-se que a tabela representa a distribuição de carga horária por papel, e não necessariamente a quantidade de pessoas distintas, uma vez que havia acúmulo de função. Especificamente, o Scrum Master também atuava como QA, dedicando 20 horas semanais a atividades de qualidade e 20 horas semanais à atuação como Scrum Master.

Tabela 22 – Composição e carga horária total da equipe original

| Quantidade | Cargo         | Carga horária total |
|------------|---------------|---------------------|
| 5          | Desenvolvedor | 264                 |
| 3          | QA            | 148                 |
| 2          | Designer      | 60                  |
| 1          | Analista      | 28                  |
| 1          | Scrum Master  | 20                  |

Conforme apresentado na Tabela 22, a equipe original era composta majoritariamente por desenvolvedores e profissionais de qualidade, que concentravam a maior parte da carga horária disponível. Os desenvolvedores representavam o maior grupo funcional da equipe, com carga horária total de 264 horas. Em seguida, os QAs somavam 148 horas. Além desses papéis, a equipe também contava com designers, analista e Scrum Master, que contribuíam para atividades de descoberta, refinamento, alinhamento, facilitação e organização do processo de trabalho.

Além da distribuição por papéis e carga horária, também é relevante caracterizar o tempo de permanência e o nível de experiência dos membros da equipe original. Antes da divisão, a equipe possuía um núcleo consolidado, composto por profissionais que já atuavam juntos há um período significativo. Entre os desenvolvedores, um membro exercia o papel de Tech Lead, possuía nível sênior e estava há aproximadamente cinco anos na equipe. Além dele, havia dois desenvolvedores de nível pleno, ambos com cerca de dois

anos de atuação na equipe, e dois desenvolvedores bolsistas com aproximadamente um ano de participação.

No grupo de qualidade, a equipe contava com um QA bolsista há cerca de um ano na equipe, um QA de nível júnior com aproximadamente dois anos de atuação e um QA de nível sênior, que também exercia o papel de Scrum Master, com cerca de cinco anos de permanência na equipe. Esse acúmulo de função é importante para a análise, pois parte da carga horária desse membro era dedicada às atividades de qualidade e parte à facilitação ágil da equipe.

Essa configuração indica que a equipe original possuía um núcleo experiente e relativamente estável antes da divisão. A presença de membros com maior tempo de permanência favorecia o conhecimento acumulado sobre o produto, o domínio técnico, o entendimento do processo de trabalho e a familiaridade entre os integrantes. Ao mesmo tempo, a presença de bolsistas indicava uma dinâmica de formação e transferência de conhecimento dentro da própria equipe.

Para a interpretação das métricas analisadas neste estudo, é importante diferenciar a carga horária total da equipe da força de trabalho considerada nos indicadores operacionais. No contexto do Laboratório Bridge, a força de trabalho utilizada para análise de produtividade está associada exclusivamente às horas de desenvolvimento e QA. Assim, as horas de design, análise e Scrum Master são relevantes para caracterizar a estrutura da equipe e o funcionamento do processo, mas não devem ser interpretadas da mesma forma que as horas diretamente associadas à entrega de desenvolvimento e qualidade.

A divisão da equipe deve, portanto, ser compreendida como uma mudança estrutural no contexto analisado. Além de redistribuir pessoas em novas equipes, esse processo poderia alterar a forma como o trabalho é planejado, acompanhado e executado. A mudança também poderia impactar a comunicação entre membros, a coordenação de dependências, a distribuição de conhecimento, a organização das cerimônias e a interpretação das métricas históricas.

#### 4.5.2 Motivações para a divisão da equipe

A divisão da equipe não esteve associada a uma única motivação isolada, mas a um conjunto de fatores organizacionais, operacionais e internos ao time. Do ponto de vista do cliente, havia interesse em aumentar a quantidade de times de desenvolvimento, permitindo que mais módulos do produto fossem desenvolvidos de forma simultânea. Essa demanda indicava a necessidade de ampliar a capacidade de atuação do projeto sem concentrar todas as frentes de desenvolvimento em uma única equipe.

Do ponto de vista da gestão, a divisão também se relacionava à possibilidade de ampliar a formação de novos bolsistas. Com equipes menores, cada profissional poderia

acompanhar e treinar bolsistas de forma mais próxima, sem que a equipe original se tornasse excessivamente grande. Assim, a reorganização também apoiava uma estratégia de crescimento gradual da capacidade produtiva e de formação de novos membros.

Além disso, havia uma motivação interna da própria equipe para realizar a divisão. Com o aumento do número de integrantes, tornou-se mais difícil encontrar horários comuns para reuniões e cerimônias, especialmente porque os bolsistas possuíam aulas em horários distintos ao longo do dia. Esse fator dificultava o alinhamento coletivo e aumentava o custo de coordenação da equipe original.

Dessa forma, a divisão pode ser compreendida como uma resposta a múltiplas necessidades: ampliar a capacidade de desenvolvimento simultâneo de módulos, viabilizar melhor acompanhamento de bolsistas, reduzir dificuldades de agenda e diminuir a complexidade de coordenação de uma equipe em crescimento. Essa caracterização é importante porque indica que a mudança estrutural não ocorreu apenas por uma decisão de redução de tamanho, mas também por objetivos de expansão, formação, organização do trabalho e melhoria da coordenação.

### 4.5.3 Momento da divisão

A divisão da equipe ocorreu durante a sprint SP12. Até essa sprint, o trabalho era realizado pela equipe original, organizada como um único time multidisciplinar. A partir da sprint SP13, a equipe passou a atuar dividida em duas equipes resultantes, denominadas neste trabalho como equipe Alpha e equipe Omega.

Esse momento representa o principal marco temporal do estudo de caso, pois delimita o período anterior e o período posterior à reorganização. Para fins de análise, foram considerados dados da sprint SP6 até a sprint SP12 para representar o período anterior à divisão. Já o período posterior à divisão foi analisado a partir dos dados da sprint SP13 até a sprint SP19.

As sprints analisadas possuem duração de duas semanas. Dessa forma, tanto o período anterior quanto o período posterior contemplam sete sprints, correspondentes a aproximadamente quatorze semanas de trabalho em cada período. A Tabela 23 apresenta a delimitação dos períodos utilizados na análise.

Tabela 23 – Períodos considerados na análise da divisão da equipe

| Período           | Sprints consideradas | Duração aproximada |
|-------------------|----------------------|--------------------|
| Antes da divisão  | SP6 a SP12           | 14 semanas         |
| Depois da divisão | SP13 a SP19          | 14 semanas         |

A sprint SP12 foi mantida no período anterior porque representa a última sprint em que a equipe ainda operava como uma única equipe. A partir da SP13, os dados passam a

refletir o funcionamento das duas equipes resultantes, já com nova distribuição de membros, papéis, carga horária e responsabilidades.

Essa delimitação é importante para garantir consistência na comparação dos indicadores históricos. Ao utilizar a mesma quantidade de sprints antes e depois da divisão, reduz-se o risco de distorções decorrentes de janelas temporais diferentes. Ainda assim, métricas como força de trabalho, *velocity*, taxa de eficiência e aproveitamento do esforço planejado devem ser interpretadas considerando o ponto de corte da SP12 e a nova configuração das equipes a partir da SP13.

Além disso, considera-se que as primeiras sprints após a divisão podem refletir um período de adaptação das equipes resultantes. Nesse intervalo, os membros precisaram se reorganizar em novos fluxos de trabalho, ajustar cerimônias, redistribuir responsabilidades e consolidar novas formas de comunicação. Por esse motivo, os resultados observados no período posterior devem ser interpretados à luz do contexto da mudança estrutural, considerando que a divisão pode ter produzido efeitos imediatos de adaptação antes de uma possível estabilização das equipes.

#### 4.5.4 Os times resultantes

A partir da sprint SP13, a equipe original passou a atuar dividida em duas equipes resultantes, denominadas neste trabalho como equipe Alpha e equipe Omega. A divisão não consistiu apenas em separar os membros em dois grupos menores, mas também em redistribuir papéis, responsabilidades, carga horária, senioridade e referências técnicas. Essa caracterização é importante porque as métricas analisadas após a divisão precisam ser interpretadas considerando a composição específica de cada equipe.

Antes da divisão, o Scrum Master concentrava a facilitação ágil da equipe original e, simultaneamente, contribuía com atividades de QA. Após a divisão, esse papel passou a ser distribuído entre as equipes resultantes: as vinte horas semanais de QA foram alocadas à equipe Alpha, enquanto as vinte horas semanais de atuação como Scrum Master foram divididas entre as duas equipes, com dez horas destinadas a cada uma. Essa mudança é relevante porque indica que a divisão alterou não apenas a composição das equipes, mas também a forma de distribuição do suporte à organização do trabalho, acompanhamento das cerimônias e facilitação do processo ágil.

A Tabela 24 apresenta a composição e a carga horária total da equipe Alpha após a divisão.

Tabela 24 – Composição e carga horária total da equipe alpha

| Quantidade | Cargo           | Carga horária total |
|------------|-----------------|---------------------|
| 2          | Desenvolvedores | 128                 |
| 2          | QAs             | 84                  |
| 1          | Designer        | 40                  |
| 1          | Analista        | 28                  |
| 1          | Scrum Master    | 10                  |

A equipe Alpha concentrou a maior parte da senioridade da equipe original. Em sua composição, manteve-se o Tech Lead sênior, que já possuía aproximadamente cinco anos de atuação na equipe, além de um desenvolvedor de nível pleno. No grupo de qualidade, a equipe também manteve o QA sênior, que acumulava a função de Scrum Master, e um QA bolsista. Dessa forma, a Alpha preservou parte significativa do núcleo mais experiente da equipe original, tanto em termos de referência técnica quanto de conhecimento do produto e do processo de trabalho.

A Tabela 25 apresenta a composição e a carga horária total da equipe Omega após a divisão.

Tabela 25 – Composição e carga horária total da equipe omega

| Quantidade | Cargo           | Carga horária total |
|------------|-----------------|---------------------|
| 3          | Desenvolvedores | 136                 |
| 1          | QA              | 64                  |
| 1          | Designer        | 20                  |
| 1          | Analista        | 28                  |
| 1          | Scrum Master    | 10                  |

A equipe Omega, por sua vez, passou a contar com um desenvolvedor de nível pleno promovido ao papel de Tech Lead, um QA de nível júnior e dois desenvolvedores bolsistas. Essa configuração representa uma mudança importante em relação à equipe original, pois parte das responsabilidades de referência técnica, mentoria e apoio aos bolsistas passou a ser exercida por um novo Tech Lead. Antes da divisão, esse papel era centralizado no Tech Lead sênior da equipe original.

Essa redistribuição de responsabilidades é relevante para a análise porque a equipe Omega passou por um processo de formação de nova liderança técnica. O novo Tech Lead precisou assumir não apenas atividades de desenvolvimento, mas também responsabilidades de orientação técnica, acompanhamento dos bolsistas e tomada de decisões relacionadas ao fluxo de desenvolvimento. Esse fator pode influenciar métricas de produtividade, previsibilidade e fluxo, especialmente nas primeiras sprints após a divisão, quando a equipe ainda estava consolidando sua nova dinâmica de trabalho.

Após a divisão, também houve mudança na distribuição do papel de análise. A equipe Omega manteve o analista que já fazia parte da equipe original, enquanto a equipe Alpha passou a contar com um novo analista, com carga horária semanal de 28 horas. Dessa forma, a divisão não representou apenas a redistribuição dos membros existentes, mas também a inclusão de uma nova capacidade de análise no contexto das equipes resultantes.

Esse ponto é relevante porque, embora a força de trabalho considerada nas métricas operacionais do Laboratório Bridge esteja associada exclusivamente às horas de desenvolvimento e QA, o papel de análise contribui para atividades de refinamento, detalhamento de demandas, alinhamento com regras de negócio e preparação do trabalho a ser desenvolvido. Assim, a entrada de um novo analista pode influenciar indiretamente o fluxo de trabalho, a qualidade do planejamento e a previsibilidade das entregas.

Comparando as duas equipes resultantes, observa-se que a Alpha ficou com maior concentração de experiência acumulada, enquanto a Omega assumiu uma configuração com maior necessidade de consolidação de liderança e mentoria. Portanto, eventuais diferenças entre os indicadores das equipes após a divisão não devem ser interpretadas apenas como resultado da quantidade de membros ou da carga horária disponível. Também é necessário considerar a distribuição de senioridade, o conhecimento prévio do produto, a concentração de referências técnicas e o processo de adaptação das equipes.

Do ponto de vista da força de trabalho considerada nas métricas operacionais, a equipe Alpha passou a contar com 212 horas semanais de desenvolvimento e QA, enquanto a equipe Omega passou a contar com 200 horas semanais. Em conjunto, as duas equipes mantiveram 412 horas semanais de desenvolvimento e QA, o mesmo total registrado para a equipe original antes da divisão. Portanto, nesse recorte, a capacidade diretamente considerada para produtividade operacional permaneceu estável.

Entretanto, ao considerar todos os papéis da estrutura das equipes, houve aumento da carga horária total após a divisão, em razão da entrada do novo analista na equipe Alpha. A equipe original possuía 520 horas semanais distribuídas entre desenvolvimento, QA, design, análise e Scrum Master. Após a divisão, as equipes Alpha e Omega passaram a somar 548 horas semanais nesses mesmos tipos de papel. Essa diferença deve ser considerada na caracterização do contexto, ainda que a análise principal de produtividade utilize a força de trabalho de desenvolvimento e QA.

## 4.6 Síntese do contexto

Este capítulo apresentou o contexto organizacional e operacional no qual o estudo de caso será realizado. Foram descritos o Laboratório Bridge, o projeto e-SUS APS, o método ágil de trabalho adotado pela organização, as métricas internas utilizadas pelas equipes, o acompanhamento da maturidade ágil por meio da *b\_agile* e o processo de divisão da

equipe analisada.

O contexto apresentado mostra-se adequado para este estudo de caso por reunir elementos essenciais para a análise proposta. Em primeiro lugar, o Laboratório Bridge possui um método ágil próprio, construído a partir da adaptação de práticas de diferentes abordagens, como Scrum, Kanban, SAFe e OKRs. Essa característica permite analisar a divisão de equipe em um ambiente real de desenvolvimento ágil, com práticas consolidadas de planejamento, acompanhamento, retrospectiva e melhoria contínua.

Em segundo lugar, o projeto e-SUS APS representa um contexto relevante de desenvolvimento de software, pois envolve um produto de grande porte, com impacto na gestão pública em saúde e necessidade contínua de evolução. Esse tipo de ambiente favorece a existência de múltiplas demandas, diferentes módulos, dependências entre áreas e necessidade de coordenação entre equipes, aspectos diretamente relacionados ao tema deste trabalho.

Outro fator importante é a existência de métricas históricas registradas pelas equipes. Indicadores que permitem analisar a produtividade e o fluxo de trabalho de forma quantitativa. Além disso, a distinção entre carga horária total e força de trabalho de desenvolvimento e QA permite interpretar os resultados com maior cuidado, evitando conclusões baseadas apenas em valores absolutos de entrega.

O contexto também é adequado porque o Laboratório Bridge utiliza a *b\_agile* como mecanismo de acompanhamento da maturidade ágil. Esse indicador permite complementar a análise das métricas operacionais com uma dimensão relacionada à forma como as equipes aplicam práticas ágeis, organizam seu trabalho, realizam cerimônias e promovem melhoria contínua. Dessa forma, o estudo não se limita à análise de produtividade, mas também considera a maturidade das equipes antes e depois da mudança estrutural.

A divisão da equipe analisada constitui o principal evento observado neste estudo de caso. Antes da divisão, a equipe original possuía uma composição multidisciplinar, com um núcleo experiente e estável, além de bolsistas em processo de formação. A partir da sprint SP13, essa equipe passou a atuar como duas equipes resultantes, Alpha e Omega, com redistribuição de papéis, carga horária, senioridade, responsabilidades técnicas e facilitação ágil. Esse cenário permite analisar uma situação real de reorganização de equipe, considerando tanto os efeitos sobre indicadores agregados quanto as diferenças entre os times resultantes.

Assim, o contexto descrito oferece condições adequadas para investigar a relação entre tamanho de equipes ágeis, produtividade, fluxo de trabalho e maturidade ágil. A presença de dados históricos, métricas operacionais, indicador de maturidade e um evento claro de divisão da equipe permite estruturar uma análise comparativa entre o período anterior e posterior à reorganização. Com isso, o estudo de caso contribui para compreender

como uma mudança na estrutura de equipes ágeis pode se relacionar com o desempenho operacional e com a evolução da maturidade ágil em um ambiente real de desenvolvimento de software.

## 5 Planejamento do estudo de caso

Este capítulo apresenta o planejamento do estudo de caso conduzido neste trabalho. A partir da fundamentação teórica, do Mapeamento Sistemático da Literatura e da caracterização do contexto organizacional, são definidos o objetivo do estudo de caso, a unidade de análise, as questões que orientam a investigação, as métricas utilizadas, os períodos comparados, as fontes de dados e os procedimentos de coleta, organização e análise.

O estudo de caso tem como foco a divisão de uma equipe ágil de desenvolvimento do projeto e-SUS APS, no Laboratório Bridge, em duas equipes resultantes, denominadas Alpha e Omega. A divisão ocorreu durante a sprint SP12, sendo que, a partir da sprint SP13, as equipes passaram a atuar separadamente. Esse evento constitui o principal marco temporal da pesquisa, pois permite comparar o comportamento dos indicadores antes e depois da reorganização.

O planejamento do estudo de caso é necessário para garantir que a análise seja conduzida de forma sistemática e alinhada aos objetivos do trabalho. Como a pesquisa utiliza dados históricos de métricas ágeis e de maturidade, torna-se fundamental definir previamente quais indicadores serão analisados, como eles serão calculados, quais períodos serão comparados e quais cuidados devem ser considerados na interpretação dos resultados.

Dessa forma, este capítulo busca estabelecer as bases metodológicas para a execução do estudo de caso, permitindo analisar a relação entre tamanho de equipes ágeis, produtividade, fluxo de trabalho e maturidade ágil a partir de dados reais do contexto investigado.

### 5.1 Declaração de uso de inteligência artificial generativa

Durante o desenvolvimento deste trabalho, foram utilizadas ferramentas de inteligência artificial generativa como apoio auxiliar em etapas específicas da pesquisa e da redação acadêmica. Em conformidade com a Resolução Normativa nº 217/2025/CUn da Universidade Federal de Santa Catarina, com a Portaria CNPq nº 2.664/2026 e com o Código de Conduta para Autores em Publicações da Sociedade Brasileira de Computação, declara-se que o uso dessas ferramentas ocorreu de forma supervisionada, transparente e limitada ao apoio no processo de elaboração do trabalho.

A ferramenta ChatGPT, da OpenAI, foi utilizada como apoio à organização de ideias, à revisão textual, à melhoria da clareza de trechos escritos, à estruturação de seções, à formulação de alternativas de redação e à reflexão sobre formas de apresentar e discutir os resultados obtidos (OpenAI, 2026). A ferramenta não foi utilizada como fonte primária

de informação, nem como substituta da análise crítica, da interpretação dos dados ou da responsabilidade autoral.

Todas as informações, métricas, resultados, interpretações e conclusões apresentados neste trabalho foram revisados criticamente pelo autor, confrontados com os dados disponíveis e validados em relação à literatura utilizada e ao contexto do estudo de caso. As referências bibliográficas, os dados analisados e as conclusões foram definidos, verificados e assumidos pelo autor.

Dessa forma, o uso de inteligência artificial generativa neste trabalho teve caráter auxiliar, não configurando autoria ou coautoria da ferramenta utilizada. O autor assume integral responsabilidade pelo conteúdo final apresentado, inclusive quanto à correção, originalidade, integridade acadêmica e ausência de plágio.

## 5.2 Objetivo do estudo de caso

Este estudo caracteriza-se como um estudo de caso em Engenharia de Software, pois investiga uma mudança estrutural ocorrida em um ambiente organizacional real, a partir de dados históricos do próprio projeto analisado. Estudos de caso são adequados quando o objetivo é compreender fenômenos contemporâneos em seu contexto natural, especialmente quando não há controle direto sobre todas as variáveis envolvidas ([RUNESON; HÖST, 2009](#)).

O objetivo deste estudo de caso é analisar como a divisão de uma equipe ágil de desenvolvimento se relaciona com a variação de indicadores de produtividade, fluxo de trabalho, eficiência, planejamento e maturidade ágil.

A análise será realizada a partir de dados históricos do projeto e-SUS APS, considerando os períodos anterior e posterior à divisão da equipe. Para isso, serão utilizadas métricas já adotadas no contexto do Laboratório Bridge e b\_agile.

Este estudo não busca estabelecer uma relação causal direta entre a divisão da equipe e eventuais alterações nos indicadores. O objetivo é descrever e interpretar o comportamento das métricas antes e depois da reorganização, considerando o contexto em que a mudança ocorreu, a composição das equipes, a distribuição de papéis e as características do fluxo de trabalho.

Dessa forma, o estudo de caso busca contribuir para a compreensão de como mudanças na estrutura de equipes ágeis podem se relacionar com produtividade, fluxo de trabalho e maturidade ágil em um ambiente real de desenvolvimento de software.

## 5.3 Unidade de análise

A unidade de análise deste estudo de caso é a equipe ágil de desenvolvimento do projeto e-SUS APS que passou por um processo de divisão durante o período analisado. Antes da divisão, a unidade observada corresponde à equipe original atuando como um único time multidisciplinar. Após a divisão, a análise passa a considerar as duas equipes resultantes, denominadas Alpha e Omega.

Essa definição permite analisar a reorganização da equipe em dois níveis. O primeiro nível corresponde à comparação agregada entre o período anterior e o período posterior à divisão. Nesse nível, os indicadores das equipes Alpha e Omega são analisados de forma conjunta, permitindo comparar o comportamento geral da estrutura antes e depois da mudança. O segundo nível corresponde à análise individual das equipes resultantes, permitindo observar diferenças entre Alpha e Omega após a divisão.

A definição da unidade de análise considera que a divisão não alterou apenas a quantidade de membros por equipe, mas também a distribuição de papéis, senioridade, responsabilidades técnicas, facilitação ágil e dinâmica de trabalho. Por esse motivo, as equipes não são analisadas apenas como agrupamentos numéricos de pessoas, mas como unidades organizacionais inseridas em um contexto real de desenvolvimento de software.

No período anterior à divisão, a unidade de análise é composta pela equipe original, com seus papéis, carga horária e métricas históricas registradas. No período posterior, a unidade de análise passa a ser composta pelas equipes Alpha e Omega, considerando tanto seus indicadores individuais quanto os indicadores agregados das duas equipes. Essa organização permite observar se houve variações nos indicadores gerais após a divisão e, ao mesmo tempo, identificar possíveis diferenças entre as equipes resultantes.

A Tabela 26 apresenta a organização da unidade de análise adotada neste estudo.

Tabela 26 – Unidade de análise do estudo de caso

| Período           | Unidade analisada | Descrição                                                                                              |
|-------------------|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Antes da divisão  | Equipe original   | Equipe ágil multidisciplinar atuando como um único time no projeto e-SUS APS.                          |
| Depois da divisão | Equipe Alpha      | Uma das equipes resultantes da divisão, com composição própria de papéis, carga horária e senioridade. |
| Depois da divisão | Equipe Omega      | Uma das equipes resultantes da divisão, com composição própria de papéis, carga horária e senioridade. |
| Depois da divisão | Alpha + Omega     | Análise agregada das equipes resultantes, utilizada para comparação com a equipe original.             |

## 5.4 Questões de análise do estudo de caso

A partir do objetivo do estudo de caso, foram definidas questões de análise para orientar a comparação entre o período anterior e o período posterior à divisão da equipe. Essas questões têm como função direcionar a coleta, organização e interpretação dos dados históricos disponíveis, relacionando cada dimensão analisada às métricas utilizadas no Laboratório Bridge.

As questões de análise não substituem a questão geral do trabalho, mas a desdobram em dimensões observáveis. Dessa forma, busca-se analisar a divisão da equipe a partir de indicadores de capacidade, entrega, fluxo de trabalho, eficiência, planejamento e maturidade ágil. Além disso, as questões também permitem comparar o comportamento agregado das equipes resultantes com o comportamento da equipe original, bem como observar diferenças entre Alpha e Omega após a divisão.

A Tabela 27 apresenta as questões de análise definidas para o estudo de caso.

Tabela 27 – Questões de análise do estudo de caso

| Identificador | Questão de análise                                                                                                                  | Dimensão analisada                   |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| QA1           | Como a força de trabalho variou entre o período anterior e posterior à divisão da equipe?                                           | Capacidade                           |
| QA2           | Como os indicadores de entrega se comportaram antes e depois da divisão?                                                            | Produtividade e entrega              |
| QA3           | Como o fluxo de trabalho se comportou antes e depois da divisão?                                                                    | Fluxo de trabalho                    |
| QA4           | Como a eficiência das equipes variou após a divisão, considerando a relação entre trabalho entregue e força de trabalho disponível? | Eficiência                           |
| QA5           | Como o aproveitamento do esforço planejado se comportou antes e depois da divisão?                                                  | Planejamento e previsibilidade       |
| QA6           | Como a maturidade ágil variou após a divisão da equipe?                                                                             | Maturidade ágil                      |
| QA7           | Quais diferenças podem ser observadas entre as equipes Alpha e Omega no período posterior à divisão?                                | Comparação entre equipes resultantes |

A QA1 busca compreender se houve alteração na capacidade disponível para desenvolvimento e qualidade após a divisão. Essa questão é importante porque variações em métricas de entrega podem estar associadas a mudanças na força de trabalho, e não necessariamente a aumento ou redução de produtividade.

A QA2 concentra-se nos indicadores de entrega, especialmente *velocity*. Essa questão

permite observar se houve alteração no volume de esforço entregue e na quantidade de itens concluídos após a reorganização da equipe.

A QA3 trata do fluxo de trabalho. Essa questão busca observar se a divisão esteve associada a mudanças no tempo necessário para que os itens percorressem o fluxo de desenvolvimento até sua conclusão.

A QA4 aborda a eficiência, considerando a relação entre trabalho entregue e força de trabalho disponível. Essa questão é central para evitar interpretações baseadas apenas em métricas absolutas, pois permite analisar se a entrega aumentou ou diminuiu proporcionalmente à capacidade disponível.

A QA5 trata do aproveitamento do esforço planejado, buscando observar a relação entre o que foi planejado para a sprint e o que foi efetivamente entregue. Essa dimensão contribui para analisar a previsibilidade das equipes antes e depois da divisão.

A QA6 considera a maturidade ágil, analisada por meio da *b\_agile*. Essa questão permite observar se a reorganização da equipe esteve associada a mudanças na forma como as práticas ágeis eram aplicadas, acompanhadas e evoluídas pelas equipes.

Por fim, a QA7 permite analisar as diferenças entre as equipes Alpha e Omega no período posterior à divisão. Essa questão é necessária porque as equipes resultantes possuem composições distintas em termos de senioridade, papéis, responsabilidades técnicas e distribuição de conhecimento. Assim, além da análise agregada antes e depois da divisão, o estudo também considera as particularidades de cada equipe resultante.

## 5.5 Métricas e indicadores utilizados

A análise do estudo de caso será realizada a partir de métricas históricas já utilizadas no contexto do Laboratório Bridge. A seleção dessas métricas considera as dimensões definidas nas questões de análise do estudo de caso: capacidade, entrega, fluxo de trabalho, eficiência, planejamento e maturidade ágil. Essa organização está alinhada à perspectiva de que métricas devem ser selecionadas a partir das necessidades de informação do estudo e interpretadas em relação às perguntas que buscam responder (ISO/IEC/IEEE, 2017; DORIGAN; BARROS, 2014).

As métricas utilizadas neste trabalho não foram criadas especificamente para a pesquisa, mas fazem parte do acompanhamento realizado pelas equipes no contexto organizacional analisado. Essa característica é importante porque permite observar o comportamento das equipes a partir de dados reais do processo de trabalho, registrados ao longo das sprints.

A Tabela 28 apresenta as métricas e indicadores utilizados no estudo de caso, bem como sua dimensão de análise e sua forma de interpretação.

Tabela 28 – Métricas e indicadores utilizados no estudo de caso

| Métrica ou indicador                | Dimensão analisada             | Descrição                                                                                                                                                        | Uso na análise                                                                    |
|-------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Força de trabalho                   | Capacidade                     | Soma das horas disponíveis de desenvolvimento e QA na sprint, considerando a carga horária dos membros, horas não trabalhadas e horas extras.                    | Permite analisar a capacidade disponível antes e depois da divisão.               |
| <i>Velocity</i>                     | Entrega                        | Esforço real entregue pela equipe na sprint, considerando o esforço associado aos itens concluídos e, quando aplicável, o esforço parcial de itens em andamento. | Permite analisar o volume de esforço entregue pelas equipes ao longo das sprints. |
| Taxa de eficiência                  | Eficiência                     | Relação entre o esforço entregue e a força de trabalho real disponível na sprint.                                                                                | Permite analisar a produtividade normalizada pela capacidade disponível.          |
| Aproveitamento do esforço planejado | Planejamento e previsibilidade | Relação entre o esforço planejado para a sprint e o esforço efetivamente entregue.                                                                               | Permite analisar a aderência entre planejamento e entrega.                        |
| b_agile                             | Maturidade ágil                | Indicador utilizado pelo Laboratório Bridge para acompanhar a maturidade ágil das equipes.                                                                       | Permite analisar a evolução da maturidade ágil antes e depois da divisão.         |

Ressalta-se que as métricas utilizadas não são interpretadas de forma isolada. Em estudos de medição de software, indicadores devem ser analisados a partir do contexto de coleta, das necessidades de informação e das limitações dos dados disponíveis (ISO/IEC/IEEE, 2017). Assim, os resultados deste estudo serão discutidos considerando tanto os valores numéricos quanto elementos contextuais da divisão da equipe, como composição dos times, distribuição de papéis, senioridade e mudanças no fluxo de trabalho.

A força de trabalho será utilizada como métrica de capacidade. No contexto deste estudo, ela corresponde às horas disponíveis de desenvolvimento e QA, sendo calculada a partir da carga horária dos membros dessas funções, descontando horas não trabalhadas e acrescentando eventuais horas extras. Essa métrica é fundamental para interpretar os demais indicadores, pois permite diferenciar aumento de entrega decorrente de maior capacidade disponível de aumento real de eficiência.

A *velocity* será utilizada como métrica de entrega baseada em esforço. Ela representa

o esforço real entregue pela equipe em cada sprint. Essa métrica permite observar o volume de trabalho entregue ao longo do tempo, mas deve ser interpretada em conjunto com a força de trabalho, pois uma equipe com maior capacidade disponível tende a apresentar maior volume absoluto de entrega.

A taxa de eficiência será utilizada como métrica normalizada de produtividade. Ela relaciona o esforço entregue com a força de trabalho real disponível na sprint, permitindo observar quanto esforço foi entregue por unidade de capacidade disponível. A fórmula utilizada é apresentada a seguir:

$$\text{Taxa de eficiência} = \frac{\text{Velocity}}{\text{Força de trabalho real}} \quad (5.1)$$

O aproveitamento do esforço planejado será utilizado para analisar planejamento e previsibilidade. Essa métrica busca observar a relação entre o esforço planejado para a sprint e o esforço efetivamente entregue. A fórmula utilizada é apresentada a seguir:

$$\text{Aproveitamento do esforço planejado} = \frac{\text{Esforço entregue}}{\text{Esforço planejado}} \times 100 \quad (5.2)$$

Por fim, a *b\_agile* será utilizada como indicador de maturidade ágil. Diferentemente das métricas operacionais, esse indicador não mede diretamente produtividade ou entrega, mas permite acompanhar a evolução das práticas ágeis das equipes, conforme o instrumento interno de avaliação de maturidade utilizado pelo Laboratório Bridge (FOGACA; TORRES, 2025). Sua inclusão no estudo de caso possibilita analisar se a divisão da equipe esteve associada não apenas a variações em métricas de entrega e fluxo, mas também a mudanças na maturidade ágil das equipes analisadas.

## 5.6 Períodos de análise

Para permitir uma comparação equilibrada entre os períodos anterior e posterior à divisão, foram selecionadas sete sprints antes da reorganização e sete sprints depois da reorganização. Como as sprints possuem duração de duas semanas, cada período analisado corresponde a aproximadamente quatorze semanas de trabalho.

A escolha de períodos com a mesma quantidade de sprints busca reduzir distorções na comparação dos indicadores. Dessa forma, os resultados do período anterior e posterior podem ser analisados tanto por valores totais quanto por médias por sprint, quando aplicável. Ainda assim, a interpretação dos resultados deve considerar que, a partir da SP13, houve mudança na estrutura das equipes, na distribuição de papéis, na senioridade e na organização do trabalho.

No período anterior, os dados representam a atuação da equipe original. No período posterior, os dados serão analisados em dois níveis: de forma agregada, considerando a soma das equipes Alpha e Omega, e de forma separada, observando o comportamento individual de cada equipe resultante. A análise agregada permite comparar a estrutura anterior com a estrutura resultante da divisão, enquanto a análise individual permite identificar possíveis diferenças entre Alpha e Omega.

A definição desses períodos permite organizar a análise de forma coerente com o objetivo do estudo de caso. Ao comparar janelas temporais equivalentes antes e depois da divisão, busca-se observar se houve variações nos indicadores analisados e interpretar essas variações à luz da mudança estrutural ocorrida na equipe.

## 5.7 Fontes de dados

As fontes de dados utilizadas neste estudo de caso correspondem a registros históricos já existentes no contexto do Laboratório Bridge e do projeto e-SUS APS. O estudo não prevê a aplicação de entrevistas, questionários ou coleta de percepções dos membros das equipes. A análise será conduzida a partir de dados quantitativos e registros internos relacionados ao acompanhamento das sprints, das métricas operacionais e da maturidade ágil das equipes.

A utilização de dados históricos é adequada ao objetivo deste estudo, pois permite analisar o comportamento dos indicadores antes e depois da divisão da equipe, sem alterar o funcionamento natural do ambiente investigado. Dessa forma, os dados analisados representam informações produzidas pelas próprias equipes durante sua rotina de planejamento, acompanhamento e retrospectiva.

Também serão utilizados registros de composição das equipes, contendo informações sobre papéis, carga horária, senioridade e distribuição dos membros. Esses dados são importantes porque a divisão alterou a estrutura das equipes, a distribuição de conhecimento, a referência técnica e a facilitação ágil. Assim, a interpretação dos indicadores precisa considerar não apenas os valores das métricas, mas também as características das equipes analisadas.

## 5.8 Procedimentos de coleta e organização dos dados

A coleta dos dados será realizada a partir dos registros históricos disponíveis no contexto do projeto e-SUS APS, no Laboratório Bridge. Como o estudo utiliza dados já existentes, não haverá intervenção no ambiente analisado nem aplicação de instrumentos como entrevistas ou questionários. O procedimento consiste em reunir, organizar e padronizar as informações necessárias para comparar os indicadores da equipe original e das equipes resultantes.

Durante a organização dos dados, também serão registradas observações contextuais que possam auxiliar a interpretação dos resultados, como mudanças na composição das equipes, redistribuição de papéis, entrada de novos membros ou alterações relevantes na carga horária disponível. Essas informações não serão tratadas como métricas quantitativas principais, mas servirão como apoio para compreender possíveis variações nos indicadores.

Por fim, os dados serão revisados para verificar inconsistências, ausências de informação e possíveis diferenças de registro entre as sprints. Quando alguma informação necessária não estiver disponível, essa ausência será indicada explicitamente na análise, evitando estimativas sem sustentação. Dessa forma, busca-se garantir que os resultados sejam apresentados com base em dados disponíveis, organizados e comparáveis entre os períodos analisados.

## 5.9 Procedimentos de análise dos dados

A análise dos dados será conduzida de forma descritiva e comparativa, considerando os períodos anterior e posterior à divisão da equipe. O objetivo não é aplicar testes estatísticos inferenciais ou estabelecer causalidade, mas observar o comportamento dos indicadores históricos e interpretar possíveis variações à luz do contexto organizacional e da mudança estrutural ocorrida. Essa decisão é coerente com a natureza de estudos de caso em Engenharia de Software, nos quais a compreensão contextual do fenômeno analisado é central para a interpretação dos resultados (RUNESON; HÖST, 2009).

Inicialmente, os dados serão analisados por sprint, respeitando a sequência temporal do período investigado. Essa análise permitirá observar a evolução dos indicadores ao longo das sprints SP6 a SP19. Em seguida, os dados serão agrupados por período, separando as sprints SP6 a SP12, correspondentes ao período anterior à divisão, e as sprints SP13 a SP19, correspondentes ao período posterior.

No período anterior, os indicadores serão analisados considerando a equipe original. No período posterior, a análise será realizada em dois níveis. O primeiro nível corresponde à análise agregada das equipes Alpha e Omega, permitindo comparação com a equipe original. O segundo nível corresponde à análise individual das equipes resultantes, permitindo identificar diferenças entre Alpha e Omega após a divisão.

Para cada métrica operacional, serão calculados valores por sprint e medidas descritivas por período, como total, média, mínimo e máximo, quando aplicável. A utilização de médias por sprint é importante para comparar os períodos de forma equilibrada, já que ambos contemplam sete sprints de duração equivalente.

A força de trabalho será analisada como indicador de capacidade disponível. No período anterior, será considerada a força de trabalho da equipe original. No período

posterior, serão analisadas a força de trabalho individual das equipes Alpha e Omega e a força de trabalho agregada das duas equipes. Essa análise permitirá verificar se houve alteração na capacidade disponível de desenvolvimento e QA após a divisão.

A *velocity* será analisada como indicador de esforço entregue. No período posterior, a *velocity* agregada será calculada pela soma da *velocity* das equipes Alpha e Omega em cada sprint. Essa agregação permitirá comparar o esforço entregue pela estrutura resultante com o esforço entregue pela equipe original antes da divisão.

A taxa de eficiência será calculada a partir da relação entre *velocity* e força de trabalho real. Para a análise agregada do período posterior, será utilizada a seguinte fórmula:

$$\text{Taxa de eficiência agregada} = \frac{\text{Velocity}_{\text{Alpha}} + \text{Velocity}_{\text{Omega}}}{\text{Força de trabalho}_{\text{Alpha}} + \text{Força de trabalho}_{\text{Omega}}} \quad (5.3)$$

Esse indicador será utilizado para interpretar a produtividade de forma normalizada pela capacidade disponível, evitando conclusões baseadas apenas em volume absoluto de entrega.

O aproveitamento do esforço planejado será analisado a partir da relação entre o esforço entregue e o esforço planejado em cada sprint. No período posterior, quando necessário, o aproveitamento agregado será calculado considerando a soma do esforço entregue e a soma do esforço planejado das equipes Alpha e Omega. A fórmula utilizada será:

$$\text{Aproveitamento agregado} = \frac{\text{Esforço entregue}_{\text{Alpha}} + \text{Esforço entregue}_{\text{Omega}}}{\text{Esforço planejado}_{\text{Alpha}} + \text{Esforço planejado}_{\text{Omega}}} \times 100 \quad (5.4)$$

Essa análise permitirá observar a aderência entre planejamento e execução antes e depois da divisão.

A *b\_agile* será analisada de forma descritiva, considerando os registros disponíveis de maturidade ágil antes e depois da divisão. Quando houver dados separados para Alpha e Omega, os resultados serão analisados individualmente. Caso os registros estejam disponíveis apenas em determinados momentos, a análise será apresentada considerando essa limitação, evitando interpretações além dos dados disponíveis.

Além dos valores numéricos, a análise considerará elementos contextuais relevantes, como a redistribuição de papéis, a diferença de senioridade entre Alpha e Omega, a formação de nova liderança técnica, a divisão da atuação do Scrum Master e a entrada de novo analista. Esses elementos serão utilizados para apoiar a interpretação dos resultados, especialmente quando forem observadas variações entre as equipes ou entre os períodos.

Os resultados serão apresentados por meio de tabelas e, quando adequado, gráficos comparativos por sprint e por período. A análise buscará identificar tendências, variações relevantes e diferenças entre a equipe original e as equipes resultantes. Dessa forma, será possível discutir se a divisão esteve associada a mudanças nos indicadores de capacidade, entrega, eficiência, planejamento e maturidade ágil.

## 5.10 Ameaças à validade

Como todo estudo de caso, esta pesquisa apresenta ameaças à validade que devem ser consideradas na interpretação dos resultados. Em estudos de caso em Engenharia de Software, a explicitação dessas ameaças é importante para delimitar o alcance das conclusões, discutir limitações do desenho de pesquisa e tornar a análise mais transparente (RUNESON; HÖST, 2009). Essas ameaças estão relacionadas principalmente ao uso de dados históricos, à análise de um único contexto organizacional, à disponibilidade das métricas e à impossibilidade de controlar todas as variáveis que podem influenciar a produtividade e a maturidade das equipes.

Uma primeira ameaça está relacionada à validade interna. Embora o estudo compare indicadores antes e depois da divisão da equipe, não é possível afirmar que eventuais variações observadas foram causadas exclusivamente pela divisão. Outros fatores podem ter influenciado os resultados, como mudanças na complexidade das demandas, alterações na composição das equipes, entrada de novos membros, adaptação ao novo formato de trabalho, variações na disponibilidade dos integrantes e mudanças no contexto do projeto. Por esse motivo, os resultados serão interpretados de forma descritiva e contextualizada, evitando conclusões causais diretas.

Outra ameaça refere-se à validade de construção, relacionada à forma como os conceitos analisados são representados pelas métricas disponíveis. Neste estudo, produtividade, eficiência, planejamento e maturidade ágil são analisados por meio de indicadores como força de trabalho, *velocity*, taxa de eficiência, aproveitamento do esforço planejado e *b\_agile*. Embora esses indicadores sejam utilizados no contexto do Laboratório Bridge, eles não representam todos os aspectos possíveis da produtividade ou da qualidade do trabalho de uma equipe ágil.

Também há ameaças relacionadas à confiabilidade dos dados históricos. Como os dados analisados foram registrados anteriormente à realização deste estudo, a pesquisa depende da consistência dos registros existentes. Possíveis diferenças na forma de registrar esforço planejado, esforço entregue, força de trabalho ou resultados da *b\_agile* podem afetar a comparação entre sprints ou equipes. Para mitigar essa ameaça, os dados serão organizados de forma padronizada, e eventuais ausências ou inconsistências serão indicadas explicitamente na análise.

A validade externa também apresenta limitações. O estudo é realizado em um único projeto, dentro de um contexto específico: o projeto e-SUS APS, no Laboratório Bridge. Assim, os resultados não devem ser generalizados automaticamente para todas as equipes ágeis ou organizações de desenvolvimento de software. A composição das equipes, o método ágil adotado, o uso de métricas internas, a presença da *b\_agile* e o contexto de desenvolvimento para gestão pública em saúde são características próprias do caso analisado. Ainda assim, os resultados podem oferecer indícios e aprendizados úteis para contextos semelhantes, especialmente organizações que utilizam métricas ágeis históricas e passam por processos de crescimento ou divisão de equipes.

Há ainda ameaças relacionadas à comparação entre as equipes Alpha e Omega após a divisão. As equipes resultantes não possuem exatamente a mesma composição em termos de senioridade, experiência, distribuição de papéis e referência técnica. A equipe Alpha manteve maior concentração de membros experientes, enquanto a equipe Omega passou por um processo de consolidação de nova liderança técnica. Dessa forma, diferenças observadas entre as equipes não devem ser interpretadas apenas como resultado da divisão, mas também como reflexo das características específicas de cada time.

Outra limitação está relacionada ao período de análise. Embora tenham sido selecionadas sete sprints antes e sete sprints depois da divisão, totalizando janelas temporais equivalentes, esse recorte ainda pode não capturar todos os efeitos de longo prazo da reorganização. As primeiras sprints após a divisão podem refletir um período de adaptação, enquanto efeitos mais consolidados poderiam aparecer apenas em um intervalo posterior. Por isso, os resultados serão analisados considerando a possibilidade de instabilidade inicial após a mudança estrutural.

Apesar dessas ameaças, o estudo mantém relevância por analisar uma situação real de divisão de equipe em um ambiente de desenvolvimento ágil com dados históricos disponíveis. A explicitação dessas limitações permite interpretar os resultados com maior cautela e transparência, reconhecendo os limites do estudo sem comprometer sua contribuição para a compreensão da relação entre tamanho de equipes, produtividade, planejamento, eficiência e maturidade ágil.

## 6 Execução do estudo de caso

### 6.1 Visão geral da execução

Este capítulo apresenta a execução do estudo de caso, descrevendo a consolidação dos dados coletados, a linha do tempo das sprints analisadas e as principais ocorrências que devem ser consideradas na interpretação dos resultados. A análise foi realizada com base nos dados históricos das sprints SP06 a SP19, contemplando o período anterior e posterior à divisão da equipe original.

Conforme definido no planejamento do estudo de caso, a sprint SP12 representa o último ciclo em que a equipe atuou como um único time. Dessa forma, a execução do estudo considera dois períodos equivalentes: sete sprints antes da divisão e sete sprints depois da divisão.

A execução foi conduzida a partir da organização das métricas disponíveis para cada sprint analisada. Foram considerados os indicadores de força de trabalho real, *velocity*, taxa de eficiência, esforço planejado e aproveitamento do esforço planejado. Além disso, foram registradas informações contextuais relevantes para apoiar a interpretação dos resultados, como ausências por férias, divisão de módulos entre as equipes e forma de início do trabalho após a reorganização.

A análise dos dados foi realizada em dois níveis. O primeiro nível corresponde à comparação entre a equipe original e a estrutura agregada formada pelas equipes Alpha e Omega. Esse nível permite observar se houve variação geral nos indicadores após a divisão. O segundo nível corresponde à comparação entre Alpha e Omega no período posterior à divisão, permitindo identificar diferenças entre as equipes resultantes.

#### 6.1.1 Linha do tempo das sprints analisadas

A linha do tempo do estudo compreende as sprints SP06 a SP19. Cada sprint possui duração de duas semanas, totalizando quatorze sprints analisadas. As sprints SP06 a SP12 correspondem ao período anterior à divisão, enquanto as sprints SP13 a SP19 correspondem ao período posterior.

A Tabela 29 apresenta a organização temporal utilizada na execução do estudo de caso.

Tabela 29 – Linha do tempo das sprints analisadas

| Período           | Sprints     | Equipe analisada | Descrição                                                             |
|-------------------|-------------|------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| Antes da divisão  | SP06 a SP12 | Equipe original  | Período em que a equipe atuava como um único time multidisciplinar.   |
| Marco da divisão  | SP12        | Equipe original  | Última sprint em que a equipe original atuou antes da reorganização.  |
| Depois da divisão | SP13 a SP19 | Alpha e Omega    | Período em que as equipes resultantes passaram a atuar separadamente. |

A sprint SP13 marca o início da atuação das equipes Alpha e Omega. Desde o início do período posterior, a divisão dos módulos sob responsabilidade de cada equipe já estava definida. Embora os membros da equipe original possuíssem familiaridade com os diferentes módulos do produto, a reorganização estabeleceu responsabilidades específicas para cada uma das equipes resultantes.

Não houve um período formal de adaptação separado da execução das sprints. Na primeira sprint após a divisão, as equipes realizaram o planejamento já em suas novas composições e iniciaram o trabalho conforme a nova organização. Assim, os dados da SP13 já representam o funcionamento das equipes Alpha e Omega dentro da estrutura resultante da divisão.

### 6.1.2 Consolidação da base de dados

A base de dados consolidada foi organizada a partir dos registros históricos das sprints analisadas. Para cada sprint, foram reunidas informações referentes ao esforço planejado, esforço entregue, força de trabalho real, taxa de eficiência e aproveitamento do esforço planejado.

No período anterior à divisão, os dados foram organizados para a equipe original. No período posterior, os dados foram organizados separadamente para as equipes Alpha e Omega. Além disso, para permitir a comparação com a equipe original, também foi construída uma visão agregada do período posterior, combinando os dados das duas equipes resultantes quando a métrica permitia agregação.

A força de trabalho real foi consolidada considerando as horas disponíveis de desenvolvimento e QA em cada sprint. Essa métrica foi utilizada como base para interpretar a capacidade disponível das equipes e calcular a taxa de eficiência. A *velocity* foi registrada como o esforço entregue em cada sprint, medido na unidade de estimativa utilizada pela equipe.

O esforço planejado foi incorporado à base para permitir a análise do aproveitamento do esforço planejado. Nesse contexto, o termo “esforço” refere-se à unidade de estimativa

utilizada para representar o tamanho das entregas planejadas, e não ao tempo efetivamente trabalhado pelos membros da equipe. Essa métrica indica o percentual do esforço planejado que foi efetivamente concluído na sprint. Dessa forma, ela contribui para analisar a previsibilidade das equipes e sua capacidade de entregar aquilo que foi planejado.

É importante destacar que o esforço planejado total da sprint considera o conjunto de atividades planejadas no início do ciclo. Quando há mudança de prioridade ou entrada de novas tarefas durante a sprint, essas novas demandas não alteram o esforço planejado originalmente. Além disso, quando uma issue planejada não é concluída e precisa ser movida para uma sprint posterior, o esforço parcial desenvolvido pode ser considerado no cálculo do esforço planejado entregue, e a issue passa a ser considerada como planejada novamente na nova sprint.

A consolidação dos dados permitiu estruturar a análise de forma comparável entre os períodos. Para o período anterior, os indicadores representam o desempenho da equipe original. Para o período posterior, os indicadores permitem tanto a análise individual de Alpha e Omega quanto a análise agregada da nova estrutura resultante da divisão.

### 6.1.3 Ocorrências relevantes durante a execução

Durante o período analisado, foram identificadas algumas ocorrências relevantes que devem ser consideradas na interpretação dos resultados. Essas ocorrências não invalidam a análise, mas ajudam a contextualizar variações observadas nas métricas.

No período anterior à divisão, houve ausências por férias em algumas sprints. Nas sprints SP08 e SP09, dois membros da equipe estavam de férias. Na sprint SP10, quatro membros estavam de férias, sendo que um deles retornou na segunda semana da sprint. Esse contexto é relevante porque pode explicar reduções pontuais na força de trabalho real e possíveis oscilações nos indicadores de entrega e eficiência.

A SP10 merece atenção especial na análise, pois apresenta a menor força de trabalho real do período anterior. Essa redução está relacionada à maior quantidade de membros ausentes por férias durante a sprint. Assim, os indicadores dessa sprint devem ser interpretados considerando a menor capacidade disponível da equipe naquele ciclo.

Essas férias não ocorreram apenas como eventos isolados, mas também fizeram parte do contexto de preparação para a divisão da equipe. Como a equipe original ainda atuava como um time maior e possuía maior redundância entre papéis, a ausência temporária de um membro podia ser absorvida com menor impacto relativo, uma vez que havia outros integrantes capazes de apoiar atividades semelhantes. Após a divisão, essa redundância seria reduzida, pois cada equipe resultante passaria a contar com um número menor de pessoas por papel.

Dessa forma, a concentração de férias no período anterior à divisão pode ser

compreendida como uma estratégia para reduzir ausências nas primeiras sprints após a reorganização. Esse ponto é relevante para a análise porque as sprints SP08, SP09 e especialmente SP10 apresentam redução na força de trabalho real, o que pode influenciar os indicadores de entrega e eficiência do período anterior. Ao mesmo tempo, essa decisão pode ter contribuído para que as equipes Alpha e Omega iniciassem o período posterior com maior disponibilidade dos membros e menor impacto de ausências logo após a divisão.

Não foi registrado um processo formal de adaptação separado da execução regular das sprints. A reorganização ocorreu diretamente no início do período posterior, e as equipes passaram a produzir dentro da nova estrutura a partir da divisão. Esse ponto é importante porque eventuais variações nas primeiras sprints após a divisão podem refletir ajustes naturais da nova organização, como redistribuição de responsabilidades, adaptação à nova liderança técnica e consolidação da dinâmica de trabalho de cada equipe.

Também é relevante considerar que a divisão gerou diferenças estruturais entre Alpha e Omega. A equipe Alpha manteve maior concentração de membros experientes da equipe original, enquanto a equipe Omega passou a contar com uma nova liderança técnica e maior necessidade de mentoria para bolsistas. Essas diferenças devem ser consideradas na interpretação comparativa entre as equipes resultantes, pois podem influenciar os indicadores de eficiência, entrega e planejamento.

Dessa forma, a execução do estudo de caso foi organizada de modo a combinar dados quantitativos com informações contextuais relevantes. Essa abordagem permite interpretar as métricas não apenas como valores isolados, mas como indicadores inseridos em um processo real de reorganização de equipe.

## 6.2 Análise descritiva por sprint

Esta seção apresenta a análise descritiva dos indicadores coletados para cada sprint do período analisado. O objetivo é observar o comportamento das métricas ao longo do tempo, antes de consolidar comparações por período.

No período anterior, os dados representam a equipe original. No período posterior, os dados podem ser observados individualmente para Alpha e Omega ou de forma agregada. A visão agregada foi construída pela soma dos valores das equipes resultantes quando a métrica permitia essa operação, como força de trabalho, esforço planejado e *velocity*. Para a taxa de eficiência, o valor agregado foi calculado pela relação entre a *velocity* total e a força de trabalho real total. Para o aproveitamento do esforço planejado, o valor agregado foi calculado de forma ponderada pelo esforço planejado de cada equipe.

A Tabela 30 apresenta a visão consolidada por sprint utilizada nesta análise.

Tabela 30 – Indicadores agregados por sprint

| Sprint | Força de trabalho | Esforço planejado | Velocity | Taxa de eficiência | Aproveitamento |
|--------|-------------------|-------------------|----------|--------------------|----------------|
| SP06   | 388               | 61                | 49       | 0,1263             | 80,33%         |
| SP07   | 409,6             | 59                | 63       | 0,1538             | 88,14%         |
| SP08   | 356               | 60                | 61       | 0,1713             | 96,67%         |
| SP09   | 342               | 44                | 40       | 0,1169             | 77,27%         |
| SP10   | 226               | 34                | 32       | 0,1415             | 73,53%         |
| SP11   | 376               | 28                | 45       | 0,1196             | 85,71%         |
| SP12   | 404,8             | 65                | 67       | 0,1655             | 78,46%         |
| SP13   | 368               | 42                | 61       | 0,1658             | 85,62%         |
| SP14   | 348               | 65                | 46       | 0,1322             | 86,04%         |
| SP15   | 412               | 59                | 61       | 0,1481             | 98,25%         |
| SP16   | 403               | 51                | 51,83    | 0,1286             | 88,60%         |
| SP17   | 424               | 61                | 62       | 0,1462             | 89,46%         |
| SP18   | 443               | 61                | 61       | 0,1377             | 89,95%         |
| SP19   | 468               | 64                | 53       | 0,1132             | 79,95%         |

### 6.2.1 Força de trabalho por sprint

A força de trabalho real representa a capacidade disponível de desenvolvimento e QA em cada sprint. No período anterior à divisão, a equipe original apresentou variação relevante na força de trabalho, com valores entre 226 horas e 409,6 horas. O menor valor ocorreu na SP10, sprint em que havia quatro membros de férias, sendo que um deles retornou apenas na segunda semana da sprint. As sprints SP08 e SP09 também foram impactadas por férias, com dois membros ausentes.

No período posterior à divisão, considerando a soma das equipes Alpha e Omega, a força de trabalho real agregada variou entre 348 horas e 468 horas. O menor valor ocorreu na SP14, enquanto o maior valor ocorreu na SP19. Observa-se uma tendência de aumento da força de trabalho nas últimas sprints do período posterior, especialmente a partir da SP17.

Comparando os períodos, a força de trabalho média passou de 357,49 horas no período anterior para 409,43 horas no período posterior. Isso representa um aumento de aproximadamente 14,53%. Esse crescimento é importante para a interpretação das demais métricas, pois um aumento no volume de entrega pode estar relacionado à maior capacidade disponível, e não necessariamente a um aumento proporcional de produtividade.

Ao observar separadamente as equipes resultantes, a Alpha apresentou média de 200,86 horas de força de trabalho por sprint, enquanto a Omega apresentou média de 208,57 horas. Portanto, a Omega teve ligeiramente mais capacidade média disponível no período posterior. Ainda assim, como será observado nas próximas subseções, essa maior força de trabalho não se refletiu necessariamente em maior *velocity* ou maior taxa de eficiência.

### 6.2.2 *Velocity* por sprint

A *velocity* representa o esforço entregue pela equipe em cada sprint, medida em dias. No período anterior à divisão, a equipe original apresentou *velocity* entre 32 e 67 dias de esforço. O menor valor ocorreu na SP10, mesma sprint em que houve a menor força de trabalho real do período. Esse resultado é coerente com o contexto de férias e menor disponibilidade da equipe.

Ainda no período anterior, a maior *velocity* ocorreu na SP12, com 67 dias entregues. Esse resultado é relevante porque a SP12 foi a última sprint antes da divisão, representando o encerramento do período em que a equipe ainda atuava como um único time. A SP07 e a SP08 também apresentaram valores elevados, com 63 e 61 dias entregues, respectivamente.

No período posterior à divisão, considerando a soma das equipes Alpha e Omega, a *velocity* agregada variou entre 46 e 62 dias. A menor entrega ocorreu na SP14, enquanto os maiores valores ocorreram na SP17, com 62 dias, e nas sprints SP13, SP15 e SP18, com 61 dias. De forma geral, o período posterior apresentou comportamento relativamente estável, com exceção da queda observada na SP14 e da redução na SP19.

A *velocity* média passou de 51 dias por sprint antes da divisão para 56,55 dias por sprint após a divisão. Isso representa aumento de aproximadamente 10,88%. Portanto, em termos absolutos, a estrutura formada por Alpha e Omega entregou mais esforço médio por sprint do que a equipe original.

Entretanto, esse aumento deve ser interpretado em conjunto com a força de trabalho. Como a capacidade real disponível cresceu aproximadamente 14,53%, enquanto a *velocity* cresceu 10,88%, o aumento de entrega não acompanhou integralmente o aumento da capacidade. Essa relação será aprofundada na análise da taxa de eficiência.

Ao comparar Alpha e Omega, observa-se que a Alpha apresentou maior *velocity* total no período posterior, com 208 dias entregues, enquanto a Omega entregou 187,83 dias. A média da Alpha foi de 29,71 dias por sprint, enquanto a média da Omega foi de 26,83 dias. Esse resultado indica que, mesmo com menor força de trabalho média, a Alpha apresentou maior volume de entrega.

### 6.2.3 Taxa de eficiência por sprint

A taxa de eficiência relaciona a *velocity* com a força de trabalho real disponível. Dessa forma, permite analisar a produtividade de forma normalizada, observando quanto esforço foi entregue em relação à capacidade disponível em cada sprint.

No período anterior à divisão, a taxa de eficiência da equipe original variou entre 0,1169 e 0,1713. O maior valor ocorreu na SP08, enquanto o menor valor ocorreu na SP09. A SP12 também apresentou valor elevado, com 0,1655, indicando boa relação entre esforço

entregue e força de trabalho disponível na última sprint antes da divisão.

A SP10, apesar de apresentar a menor força de trabalho real do período, teve taxa de eficiência de 0,1415. Isso ocorre porque, embora a *velocity* também tenha sido baixa nessa sprint, a redução da força de trabalho foi proporcionalmente relevante. Esse comportamento reforça a importância de analisar a eficiência de forma normalizada, e não apenas a entrega absoluta.

No período posterior à divisão, a taxa de eficiência agregada variou entre 0,1132 e 0,1658. O maior valor ocorreu na SP13, primeira sprint após a divisão, enquanto o menor valor ocorreu na SP19. A SP13 é relevante porque indica que a nova estrutura iniciou com boa relação entre entrega e força de trabalho. No entanto, a queda observada na SP19 indica um ponto de atenção, pois essa sprint apresentou a maior força de trabalho agregada do período posterior, mas não apresentou aumento proporcional na *velocity*.

A média da taxa de eficiência por sprint foi de aproximadamente 0,1421 no período anterior e 0,1388 no período posterior. Assim, embora a *velocity* média tenha aumentado após a divisão, a eficiência média apresentou leve redução. Esse resultado sugere que o aumento da entrega absoluta esteve associado a um aumento ainda maior da força de trabalho disponível.

Ao analisar as equipes resultantes separadamente, a Alpha apresentou taxa de eficiência média de 0,1483, enquanto a Omega apresentou média de 0,1287. A Alpha teve taxa de eficiência superior à Omega na maior parte das sprints posteriores, com destaque para a SP13, na qual atingiu 0,2056. Esse resultado pode estar relacionado à maior concentração de senioridade na Alpha.

A Omega, por sua vez, apresentou taxas mais estáveis, porém inferiores às da Alpha na maior parte do período. Esse comportamento pode estar associado ao processo de consolidação da nova liderança técnica e à maior necessidade de mentoria de bolsistas, uma vez que o novo Tech Lead passou a assumir responsabilidades que antes eram centralizadas no Tech Lead da equipe original.

#### 6.2.4 Aproveitamento do esforço planejado por sprint

O aproveitamento do esforço planejado indica o percentual do esforço planejado que foi efetivamente concluído na sprint. Essa métrica contribui para analisar a previsibilidade das equipes e sua aderência ao planejamento realizado no início de cada ciclo.

No período anterior à divisão, o aproveitamento variou entre 73,53% e 96,67%. O maior valor ocorreu na SP08, enquanto o menor ocorreu na SP10. A SP10, novamente, deve ser interpretada considerando o contexto de férias e redução da força de trabalho. As sprints SP09 e SP12 também apresentaram aproveitamentos abaixo de 80%, indicando menor aderência ao planejamento nessas sprints.

No período posterior, o aproveitamento agregado das equipes Alpha e Omega variou entre 79,95% e 98,25%. O maior valor ocorreu na SP15, enquanto o menor ocorreu na SP19. De forma geral, o período posterior apresentou valores mais estáveis e superiores aos do período anterior, especialmente entre SP15 e SP18.

Considerando o aproveitamento ponderado pelo esforço planejado, a equipe original apresentou 83,48% no período anterior. Após a divisão, o aproveitamento agregado das equipes Alpha e Omega foi de 88,25%. Isso representa um aumento de 4,77%. Esse resultado sugere melhora na aderência entre planejamento e entrega após a divisão.

Ao observar as equipes resultantes, Alpha e Omega planejaram volumes muito próximos de trabalho ao longo do período posterior. A Alpha planejou 201 dias de esforço, enquanto a Omega planejou 202 dias. Apesar disso, seus comportamentos foram diferentes. A Alpha apresentou maior *velocity* e maior taxa de eficiência, enquanto a Omega apresentou aproveitamento ponderado ligeiramente superior.

A Omega apresentou aproveitamento ponderado de 88,86%, enquanto a Alpha apresentou 87,64%. Essa diferença indica que a Omega teve maior aderência ao esforço planejado, ainda que tenha apresentado menor entrega absoluta e menor eficiência. A Alpha, por outro lado, entregou mais esforço e teve maior produtividade normalizada, mas com aproveitamento do planejamento ligeiramente inferior.

De forma geral, a análise por sprint mostra que a divisão esteve associada a aumento da força de trabalho disponível, aumento da *velocity* média e melhora no aproveitamento do esforço planejado. No entanto, a taxa de eficiência não apresentou crescimento proporcional, indicando que o aumento de entrega foi acompanhado por aumento ainda maior da capacidade disponível. Além disso, a comparação entre Alpha e Omega evidencia que as equipes resultantes tiveram comportamentos distintos, reforçando a importância de considerar senioridade, distribuição de papéis e contexto de adaptação na interpretação dos resultados.

### 6.2.5 b\_agile no período analisado

Além das métricas operacionais analisadas por sprint, este estudo também considera os resultados da b\_agile como indicador de maturidade ágil das equipes. Diferentemente de métricas como força de trabalho, *velocity*, taxa de eficiência e aproveitamento do esforço planejado, a b\_agile não é registrada a cada sprint, mas aplicada em ciclos de avaliação mais amplos. No contexto analisado, as aplicações consideradas possuem periodicidade trimestral.

Por esse motivo, a análise da b\_agile não deve ser interpretada como equivalente à análise sprint a sprint das demais métricas. Enquanto os indicadores operacionais permitem observar variações ao longo das sprints SP06 a SP19, a b\_agile permite observar

a evolução da maturidade ágil em um horizonte temporal mais amplo. Assim, essa métrica será utilizada de forma complementar, com o objetivo de analisar se a divisão da equipe esteve associada a mudanças na forma como as equipes aplicavam e sustentavam práticas ágeis.

Foram considerados dois ciclos de avaliação anteriores à divisão, referentes à equipe original, e dois ciclos posteriores à divisão, referentes às equipes Alpha e Omega separadamente. A Tabela 31 apresenta a média geral das notas da b\_agile em cada ciclo analisado.

Tabela 31 – Média geral da b\_agile nos ciclos analisados

| Equipe          | Ciclo    | Média geral |
|-----------------|----------|-------------|
| Equipe original | Ciclo 14 | 7,42        |
| Equipe original | Ciclo 15 | 7,68        |
| Equipe Alpha    | Ciclo 16 | 7,55        |
| Equipe Alpha    | Ciclo 17 | 7,90        |
| Equipe Omega    | Ciclo 16 | 7,46        |
| Equipe Omega    | Ciclo 17 | 7,83        |

Observa-se que a equipe original apresentou evolução entre os ciclos anteriores à divisão, passando de média 7,42 no Ciclo 14 para 7,68 no Ciclo 15. Após a divisão, tanto a equipe Alpha quanto a equipe Omega também apresentaram evolução entre os ciclos analisados. A Alpha passou de média 7,55 no Ciclo 16 para 7,90 no Ciclo 17, enquanto a Omega passou de 7,46 para 7,83 no mesmo intervalo.

Considerando a média dos dois ciclos anteriores à divisão, a equipe original apresentou média geral de 7,55. No período posterior, a equipe Alpha apresentou média de 7,73, enquanto a equipe Omega apresentou média de 7,65. Esses resultados indicam que, mesmo após a reorganização da equipe original em duas equipes menores, a maturidade ágil não apresentou queda geral. Pelo contrário, as médias posteriores permaneceram próximas ou superiores à média da equipe original.

A Tabela 32 apresenta a média das notas por seção da b\_agile, considerando os ciclos anteriores da equipe original e os ciclos posteriores das equipes Alpha e Omega.

Tabela 32 – Média da b\_agile por seção

| Seção                           | Equipe original | Alpha | Omega |
|---------------------------------|-----------------|-------|-------|
| Segurança como um pré-requisito | 7,68            | 7,73  | 7,65  |
| Experimente e aprenda rápido    | 7,53            | 7,70  | 7,63  |
| Valor a todo instante           | 7,46            | 7,63  | 7,50  |
| Pessoas sensacionais            | 7,55            | 7,88  | 7,85  |

A seção com maior destaque após a divisão foi “Pessoas sensacionais”. A equipe original apresentava média 7,55 nessa seção, enquanto Alpha e Omega apresentaram médias de 7,88

e 7,85, respectivamente. Esse resultado é relevante porque essa seção envolve aspectos relacionados a comunicação, motivação, autonomia, melhoria contínua e colaboração. A melhora observada nessa dimensão sugere que, após a divisão, as equipes resultantes conseguiram fortalecer elementos importantes da dinâmica ágil, mesmo atuando separadamente.

Entre as categorias com maior evolução após a divisão, destacam-se comunicação, autonomia e auto-organização e kaizen – melhoria contínua. Na equipe Alpha, a categoria comunicação passou de 7,75 no Ciclo 16 para 9,00 no Ciclo 17, enquanto kaizen – melhoria contínua passou de 7,50 para 9,25. Na equipe Omega, comunicação passou de 7,25 para 8,75, autonomia e auto-organização passou de 7,75 para 9,25 e kaizen – melhoria contínua passou de 7,50 para 9,00.

Figura 6 – Comparação da b\_agile entre a equipe original e as equipes Alpha e Omega



Fonte: Autor (2026)

Esses resultados são importantes porque dialogam diretamente com uma das motivações da divisão: reduzir dificuldades de coordenação e facilitar a organização do trabalho em equipes menores. Embora não seja possível afirmar causalidade direta, os dados sugerem que, após a divisão, as equipes apresentaram evolução em categorias relacionadas à colaboração, autonomia e melhoria contínua.

Outro ponto de destaque é a categoria métricas. A equipe original apresentou uma nota baixa no Ciclo 14, com 4,25, mas evoluiu para 8,00 no Ciclo 15. Após a divisão, as equipes Alpha e Omega mantiveram notas próximas ou superiores nessa categoria, com Alpha passando de 7,25 para 7,75 e Omega mantendo 8,00 nos ciclos 16 e 17. Isso indica que a prática de acompanhamento por métricas já havia sido fortalecida antes da divisão e permaneceu relevante nas equipes resultantes.

Por outro lado, algumas categorias apresentaram redução ou pontos de atenção após a divisão. A categoria ritmo das sprints, por exemplo, possuía nota 8,00 nos dois ciclos da equipe original, mas apresentou médias menores nas equipes resultantes. A Alpha passou de 6,75 para 7,50, enquanto a Omega passou de 7,00 para 7,25. Esse comportamento pode indicar que, mesmo sem um período formal de adaptação, as novas equipes precisaram ajustar sua cadência de trabalho após a reorganização.

Também se observam reduções relativas em categorias como qualidade E2E, entrega frequente e colaboração e interdisciplinaridade, quando comparadas à média da equipe original. Esses pontos sugerem que a divisão pode ter gerado desafios específicos relacionados à consolidação dos novos fluxos, à colaboração entre papéis e à manutenção de determinadas práticas de entrega. No entanto, em muitos desses casos, as notas permaneceram em patamares intermediários ou altos, indicando que não houve perda acentuada de maturidade.

Ao comparar Alpha e Omega, observa-se que as duas equipes apresentaram evolução entre os ciclos 16 e 17. A Alpha teve média geral ligeiramente superior à Omega, mas a diferença entre as equipes foi pequena. Esse resultado sugere que, apesar das diferenças de composição e senioridade descritas anteriormente, ambas conseguiram evoluir em maturidade ágil no período posterior à divisão.

A análise da b\_agile complementa os resultados das métricas operacionais. Enquanto os dados de força de trabalho, *velocity*, taxa de eficiência e aproveitamento do esforço planejado mostram o comportamento quantitativo das equipes nas sprints, a b\_agile permite observar aspectos relacionados à forma como as equipes sustentaram práticas ágeis após a reorganização. De modo geral, os resultados indicam que a divisão não esteve associada a uma queda geral de maturidade ágil. Pelo contrário, as equipes resultantes mantiveram ou elevaram suas médias gerais, com destaque para a evolução em comunicação, autonomia e melhoria contínua.

Assim, os dados da *b\_agile* sugerem que, embora a divisão tenha gerado mudanças estruturais relevantes, as equipes Alpha e Omega conseguiram consolidar práticas ágeis em seus novos contextos de atuação. Essa leitura é importante para o estudo de caso, pois mostra que a análise da divisão não deve considerar apenas produtividade e eficiência, mas também a capacidade das equipes de manter e desenvolver sua maturidade ágil após a reorganização.

### 6.3 Síntese comparativa entre os períodos

Esta seção apresenta uma síntese comparativa entre o período anterior e o período posterior à divisão da equipe. O objetivo é consolidar os principais resultados observados nas métricas analisadas, permitindo comparar a equipe original com a estrutura resultante formada pelas equipes Alpha e Omega.

Para força de trabalho, esforço planejado e *velocity*, a agregação foi realizada pela soma dos valores das equipes Alpha e Omega em cada sprint. Para a taxa de eficiência, o valor agregado foi calculado pela relação entre a *velocity* agregada e a força de trabalho agregada. Para o aproveitamento do esforço planejado, foi utilizado o aproveitamento ponderado pelo esforço planejado de cada equipe, evitando distorções causadas por médias simples de percentuais.

#### 6.3.1 Comparação agregada antes e depois da divisão

A Tabela 33 apresenta os valores consolidados das principais métricas analisadas nos períodos anterior e posterior à divisão.

Tabela 33 – Comparação agregada entre os períodos anterior e posterior à divisão

| Métrica                             | Total antes | Média antes | Total depois | Média depois |
|-------------------------------------|-------------|-------------|--------------|--------------|
| Força de trabalho real              | 2502,4h     | 357,49h     | 2866h        | 409,43h      |
| Esforço planejado                   | 351         | 50,14       | 403          | 57,57        |
| <i>Velocity</i>                     | 357         | 51,00       | 395,83       | 56,55        |
| Taxa de eficiência                  | –           | 0,1421      | –            | 0,1388       |
| Aproveitamento do esforço planejado | –           | 83,48%      | –            | 88,25%       |

A força de trabalho real apresentou aumento no período posterior à divisão. Antes da reorganização, a equipe original acumulou 2502,4 horas de força de trabalho real ao longo das sete sprints analisadas, com média de 357,49 horas por sprint. Após a divisão, considerando a soma das equipes Alpha e Omega, a força de trabalho total passou para 2866 horas, com média de 409,43 horas por sprint.

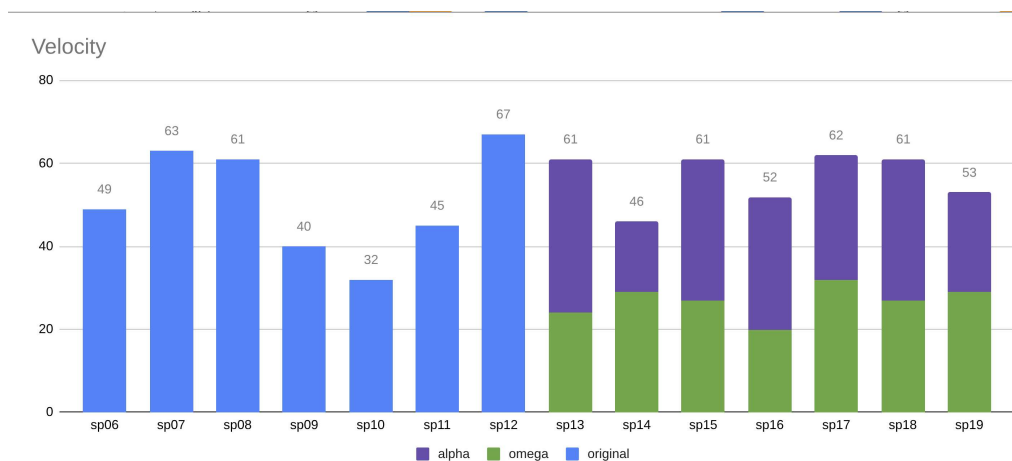
Esse aumento indica que, no período posterior, havia maior capacidade real disponível para desenvolvimento e QA. Essa informação é central para a interpretação das

demais métricas, pois um aumento no volume absoluto de entrega pode estar relacionado ao aumento da capacidade disponível, e não necessariamente a uma melhora proporcional de produtividade.

O esforço planejado também aumentou após a divisão. No período anterior, a equipe original planejou 351 dias de esforço, com média de 50,14 por sprint. No período posterior, Alpha e Omega planejaram, de forma agregada, 403 dias de esforço, com média de 57,57 por sprint. Esse aumento é próximo ao crescimento da força de trabalho real, sugerindo que o planejamento das equipes resultantes acompanhou a maior capacidade disponível.

A *velocity* apresentou crescimento em termos absolutos. Antes da divisão, a equipe original entregou 357 dias de esforço, com média de 51,00 por sprint. Após a divisão, as equipes Alpha e Omega entregaram, de forma agregada, 395,83 dias de esforço, com média de 56,55 por sprint. Portanto, a estrutura resultante da divisão apresentou maior volume médio de entrega.

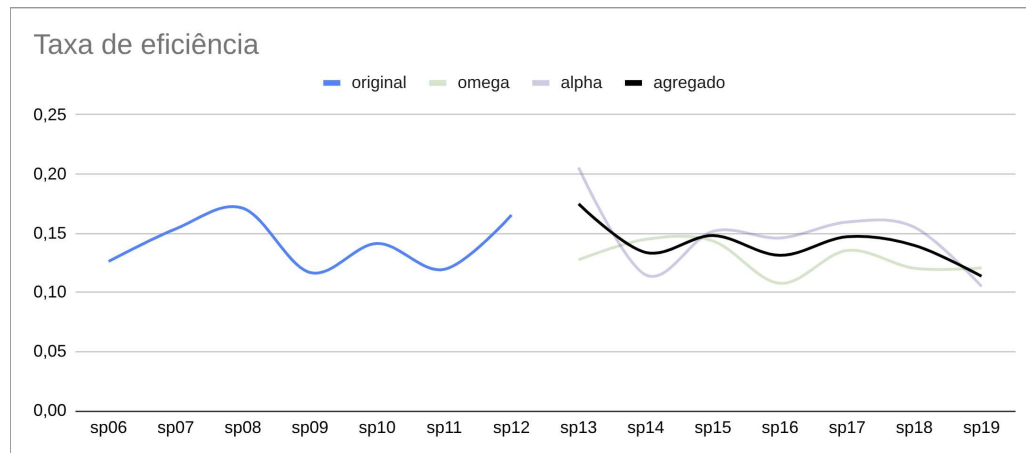
Figura 7 – *Velocity* das equipes



Fonte: Autor (2026)

Entretanto, a taxa de eficiência apresentou leve redução. A média passou de 0,1421 no período anterior para 0,1388 no período posterior. Esse resultado indica que, embora a entrega absoluta tenha aumentado, esse aumento não acompanhou integralmente o crescimento da força de trabalho real. Em outras palavras, a estrutura após a divisão entregou mais em termos absolutos, mas com uma eficiência média ligeiramente menor quando a entrega é normalizada pela capacidade disponível.

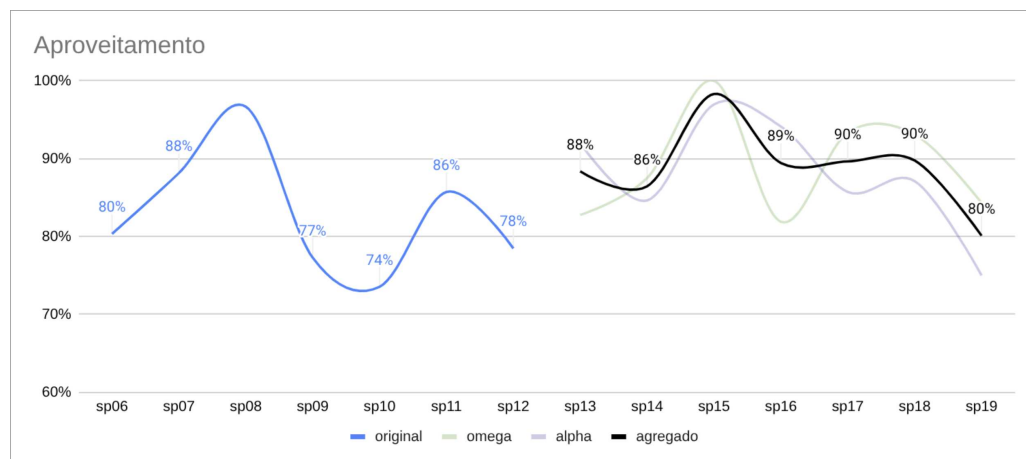
Figura 8 – Taxa de eficiência das equipes



Fonte: Autor (2026)

Por outro lado, o aproveitamento do esforço planejado apresentou melhora. Considerando o aproveitamento ponderado pelo esforço planejado, a equipe original apresentou 83,48% no período anterior. Após a divisão, o aproveitamento agregado das equipes Alpha e Omega foi de 88,25%. Esse resultado sugere maior aderência entre planejamento e entrega no período posterior à divisão.

Figura 9 – Aproveitamento do esforço planejado



Fonte: Autor (2026)

De forma geral, a comparação agregada mostra que a divisão esteve associada a maior força de trabalho real, maior esforço planejado, maior *velocity* e maior aproveitamento do esforço planejado. No entanto, a taxa de eficiência não aumentou, apresentando leve redução. Esse resultado indica que a análise da divisão não deve considerar apenas o aumento absoluto das entregas, mas também a relação entre entrega e capacidade disponível.

### 6.3.2 Variações absolutas e relativas das métricas

A Tabela 34 apresenta as variações absolutas e relativas das métricas entre o período anterior e o período posterior à divisão.

Tabela 34 – Variações absolutas e relativas das métricas analisadas

| Métrica                  | Antes   | Depois  | Variação absoluta | Variação relativa |
|--------------------------|---------|---------|-------------------|-------------------|
| Força de trabalho média  | 357,49h | 409,43h | +51,94h           | +14,53%           |
| Esforço planejado médio  | 50,14   | 57,57   | +7,43             | +14,81%           |
| Velocity média           | 51,00   | 56,55   | +5,55             | +10,88%           |
| Taxa de eficiência média | 0,1421  | 0,1388  | -0,0033           | -2,32%            |
| Aproveitamento ponderado | 83,48%  | 88,25%  | +4,77 p.p.        | +5,72%            |

A maior variação relativa positiva ocorreu no esforço planejado médio, que aumentou 14,81%. Esse aumento foi muito próximo ao crescimento da força de trabalho média, que foi de 14,53%. Essa proximidade indica que o planejamento das equipes resultantes foi ajustado de acordo com a maior capacidade real disponível no período posterior.

A *velocity* média aumentou 10,88%, passando de 51,00 para 56,55 dias de esforço entregues por sprint. Embora esse crescimento indique maior entrega absoluta após a divisão, ele foi inferior ao crescimento da força de trabalho. Isso sugere que o aumento de capacidade não foi convertido integralmente em aumento proporcional de entrega.

Essa interpretação é reforçada pela taxa de eficiência, que apresentou redução de 2,32%. A queda é pequena, mas relevante para a análise, pois mostra que o aumento de *velocity* deve ser interpretado com cautela. Sem considerar a força de trabalho, poderia parecer que a produtividade aumentou de forma direta após a divisão. No entanto, ao normalizar a entrega pela capacidade disponível, observa-se que a eficiência média permaneceu praticamente estável, com leve redução.

O aproveitamento do esforço planejado apresentou crescimento de 4,77 pontos percentuais, passando de 83,48% para 88,25%. Esse resultado indica melhora na aderência entre planejamento e entrega. Assim, mesmo que a eficiência média não tenha aumentado, o período posterior apresentou maior previsibilidade em relação ao cumprimento do esforço planejado.

Esses resultados sugerem uma interpretação equilibrada da divisão. A reorganização esteve associada a maior capacidade disponível e maior entrega absoluta, além de melhor aproveitamento do planejamento. Entretanto, a produtividade normalizada pela força de trabalho não apresentou crescimento proporcional. Portanto, a divisão parece ter contribuído mais claramente para ampliar a capacidade de planejamento e entrega total do que para aumentar a eficiência média da estrutura como um todo.

### 6.3.3 Estabilidade e dispersão dos resultados

Além das médias e variações absolutas, também é importante observar a estabilidade dos resultados ao longo das sprints. Para isso, foram analisados o desvio padrão e o coeficiente de variação das métricas nos períodos anterior e posterior à divisão. O desvio padrão indica a dispersão dos valores em relação à média, enquanto o coeficiente de variação permite comparar a variabilidade relativa entre métricas com escalas diferentes.

A Tabela 35 apresenta os valores de dispersão calculados para as métricas analisadas.

Tabela 35 – Dispersão das métricas nos períodos anterior e posterior à divisão

| Métrica                             | DP antes | CV antes | DP depois | CV depois |
|-------------------------------------|----------|----------|-----------|-----------|
| Força de trabalho real              | 58,26    | 16,30%   | 38,37     | 9,37%     |
| Esforço planejado                   | 13,64    | 27,21%   | 7,63      | 13,26%    |
| <i>Velocity</i>                     | 12,08    | 23,69%   | 5,80      | 10,25%    |
| Taxa de eficiência                  | 0,0205   | 14,39%   | 0,0154    | 11,12%    |
| Aproveitamento do esforço planejado | 7,28     | 8,78%    | 5,15      | 5,83%     |

Os resultados indicam que o período posterior à divisão apresentou menor dispersão em todas as métricas analisadas. A força de trabalho real, por exemplo, teve coeficiente de variação reduzido de 16,30% para 9,37%. Esse resultado sugere maior estabilidade na capacidade disponível após a divisão. No período anterior, a força de trabalho foi impactada por ausências concentradas em algumas sprints, especialmente SP08, SP09 e SP10, o que contribuiu para maior variação.

O esforço planejado também apresentou redução expressiva na dispersão. O coeficiente de variação passou de 27,21% antes da divisão para 13,26% depois. Isso indica que o planejamento se tornou mais estável no período posterior. Essa estabilidade pode estar relacionada à divisão em equipes menores, à separação mais clara dos módulos de responsabilidade e à maior capacidade de cada equipe planejar seu próprio escopo de trabalho.

A *velocity* apresentou comportamento semelhante. O coeficiente de variação foi reduzido de 23,69% para 10,25%, mostrando que a entrega se tornou mais estável após a divisão. Embora a eficiência média não tenha aumentado, a menor dispersão da *velocity* indica que as equipes resultantes mantiveram um ritmo de entrega mais regular ao longo das sprints analisadas.

A taxa de eficiência também se tornou ligeiramente mais estável, com redução do coeficiente de variação de 14,39% para 11,12%. Essa redução mostra que, mesmo com leve queda na média da eficiência, os resultados do período posterior oscilaram menos entre as sprints. Assim, a estrutura resultante apresentou menor variação na relação entre entrega e capacidade disponível.

O aproveitamento do esforço planejado apresentou a menor dispersão relativa entre as métricas analisadas, especialmente no período posterior. O coeficiente de variação passou de 8,78% para 5,83%. Esse resultado reforça a interpretação de que, após a divisão, houve maior estabilidade na relação entre esforço planejado e esforço entregue.

De forma geral, a análise de estabilidade e dispersão complementa a comparação das médias. Embora a divisão não tenha resultado em aumento da taxa de eficiência média, os dados indicam maior regularidade após a reorganização. A estrutura formada por Alpha e Omega apresentou maior estabilidade na capacidade disponível, no esforço planejado, na entrega, na eficiência e no aproveitamento do planejamento.

Essa estabilidade é um achado relevante do estudo de caso. Ela sugere que a divisão pode ter contribuído para tornar o funcionamento das equipes mais previsível, mesmo sem gerar aumento proporcional de eficiência. Em outras palavras, após a reorganização, os indicadores passaram a oscilar menos entre as sprints, o que pode representar um ganho em termos de planejamento, acompanhamento e gestão do trabalho.

## 6.4 Comparação entre as equipes no período pós-divisão

Após a divisão da equipe original, as equipes Alpha e Omega passaram a atuar separadamente a partir da sprint SP13. Embora ambas tenham surgido a partir da mesma equipe original, suas composições não eram equivalentes em termos de senioridade, distribuição de papéis, liderança técnica e experiência acumulada. Por esse motivo, além da comparação agregada entre os períodos anterior e posterior à divisão, também é necessário analisar separadamente o comportamento das equipes resultantes.

A Tabela 36 apresenta a comparação das principais métricas das equipes Alpha e Omega no período posterior à divisão, considerando as sprints SP13 a SP19.

Tabela 36 – Comparação entre as equipes Alpha e Omega no período pós-divisão

| Métrica                             | Total Alpha | Média Alpha | Total Omega | Média Omega |
|-------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Força de trabalho real              | 1406h       | 200,86h     | 1460h       | 208,57h     |
| Esforço planejado                   | 201         | 28,71       | 202         | 28,86       |
| <i>Velocity</i>                     | 208         | 29,71       | 187,83      | 26,83       |
| Taxa de eficiência                  | –           | 0,1483      | –           | 0,1287      |
| Aproveitamento do esforço planejado | –           | 87,64%      | –           | 88,86%      |

Observa-se que as equipes Alpha e Omega apresentaram volumes de esforço planejado praticamente equivalentes. A Alpha planejou 201 dias de esforço no período analisado, enquanto a Omega planejou 202 dias. As médias por sprint também foram muito próximas,

com 28,71 para Alpha e 28,86 para Omega. Esse dado indica que, do ponto de vista do planejamento, as duas equipes trabalharam com volumes semelhantes de esforço planejado.

Entretanto, a força de trabalho real apresentou pequena diferença. A Alpha acumulou 1406 horas de força de trabalho real, com média de 200,86 horas por sprint, enquanto a Omega acumulou 1460 horas, com média de 208,57 horas por sprint. Assim, a Omega teve aproximadamente 3,7% mais força de trabalho média disponível que a Alpha.

Apesar de possuir menor força de trabalho média, a Alpha apresentou maior *velocity*. Ao longo das sete sprints analisadas, a Alpha entregou 208 dias de esforço, com média de 29,71 por sprint. A Omega, por sua vez, entregou 187,83 dias, com média de 26,83 por sprint. Isso significa que a Alpha apresentou uma *velocity* média aproximadamente 10,74% superior à da Omega.

Essa diferença também aparece na taxa de eficiência. A Alpha apresentou média de 0,1483, enquanto a Omega apresentou média de 0,1287. Dessa forma, a taxa de eficiência média da Alpha foi aproximadamente 15,27% superior à da Omega. Esse resultado indica que, no período posterior à divisão, a Alpha entregou mais esforço por unidade de força de trabalho disponível.

Por outro lado, a Omega apresentou aproveitamento do esforço planejado ligeiramente superior. O aproveitamento ponderado da Omega foi de 88,86%, enquanto o da Alpha foi de 87,64%. A diferença é pequena, mas sugere que a Omega teve maior aderência ao esforço planejado, mesmo apresentando menor *velocity* e menor taxa de eficiência.

#### 6.4.1 Desempenho da equipe Alpha

A equipe Alpha apresentou maior *velocity* total e maior taxa de eficiência média no período posterior à divisão. Sua *velocity* variou entre 17 e 37 dias de esforço por sprint, com média de 29,71. O maior valor ocorreu na SP13, primeira sprint após a divisão, quando a equipe entregou 37 dias de esforço. Já o menor valor ocorreu na SP14, com dezessete dias.

A taxa de eficiência da Alpha variou entre 0,1053 e 0,2056. O maior valor também ocorreu na SP13, enquanto o menor ocorreu na SP19. A SP13 se destaca como uma sprint de alta eficiência, pois a equipe apresentou a maior *velocity* do período mesmo com força de trabalho real de 180 horas. Por outro lado, a SP19 apresentou queda na eficiência, com força de trabalho de 228 horas e *velocity* de 24 dias.

O comportamento da Alpha mostra maior capacidade de entrega em comparação à Omega, mesmo com menor força de trabalho média. Esse resultado pode estar relacionado à composição da equipe. A Alpha manteve parte importante do núcleo mais experiente da equipe original, incluindo o Tech Lead sênior, um desenvolvedor pleno, o QA sênior e um QA bolsista. Essa configuração preservou conhecimento técnico, conhecimento do produto e experiência no processo de trabalho.

No entanto, a Alpha também apresentou maior oscilação em algumas métricas. A variação da *velocity* entre SP13 e SP14, por exemplo, foi expressiva, passando de 37 para 17 dias de esforço. A taxa de eficiência também apresentou maior dispersão em comparação à Omega. Isso indica que, embora a Alpha tenha apresentado melhor desempenho médio em entrega e eficiência, seus resultados oscilaram mais ao longo das sprints.

Quanto ao aproveitamento do esforço planejado, a Alpha apresentou aproveitamento ponderado de 87,64%. Seus valores variaram entre 75,00% e 96,97%. O melhor resultado ocorreu na SP15, enquanto o menor ocorreu na SP19. Esse comportamento indica que a equipe manteve bom nível de aderência ao planejamento na maior parte do período, mas com queda relevante na última sprint analisada.

De forma geral, a Alpha apresentou maior produtividade normalizada e maior volume de entrega, o que sugere que a concentração de membros experientes pode ter contribuído para maior eficiência operacional. Ainda assim, a maior variabilidade dos resultados indica que a equipe também enfrentou oscilações importantes ao longo do período pós-divisão.

#### 6.4.2 Desempenho da equipe Omega

A equipe Omega apresentou menor *velocity* média e menor taxa de eficiência média em comparação à Alpha, apesar de possuir maior força de trabalho real média no período posterior à divisão. Sua *velocity* variou entre 19,83 e 32 dias de esforço por sprint, com média de 26,83. O maior valor ocorreu na SP17, enquanto o menor ocorreu na SP16.

A taxa de eficiência da Omega variou entre 0,1078 e 0,1450. O maior valor ocorreu na SP14, enquanto o menor ocorreu na SP16. Em comparação à Alpha, a Omega apresentou menor eficiência média, mas seus resultados foram mais estáveis. A variação da *velocity* e da taxa de eficiência foi menor, indicando um comportamento mais regular ao longo das sprints analisadas.

O desempenho da Omega deve ser interpretado considerando sua composição após a divisão. A equipe passou a contar com um desenvolvedor pleno promovido ao papel de Tech Lead, um QA júnior e dois desenvolvedores bolsistas. Dessa forma, a Omega passou por um processo de consolidação de nova liderança técnica e de redistribuição de responsabilidades de mentoria, especialmente em relação aos bolsistas.

Esse contexto pode ajudar a explicar a menor taxa de eficiência média da equipe. Parte da capacidade disponível pode ter sido direcionada a atividades de orientação, acompanhamento técnico e consolidação da nova dinâmica de trabalho. Além disso, o novo Tech Lead passou a assumir responsabilidades que anteriormente estavam concentradas no Tech Lead da equipe original.

Apesar disso, a Omega apresentou aproveitamento do esforço planejado ligeiramente

superior ao da Alpha. Seu aproveitamento ponderado foi de 88,86%, com valores variando entre 81,88% e 100,00%. O melhor resultado ocorreu na SP15, quando a equipe atingiu 100,00% de aproveitamento. Esse dado indica boa aderência ao planejamento, mesmo com menor entrega absoluta e menor eficiência.

A Omega também apresentou esforço planejado muito próximo ao da Alpha. Ao longo do período posterior, a equipe planejou 202 dias de esforço, praticamente o mesmo volume planejado pela Alpha. No entanto, sua *velocity* total foi menor, com 187,83 dias entregues. Essa diferença indica que, embora o planejamento das duas equipes tenha sido semelhante em volume, a conversão desse planejamento em esforço entregue foi diferente.

De forma geral, a Omega apresentou comportamento mais estável, com melhor aproveitamento do esforço planejado, mas menor entrega e menor eficiência. Essa combinação sugere uma equipe com boa aderência ao planejamento, porém ainda em processo de consolidação de sua capacidade produtiva após a divisão.

### 6.4.3 Leitura comparativa das equipes resultantes

A comparação entre Alpha e Omega mostra que as equipes resultantes tiveram comportamentos distintos no período pós-divisão. Embora tenham planejado praticamente o mesmo volume de esforço, a Alpha apresentou maior *velocity* e maior taxa de eficiência, enquanto a Omega apresentou aproveitamento do esforço planejado ligeiramente superior e menor dispersão nos resultados.

Essas diferenças indicam que a divisão da equipe original não produziu dois times equivalentes em termos de desempenho operacional. A Alpha concentrou maior senioridade e manteve parte significativa do núcleo experiente da equipe original. Esse fator pode ter contribuído para sua maior capacidade de entrega e maior eficiência. A Omega, por outro lado, iniciou o período posterior com uma nova liderança técnica e maior necessidade de mentoria, especialmente em razão da presença de bolsistas em sua composição.

A Tabela 37 apresenta a dispersão das principais métricas das equipes Alpha e Omega no período posterior à divisão.

Tabela 37 – Dispersão das métricas das equipes Alpha e Omega

| Métrica                             | DP Alpha | CV Alpha | DP Omega | CV Omega |
|-------------------------------------|----------|----------|----------|----------|
| Força de trabalho real              | 27,58    | 13,73%   | 22,37    | 10,72%   |
| Esforço planejado                   | 6,67     | 23,23%   | 3,52     | 12,21%   |
| <i>Velocity</i>                     | 6,43     | 21,64%   | 3,65     | 13,60%   |
| Taxa de eficiência                  | 0,0303   | 20,45%   | 0,0126   | 9,75%    |
| Aproveitamento do esforço planejado | 6,77     | 7,69%    | 6,22     | 6,99%    |

Os dados de dispersão mostram que a Alpha apresentou maior variabilidade em todas as métricas analisadas. A diferença é especialmente visível na taxa de eficiência, cujo coeficiente de variação foi de 20,45% na Alpha e 9,75% na Omega. Isso reforça a leitura de que a Alpha teve maior desempenho médio, mas com maior oscilação entre as sprints.

A Omega, por sua vez, apresentou maior estabilidade relativa. Seus coeficientes de variação foram menores em força de trabalho, esforço planejado, *velocity*, taxa de eficiência e aproveitamento. Isso indica que, embora tenha apresentado menor entrega e menor eficiência média, a equipe manteve comportamento mais regular ao longo do período analisado.

Assim, a comparação entre as equipes resultantes aponta para uma diferença importante: a Alpha foi mais produtiva em termos de entrega e eficiência, enquanto a Omega foi mais estável e ligeiramente mais aderente ao planejamento. Essa leitura reforça a necessidade de interpretar os indicadores à luz da composição das equipes. A senioridade, a distribuição de conhecimento, a presença de uma nova liderança técnica e o papel de mentoria aos bolsistas são elementos fundamentais para compreender os resultados observados.

Portanto, a análise comparativa entre Alpha e Omega mostra que a divisão da equipe original gerou duas unidades com características distintas. A comparação agregada permite observar o comportamento geral após a divisão, mas a análise individual revela que os resultados foram distribuídos de forma desigual entre as equipes. Esse achado é relevante para o estudo de caso, pois demonstra que mudanças estruturais em equipes ágeis devem ser analisadas não apenas pela média geral dos indicadores, mas também pelas diferenças internas entre os times resultantes.

## 6.5 Discussão dos resultados

Esta seção discute os principais resultados obtidos na execução do estudo de caso, relacionando-os às questões de análise definidas no planejamento. A discussão considera tanto os resultados quantitativos das métricas operacionais quanto os elementos contextuais associados à divisão da equipe, como composição dos times, distribuição de senioridade, redistribuição de papéis, preparação para a divisão e evolução da maturidade ágil.

De forma geral, os dados indicam que a divisão da equipe esteve associada a aumento da capacidade disponível, aumento do esforço planejado, maior volume absoluto de entrega e melhora no aproveitamento do esforço planejado. Entretanto, a taxa de eficiência média apresentou leve redução, indicando que o aumento da entrega não ocorreu na mesma proporção do aumento da força de trabalho. Além disso, a análise individual das equipes resultantes mostrou diferenças relevantes entre Alpha e Omega, principalmente

em relação à eficiência, estabilidade e aderência ao planejamento.

### 6.5.1 Síntese das respostas às questões de análise

**A primeira questão de análise** buscava compreender como a força de trabalho variou entre o período anterior e o período posterior à divisão. Os dados mostram que a força de trabalho real média aumentou de 357,49 horas por sprint, no período anterior, para 409,43 horas por sprint, no período posterior. Isso representa um crescimento de 14,53%. Portanto, a estrutura formada pelas equipes Alpha e Omega passou a contar com maior capacidade real disponível de desenvolvimento e QA.

Esse resultado é importante porque influencia diretamente a interpretação das demais métricas. Como a força de trabalho aumentou após a divisão, o crescimento de indicadores absolutos de entrega não pode ser interpretado isoladamente como aumento de produtividade. É necessário considerar se a entrega cresceu proporcionalmente à capacidade disponível.

**A segunda questão de análise** tratava do comportamento dos indicadores de entrega antes e depois da divisão. A *velocity* média passou de 51,00 dias de esforço por sprint para 56,55 dias por sprint, representando aumento de 10,88%. Assim, em termos absolutos, a estrutura resultante da divisão entregou mais esforço médio por sprint do que a equipe original.

Entretanto, esse aumento foi inferior ao crescimento da força de trabalho. Enquanto a capacidade real aumentou 14,53%, a *velocity* aumentou 10,88%. Isso indica que a entrega cresceu após a divisão, mas não na mesma proporção da capacidade disponível. Dessa forma, a análise dos indicadores de entrega aponta para ganho em volume absoluto, mas não necessariamente para ganho proporcional de produtividade.

**A terceira questão de análise** estava relacionada ao fluxo de trabalho. Inicialmente, essa dimensão seria observada por meio de métricas como *cycle time*; contudo, durante a execução do estudo, verificou-se que os dados necessários para esse cálculo não estavam disponíveis. Por esse motivo, o fluxo de trabalho não pôde ser analisado diretamente por meio de métricas específicas de tempo de fluxo.

Apesar disso, alguns resultados oferecem indícios indiretos sobre a organização do trabalho. A redução da dispersão da *velocity*, do esforço planejado e do aproveitamento do esforço planejado sugere maior regularidade no funcionamento das equipes após a divisão. Além disso, a b\_agile indicou evolução em categorias como comunicação, autonomia e melhoria contínua, ainda que a categoria ritmo das sprints tenha aparecido como ponto de atenção. Portanto, embora o fluxo não tenha sido medido diretamente, os resultados sugerem maior estabilidade operacional no período posterior.

**A quarta questão de análise** buscava compreender como a eficiência variou após

a divisão, considerando a relação entre trabalho entregue e força de trabalho disponível. A taxa de eficiência média passou de 0,1421 no período anterior para 0,1388 no período posterior, representando redução de 2,32%. Essa queda é pequena, mas relevante, pois mostra que o aumento da entrega absoluta não foi acompanhado por aumento proporcional da produtividade normalizada.

Ao analisar as equipes separadamente, observa-se diferença importante entre Alpha e Omega. A Alpha apresentou taxa de eficiência média de 0,1483, enquanto a Omega apresentou média de 0,1287. Isso indica que a Alpha entregou mais esforço por unidade de força de trabalho disponível. Essa diferença pode estar relacionada à composição das equipes, pois a Alpha manteve maior concentração de membros experientes da equipe original.

**A quinta questão de análise** tratava do aproveitamento do esforço planejado. Nesse indicador, observou-se melhora no período posterior à divisão. O aproveitamento ponderado passou de 83,48% antes da divisão para 88,25% depois da divisão, representando aumento de 4,77 pontos percentuais. Esse resultado sugere maior aderência entre planejamento e entrega após a reorganização.

Essa melhora é um dos achados mais relevantes do estudo, pois indica que, mesmo sem aumento proporcional da eficiência, as equipes passaram a cumprir uma parcela maior do esforço planejado. Assim, a divisão parece ter contribuído para maior previsibilidade do planejamento, possivelmente por permitir que equipes menores organizassem seus escopos de forma mais direcionada.

**A sexta questão de análise** considerava a maturidade ágil. Os resultados da *b\_agile* indicam que não houve queda geral de maturidade após a divisão. A equipe original apresentou média geral de 7,55 considerando os dois ciclos anteriores à divisão. Após a reorganização, a Alpha apresentou média de 7,73 e a Omega média de 7,65. Assim, as equipes resultantes mantiveram ou elevaram ligeiramente suas médias gerais de maturidade ágil.

Além disso, foram observadas evoluções em categorias importantes, como comunicação, autonomia e auto-organização, e kaizen – melhoria contínua. Esses resultados dialogam com uma das motivações da divisão, que era reduzir dificuldades de coordenação em uma equipe maior. Ainda assim, algumas categorias, como ritmo das sprints e colaboração e interdisciplinaridade, apresentaram pontos de atenção, indicando que a reorganização também trouxe desafios para a consolidação das novas dinâmicas de trabalho.

Por fim, **a sétima questão de análise** buscava identificar diferenças entre Alpha e Omega no período posterior à divisão. Os resultados mostram que as equipes não apresentaram comportamento equivalente. A Alpha teve maior *velocity*, maior taxa de eficiência e maior produtividade normalizada, mesmo com força de trabalho média ligeiramente

menor. A Omega, por outro lado, apresentou maior estabilidade relativa e aproveitamento do esforço planejado ligeiramente superior.

Essa diferença reforça que a divisão de uma equipe ágil não deve ser analisada apenas como uma separação numérica de membros. A composição das equipes, a senioridade, a distribuição de conhecimento e a formação de novas lideranças técnicas influenciaram o comportamento dos indicadores. A Alpha preservou parte maior do núcleo experiente da equipe original, enquanto a Omega passou por um processo de consolidação de uma nova liderança técnica e maior necessidade de mentoria de bolsistas.

### 6.5.2 Interpretação à luz do contexto organizacional

Os resultados obtidos precisam ser interpretados considerando o contexto em que a divisão ocorreu. A equipe original já possuía um núcleo experiente e consolidado, com membros que atuavam juntos há um período significativo. Esse fator indica que a divisão não partiu de uma equipe instável ou recém-formada, mas de um time com conhecimento acumulado sobre o produto, domínio do processo de trabalho e familiaridade entre os integrantes.

As motivações para a divisão também ajudam a interpretar os resultados. A reorganização ocorreu em um contexto de interesse em ampliar a capacidade de desenvolvimento simultâneo de módulos, formar novos bolsistas e reduzir dificuldades de coordenação de uma equipe em crescimento. Assim, a divisão não teve apenas o objetivo de reduzir o tamanho de uma equipe, mas também de permitir expansão, especialização de responsabilidades e melhor organização do trabalho.

A preparação para a divisão também foi relevante. A concentração de férias em sprints anteriores à reorganização, especialmente SP08, SP09 e SP10, pode ter reduzido a força de trabalho do período anterior e contribuído para maior dispersão dos indicadores antes da divisão. Essa decisão, entretanto, fazia sentido no contexto organizacional, pois a equipe original ainda possuía maior redundância entre papéis. Após a divisão, essa redundância seria menor, e ausências poderiam ter impacto mais significativo nas equipes resultantes.

Esse aspecto ajuda a explicar por que o período posterior apresentou maior estabilidade em várias métricas. A força de trabalho, o esforço planejado, a *velocity*, a taxa de eficiência e o aproveitamento do esforço planejado apresentaram menor coeficiente de variação após a divisão. Portanto, embora a eficiência média não tenha aumentado, os resultados sugerem que o funcionamento das equipes se tornou mais regular.

A divisão clara dos módulos desde a SP13 também contribui para a interpretação dos resultados. Como as equipes já iniciaram o período posterior com responsabilidades definidas, não houve uma fase formal de transição separada da execução das sprints. Isso pode ter favorecido a continuidade do trabalho, mesmo com a mudança estrutural. Ao

mesmo tempo, a reorganização exigiu novos ajustes internos, como a redistribuição de responsabilidades, a adaptação a novas composições e a consolidação de lideranças.

A diferença entre Alpha e Omega é um dos elementos mais importantes da interpretação. A Alpha concentrou maior senioridade, mantendo o Tech Lead sênior, um desenvolvedor pleno, o QA sênior e um QA bolsista. Essa composição preservou maior conhecimento técnico e maior experiência acumulada da equipe original. Isso ajuda a explicar sua maior *velocity* e maior taxa de eficiência no período posterior.

A Omega, por sua vez, assumiu uma configuração diferente. Um desenvolvedor pleno passou a exercer o papel de Tech Lead, assumindo responsabilidades de referência técnica e mentoria de bolsistas. Esse processo pode ter consumido parte da capacidade da equipe, especialmente nas primeiras sprints, pois a liderança técnica precisou ser consolidada ao mesmo tempo em que a equipe executava suas entregas. Ainda assim, a Omega apresentou maior estabilidade e aproveitamento do planejamento ligeiramente superior, indicando boa aderência ao escopo planejado.

A análise agregada mostra que a divisão esteve associada a aumento de capacidade, aumento de entrega absoluta e melhora no aproveitamento do planejamento. Porém, a queda leve da taxa de eficiência sugere que esses ganhos não se traduziram em maior produtividade proporcional à força de trabalho. Assim, o principal ganho observado não foi necessariamente eficiência, mas previsibilidade e estabilidade.

Esse resultado é coerente com o contexto da divisão. Equipes menores podem facilitar planejamento, alinhamento e coordenação, mas a redistribuição de conhecimento, a formação de novas lideranças e a perda de redundância entre papéis podem limitar ganhos imediatos de eficiência. Portanto, os resultados sugerem que a divisão trouxe benefícios organizacionais e de previsibilidade, mas também exigiu adaptação e redistribuição de responsabilidades.

A b\_agile complementa essa interpretação ao mostrar que a maturidade ágil das equipes foi mantida ou levemente ampliada após a divisão. A evolução em categorias relacionadas a comunicação, autonomia e melhoria contínua sugere que as equipes conseguiram sustentar práticas ágeis em suas novas configurações. Ao mesmo tempo, os pontos de atenção em ritmo das sprints e colaboração indicam que a divisão também gerou desafios para a estabilização da cadência e da interdisciplinaridade.

Dessa forma, os resultados não indicam uma conclusão simples de que a divisão melhorou ou piorou a produtividade. A leitura mais adequada é que a divisão alterou diferentes dimensões do trabalho de formas distintas: aumentou a capacidade e a entrega absoluta, melhorou o aproveitamento do planejamento e a estabilidade dos indicadores, manteve ou elevou a maturidade ágil, mas não aumentou proporcionalmente a eficiência agregada.

### 6.5.3 Limitações observadas na execução

Durante a execução do estudo de caso, foram observadas limitações que precisam ser consideradas na interpretação dos resultados. A primeira delas está relacionada à impossibilidade de estabelecer causalidade direta. Embora os dados comparem períodos antes e depois da divisão, não é possível afirmar que todas as variações observadas foram causadas exclusivamente pela reorganização da equipe. Outros fatores, como férias, variações de escopo, diferenças na complexidade das demandas e mudanças na composição dos times, também podem ter influenciado os indicadores.

Também há limitação quanto ao período analisado. Embora tenham sido utilizadas sete sprints antes e sete sprints depois da divisão, compondo janelas temporais equivalentes, esse recorte ainda é relativamente curto para avaliar efeitos de longo prazo. As primeiras sprints após a divisão podem refletir um momento de adaptação, enquanto efeitos mais consolidados poderiam aparecer em ciclos posteriores.

A comparação entre Alpha e Omega também apresenta limitações. As equipes resultantes não possuíam a mesma composição em termos de senioridade, experiência e distribuição de responsabilidades. A Alpha manteve maior concentração de membros experientes, enquanto a Omega passou a consolidar uma nova liderança técnica. Portanto, as diferenças entre as equipes não podem ser explicadas apenas pela divisão em si, mas também pelas características específicas de cada time.

Outra limitação está relacionada ao uso de métricas internas. As definições de força de trabalho, *velocity*, taxa de eficiência e aproveitamento do esforço planejado seguem o contexto do Laboratório Bridge. Embora isso seja adequado para analisar o caso em seu ambiente real, pode dificultar comparações diretas com outros estudos ou organizações que utilizam definições diferentes para métricas semelhantes.

A *b\_agile* também apresenta uma limitação temporal. Diferentemente das métricas operacionais, que foram analisadas por sprint, a *b\_agile* é aplicada em ciclos trimestrais. Dessa forma, sua análise não possui a mesma granularidade temporal dos demais indicadores. Por isso, os resultados de maturidade ágil devem ser interpretados como uma visão complementar e de horizonte mais amplo, e não como uma métrica diretamente comparável sprint a sprint.

Por fim, a análise não incluiu entrevistas ou questionários com os membros das equipes. Essa decisão foi coerente com o escopo quantitativo do estudo, mas limita a compreensão de aspectos subjetivos da reorganização, como percepção dos membros, satisfação, dificuldades individuais, conflitos ou aprendizados não registrados nas métricas. Esses aspectos poderiam complementar a análise em estudos futuros.

Apesar dessas limitações, a execução do estudo de caso permitiu observar uma situação real de divisão de equipe com base em dados históricos e métricas utilizadas

no próprio contexto organizacional. A análise evidencia que a divisão esteve associada a mudanças distintas nas dimensões avaliadas: aumento de entrega absoluta, melhora do planejamento e da estabilidade, manutenção da maturidade ágil e leve redução da eficiência agregada. Essas conclusões devem ser interpretadas dentro dos limites do caso analisado, mas oferecem subsídios relevantes para compreender processos de divisão de equipes ágeis em ambientes semelhantes.

## 6.6 Recomendações práticas

A partir dos resultados obtidos no estudo de caso e das lacunas identificadas no Mapeamento Sistemático da Literatura, foram elaboradas recomendações práticas para apoiar futuras decisões de divisão, reorganização ou acompanhamento de equipes ágeis em contextos semelhantes. Para estruturar essas recomendações, utilizou-se a ferramenta 5W2H, que organiza ações a partir das perguntas: o que será feito, por que será feito, onde será aplicado, quando será realizado, quem será responsável, como será executado e como será acompanhado ou medido.

Neste trabalho, o uso do 5W2H tem como objetivo transformar os achados do estudo de caso em orientações práticas. As recomendações não devem ser interpretadas como regras universais, mas como pontos de atenção derivados do contexto analisado. Em especial, considera-se que a divisão de uma equipe ágil deve ser compreendida como uma mudança estrutural planejada, que envolve não apenas a separação de pessoas em novos times, mas também a preparação prévia de papéis, a redistribuição de conhecimento, a reorganização do backlog, o apoio da gestão e a criação de mecanismos de acompanhamento após a mudança.

Um ponto central observado no contexto analisado é que a equipe original funcionou, antes da divisão, como uma estrutura de preparação para os times resultantes. Isso significa que a divisão não ocorreu de forma repentina: houve tempo prévio para formar pessoas, distribuir responsabilidades e definir quais membros ficariam em cada equipe. Essa preparação reduziu o risco de que uma equipe recém-criada se tornasse frágil logo após a separação.

Nesse sentido, uma recomendação importante é preparar a equipe original como uma célula que se organiza para uma futura divisão. Antes de separar os times, é necessário criar redundância mínima nos papéis essenciais, como desenvolvimento, qualidade, análise, facilitação e liderança técnica. Essa redundância permite que novos membros sejam treinados dentro de uma equipe já consolidada, com maior disponibilidade de apoio, em vez de serem formados apenas após a criação de uma equipe nova, momento em que o time já enfrenta desafios de adaptação, definição de fluxo e estabilização de responsabilidades.

Também é importante que a decisão de dividir a equipe seja tomada com antecedên-

cia suficiente para permitir sua execução gradual. No caso analisado, a divisão levou meses de preparação, com definição prévia de quais membros ficariam em cada equipe e quais papéis desempenhariam. Esse planejamento reduziu o risco de surpresa, desalinhamento ou perda de continuidade no trabalho.

Outro aspecto relevante é o apoio da supervisão e da gestão no processo de divisão. A criação de uma nova equipe não afeta apenas o time dividido, mas também a organização ao redor. O Product Backlog da equipe original precisa ser repriorizado considerando a nova estrutura, os módulos ou responsabilidades precisam ser redistribuídos, e a organização passa a lidar com mais uma equipe em reuniões entre times, em fluxos de gestão, em alinhamentos técnicos e em processos como revisão externa de código. Portanto, a divisão deve ser analisada como uma mudança sistêmica, e não apenas como uma decisão interna da equipe.

A Tabela 38 apresenta as recomendações práticas estruturadas com base no 5W2H.

Tabela 38 – Recomendações práticas para futuras divisões de equipes com base no 5W2H

| O que?                                                        | Por quê?                                                                                            | Onde?                                                                    | Quando?                                             | Quem?                                                                        | Como?                                                                                                                                                                     | Como medir?                                                                                                                  |
|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Preparar a equipe original para a divisão                     | Reduzir fragilidade nas equipes resultantes e evitar perda de continuidade após a reorganização.    | Equipe que será dividida.                                                | Meses antes da divisão, quando possível.            | Gestão, supervisão, Scrum Master, Tech Leads e equipe.                       | Planejar a divisão com antecedência, definir os times futuros e preparar os membros para seus papéis antes da separação.                                                  | Verificar estabilidade da força de trabalho, <i>velocity</i> , taxa de eficiência e aproveitamento.                          |
| Criar redundância mínima nos papéis essenciais                | Evitar que uma equipe resultante fique defasada ou dependente de uma única pessoa.                  | Papéis de desenvolvimento, QA, análise, facilitação e liderança técnica. | Antes da divisão.                                   | Gestão, Tech Leads, Scrum Master e membros experientes.                      | Treinar membros dentro da equipe original, promovendo compartilhamento de conhecimento e acompanhamento por pessoas mais experientes.                                     | Avaliar distribuição de senioridade, necessidade de mentoria, estabilidade da entrega e evolução da <i>b_agile</i> .         |
| Formar novos membros antes da criação da nova equipe          | Permitir que o treinamento ocorra em um ambiente consolidado, com maior apoio técnico e processual. | Equipe original.                                                         | Durante o período de preparação para a divisão.     | Membros experientes, Tech Leads, Scrum Master e gestão.                      | Alocar bolsistas ou novos membros junto a profissionais experientes antes da divisão, permitindo aprendizado progressivo do produto, do processo e das práticas técnicas. | Acompanhar evolução de autonomia, comunicação, compartilhamento de conhecimento e taxa de eficiência antes da divisão.       |
| Definir previamente a composição das equipes resultantes      | Evitar surpresa, desalinhamento e incerteza sobre responsabilidades.                                | Equipe original e futuras equipes resultantes.                           | Antes da sprint de início da nova estrutura.        | Gestão, supervisão, Tech Leads, Scrum Master e Product Owner.                | Definir com antecedência quais membros ficarão em cada equipe, quais papéis desempenharão e quais responsabilidades serão assumidas por cada time.                        | Observar estabilidade das primeiras sprints, aderência ao planejamento e redução de impedimentos relacionados à transição.   |
| Repriorizar o Product Backlog considerando a nova estrutura   | Garantir que a divisão esteja alinhada ao produto, aos módulos e às prioridades organizacionais.    | Product Backlog e planejamento do produto.                               | Antes da primeira planning das equipes resultantes. | Product Owner, supervisão, gestão, Tech Leads e equipes.                     | Revisar prioridades, separar módulos ou responsabilidades, mapear dependências e ajustar o escopo de cada equipe ao novo contexto.                                        | Acompanhar esforço planejado, aproveitamento do esforço planejado, dependências e entregas por equipe.                       |
| Considerar o impacto da nova equipe na organização            | Evitar que a divisão gere sobrecarga em reuniões, gestão, alinhamentos e revisões externas.         | Relação entre equipes, gestão, supervisão e fluxos organizacionais.      | Durante o planejamento da divisão.                  | Supervisão, gestão, Scrum Masters, Tech Leads e equipes externas envolvidas. | Mapear impactos da nova equipe em reuniões entre times, acompanhamento da gestão, dependências técnicas e processos como revisão externa de código.                       | Observar quantidade de dependências, impedimentos, necessidade de alinhamentos externos e estabilidade do fluxo de trabalho. |
| Planejar férias e ausências antes da divisão, quando possível | Aproveitar a maior redundância da equipe original antes da separação dos papéis.                    | Equipe original.                                                         | Nas sprints anteriores à divisão.                   | Scrum Master, gestão e membros da equipe.                                    | Organizar ausências planejadas antes da divisão, evitando concentração de férias nas primeiras sprints das equipes resultantes.                                           | Analisar força de trabalho real e variações de entrega antes e depois da divisão.                                            |
| Acompanhar métricas de forma agregada e individual            | Evitar conclusões baseadas apenas na média geral das equipes resultantes.                           | Painéis, planilhas ou registros históricos das equipes.                  | Durante todo o período posterior à divisão.         | Scrum Master, Agilista, Tech Leads e gestão.                                 | Analisar os dados da estrutura agregada e também de cada equipe separadamente.                                                                                            | Comparar força de trabalho, <i>velocity</i> , taxa de eficiência e aproveitamento por equipe e no agregado.                  |
| Monitorar maturidade ágil após a reorganização                | Verificar se a divisão afetou práticas, comunicação, autonomia e melhoria contínua.                 | Aplicações da <i>b_agile</i> .                                           | Nos ciclos posteriores à divisão.                   | Scrum Master, Agilista e equipe.                                             | Aplicar a <i>b_agile</i> e discutir os resultados por categoria, especialmente comunicação, ritmo das sprints, autonomia e colaboração.                                   | Comparar notas da <i>b_agile</i> antes e depois da divisão, por equipe e por categoria.                                      |

As recomendações apresentadas na Tabela 38 reforçam que a divisão de uma equipe ágil deve ser tratada como um processo planejado de reorganização, e não apenas como a separação de membros em dois grupos menores. Os resultados deste estudo indicaram que a divisão

esteve associada a aumento da entrega absoluta, melhora no aproveitamento do esforço planejado e maior estabilidade dos indicadores, mas não a aumento proporcional da taxa de eficiência agregada. Por isso, recomenda-se que futuras divisões sejam acompanhadas por métricas complementares e interpretadas à luz da composição das equipes, da senioridade, da capacidade disponível e da maturidade ágil.

Além disso, a comparação entre Alpha e Omega mostrou que equipes resultantes podem apresentar comportamentos distintos mesmo quando possuem volumes semelhantes de esforço planejado. Assim, é importante acompanhar não apenas os resultados agregados, mas também o desempenho individual de cada equipe. Essa prática permite identificar diferenças de adaptação, necessidade de mentoria, concentração de conhecimento e oportunidades de melhoria específicas para cada time.

Por fim, a divisão deve ser analisada em seu impacto organizacional mais amplo. A criação de uma nova equipe implica novas necessidades de coordenação, participação em reuniões, apoio da gestão, alinhamento com outras equipes e integração técnica. Dessa forma, decisões de divisão devem considerar tanto a preparação interna do time quanto os efeitos da nova estrutura sobre o produto, o backlog e a organização como um todo.

## 7 Conclusão

Este trabalho teve como objetivo analisar como o tamanho de equipes ágeis de desenvolvimento se relaciona com indicadores de produtividade, fluxo de trabalho e maturidade ágil, a partir de um estudo de caso sobre a divisão de uma equipe do projeto e-SUS APS no Laboratório Bridge da Universidade Federal de Santa Catarina.

Para atingir esse objetivo, o trabalho foi estruturado em três etapas principais. Inicialmente, foi desenvolvida a fundamentação teórica, abordando conceitos de medição em engenharia de software, métodos ágeis, tamanho e escalabilidade de equipes, métricas ágeis e maturidade ágil. Em seguida, foi conduzido um Mapeamento Sistemático da Literatura, com o objetivo de compreender como os estudos existentes tratam a relação entre equipes ágeis, produtividade, métricas de acompanhamento, tamanho de equipes e maturidade ágil. Por fim, foi realizado o estudo de caso no contexto do Laboratório Bridge, analisando dados históricos antes e depois da divisão de uma equipe ágil em duas equipes resultantes, denominadas Alpha e Omega.

Dessa forma, os objetivos específicos definidos para este trabalho foram contemplados ao longo da pesquisa. A revisão da literatura e a caracterização do contexto organizacional permitiram identificar métricas adequadas para a análise da relação entre tamanho de equipes ágeis, produtividade, fluxo de trabalho e maturidade ágil. O estudo de caso possibilitou descrever o projeto e-SUS APS, o Laboratório Bridge, a equipe original e as equipes resultantes da divisão. A partir dos dados históricos disponíveis, as métricas foram definidas, operacionalizadas e aplicadas nos períodos anterior, posterior imediato e posterior consolidado à divisão. Os resultados obtidos foram discutidos à luz da literatura e do contexto analisado, permitindo compreender os efeitos observados após a reorganização das equipes. Por fim, foram propostas recomendações práticas para apoiar futuras decisões de divisão, reorganização ou acompanhamento de equipes ágeis em contextos semelhantes.

A partir da fundamentação teórica, observou-se que a medição em engenharia de software deve estar associada a necessidades de informação e objetivos de análise. Assim, métricas não devem ser interpretadas de forma isolada, mas em relação ao contexto em que foram coletadas. Essa perspectiva foi importante para este trabalho, pois a divisão de uma equipe ágil não altera apenas a quantidade de pessoas em cada time, mas também a distribuição de papéis, a senioridade, a comunicação, a coordenação do trabalho e a capacidade disponível.

O Mapeamento Sistemático da Literatura reforçou essa compreensão ao mostrar que a produtividade em equipes ágeis é tratada como um fenômeno multidimensional. Os estudos analisados indicam que fatores como comunicação, coordenação, dependências,

tamanho da equipe, experiência dos membros, práticas adotadas e uso de métricas influenciam o desempenho das equipes. O MSL também evidenciou lacunas importantes, especialmente a baixa ocorrência de estudos que analisam a divisão de uma equipe ágil existente com dados históricos antes e depois da mudança, normalização por capacidade real e acompanhamento de maturidade ágil.

O contexto do estudo de caso mostrou-se adequado para a análise proposta. O Laboratório Bridge possui um método ágil próprio, métricas históricas registradas, acompanhamento da maturidade ágil por meio da *b\_agile* e uma situação real de divisão de equipe. A equipe original possuía um núcleo experiente e consolidado antes da divisão. A partir da sprint SP13, essa equipe passou a atuar como duas equipes menores, Alpha e Omega, com redistribuição de papéis, carga horária, senioridade e responsabilidades técnicas.

Os resultados do estudo de caso indicaram que, após a divisão, houve aumento da força de trabalho real média. Antes da divisão, a equipe original apresentou média de 357,49 horas por sprint. Após a divisão, considerando a soma das equipes Alpha e Omega, a média passou para 409,43 horas por sprint, representando crescimento de 14,53%. Esse aumento de capacidade é fundamental para interpretar os demais indicadores, pois mostra que a estrutura pós-divisão passou a contar com maior disponibilidade real de desenvolvimento e QA.

A *velocity* média também aumentou após a divisão, passando de 51,00 para 56,55 dias de esforço por sprint, crescimento de 10,88%. Dessa forma, em termos absolutos, a estrutura formada pelas equipes Alpha e Omega entregou mais esforço médio por sprint do que a equipe original. Entretanto, esse crescimento foi inferior ao aumento da força de trabalho real. Isso indica que a entrega aumentou, mas não na mesma proporção da capacidade disponível.

Essa interpretação foi confirmada pela taxa de eficiência. A média da taxa de eficiência passou de 0,1421 antes da divisão para 0,1388 depois da divisão, representando uma redução de 2,32%. Assim, embora tenha havido aumento da entrega absoluta, não houve aumento proporcional da produtividade normalizada pela força de trabalho. Esse resultado reforça a importância de utilizar métricas normalizadas na análise de mudanças estruturais em equipes, evitando conclusões baseadas apenas em volume absoluto de entrega.

Por outro lado, o aproveitamento do esforço planejado apresentou melhora no período posterior à divisão. O aproveitamento ponderado passou de 83,48% para 88,25%, indicando aumento de 4,77 pontos percentuais. Esse resultado sugere maior aderência entre planejamento e entrega após a reorganização. Portanto, mesmo que a eficiência média não tenha aumentado, os dados indicam melhora na previsibilidade do planejamento.

Outro achado relevante foi a maior estabilidade dos indicadores após a divisão. A análise de dispersão mostrou redução do coeficiente de variação em métricas como força de trabalho, esforço planejado, *velocity*, taxa de eficiência e aproveitamento do esforço planejado. Isso indica que, no período posterior, os resultados oscilaram menos entre as sprints. Assim, a divisão esteve associada não apenas a maior capacidade e entrega absoluta, mas também a maior regularidade no funcionamento das equipes.

A análise individual das equipes resultantes mostrou que Alpha e Omega apresentaram comportamentos distintos. A equipe Alpha obteve maior *velocity* média e maior taxa de eficiência, mesmo com força de trabalho média ligeiramente menor. Esse resultado pode estar relacionado à sua composição, pois a Alpha manteve maior concentração de membros experientes da equipe original, incluindo o Tech Lead e o QA seniores. A equipe Omega, por sua vez, apresentou menor entrega e menor eficiência média, mas maior estabilidade relativa e aproveitamento do esforço planejado ligeiramente superior. Esse comportamento pode estar relacionado ao processo de consolidação de uma nova liderança técnica e à maior necessidade de mentoria de bolsistas.

Os resultados da b\_agile complementaram a análise das métricas operacionais. A equipe original apresentou média geral de 7,55 nos dois ciclos anteriores à divisão. Após a reorganização, a equipe Alpha apresentou média de 7,73 e a equipe Omega média de 7,65. Esses resultados indicam que a maturidade ágil não apresentou queda após a divisão. Pelo contrário, as equipes resultantes mantiveram ou elevaram suas médias gerais, com destaque para categorias relacionadas à comunicação, autonomia e melhoria contínua. Esse achado sugere que as equipes conseguiram sustentar práticas ágeis em suas novas configurações.

Dessa forma, a questão geral de pesquisa pode ser respondida da seguinte maneira: no contexto analisado, a mudança no tamanho e na estrutura das equipes esteve associada a aumento da capacidade disponível, aumento da entrega absoluta, melhora no aproveitamento do esforço planejado, maior estabilidade dos indicadores e manutenção ou leve evolução da maturidade ágil. Entretanto, a divisão não esteve associada a aumento proporcional da eficiência agregada. Assim, os resultados não sustentam uma interpretação simples de que equipes menores são automaticamente mais produtivas. A divisão produziu efeitos diferentes em dimensões distintas do trabalho.

A principal contribuição prática deste trabalho é mostrar que decisões de divisão ou reorganização de equipes ágeis devem ser acompanhadas por métricas complementares. Analisar apenas a *velocity* poderia levar à conclusão de que a divisão aumentou a produtividade. No entanto, ao considerar a força de trabalho e a taxa de eficiência, observa-se que o aumento da entrega esteve associado a um aumento ainda maior da capacidade disponível. Por outro lado, o aproveitamento do planejamento, a estabilidade dos resultados e a maturidade ágil indicam ganhos relevantes em previsibilidade e organização do trabalho. Ainda, os resultados foram organizados em recomendações com apoio da ferramenta 5W2H,

destacando a importância de preparar a equipe original antes da divisão, criar redundância mínima de papéis, formar novos membros em um ambiente consolidado, repriorizar o backlog e considerar os impactos organizacionais da criação de uma nova equipe.

Como recomendações práticas, destaca-se a importância de planejar a divisão com antecedência, definir claramente os módulos ou responsabilidades de cada equipe, distribuir a senioridade de forma equilibrada, apoiar a formação de novas lideranças técnicas e acompanhar a evolução por meio de métricas históricas. Também se mostrou relevante considerar ausências planejadas, como férias, antes da divisão, quando a equipe ainda possui maior redundância de papéis. Essa estratégia pode reduzir riscos nas primeiras sprints das equipes resultantes, quando a redundância tende a ser menor.

Além disso, recomenda-se que equipes e organizações evitem comparar times apenas por métricas absolutas de entrega. A comparação entre Alpha e Omega mostrou que equipes com esforço planejado semelhante podem apresentar resultados diferentes em função de senioridade, estabilidade, liderança técnica e distribuição de conhecimento. Assim, métricas como taxa de eficiência, aproveitamento do esforço planejado, dispersão dos resultados e indicadores de maturidade devem ser analisadas em conjunto.

Apesar das contribuições, o estudo possui limitações. A primeira delas está relacionada ao fato de se tratar de um estudo de caso único, realizado em um contexto específico. Portanto, os resultados não devem ser generalizados automaticamente para todas as organizações ou equipes ágeis. Outra limitação está na impossibilidade de estabelecer causalidade direta entre a divisão e os resultados observados, pois outros fatores podem ter influenciado as métricas, como férias, variações de escopo, diferenças de complexidade das demandas e mudanças na composição das equipes.

Como trabalhos futuros, recomenda-se ampliar o período de análise para observar efeitos de longo prazo da divisão. Também seria relevante incluir métricas de fluxo, como *cycle time* e *lead time*, além do *throughput*, caso os dados estejam disponíveis. Estudos futuros também poderiam incorporar entrevistas ou questionários com membros das equipes, Scrum Masters, Product Owners e lideranças técnicas, permitindo complementar a análise quantitativa com percepções qualitativas sobre adaptação, comunicação, autonomia e dificuldades enfrentadas após a divisão.

Outra possibilidade de continuidade seria comparar este caso com outras divisões de equipes realizadas no próprio Laboratório Bridge ou em organizações semelhantes. Essa ampliação permitiria verificar se os padrões observados neste estudo se repetem em outros contextos. Também seria possível investigar a relação entre divisão de equipes e indicadores de qualidade, como defeitos, retrabalho, incidentes ou cobertura de testes, ampliando a compreensão sobre os efeitos da reorganização.

Conclui-se que a divisão de equipes ágeis deve ser compreendida como uma mu-

dança estrutural multidimensional. No caso analisado, a reorganização trouxe aumento de capacidade, maior entrega absoluta, melhor aproveitamento do planejamento, maior estabilidade dos indicadores e manutenção da maturidade ágil. Contudo, não houve aumento proporcional da eficiência agregada. Assim, o estudo reforça que a avaliação de produtividade em equipes ágeis exige uma análise contextualizada, apoiada por métricas complementares e sensível às características organizacionais, humanas e técnicas envolvidas na divisão de times.



## Referências

- AGHINA, W. et al. *O impacto da agilidade: Como moldar sua organização para competir*. 2021. <[https://www.mckinsey.com.br/capabilities/people-and-organizational-performance/our-insights/the-impact-of-agility-how-to-shape-your-organization-to-compete#/>](https://www.mckinsey.com.br/capabilities/people-and-organizational-performance/our-insights/the-impact-of-agility-how-to-shape-your-organization-to-compete#/). Accessed: 2025-07-07. Citado na página 35.
- AGUIAR, Y. P. C. et al. O ensino integrado de gestão de qualidade de software e engenharia de software aplicada como modelo de educação interdisciplinar: um relato de experiência no ensino de graduação. *Anais Do XIV Simpósio Brasileiro De Qualidade De Software (SBQS 2015)*, 2015. Citado na página 22.
- ALBINO, R. D. *Métricas Ágeis: obtenha melhores resultados em sua equipe*. São Paulo: Casa do Código, 2017. 262 p. ISBN 978-85-5519-276-0. Citado 8 vezes nas páginas 23, 34, 36, 46, 55, 88, 90 e 91.
- ALMEIDA, F.; CARNEIRO, P. Performance metrics in scrum software engineering companies. *International Journal of Agile Systems and Management*, v. 14, n. 2, p. 205–223, 2021. Citado 3 vezes nas páginas 34, 55 e 73.
- ALMEIDA, F.; SIMOES, J.; LOPES, S. F. S. F. Exploring the benefits of combining devops and agile. *Future Internet*, v. 14, p. 63, 2022. Citado na página 41.
- ALMEIDA, L. F. M. d. et al. Avaliação do desempenho em agilidade na gestão de projetos. *Production*, v. 26, p. 757–770, 2015. Citado na página 15.
- ALQUDAH, M.; RAZALI, R. An empirical study of scrumban formation based on the selection of scrum and kanban practices. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, v. 8, p. 2315–2322, 2018. Citado 3 vezes nas páginas 44, 45 e 79.
- ARAUJO, T. C. d. M. et al. Evolução de uma ferramenta educacional de gerenciamento de projetos usando arquitetura baseada em serviços. *Anais Da VII Escola Regional De Engenharia De Software (ERES 2023)*, p. 31–40, 2023. Citado na página 44.
- AZEVEDO, P. M. d.; GIBERTONI, D. Importância do design centrado no usuário em metodologias ágeis como requisito de usabilidade. *Revista Interface Tecnológica*, v. 17, p. 293–305, 2020. Citado na página 29.
- BROOKS, F. P. *The Mythical Man-Month: Essays on Software Engineering*. Anniversary. Boston: Addison-Wesley, 1995. ISBN 0201835959. Citado 4 vezes nas páginas 30, 55, 70 e 72.
- BRUSOV, A. Agile: opportunities and perspectives of application in public administration (literature review). *Public Administration Issues*, p. 134–158, 2022. Citado na página 33.
- BUTAFAVA, A. C. D. A.; SILVA, L. F. d.; PENHA, R. Reestruturação de um squad de desenvolvimento de software ágil em dois novos squads: um estudo de caso em uma instituição financeira. *REPAE - Revista De Ensino E Pesquisa Em Administração E Engenharia*, v. 8, p. 03–21, 2022. Citado 3 vezes nas páginas 23, 73 e 83.

CHERNOGUZ, D. G. The system dynamics of brooks' law in team production. *Simulation: Transactions of the Society for Modeling and Simulation International*, v. 87, n. 11, p. 947–975, 2011. Citado 2 vezes nas páginas 30 e 79.

CMMI Institute. *CMMI Levels of Capability and Performance*. 2025. Disponível em: <<https://cmmiinstitute.com/learning/appraisals/levels>>. Citado na página 47.

CMMI Institute. *What is CMMI?* 2025. Disponível em: <<https://cmmiinstitute.com/cmmi/intro>>. Citado 2 vezes nas páginas 46 e 49.

DAEMEN, B.; TSILIONIS, K.; TÜRETKEN, O. Balancing organizational alignment, team autonomy, and control in large-scale agile organizations. *Information and Software Technology*, v. 191, p. 107998, 2026. Citado 4 vezes nas páginas 34, 67, 69 e 89.

DATE, R. N. et al. Aplicação do método ágil scrum em uma fundação educacional do setor público. *Revista De Gestão E Projetos*, v. 07, p. 75–94, 2016. Citado 2 vezes nas páginas 15 e 32.

DIKERT, K.; PAASIVAARA, M.; LASSENIUS, C. Challenges and success factors for large-scale agile transformations: a systematic literature review. *Journal of Systems and Software*, v. 119, p. 87–108, 2016. Citado 6 vezes nas páginas 40, 67, 69, 72, 80 e 89.

DINGSØYR, T. et al. Challenges in understanding the relationship between teamwork quality and project success in large-scale agile projects. In: *Proceedings of the International Conference on Software and Systems Processes and International Conference on Global Software Engineering*. [S.l.]: ACM, 2024. Citado 3 vezes nas páginas 34, 69 e 80.

DORIGAN, J. A.; BARROS, R. M. d. A process model for standardization and increase in the requirements quality. *IEEE Latin America Transactions*, v. 12, p. 1502–1507, 2014. Citado 4 vezes nas páginas 18, 22, 54 e 105.

ESPINOSA-CURIEL, I. E. et al. Analysis of the changes in communication and social interactions during the transformation of a traditional team into an agile team. *Journal of Software: Evolution and Process*, v. 30, 2018. Citado 3 vezes nas páginas 27, 72 e 80.

EYNG, R. J. *Aplicador b\_agile: sistema web para diagnóstico e monitoramento da maturidade ágil*. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências da Computação)) — Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2025. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/266621>>. Citado 4 vezes nas páginas 49, 50, 51 e 52.

FERREIRA, M.; GADELHA, B. Meu time vai bem? dashboards para acompanhamento de times de desenvolvimento de software. *Anais Do XIX Simpósio Brasileiro De Sistemas Colaborativos (SBSC 2024)*, 2024. Citado na página 21.

FOGACA, A. B.; MARTINS, J. *Método Ágil de Trabalho no Laboratório Bridge*. [S.l.], 2024. Documento interno. Contribuições de Gabriel Geraldelli, Jades Hammes, Luísa Lacerda, agilistas e equipe de Comunicação. Citado 8 vezes nas páginas 16, 52, 86, 87, 88, 89, 90 e 91.

FOGACA, A. B.; MARTINS, J. *Método Ágil de Trabalho no Laboratório Bridge*. 2026. Com contribuições de Gabriel Geraldelli, Jades Hammes, Luísa Lacerda, agilistas e equipe de Comunicação. Citado na página 87.

FOGACA, A. B.; TORRES, A. E. *Bridge Agilidade 2025: Ferramenta de mensuração da maturidade ágil do Laboratório Bridge – b\_agile*. [S.l.], 2025. Documento interno. Citado 8 vezes nas páginas 50, 56, 77, 83, 87, 89, 90 e 107.

FONTANA, R. M. et al. Progressive outcomes: A framework for maturing in agile software development. *Journal of Systems and Software*, v. 102, p. 88–108, 2015. Citado 4 vezes nas páginas 45, 76, 77 e 83.

GEMINO, A.; REICH, B. H.; SERRADOR, P. Agile, traditional, and hybrid approaches to project success: is hybrid a poor second choice? *Project Management Journal*, v. 52, p. 161–175, 2020. Citado na página 42.

GRASS, A.; BACKMANN, J.; HOEGL, M. From empowerment dynamics to team adaptability: exploring and conceptualizing the continuous agile team innovation process. *Journal of Product Innovation Management*, v. 37, p. 324–351, 2020. Citado na página 40.

GRUNDLER, A.; WESTNER, M. Scaling agile frameworks vs. traditional project portfolio management: comparison and analysis. *International Conferences on Internet Technologies Amp; Society 2019 and Sustainability, Technology and Education 2019*, p. 51–62, 2019. Citado na página 33.

GUIDES, K. *The Kanban Guide*. 2020. Disponível em: <<https://www.prokanban.org/the-kanban-guide>>. Acesso em: 14 jun. 2026. Citado na página 88.

HERNANDEZ, G. et al. Productivity metrics for an agile software development team: A systematic review. *TecnoLógicas*, v. 22, p. 63–81, 2019. Citado 9 vezes nas páginas 37, 39, 41, 73, 75, 80, 83, 90 e 91.

ISO/IEC/IEEE. *Systems and software engineering – Measurement process*. Geneva, Switzerland, 2017. ISO/IEC/IEEE 15939:2017. Disponível em: <<https://www.iso.org/standard/71197.html>>. Citado 10 vezes nas páginas 18, 21, 22, 54, 75, 83, 90, 92, 105 e 106.

JUNIOR, R.; NUNES, T. O impacto da transformação ágil na cultura organizacional: das práticas e valores organizacionais a gestão da mudança. *Perspectivas Em Ciência Da Informação*, v. 28, 2023. Citado na página 15.

KERIEVSKY, J. *Modern Agile*. 2016. Website. Acesso em: 11 jun. 2026. Disponível em: <<https://modernagile.org/>>. Citado na página 50.

KERZNER, H. *Using the Project Management Maturity Model: Strategic Planning for Project Management*. 3. ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2019. Citado 2 vezes nas páginas 47 e 49.

KITCHENHAM, B.; CHARTERS, S. *Guidelines for Performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering*. [S.l.], 2007. Citado 6 vezes nas páginas 57, 58, 59, 60, 61 e 64.

KNASTER, R.; LEFFINGWELL, D. *SAFe 5.0 Distilled: Achieving Business Agility with the Scaled Agile Framework*. Pearson Education, 2020. ISBN 9780136820451. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=mtnPAAAAQBAJ>>. Citado na página 33.

KOCH, J.; SCHERMULY, C. C. Who is attracted and why? how agile project management influences employee's attraction and commitment. *International Journal of Managing Projects in Business*, v. 14, p. 699–720, 2020. Citado 2 vezes nas páginas 42 e 43.

KUSDIYANTO, A.; MUHAMAD, W.; SUHARDI, S. Evaluating service computing framework with scrum through a case study. *IJAIT (International Journal of Applied Information Technology)*, p. 32, 2023. Citado na página 42.

Laboratório Bridge. *Laboratório Bridge: Pesquisa e Inovação em TI*. 2026. Website. Acesso em: 11 jun. 2026. Disponível em: <<https://bridge.ufsc.tech/>>. Citado na página 85.

Laboratório Bridge. *Portfólio: e-SUS APS*. 2026. Website. Acesso em: 11 jun. 2026. Disponível em: <<https://bridge.ufsc.tech/portfolio-esus-aps/>>. Citado na página 86.

Laboratório Bridge. *Quem somos*. 2026. Website. Acesso em: 11 jun. 2026. Disponível em: <<https://bridge.ufsc.tech/quem-somos/>>. Citado na página 85.

LARMAN, C.; VODDE, B. *Large-Scale Scrum: More with LeSS*. Pearson Education, 2016. (Addison-Wesley Signature Series (Cohn)). ISBN 9780133813111. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=KivKDAQAQBAJ>>. Citado na página 32.

LOSCIO, B. F.; GUIMARAES, C. B. d. S.; CALEGARI, N. Boas práticas para dados na web: desafios e benefícios. *Revista Principia - Divulgação Científica E Tecnológica Do IFPB*, v. 1, p. 9, 2016. Citado na página 43.

MARCAL, A. S. C. et al. Uso de práticas ágeis para alcançar o cmmi 5: uma abordagem inovadora. *Anais Do IX Simpósio Brasileiro De Qualidade De Software (SBQS 2010)*, 2010. Citado na página 43.

MARQUES, R.; JUNIOR, I. F.; MARINHO, M. Adaptação de papéis ágeis em projetos distribuídos em larga escala: percepção de profissionais da indústria. *RISTI - Revista Ibérica De Sistemas E Tecnologias De Informação*, p. 67–83, 2023. Citado na página 15.

MATSUI, B. M. A.; GOYA, D. Applying devops to machine learning processes: a systematic mapping. *Anais Do XVIII Encontro Nacional De Inteligência Artificial E Computacional (ENIAC 2021)*, 2021. Citado na página 21.

MCHUGH, O.; CONBOY, K.; LANG, M. Using agile practices to build trust in an agile team: a case study. *Information Systems Development*, p. 503–516, 2011. Citado 3 vezes nas páginas 40, 72 e 78.

MENDONCA, A.; ALENCAR, F. Métricas de tamanho de software com métodos ágeis no setor publico: uma revisão sistemática. *Anais Do Workshop Em Engenharia De Requisitos*, 2019. Citado 2 vezes nas páginas 15 e 21.

MENDOZA, D. M. Q.; PIZZOLATO, N. D. Gerenciamento e planejamento de projetos de software usando metodologias ágeis: um estudo de caso. *Revista De Gestão E Secretariado*, v. 14, p. 20568–20585, 2023. Citado 2 vezes nas páginas 15 e 23.

- MENEZES, R.; MARINHO, M. L. M.; SAMPAIO, S. Metrics for large-scale agile development: A survey of the brazilian software industry. In: *Proceedings of the XXIII Brazilian Symposium on Software Quality*. [S.l.]: ACM, 2024. (SBQS '24). Citado 6 vezes nas páginas 34, 55, 73, 75, 78 e 83.
- MILARE, B. N.; LARIEIRA, C. L. C. Gestão de riscos em projetos de desenvolvimento de software com scrum: um estudo de caso. *Revista De Gestão E Projetos*, v. 10, p. 95–108, 2019. Citado na página 24.
- Ministério da Saúde. *e-SUS APS*. 2026. Website. Acesso em: 11 jun. 2026. Disponível em: <<https://sisaps.saude.gov.br/sistemas/esusaps/>>. Citado na página 86.
- MKOBA, E.; MARNEWICK, C. Conceptual framework for auditing agile projects. *IEEE Access*, v. 8, p. 126460–126476, 2020. Citado na página 42.
- MOE, N. B.; MIKALSEN, M. Large-scale agile transformation: a case study of transforming business, development and operations. *Lecture Notes in Business Information Processing*, p. 115–131, 2020. Citado 3 vezes nas páginas 40, 67 e 80.
- MOTTA, T. V. A.; SILVA, G. B. e. Análise quali-quantitativa sobre a influência da diversidade na produtividade de equipes ágeis: um estudo na indústria. *Anais Do VII Workshop Sobre Aspectos Sociais, Humanos E Econômicos De Software (WASHES 2022)*, 2022. Citado 2 vezes nas páginas 71 e 80.
- NETO, J. d. S. A.; PENHA, R.; GONCALVES, M. L. d. A. Mapeamento de métricas para desempenho de projetos ágeis. *Journal on Innovation and Sustainability RISUS*, v. 14, p. 132–162, 2024. Citado 7 vezes nas páginas 35, 38, 41, 42, 43, 75 e 83.
- OLIVEIRA, L. B. d.; FONSECA, F. V. M. Satisfação no trabalho e empregabilidade: um estudo comparativo com profissionais que atuam em projetos ágeis ou tradicionais. *Revista De Gestão E Projetos*, v. 13, p. 1–24, 2022. Citado 2 vezes nas páginas 24 e 35.
- OLIVEIRA, R.; PEDRON, C. Métodos ágeis: uma revisão sistemática sobre benefícios e limitações / agile methods: a systematic review of benefits and limitations. *Brazilian Journal of Development*, v. 7, p. 4520–4535, 2021. Citado 3 vezes nas páginas 15, 31 e 35.
- OLIVEIRA, R. et al. Desafios no uso de metodologias ágeis de gestão de projetos em órgãos públicos: um estudo de caso da receita estadual do paraná. *Revista De Gestão E Projetos*, v. 11, p. 12–36, 2020. Citado na página 15.
- OPELT, K. Overcoming brooks' law. In: *Proceedings of the Agile 2008 Conference*. [S.l.]: IEEE Computer Society, 2008. p. 208–211. Citado 2 vezes nas páginas 30 e 70.
- OpenAI. *ChatGPT*. 2026. Plataforma de inteligência artificial generativa. Acesso em: 6 jul. 2026. Disponível em: <<https://chatgpt.com/>>. Citado na página 101.
- PENHA, R.; SILVA, L. F. d.; RUSSO, R. d. F. S. M. Escalando as práticas ágeis. *Revista De Gestão E Projetos*, v. 11, p. 1–11, 2020. Citado na página 27.
- PETERSEN, K. et al. Systematic mapping studies in software engineering. In: *Proceedings of the 12th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering*. [S.l.: s.n.], 2008. (EASE'08). Citado na página 57.

PETERSEN, K. et al. Early identification of bottlenecks in very large scale system of systems software development. *Journal of Software: Evolution and Process*, v. 26, p. 1150–1171, 2014. Citado 3 vezes nas páginas 44, 78 e 88.

PETERSEN, K.; VAKKALANKA, S.; KUZNIARZ, L. Guidelines for conducting systematic mapping studies in software engineering: An update. *Information and Software Technology*, v. 64, p. 1–18, 2015. Citado 5 vezes nas páginas 57, 58, 59, 61 e 64.

POPPENDIECK, M.; POPPENDIECK, T.; POPPENDIECK, T. *Lean Software Development: An Agile Toolkit*. Addison-Wesley, 2003. (Agile software development series). ISBN 9780321150783. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=UalKAgAAQBAJ>>. Citado 2 vezes nas páginas 29 e 79.

Project Management Institute. *Organizational Project Management Maturity Model: OPM3*. 3. ed. Newtown Square: Project Management Institute, 2013. Citado na página 48.

RUNESON, P.; HÖST, M. Guidelines for conducting and reporting case study research in software engineering. *Empirical Software Engineering*, v. 14, n. 2, p. 131–164, 2009. Citado 3 vezes nas páginas 102, 109 e 111.

SABBAGH, R. *Gestão ágil para projetos de sucesso*. São Paulo: [s.n.], 2013. Citado na página 25.

SCHWABER, K.; SUTHERLAND, J. *The Scrum Guide – The Definitive Guide to Scrum: The Rules of the Game*. 2017. <<https://scrumguides.org/docs/scrumguide/v2017/2017-Scrum-Guide-US.pdf>>. Accessed: 2025-07-07. Citado 2 vezes nas páginas 25 e 26.

SCHWABER, K.; SUTHERLAND, J. *The Scrum Guide – The Definitive Guide to Scrum: The Rules of the Game*. 2020. <<https://scrumguides.org/scrum-guide.html>>. Accessed: 2025-07-07. Citado 6 vezes nas páginas 25, 29, 31, 55, 70 e 88.

SENAPATHI, M.; DRURY-GROGAN, M. L. Systems thinking approach to implementing kanban: a case study. *Journal of Software: Evolution and Process*, v. 33, 2020. Citado 2 vezes nas páginas 44 e 79.

SGANDERLA, M. A. et al. Aprimorando a gerência e o desenvolvimento de software com metodologias ágeis. *RCT - Revista De Ciência E Tecnologia*, v. 2, 2016. Citado na página 43.

SHAOUT, A. et al. Kanscrum: a kanban + scrum hybrid methodology. *Journal of Computer Sciences and Informatics*, p. 1, 2025. Citado 3 vezes nas páginas 44, 45 e 79.

SIDKY, A.; ARTHUR, J.; BOHNER, S. A disciplined approach to adopting agile practices: The agile adoption framework. *Innovations in Systems and Software Engineering*, v. 3, n. 3, p. 203–216, 2007. Citado 4 vezes nas páginas 45, 76, 77 e 83.

SOARES, A. G. *Roda Ágil: descubra a maturidade do seu time*. 2017. E-book. Modelo de assessment para avaliação da maturidade de times ágeis. Citado 4 vezes nas páginas 49, 50, 56 e 77.

- SOARES, M. Metodologias Ágeis extreme programming e scrum para o desenvolvimento de software. *Revista Eletrônica de Sistemas de Informação*, v. 3, n. 1, 2004. ISSN 1677-3071. Disponível em: <<https://www.periodicosibepes.org.br/index.php/reinfo/article/view/146>>. Citado 2 vezes nas páginas 24 e 26.
- SOMMERVILLE, I. *Engenharia de Software*. 9. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2011. Revisão técnica: Kechi Hiram. Tradução da obra original: *Software Engineering*. ISBN 978-85-7936-108-1. Citado 3 vezes nas páginas 24, 27 e 28.
- SOUSA, A. d. O.; VALENTIM, N. M. C. Uxug-ap – diretrizes de experiência do usuário e usabilidade para projeto ágil. *Anais Estendidos Do Simpósio Brasileiro De Fatores Humanos Em Sistemas Computacionais (IHC)*, 2019. Citado na página 23.
- SOUZA, A. S. d.; OLIVEIRA, J. E. d.; MORAES, D. Uma pesquisa qualitativa sobre características de produtividade em equipes de desenvolvimento de software. *Anais Da VIII Escola Regional De Informática De Goiás (ERI-GO 2020)*, 2020. Citado na página 37.
- SUTHERLAND, J. *The Scrum At Scale Guide – The Definitive Guide to the Scrum@Scale Framework*. 2022. <<https://www.scrumatscale.com/scrum-at-scale-guide-online/>>. Accessed: 2025-07-07. Citado na página 32.
- TRINDADE, G. O. d.; LUCENA, M. Rastreabilidade de requisitos em metodologias ágeis: um estudo exploratório. *Anais Do Simpósio Brasileiro De Sistemas De Informação (SBSI)*, 2016. Citado na página 27.
- VALENCIANO, I. C. et al. Business intelligence com qlik sense aplicado ao gerenciamento de projetos em scrum: um estudo de caso. *Anais Da XI Escola Regional De Informática De Mato Grosso (ERI-MT 2021)*, 2021. Citado 3 vezes nas páginas 21, 39 e 41.
- VAZ, J. M. A.; LUNARDI, G. L. Avaliação do uso de metodologias ágeis para resolução de problemas. *SINERGIA - Revista Do Instituto De Ciências Econômicas, Administrativas E Contábeis*, v. 26, p. 121–134, 2022. Citado na página 35.
- VEDOVELLI, L.; FARINA, R. M. Metodologias de desenvolvimento de software ágil. *RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar - ISSN 2675-6218*, v. 3, p. e3102121, 2022. Citado na página 23.
- VIEIRA, A. F.; LIMA, A. C. J. d. S.; CARR, C. N. Melhorando a efetividade de projetos de desenvolvimento de software através de uma abordagem híbrida: uma análise de resultados e impactos. *Research, Society and Development*, v. 12, p. e24112340693, 2023. Citado na página 35.
- WAZLAWICK, R. S. et al. *Desenvolvimento de Software Centrado no Usuário: construindo produtos com b\_thinking, UX e Agile*. Florianópolis: UFSC, 2025. E-book (PDF), 341 p. ISBN 978-85-8328-364-5. Citado 3 vezes nas páginas 16, 53 e 54.



## Apêndices



## APÊNDICE A – Indicadores da equipe original

Tabela 39 – Indicadores da equipe original entre as sprints 06 e 12

| <b>Indicador</b>               | <b>sp06</b> | <b>sp07</b> | <b>sp08</b> | <b>sp09</b> | <b>sp10</b> | <b>sp11</b> | <b>sp12</b> |
|--------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Aproveitamento                 | 80,33%      | 88,14%      | 96,67%      | 77,27%      | 73,53%      | 85,71%      | 78,46%      |
| Taxa de eficiência             | 0,1263      | 0,1538      | 0,1713      | 0,1169      | 0,1415      | 0,1196      | 0,16551     |
| Velocity (em dias)             | 49          | 63          | 61          | 40          | 32          | 45          | 67          |
| Força de trabalho real (horas) | 388         | 409,6       | 356         | 342         | 226         | 376         | 404,8       |
| Esforço planejado              | 61          | 59          | 60          | 44          | 34          | 28          | 65          |



## APÊNDICE B – Indicadores da equipe omega

Tabela 40 – Indicadores da equipe omega entre as sprints 13 e 19

| <b>Indicador</b>               | <b>sp13</b> | <b>sp14</b> | <b>sp15</b> | <b>sp16</b> | <b>sp17</b> | <b>sp18</b> | <b>sp19</b> |
|--------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Aproveitamento                 | 82,76%      | 87,50%      | 100,00%     | 81,88%      | 93,33%      | 93,10%      | 84,31%      |
| Taxa de eficiência             | 0,1277      | 0,1450      | 0,1436      | 0,1078      | 0,1356      | 0,1205      | 0,1208      |
| Velocity (em dias)             | 24          | 29          | 27          | 19,83       | 32          | 27          | 29          |
| Força de trabalho real (horas) | 188         | 200         | 188         | 184         | 236         | 224         | 240         |
| Esforço planejado              | 29          | 32          | 25          | 23          | 30          | 29          | 34          |



## APÊNDICE C – Indicadores da equipe alpha

Tabela 41 – Indicadores da equipe alpha entre as sprints 13 e 19

| <b>Indicador</b>               | <b>sp13</b> | <b>sp14</b> | <b>sp15</b> | <b>sp16</b> | <b>sp17</b> | <b>sp18</b> | <b>sp19</b> |
|--------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Aproveitamento                 | 92%         | 84,62%      | 96,97%      | 94,12%      | 85,71%      | 87,10%      | 75,00%      |
| Taxa de eficiência             | 0,2056      | 0,1149      | 0,1518      | 0,1461      | 0,1596      | 0,1553      | 0,1053      |
| Velocity (em dias)             | 37          | 17          | 34          | 32          | 30          | 34          | 24          |
| Força de trabalho real (horas) | 180         | 148         | 224         | 219         | 188         | 219         | 228         |
| Esforço planejado              | 13          | 33          | 34          | 28          | 31          | 32          | 30          |



## APÊNDICE D – Indicadores b\_agile

Figura 10 – Notas das aplicações da b\_agile

| Seção                           | Categorias                               | Equipe Original |         | Equipe Alpha |         | Equipe Omega |         |
|---------------------------------|------------------------------------------|-----------------|---------|--------------|---------|--------------|---------|
|                                 |                                          | Ciclo14         | Ciclo15 | Ciclo16      | Ciclo17 | Ciclo16      | Ciclo17 |
| Segurança como um pré-requisito | Clean Code e código sustentável          | 7,75            | 7,75    | 7,75         | 8       | 7,75         | 8       |
|                                 | Testes automatizados                     | 7               | 7,75    | 7,25         | 7,75    | 7,25         | 7,75    |
|                                 | Qualidade E2E                            | 8               | 8       | 7,75         | 7,75    | 7,25         | 7,5     |
|                                 | Segurança de dados                       | 8               | 8       | 7,75         | 8       | 8            | 8       |
|                                 | Práticas DevOps                          | 7               | 7,5     | 7,5          | 7,75    | 7,5          | 7,5     |
| Experimente e aprenda rápido    | Práticas Lean-Ágile                      | 7,75            | 7,75    | 8            | 8       | 7            | 7,5     |
|                                 | Métricas                                 | 4,25            | 8       | 7,25         | 7,75    | 8            | 8       |
|                                 | Comprometimento com o produto (entregas) | 7,75            | 7,75    | 7,75         | 8       | 7,5          | 8       |
|                                 | Compartilhamento de conhecimento         | 8               | 8       | 8            | 8       | 8            | 8       |
|                                 | Ritmo das Sprints                        | 8               | 8       | 6,75         | 7,5     | 7            | 7,25    |
| Valor a todo instante           | Issues e Épicas                          | 7,25            | 7       | 7,75         | 7,5     | 7,25         | 7,5     |
|                                 | User eXperience                          | 7               | 7,75    | 7,5          | 7,75    | 7,75         | 7,5     |
|                                 | Entrega frequente                        | 8               | 8       | 7,25         | 8       | 8            | 7,5     |
|                                 | Valor de negócio                         | 7,25            | 7,5     | 7,75         | 7,75    | 7,5          | 7,5     |
|                                 | Satisfação do parceiro                   | 7,75            | 7,75    | 7,5          | 7,75    | 7,5          | 7,75    |
|                                 | Satisfação do usuário final              | 7               | 7,25    | 7,5          | 7,5     | 6,75         | 7,5     |
| Pessoas sensacionais            | Comunicação                              | 7,5             | 7,25    | 7,75         | 9       | 7,25         | 8,75    |
|                                 | Motivação                                | 7,5             | 7,5     | 7,75         | 7,75    | 7,5          | 7,5     |
|                                 | Autonomia e auto-organização             | 8               | 8       | 7,75         | 8,25    | 7,75         | 9,25    |
|                                 | Kaizen - Melhoria contínua               | 7,75            | 7,5     | 7,5          | 9,25    | 7,5          | 9       |
|                                 | Colaboração e Interdisciplinaridade      | 7,25            | 7,25    | 6,75         | 7       | 6,75         | 7,25    |

Fonte: Autor (2026)



# APÊNDICE E – Strings de busca adaptadas

Tabela 42 – Strings de busca adaptadas por biblioteca digital

| Biblioteca digital | String adaptada                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ACM                | <p>(Title:(agile software development) OR Title:(agile methods) OR Title:(scrum) OR Title:(kanban) OR Title:(scaled agile) OR Title:(scaling agile) OR Abstract:(agile software development) OR Abstract:(agile methods) OR Abstract:(scrum) OR Abstract:(kanban) OR Abstract:(scaled agile) OR Abstract:(scaling agile))</p> <p>AND</p> <p>(Title:(team productivity) OR Title:(software productivity) OR Title:(development productivity) OR Title:(agile metrics) OR Title:(performance measurement) OR Abstract:(team productivity) OR Abstract:(software productivity) OR Abstract:(development productivity) OR Abstract:(agile metrics) OR Abstract:(performance measurement))</p> <p>AND</p> <p>(Title:(team split) OR Title:(team division) OR Title:(team restructuring) OR Title:(organizational restructuring) OR Title:(team scaling) OR Title:(scaling agile) OR Title:(team reorganization) OR Title:(team size) OR Abstract:(team split) OR Abstract:(team division) OR Abstract:(team restructuring) OR Abstract:(organizational restructuring) OR Abstract:(team scaling) OR Abstract:(scaling agile) OR Abstract:(team reorganization) OR Abstract:(team size))</p> |
| IEEEExplore        | <p>(( "All Metadata": "agile software development" OR "All Metadata": "agile methods" OR "All Metadata": "agile team" OR "All Metadata": "agile teams" OR "All Metadata": "scrum" OR "All Metadata": "kanban" OR "All Metadata": "scaled agile" OR "All Metadata": "scaling agile" )</p> <p>AND</p> <p>( "All Metadata": "team productivity" OR "All Metadata": "software productivity" OR "All Metadata": "development productivity" OR "All Metadata": "agile metrics" OR "All Metadata": "performance measurement" OR "All Metadata": "productivity metrics" )</p> <p>AND</p> <p>( "All Metadata": "team split" OR "All Metadata": "team division" OR "All Metadata": "team restructuring" OR "All Metadata": "organizational restructuring" OR "All Metadata": "team scaling" OR "All Metadata": "scaling agile" OR "All Metadata": "team reorganization" OR "All Metadata": "team size" ) )</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

| <b>Biblioteca digital</b> | <b>String adaptada</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Scopus                    | <p>(TITLE-ABS-KEY(agile AND software AND development) OR TITLE-ABS-KEY(agile AND methods) OR TITLE-ABS-KEY(scrum) OR TITLE-ABS-KEY(kanban) OR TITLE-ABS-KEY(scaled AND agile) OR TITLE-ABS-KEY(scaling AND agile))</p> <p>AND</p> <p>(TITLE-ABS-KEY(team AND productivity) OR TITLE-ABS-KEY(software AND productivity) OR TITLE-ABS-KEY(development AND productivity) OR TITLE-ABS-KEY(agile AND metrics) OR TITLE-ABS-KEY(performance AND measurement))</p> <p>AND</p> <p>(TITLE-ABS-KEY(team AND split) OR TITLE-ABS-KEY(team AND division) OR TITLE-ABS-KEY(team AND restructuring) OR TITLE-ABS-KEY(organizational AND restructuring) OR TITLE-ABS-KEY(team AND scaling) OR TITLE-ABS-KEY(team AND reorganization) OR TITLE-ABS-KEY(team AND size))</p> |

## APÊNDICE F – Estudos selecionados

| Estudo                            | Título                                                                                                                  | Referência                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| S1                                | Need 4 Speed: Leverage New Metrics to Boost Your Velocity without Compromising on Quality                               | R. Tabib, "Need 4 Speed: Leverage New Metrics to Boost Your Velocity without Compromising on Quality," 2013 Agile Conference, Nashville, TN, USA, 2013, pp. 117-120, doi: 10.1109/AGILE.2013.32. keywords: Market research; Measurement; Heating; Collaboration; Data mining; Project management; Testing; Analytics; Enterprise Agile; ALM; Scaled Agile                                                                                                                                                          |
| S2                                | Overcoming Brooks' Law                                                                                                  | K. Opelt, "Overcoming Brooks' Law," Agile 2008 Conference, Toronto, ON, Canada, 2008, pp. 208-211, doi: 10.1109/Agile.2008.55. keywords: Programming; Business; Software; Productivity; Production; Computer architecture; Training; Brooks' Law; team size                                                                                                                                                                                                                                                        |
| S3                                | Challenges in Understanding the Relationship between Teamwork Quality and Project Success in Large-Scale Agile Projects | Torgeir Dingsøy, Phillip Schneider, Gunnar Rye Bergersen, and Yngve Lindsjörn. 2024. Challenges in Understanding the Relationship between Teamwork Quality and Project Success in Large-Scale Agile Projects. In Proceedings of the 2024 IEEE/ACM 17th International Conference on Cooperative and Human Aspects of Software Engineering (CHASE '24). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 51–56. <a href="https://doi.org/10.1145/3641822.3641868">https://doi.org/10.1145/3641822.3641868</a> |
| <i>Continua na próxima página</i> |                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

|                                   |                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| S4                                | Fully Distributed Scrum: Replicating Local Productivity and Quality with Offshore Teams                                                      | J. Sutherland, G. Schoonheim and M. Rijk, "Fully Distributed Scrum: Replicating Local Productivity and Quality with Offshore Teams," 2009 42nd Hawaii International Conference on System Sciences, Waikoloa, HI, USA, 2009, pp. 1-8, doi: 10.1109/HICSS.2009.225. keywords: Productivity; Costs; Outsourcing; Programming; Companies; Geography; Continents; Project management; Cultural differences; Global communication                                                                                                                                                                            |
| S5                                | The Impact of Agile Principles and Practices on Large-Scale Software Development Projects: A Multiple-Case Study of Two Projects at Ericsson | L. Lagerberg, T. Skude, P. Emanuelsson, K. Sandahl and D. Ståhl, "The Impact of Agile Principles and Practices on Large-Scale Software Development Projects: A Multiple-Case Study of Two Projects at Ericsson," 2013 ACM / IEEE International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement, Baltimore, MD, USA, 2013, pp. 348-356, doi: 10.1109/ESEM.2013.53. keywords: Software; Documentation; Art; Stress; Variable speed drives; Productivity; Planning; Agile software development; large-scale software development; multiple-case study; survey; empirical software engineering |
| S6                                | Influences on Agile Practice Tailoring in Enterprise Software Development                                                                    | J. M. Bass, "Influences on Agile Practice Tailoring in Enterprise Software Development," 2012 Agile India, Bengaluru, India, 2012, pp. 1-9, doi: 10.1109/AgileIndia.2012.15. keywords: enterprise software; distributed agile development; scrum; extreme programming (XP); tailoring                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| S7                                | Scrum Metrics for Hyperproductive Teams: How They Fly like Fighter Aircraft                                                                  | Downey, Scott & Sutherland, Jeff. (2013). Scrum Metrics for Hyperproductive Teams: How They Fly like Fighter Aircraft. 4870-4878. 10.1109/HICSS.2013.471.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <i>Continua na próxima página</i> |                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

|                                   |                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| S8                                | Usage and Perceptions of Agile Software Development in an Industrial Context: An Exploratory Study                  | Begel, Andrew & Nagappan, Nachiappan. (2007). Usage and Perceptions of Agile Software Development in an Industrial Context: An Exploratory Study. Proceedings - 1st International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement, ESEM 2007. 255-264. 10.1109/ESEM.2007.12.                                                                                                   |
| S9                                | The Economic Impact of Software Development Process Choice – Cycle-Time Analysis and Monte Carlo Simulation Results | Magennis, Troy. (2015). The Economic Impact of Software Development Process Choice – Cycle-Time Analysis and Monte Carlo Simulation Results. Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences. 2015. 10.1109/HICSS.2015.599.                                                                                                                                   |
| S10                               | An initial exploration of the relationship between pair programming and Brooks' law                                 | L. Williams, A. Shukla and A. I. Anton, "An initial exploration of the relationship between pair programming and Brooks' law," Agile Development Conference, Salt Lake City, UT, USA, 2004, pp. 11-20, doi: 10.1109/ADEV.2004.6. keywords: Costs;Project management; Productivity;Collaborative work; History; Velocity measurement;Time measurement;Computer science;Stress;Fires,        |
| S11                               | Measuring and Improving Agile Processes in a Small-Size Software Development Company                                | "M. Choraś et al., Measuring and Improving Agile Processes in a Small-Size Software Development Company, in IEEE Access, vol. 8, pp. 78452-78466, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2990117. keywords: Software;Software measurement;Companies;Tools;Standards organizations;Agile software development;process metrics;software engineering;software quality;rapid software development;SMEs |
| <i>Continua na próxima página</i> |                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

|                                   |                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| S12                               | A Systemic Approach to Evaluating the Organizational Agility in Large-Scale Companies | "M. Gogichaty et al., A Systemic Approach to Evaluating the Organizational Agility in Large-Scale Companies, in IEEE Access, vol. 11, pp. 3307-3323, 2023, doi: 10.1109/ACCESS.2023.3234424. keywords: Quality assessment;System analysis and design;Software development management;Portfolios;Interviews;Analytical models;Synchronization;Action research;systemic analysis;assessment;agility;software development;software professionals;measurement                                                                                                         |
| S13                               | Scalable Agile Frameworks in Large Enterprise Project Portfolio Management            | "E. D. Suárez-Gómez and C. A. Hoyos-Vallejo, Scalable Agile Frameworks in Large Enterprise Project Portfolio Management, in IEEE Access, vol. 11, pp. 98666-98684, 2023, doi: 10.1109/ACCESS.2023.3312728. keywords: Companies;Portfolios;Investment;Agile project management;Technological innovation;Productivity;Software development management;Organizational aspects;Organizational agility;agile software development;agile project management;organizational transformation;project portfolio management;scaled agile framework (SAFe);project management |
| S14                               | Functional Size Measurement in Agile Development: Velocity in Agile Sprints           | Thomas Fehlmann and Andrea Gelli. 2023. Functional Size Measurement in Agile Development: Velocity in Agile Sprints. In Proceedings of the 27th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering (EASE '23). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 200–204. <a href="https://doi.org/10.1145/3593434.3593486">https://doi.org/10.1145/3593434.3593486</a>                                                                                                                                                          |
| <i>Continua na próxima página</i> |                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

|                                   |                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| S15                               | Enablers and inhibitors for speed with reuse                                                 | Antonio Martini, Lars Pareto, and Jan Bosch. 2012. Enablers and inhibitors for speed with reuse. In Proceedings of the 16th International Software Product Line Conference - Volume 1 (SPLC '12). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 116–125. <a href="https://doi.org/10.1145/2362536.2362554">https://doi.org/10.1145/2362536.2362554</a>                                                                                          |
| S16                               | Problem reports and team maturity in Agile automotive software development                   | Lucas Gren and Martin Shepperd. 2022. Problem reports and team maturity in Agile automotive software development. In Proceedings of the 15th International Conference on Cooperative and Human Aspects of Software Engineering (CHASE '22). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 41–45. <a href="https://doi.org/10.1145/3528579.3529173">https://doi.org/10.1145/3528579.3529173</a>                                                  |
| S17                               | Heterogeneous Tailoring Approach Using the Spotify Model                                     | Abdallah Salameh and Julian M. Bass. 2020. Heterogeneous Tailoring Approach Using the Spotify Model. In Proceedings of the 24th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering (EASE '20). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 293–298. <a href="https://doi.org/10.1145/3383219.3383251">https://doi.org/10.1145/3383219.3383251</a>                                                                  |
| S18                               | Scaling agile across the global organization: An early stage industrial SAFE self-assessment | Mohammad Abdur Razzak, Ita Richardson, John Noll, Clodagh Nic Canna, and Sarah Becham. 2018. Scaling agile across the global organization: an early stage industrial SAFE self-assessment. In Proceedings of the 13th International Conference on Global Software Engineering (ICGSE '18). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 121–130. <a href="https://doi.org/10.1145/3196369.3196373">https://doi.org/10.1145/3196369.3196373</a> |
| <i>Continua na próxima página</i> |                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

|                                   |                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| S19                               | Moving back to Scrum and scaling to Scrum of Scrums in less than one year               | Rafael P. Maranzato, Marden Neubert, and Paula Herculano. 2011. Moving back to scrum and scaling to scrum of scrums in less than one year. In Proceedings of the ACM international conference companion on Object oriented programming systems languages and applications companion (OOPSLA '11). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 125–130. <a href="https://doi.org/10.1145/2048147.2048186">https://doi.org/10.1145/2048147.2048186</a> |
| S20                               | Metrics for Large-Scale Agile Development: A Survey of the Brazilian Software Industry  | Renato Menezes, Marcelo Marinho, and Suzana Sampaio. 2024. Metrics for Large-Scale Agile Development: A Survey of the Brazilian Software Industry. In Proceedings of the XXIII Brazilian Symposium on Software Quality (SBQS '24). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 210–219. <a href="https://doi.org/10.1145/3701625.3701660">https://doi.org/10.1145/3701625.3701660</a>                                                                |
| S21                               | More effective sprint retrospective with statistical analysis                           | Erdoğan O, Pekkaya ME, Gök H. More effective sprint retrospective with statistical analysis. J Softw Evol Proc. 2018; 30:e1933. <a href="https://doi.org/10.1002/smr.1933">https://doi.org/10.1002/smr.1933</a>                                                                                                                                                                                                                                                  |
| S22                               | A method for metric management at a large-scale agile software development organization | Philipp, Pascal & Tobisch, Franziska & Menzel, Leon & Matthes, Florian. (2023). A Method for Metric Management at a Large-Scale Agile Software Development Organization.                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <i>Continua na próxima página</i> |                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

|                      |                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| S23                  | Productivity, Turnover, and Team Stability of Agile Teams in Open-Source Software Projects | E. Scott, K. N. Charkie and D. Pfahl, "Productivity, Turnover, and Team Stability of Agile Teams in Open-Source Software Projects," 2020 46th Euromicro Conference on Software Engineering and Advanced Applications (SEAA), Portoroz, Slovenia, 2020, pp. 124-131, doi: 10.1109/SEAA51224.2020.00029. keywords: Productivity;Open source software;Stability criteria;Indexes;Velocity measurement;Agile software development;Software measurement;Agile Software Development;Open Source;Productivity;Turnover;Team Performance |
| <i>Fim da tabela</i> |                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

Fonte: Autor (2026)

# Divisão de equipes ágeis de desenvolvimento: um estudo de caso sobre produtividade, eficiência e maturidade ágil em um laboratório

Willian Kruscinski<sup>1</sup>, Raul Sidnei Wazlawick<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Informática e Estatística – Universidade de Santa Catarina (UFSC)

willian.kruscinski@grad.ufsc.br, raul.wazlawick@ufsc.br

**Abstract.** *Splitting agile teams is a strategy adopted by organizations seeking to expand their software development capacity; however, its outcomes cannot be assessed solely through delivery volume. This article analyzes how the split of an agile team was associated with indicators of capacity, delivery, efficiency, planning, and maturity. A single, retrospective, quantitative, and descriptive case study was conducted in the e-SUS APS project at the Bridge Laboratory of the Federal University of Santa Catarina. Fourteen two-week sprints were analyzed, including seven before and seven after the original team was split into two new teams, referred to as Alpha and Omega. The evaluated metrics were workforce, velocity, efficiency rate, planned effort utilization, and agile maturity, measured through the b\_agile tool. After the split, the average workforce increased by 14.53%, while average velocity increased by 10.88%. Since delivery grew at a lower rate than the available capacity, the efficiency rate decreased by 2.32%. In contrast, weighted planned effort utilization increased by 4.77 percentage points, and the indicators showed lower variability. Team Alpha achieved higher delivery and efficiency, whereas Omega showed greater stability and slightly higher planning utilization. The b\_agile results did not indicate an overall loss of maturity. The findings show that the team split was associated with increased capacity, absolute delivery, predictability, and stability, but not with a proportional increase in efficiency. These results reinforce that such reorganizations should be evaluated from a multidimensional perspective and should consider the composition, seniority, and leadership of the resulting teams.*

**Resumo.** *A divisão de equipes ágeis é uma estratégia adotada por organizações que precisam ampliar sua capacidade de desenvolvimento, porém seus resultados não podem ser avaliados apenas pelo volume de entregas. Este artigo analisa como a divisão de uma equipe ágil se relacionou com indicadores de capacidade, entrega, eficiência, planejamento e maturidade. Foi conduzido um estudo de caso único, retrospectivo, quantitativo e descritivo no projeto e-SUS APS do Laboratório Bridge da Universidade Federal de Santa Catarina. Foram analisadas quatorze sprints de duas semanas, sendo sete anteriores e sete posteriores à divisão da equipe original em dois novos times, denominados Alpha e Omega. As métricas avaliadas foram força de trabalho, velocity, taxa de eficiência, aproveitamento do esforço planejado e maturidade ágil, mensurada pela ferramenta b\_agile. Após a divisão, a força de trabalho média aumentou 14,53% e a velocity média cresceu 10,88%. Como a entrega aumentou*

*em proporção inferior à capacidade disponível, a taxa de eficiência apresentou redução de 2,32%. Em contrapartida, o aproveitamento ponderado do esforço planejado aumentou 4,77 pontos percentuais, e os indicadores apresentaram menor variabilidade. A equipe Alpha obteve maior entrega e eficiência, enquanto a Omega apresentou maior estabilidade e aproveitamento do planejamento ligeiramente superior. Os resultados da b\_agile não indicaram perda geral de maturidade. Conclui-se que a divisão esteve associada ao aumento da capacidade, da entrega absoluta, da previsibilidade e da estabilidade, mas não a um aumento proporcional da eficiência. Os resultados reforçam que reorganizações desse tipo devem ser avaliadas de forma multidimensional e considerando a composição, a senioridade e a liderança dos times resultantes.*

## **1. Introdução**

Os métodos ágeis de desenvolvimento de software organizam o trabalho em ciclos curtos, com entregas frequentes, adaptação contínua e participação de equipes multifuncionais e autogerenciáveis. Nesse contexto, o tamanho e a composição dos times influenciam a forma como seus membros se comunicam, distribuem responsabilidades e coordenam o desenvolvimento. O Scrum Guide, por exemplo, recomenda que o Scrum Team seja pequeno o suficiente para permanecer ágil e, ao mesmo tempo, grande o bastante para concluir trabalho significativo dentro de uma Sprint. Quando uma equipe se torna excessivamente grande, recomenda-se considerar sua reorganização em múltiplos times coesos, concentrados no mesmo produto e compartilhando elementos como objetivo, Product Backlog e Product Owner [Schwaber and Sutherland 2020].

À medida que produtos e organizações crescem, entretanto, também aumentam o volume de demandas, a complexidade técnica e as dependências entre pessoas, áreas e componentes de software. Equipes maiores podem enfrentar custos adicionais de comunicação e integração, uma vez que novos integrantes, redistribuições de responsabilidades e alterações na composição exigem tempo para compartilhamento de conhecimento e estabilização das relações de trabalho [Brooks 1995]. A formação de múltiplas equipes pode reduzir parte da complexidade interna de um único time, mas também introduz novos desafios relacionados à coordenação interequipes, ao alinhamento organizacional, à gestão de dependências e à preservação da autonomia dos times [Dikert et al. 2016].

Nesse cenário, a divisão de uma equipe ágil pode ser adotada como estratégia para sustentar o crescimento do desenvolvimento sem ampliar indefinidamente um único time. Essa mudança, contudo, não consiste apenas em distribuir pessoas em grupos menores. A divisão modifica fronteiras de responsabilidade, mecanismos de comunicação, distribuição de conhecimento, liderança técnica e formas de planejamento. Por isso, equipes menores não devem ser consideradas automaticamente mais produtivas. Os resultados de uma reorganização dependem também da experiência dos integrantes, da estabilidade da composição, da clareza dos objetivos e da capacidade da organização de coordenar os novos times. Estudos empíricos já analisaram processos semelhantes de reestruturação, como a divisão de um squad de desenvolvimento em dois novos squads, identificando que a mudança envolve tanto oportunidades quanto dificuldades de adaptação organizacional [Butafava et al. 2022].

Apesar da existência de estudos sobre escalabilidade ágil, produtividade, métricas

e coordenação de múltiplas equipes, ainda são limitadas as evidências quantitativas sobre o comportamento de uma mesma equipe antes e depois de uma divisão deliberada. O Mapeamento Sistemático da Literatura realizado neste trabalho identificou 23 estudos relacionados ao tema, mas revelou limitações importantes: dez não informaram explicitamente o tamanho das equipes analisadas, treze não descreveram sua experiência ou senioridade e somente oito avaliaram a maturidade ágil. Além disso, apenas um estudo foi classificado como pertencente ao setor público. Também foram observadas diferenças na definição e utilização das métricas, frequentemente aplicadas sem normalização pela capacidade disponível. Esses resultados dificultam compreender se um aumento no volume de entrega após uma reorganização representa maior eficiência ou apenas decorre de uma ampliação da força de trabalho.

Diante dessa lacuna, este artigo analisa como a divisão de uma equipe ágil de desenvolvimento se relaciona com indicadores de capacidade, entrega, eficiência, planejamento e maturidade ágil. O estudo foi conduzido no projeto e-SUS APS, desenvolvido pelo Laboratório Bridge da Universidade Federal de Santa Catarina. O laboratório utiliza um método de trabalho próprio, formado por práticas adaptadas de Scrum, Kanban e mecanismos de coordenação entre equipes, além de instrumentos internos para o acompanhamento de métricas e da maturidade ágil [Fogaça and Martins 2024]. Nesse ambiente, uma equipe que atuava sobre o mesmo produto foi dividida em dois novos times, denominados neste estudo Alpha e Omega.

Foi realizado um estudo de caso único, quantitativo e descritivo, utilizando dados históricos de quatorze Sprints: sete anteriores e sete posteriores à divisão. A análise considerou a força de trabalho, utilizada para representar a capacidade disponível; a velocity, associada ao esforço entregue; a taxa de eficiência, calculada pela relação entre entrega e força de trabalho; o aproveitamento do esforço planejado, utilizado como indicador de previsibilidade; e os resultados da *b.agile*, ferramenta interna de avaliação da maturidade ágil do Laboratório Bridge [Fogaça and Torres 2025]. As métricas foram examinadas de forma complementar, uma vez que indicadores isolados podem produzir interpretações incompletas quando existem diferenças de capacidade, composição ou critérios de estimativa entre os períodos analisados [Hernandez et al. 2019, ISO 2017].

Os resultados mostram que, após a divisão, a força de trabalho média aumentou 14,53 % e a velocity média cresceu 10,88 %. Como a entrega aumentou em proporção inferior à capacidade disponível, a taxa de eficiência agregada apresentou redução de 2,32 %. Em contrapartida, o aproveitamento ponderado do esforço planejado passou de 83,48 % para 88,25 %, indicando maior aderência entre planejamento e entrega. Os resultados da *b.agile* não apontaram perda geral de maturidade: a equipe original apresentou média de 7,55 nos ciclos anteriores, enquanto Alpha e Omega alcançaram, respectivamente, médias de 7,73 e 7,65 após a reorganização. A comparação entre os novos times também revelou comportamentos distintos, associados à distribuição de senioridade, à formação de liderança técnica e à necessidade de mentoria.

Como contribuição, o artigo apresenta evidências empíricas de uma divisão real de equipe em um projeto de software voltado à gestão pública em saúde e demonstra a necessidade de avaliar esse tipo de reorganização de maneira multidimensional. Os resultados indicam que o aumento da entrega absoluta, isoladamente, não é suficiente para caracterizar ganho de produtividade. Capacidade, eficiência, previsibilidade, estabi-

lidade, maturidade e características da composição dos times precisam ser analisadas em conjunto. Dessa forma, o estudo oferece subsídios para organizações que planejam dividir ou reorganizar equipes ágeis e para pesquisas futuras sobre produtividade em contextos de múltiplos times.

## **2. Fundamentação e trabalhos relacionados**

Nesta seção são apresentados os fundamentos necessários para compreender a divisão e a coordenação de equipes ágeis, as métricas utilizadas para avaliar produtividade e maturidade ágil e os trabalhos relacionados que delimitam a contribuição desta pesquisa.

### **2.1. Divisão e coordenação de equipes ágeis**

Métodos ágeis favorecem equipes pequenas, multifuncionais e autogerenciáveis, capazes de manter comunicação direta e responder rapidamente às mudanças. O Scrum Guide recomenda que os times permaneçam pequenos e que, ao crescerem excessivamente, sejam reorganizados em equipes coesas que compartilhem o mesmo produto, objetivo e Product Backlog [Schwaber and Sutherland 2020].

Essa recomendação está relacionada aos custos de comunicação e coordenação. Mudanças no tamanho ou na composição de uma equipe exigem redistribuição de responsabilidades, integração de pessoas e compartilhamento de conhecimento, podendo gerar um período de adaptação antes que a nova estrutura se estabilize [Brooks 1995].

A divisão de uma equipe também transfere parte da complexidade interna para a interação entre os times resultantes. Embora equipes menores possam apresentar maior foco e autonomia, a nova estrutura pode introduzir dependências, conflitos de prioridade e necessidade de alinhamento técnico. Estudos sobre agilidade em larga escala apontam comunicação, coordenação e gestão de dependências como desafios recorrentes em ambientes com múltiplas equipes [Dikert et al. 2016, Dingsøyr et al. 2024a].

Portanto, equipes menores não são necessariamente mais produtivas. Os resultados de uma divisão dependem de fatores como senioridade, estabilidade da composição, distribuição do conhecimento, clareza de responsabilidades e mecanismos de coordenação entre os novos times.

### **2.2. Métricas de produtividade e maturidade ágil**

A medição em Engenharia de Software deve partir de necessidades de informação e utilizar indicadores adequados às decisões que se pretende apoiar [ISO 2017]. Em equipes ágeis, produtividade não pode ser representada por uma única métrica, pois capacidade, volume de entrega, eficiência e previsibilidade correspondem a dimensões diferentes do trabalho.

A velocity, por exemplo, representa o esforço entregue em determinado período, mas seu aumento não indica necessariamente maior eficiência. Quando a capacidade disponível também aumenta, a equipe pode entregar mais sem apresentar crescimento proporcional de produtividade. Além disso, comparações diretas entre equipes podem ser inadequadas quando existem diferenças nos critérios de estimativa e na composição dos times [Hernandez et al. 2019].

Por esse motivo, métricas devem ser analisadas de forma complementar. Indicadores de capacidade contextualizam os recursos disponíveis; métricas de entrega representam o trabalho realizado; métricas de eficiência relacionam entrega e capacidade; e métricas de planejamento permitem observar a aderência entre o esforço planejado e o efetivamente entregue [Albino 2017a, Menezes et al. 2024b].

A maturidade ágil acrescenta uma dimensão contextual à análise. Ela representa a capacidade da equipe de aplicar práticas ágeis de forma consistente, adaptar seu processo e promover melhoria contínua, não se limitando à execução de cerimônias ou artefatos [Sidky et al. 2007, Fontana et al. 2015]. Assim, produtividade e maturidade são relacionadas, mas não equivalentes: uma equipe pode aumentar sua entrega sem melhorar sua eficiência ou preservar sua maturidade mesmo durante um período de adaptação estrutural.

### 2.3. Trabalhos relacionados

O Mapeamento Sistemático da Literatura realizado neste trabalho recuperou inicialmente 563 publicações nas bases ACM Digital Library, IEEE Xplore e Scopus. Após três ciclos de seleção, 23 estudos foram incluídos no corpus final. Esses trabalhos abordam aspectos relacionados ao tamanho e à estabilidade das equipes, à escalabilidade ágil, à produtividade, ao uso de métricas e à maturidade ágil.

Em relação ao tamanho e à composição dos times, Opelt discute estratégias para lidar com os efeitos associados à Lei de Brooks [Opelt 2008a]. Williams, Shukla e Anton investigam a relação entre programação em pares e os custos decorrentes do crescimento das equipes [Williams et al. 2004]. Scott, Charkie e Pfahl, por sua vez, analisam produtividade, rotatividade e estabilidade em equipes ágeis de projetos de software de código aberto [Scott et al. 2020]. Em conjunto, esses estudos indicam que o desempenho não depende somente do número de integrantes, mas também da estabilidade da composição, da integração dos membros e do compartilhamento de conhecimento.

Outro grupo de estudos concentra-se em contextos ágeis de maior escala. Lagerberg et al. analisam a adoção de princípios e práticas ágeis em dois grandes projetos da Ericsson [Lagerberg et al. 2013]. Razzak et al. avaliam o estágio inicial da adoção do SAFe em uma organização global [Razzak et al. 2018], enquanto Maranzato, Neubert e Herculano descrevem a ampliação do Scrum por meio de uma estrutura de *Scrum of Scrums* [Maranzato et al. 2011]. Dingsøyr et al. destacam que o sucesso de projetos ágeis de larga escala depende tanto da qualidade do trabalho dentro de cada equipe quanto das interações entre os diferentes times [Dingsøyr et al. 2024b]. Esses estudos evidenciam desafios relacionados à comunicação, à coordenação e ao alinhamento em ambientes com múltiplas equipes.

No campo da medição, os estudos selecionados apresentam diferentes formas de avaliar produtividade e desempenho. Magennis utiliza *cycle time* e simulação de Monte Carlo para analisar os impactos econômicos do processo de desenvolvimento [Magennis 2015]. Fehlmann e Gelli discutem a medição do tamanho funcional e sua relação com a *velocity* das Sprints [Fehlmann and Gelli 2023]. Menezes, Marinho e Sampaio investigam as métricas utilizadas por organizações brasileiras em contextos de desenvolvimento ágil em larga escala [Menezes et al. 2024a]. Esses trabalhos reforçam que a produtividade deve ser analisada por meio de indicadores complementares e interpretados

conforme o contexto e o processo de medição adotado.

A maturidade das equipes também aparece entre os temas investigados. Gren e Shepperd analisam a relação entre relatos de problemas e maturidade de equipes em um contexto de desenvolvimento ágil de software automotivo [Gren and Shepperd 2022]. Entretanto, no conjunto selecionado, a maturidade ágil foi avaliada explicitamente em apenas oito dos 23 estudos, aparecendo com menor frequência que as dimensões de produtividade, entrega e desempenho operacional.

De forma geral, os trabalhos selecionados abordam separadamente aspectos relevantes para esta pesquisa, como tamanho e estabilidade das equipes, coordenação em larga escala, métricas de produtividade e maturidade ágil. Contudo, não foi identificado no corpus um estudo que combinasse a divisão deliberada de uma equipe existente, a comparação de dados históricos anteriores e posteriores à mudança, a normalização da entrega pela capacidade disponível e a avaliação complementar da maturidade ágil. Este estudo busca contribuir para essa lacuna por meio da análise quantitativa e contextualizada de uma divisão real de equipe em um projeto de software voltado à gestão pública em saúde.

### **3. Contexto e método do estudo de caso**

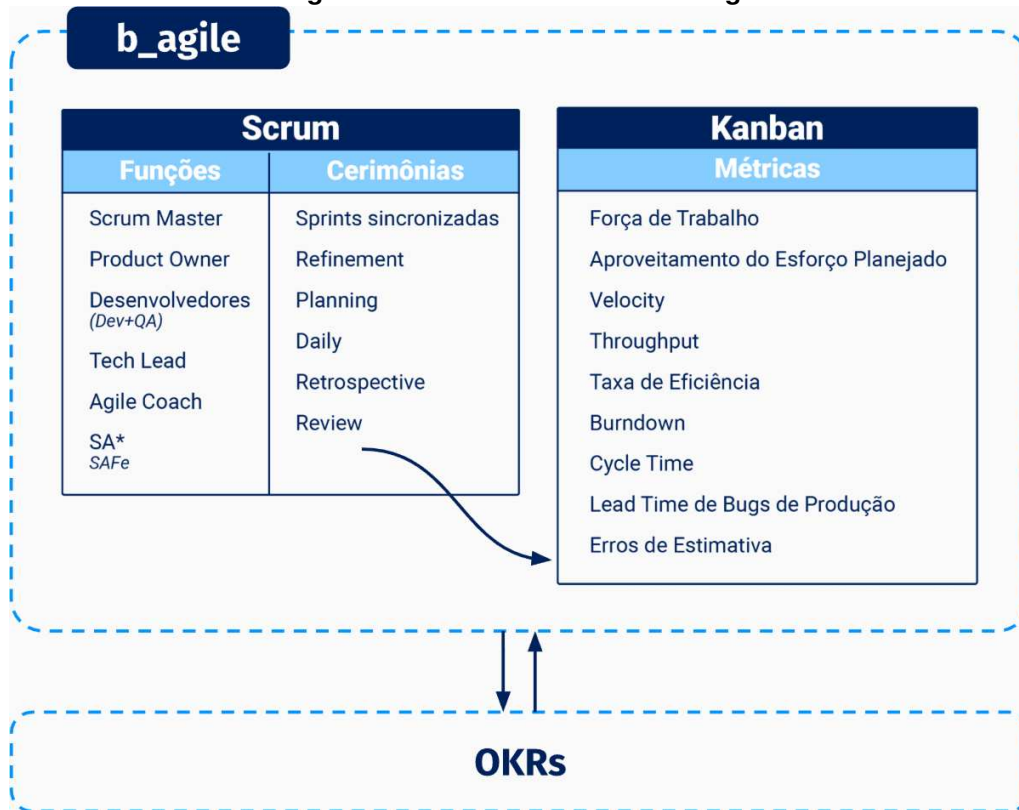
Nesta seção são apresentados o contexto organizacional no qual ocorreu a divisão da equipe, o desenho do estudo de caso, as fontes de dados, as métricas selecionadas e os procedimentos utilizados para comparar os períodos anterior e posterior à reorganização.

#### **3.1. Contexto organizacional e divisão da equipe**

O estudo foi conduzido no Laboratório Bridge, laboratório vinculado à Universidade Federal de Santa Catarina e voltado ao desenvolvimento de soluções tecnológicas para a gestão pública [Laboratório Bridge 2026b]. O caso analisado pertence ao projeto e-SUS APS, iniciativa relacionada à informatização da Atenção Primária à Saúde no Sistema Único de Saúde e composta por diferentes soluções digitais destinadas à organização do cuidado e da gestão em saúde [Laboratório Bridge 2026a, Ministério da Saúde 2026].

O Laboratório Bridge adota um método de trabalho próprio, constituído por práticas adaptadas de abordagens como Scrum e Kanban, além de mecanismos de coordenação entre equipes conforme Figura 1. As equipes trabalham em sprints de duas semanas e utilizam indicadores internos para apoiar o planejamento, o acompanhamento das entregas e a melhoria contínua [Fogaça and Martins 2024]. O laboratório também utiliza a b\_agile, instrumento interno aplicado periodicamente para acompanhar a maturidade ágil das equipes [Fogaça and Torres 2025].

Figura 1. Estrutura do método Bridge



Fonte: [Fogaca and Martins 2026].

Antes da divisão, o trabalho era realizado por uma única equipe multidisciplinar, composta por profissionais de desenvolvimento, qualidade, design, análise e facilitação ágil. A equipe possuía um núcleo experiente e relativamente estável, incluindo referências técnicas com vários anos de atuação no projeto, além de profissionais plenos, juniores e bolsistas.

A decisão de dividir a equipe esteve associada à necessidade de desenvolver simultaneamente diferentes módulos do produto, ampliar a formação e o acompanhamento de bolsistas e reduzir dificuldades de comunicação e coordenação decorrentes do crescimento do time. A reorganização ocorreu durante a sprint SP12. Até esse momento, os integrantes atuavam como uma única equipe; a partir da SP13, passaram a trabalhar em duas equipes, denominadas Alpha e Omega neste estudo.

A distribuição dos integrantes entre os novos times não resultou em equipes equivalentes quanto à senioridade, à experiência acumulada e à liderança técnica. A equipe Alpha manteve maior concentração de profissionais experientes, incluindo referências técnicas da equipe original. A equipe Omega passou a contar com uma nova liderança técnica e maior presença de bolsistas, demandando mais atividades de mentoria e redistribuição de responsabilidades.

Considerando apenas as funções de desenvolvimento e QA, a capacidade estrutural permaneceu em 412 horas semanais após a divisão, distribuídas em 212 horas para Alpha e 200 horas para Omega. Entretanto, a carga horária total de todos os papéis passou

de 520 para 548 horas semanais em razão da inclusão de um novo analista. Essa distinção é relevante porque a força de trabalho empregada nas métricas operacionais considera exclusivamente as horas efetivamente disponíveis de desenvolvimento e QA.

### 3.2. Desenho do estudo de caso

A pesquisa foi estruturada como um estudo de caso único, retrospectivo, quantitativo e descritivo, seguindo as diretrizes para condução e relato de estudos de caso em Engenharia de Software propostas por Runeson e Höst [Runeson and Höst 2009]. A unidade de análise corresponde ao comportamento dos indicadores da equipe original e das equipes resultantes ao longo da reorganização. Como a divisão já havia ocorrido e não houve manipulação das variáveis, o estudo busca identificar variações associadas à mudança, sem estabelecer uma relação causal direta.

Foram analisadas quatorze sprints de duas semanas. O período anterior compreende as sprints SP06 a SP12, totalizando sete sprints nas quais os integrantes ainda atuavam como uma única equipe. O período posterior compreende as sprints SP13 a SP19, também com sete sprints, nas quais Alpha e Omega já operavam separadamente. A SP12 foi mantida no período anterior por representar a última sprint da configuração original.

No período posterior, os dados foram examinados em dois níveis. Na análise agregada, os valores de Alpha e Omega foram combinados para comparação com a equipe original. Na análise individual, os indicadores dos dois times foram comparados para observar diferenças relacionadas à capacidade disponível, à senioridade, à liderança técnica e à estabilidade das equipes.

As fontes de dados foram os registros históricos utilizados na rotina do projeto, incluindo planilhas de acompanhamento das sprints, registros das métricas operacionais, resultados da b.agile e informações sobre composição, papéis, carga horária e senioridade. Os dados foram consolidados em uma base única e organizados por sprint, equipe e período de análise.

### 3.3. Métricas e procedimentos de análise

A seleção das métricas foi orientada pelas necessidades de informação do estudo e pelos princípios do processo de medição definido pela ISO/IEC/IEEE 15939 [ISO 2017]. Foram considerados cinco indicadores complementares: força de trabalho, como medida de capacidade; *velocity*, como medida do esforço entregue; taxa de eficiência, como relação entre entrega e capacidade; aproveitamento do esforço planejado, como indicador de planejamento e previsibilidade; e b.agile, como indicador de maturidade ágil.

A força de trabalho corresponde à soma das horas efetivamente disponíveis de desenvolvimento e QA em cada sprint, considerando a carga horária dos membros, as horas não trabalhadas e eventuais horas extras. A *velocity* representa o esforço real entregue durante a sprint, incluindo o esforço associado aos itens concluídos e, quando aplicável, o percentual realizado de itens iniciados, mas ainda não concluídos. O esforço planejado representa o volume de trabalho assumido pela equipe no início de cada sprint.

A taxa de eficiência foi calculada pela relação entre a *velocity* e a força de trabalho real disponível em cada sprint, conforme a Equação 1, em que  $V_s$  representa a *velocity* e  $FT_s$  representa a força de trabalho real da sprint  $s$ .

$$TE_s = \frac{V_s}{FT_s} \quad (1)$$

O aproveitamento do esforço planejado foi calculado pela relação entre o esforço entregue e o esforço planejado, conforme a Equação 2, em que  $EP_s$  representa o esforço planejado para a sprint. Valores próximos de 100% indicam maior aderência entre planejamento e entrega.

$$AEP_s = \frac{V_s}{EP_s} \times 100 \quad (2)$$

Na análise agregada do período posterior, a força de trabalho, o esforço planejado e a *velocity* foram obtidos pela soma dos valores de Alpha e Omega em cada sprint. A taxa de eficiência agregada foi calculada pela relação entre a *velocity* total e a força de trabalho real total. O aproveitamento agregado foi calculado pela razão entre o esforço total entregue e o esforço total planejado, evitando distorções decorrentes da média simples dos percentuais das equipes.

Para cada período, foram calculados totais, médias por sprint, variações absolutas e relativas, desvio padrão e coeficiente de variação. Os totais e as médias foram utilizados para comparar capacidade, planejamento, entrega e eficiência, enquanto as medidas de dispersão permitiram analisar a estabilidade dos indicadores. Sprints com redução de capacidade por férias ou ausências não foram excluídas, pois a força de trabalho real incorpora essas variações e permite contextualizar seus efeitos sobre os demais indicadores.

Os resultados da b.agile foram analisados separadamente, pois o instrumento é aplicado em ciclos trimestrais, e não a cada sprint. A análise considerou a média geral e as médias das seções disponíveis antes e depois da divisão. Portanto, seus resultados complementam as métricas operacionais, mas não devem ser interpretados como uma série temporal diretamente equivalente às sprints.

## 4. Resultados

Nesta seção são apresentados os resultados do estudo de caso. Inicialmente, os indicadores da equipe original são comparados com os valores agregados das equipes Alpha e Omega após a divisão. Em seguida, as equipes resultantes são analisadas separadamente, considerando seu desempenho médio e a estabilidade dos indicadores.

### 4.1. Comparação agregada entre os períodos

A Tabela 1 apresenta as médias das principais métricas nos períodos anterior e posterior à divisão. No período posterior, os valores de força de trabalho, esforço planejado e *velocity* correspondem à soma dos resultados de Alpha e Omega em cada sprint. A taxa de eficiência foi calculada a partir dos valores agregados, enquanto o aproveitamento do esforço planejado foi ponderado pelo volume de esforço planejado por cada equipe.

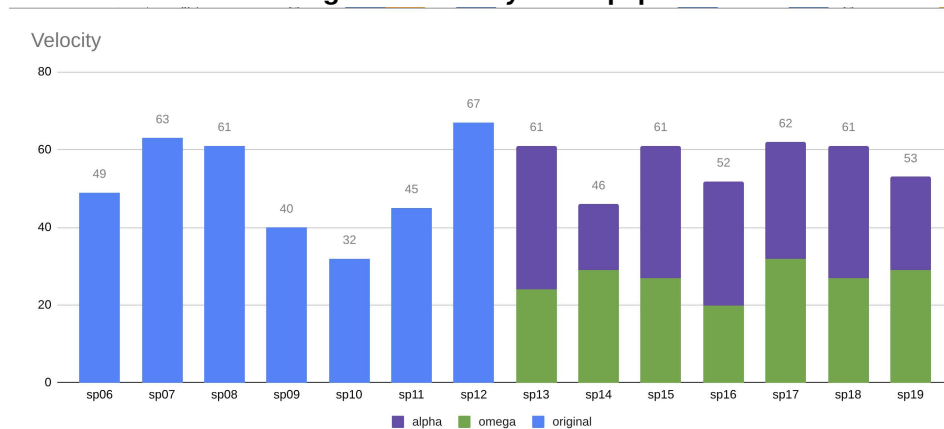
**Tabela 1. Comparação agregada entre os períodos anterior e posterior à divisão.**

| Métrica                  | Antes    | Depois   | Variação   |
|--------------------------|----------|----------|------------|
| Força de trabalho média  | 357,49 h | 409,43 h | +14,53%    |
| Esforço planejado médio  | 50,14    | 57,57    | +14,81%    |
| Velocity média           | 51,00    | 56,55    | +10,88%    |
| Taxa de eficiência média | 0,1421   | 0,1388   | -2,32%     |
| Aproveitamento ponderado | 83,48%   | 88,25%   | +4,77 p.p. |

A força de trabalho real acumulada aumentou de 2502,4 para 2866 horas, correspondendo a um crescimento médio de 14,53%. O esforço planejado apresentou crescimento semelhante, passando de 351 para 403 dias de esforço no período, com aumento de 14,81% na média por sprint. Essa proximidade indica que o volume planejado foi ajustado à maior capacidade disponível após a divisão.

A *velocity* acumulada passou de 357 para 395,83 dias de esforço entregue, representando aumento de 10,88% na média por sprint. Embora esse resultado demonstre crescimento na entrega absoluta, sua variação foi inferior ao aumento da força de trabalho. Portanto, a maior entrega observada após a divisão não foi proporcional ao crescimento da capacidade disponível.

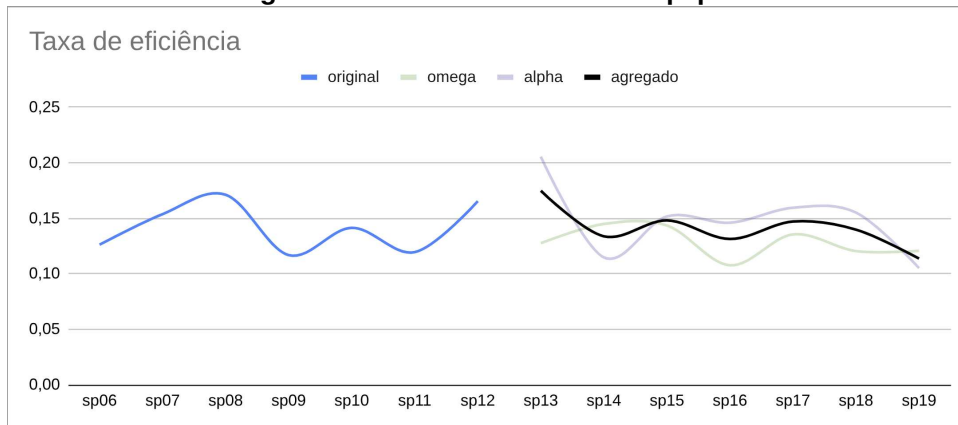
**Figura 2. Velocity das equipes**



Fonte: Autor (2026)

Essa diferença é refletida na taxa de eficiência, cuja média passou de 0,1421 para 0,1388, uma redução de 2,32%. Assim, apesar do aumento da entrega absoluta, a quantidade de esforço entregue por unidade de força de trabalho permaneceu próxima ao período anterior, com leve redução após a reorganização.

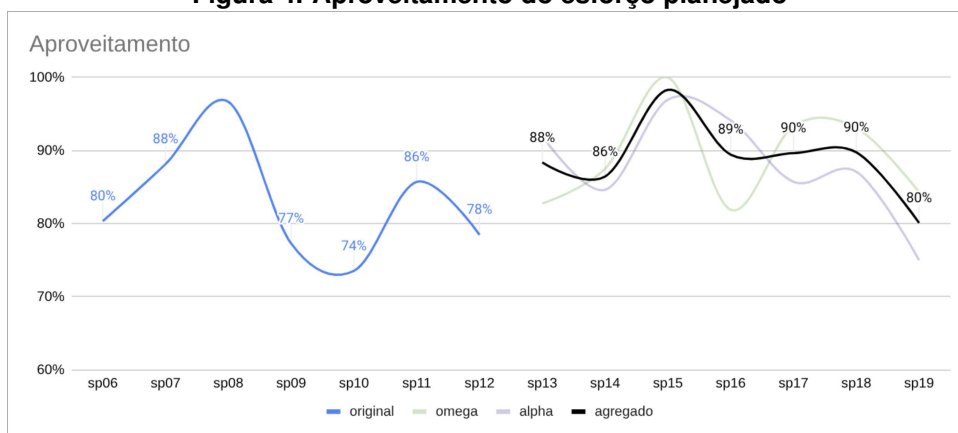
**Figura 3. Taxa de eficiência das equipes**



Fonte: Autor (2026)

Em contrapartida, o aproveitamento ponderado do esforço planejado aumentou de 83,48% para 88,25%, uma diferença de 4,77 pontos percentuais. Esse resultado indica maior aderência entre o esforço planejado e o efetivamente entregue no período posterior à divisão.

**Figura 4. Aproveitamento do esforço planejado**



Fonte: Autor (2026)

Além das médias, foi analisada a dispersão dos indicadores ao longo das sprints. Conforme apresentado na Tabela 2, o coeficiente de variação foi menor no período posterior para todas as métricas avaliadas.

**Tabela 2. Coeficientes de variação nos períodos anterior e posterior.**

| Métrica                  | CV antes | CV depois |
|--------------------------|----------|-----------|
| Força de trabalho real   | 16,30%   | 9,37%     |
| Esforço planejado        | 27,21%   | 13,26%    |
| Velocity                 | 23,69%   | 10,25%    |
| Taxa de eficiência       | 14,39%   | 11,12%    |
| Aproveitamento planejado | 8,78%    | 5,83%     |

As maiores reduções ocorreram no esforço planejado e na *velocity*. O coeficiente de variação do esforço planejado passou de 27,21% para 13,26%, enquanto o da *velocity* foi reduzido de 23,69% para 10,25%. Esses resultados mostram que, embora a eficiência média não tenha aumentado, a capacidade, o planejamento e a entrega apresentaram comportamento mais regular após a divisão.

De forma agregada, os resultados indicam aumento da capacidade disponível, do esforço planejado e da entrega absoluta, além de melhora no aproveitamento do planejamento e redução da variabilidade. Entretanto, a taxa de eficiência apresentou leve redução, indicando que o crescimento da entrega não acompanhou integralmente o crescimento da força de trabalho.

#### 4.2. Comparação entre as equipes Alpha e Omega

A análise agregada representa o comportamento geral da estrutura formada após a divisão, mas não evidencia as diferenças entre os times resultantes. A Tabela 3 apresenta as médias e os coeficientes de variação das métricas de Alpha e Omega entre as sprints SP13 e SP19.

**Tabela 3. Comparação das equipes Alpha e Omega no período posterior.**

| Métrica                  | Alpha    | Omega    | CV A.  | CV O.  |
|--------------------------|----------|----------|--------|--------|
| Força de trabalho média  | 200,86 h | 208,57 h | 13,73% | 10,72% |
| Esforço planejado médio  | 28,71    | 28,86    | 23,23% | 12,21% |
| <i>Velocity</i> média    | 29,71    | 26,83    | 21,64% | 13,60% |
| Taxa de eficiência média | 0,1483   | 0,1287   | 20,45% | 9,75%  |
| Aproveitamento ponderado | 87,64%   | 88,86%   | 7,69%  | 6,99%  |

As equipes planejaram volumes praticamente equivalentes durante o período. A Alpha acumulou 201 dias de esforço planejado, enquanto a Omega acumulou 202 dias. Entretanto, a Omega apresentou força de trabalho média aproximadamente 3,7% superior, com 208,57 horas por sprint, em comparação com 200,86 horas da Alpha.

Apesar da menor força de trabalho disponível, a Alpha apresentou maior volume de entrega. Sua *velocity* acumulada foi de 208 dias, com média de 29,71 por sprint, enquanto a Omega entregou 187,83 dias, com média de 26,83. Dessa forma, a *velocity* média da Alpha foi aproximadamente 10,74% superior.

A mesma diferença foi observada na taxa de eficiência. A Alpha apresentou média de 0,1483, enquanto a Omega apresentou 0,1287, fazendo com que a eficiência média da Alpha fosse aproximadamente 15,27% superior. Esses valores mostram que, no período analisado, a Alpha entregou mais esforço por unidade de força de trabalho disponível.

A Omega, por outro lado, apresentou aproveitamento do esforço planejado ligeiramente superior. Seu aproveitamento ponderado foi de 88,86%, em comparação com 87,64% da Alpha, uma diferença de 1,22 ponto percentual. Portanto, embora tenha apresentado menor entrega e menor eficiência, a Omega manteve maior aderência entre o planejamento e a entrega.

Os coeficientes de variação também mostram comportamentos distintos. A Alpha apresentou maior variabilidade em todas as métricas, principalmente na taxa de eficiência, cujo coeficiente de variação foi de 20,45%, em comparação com 9,75% da Omega. A

Omega apresentou menor dispersão na força de trabalho, no planejamento, na entrega, na eficiência e no aproveitamento, indicando maior regularidade ao longo das sprints.

Assim, a Alpha apresentou maior entrega e eficiência média, porém com maior oscilação entre as sprints. A Omega apresentou menor desempenho médio nessas métricas, mas maior estabilidade e aproveitamento do planejamento ligeiramente superior. Esses resultados demonstram que os efeitos observados após a divisão não foram distribuídos uniformemente entre os novos times.

#### 4.2.1. Resultados da maturidade ágil

Os resultados da *b\_agile* foram analisados separadamente, pois suas aplicações ocorreram em ciclos trimestrais. A Tabela 4 apresenta a média dos dois ciclos anteriores da equipe original e dos dois ciclos posteriores de Alpha e Omega.

| Tabela 4. Médias da <i>b_agile</i> antes e depois da divisão. |          |       |       |
|---------------------------------------------------------------|----------|-------|-------|
| Seção                                                         | Original | Alpha | Omega |
| Segurança como um pré-requisito                               | 7,68     | 7,73  | 7,65  |
| Experimente e aprenda rápido                                  | 7,53     | 7,70  | 7,63  |
| Valor a todo instante                                         | 7,46     | 7,63  | 7,50  |
| Pessoas sensacionais                                          | 7,55     | 7,88  | 7,85  |
| Média geral                                                   | 7,55     | 7,73  | 7,65  |

A equipe original apresentou médias gerais de 7,42 e 7,68 nos ciclos 14 e 15. Após a divisão, a Alpha passou de 7,55 no ciclo 16 para 7,90 no ciclo 17, enquanto a Omega passou de 7,46 para 7,83. Considerando a média dos ciclos, ambas as equipes resultantes permaneceram acima da média de 7,55 registrada pela equipe original.

A seção com maior crescimento foi “Pessoas sensacionais”, cuja média passou de 7,55 na equipe original para 7,88 na Alpha e 7,85 na Omega. As demais seções permaneceram próximas ou acima dos valores anteriores. Portanto, os resultados não indicam perda geral de maturidade ágil após a divisão, embora a frequência trimestral da *b\_agile* não permita uma comparação direta com a evolução sprint a sprint das métricas operacionais.

**Figura 5. Comparação da b\_agile entre a equipe original e as equipes Alpha e Omega**



Fonte: Autor (2026)

No gráfico, os destaques aparecem principalmente em categorias como comunicação, autonomia e auto-organização e kaizen, ou melhoria contínua. Essas categorias são importantes porque estão diretamente relacionadas a uma das motivações da divisão: reduzir dificuldades de coordenação e facilitar a organização do trabalho em equipes menores. Embora o estudo não afirme causalidade direta, os dados sugerem que essas dimensões evoluíram após a divisão.

## 5. Discussão e ameaças à validade

Nesta seção, os resultados são discutidos à luz da literatura e do contexto organizacional do estudo de caso. Em seguida, são apresentadas as principais ameaças à validade que devem ser consideradas na interpretação dos achados.

## 5.1. Discussão dos resultados

Os resultados agregados mostram que a divisão esteve associada ao aumento da capacidade disponível, do esforço planejado e da entrega absoluta. Entretanto, o crescimento da *velocity* foi inferior ao crescimento da força de trabalho, resultando em uma pequena redução da taxa de eficiência. Esse comportamento reforça que a *velocity*, quando observada isoladamente, não é suficiente para determinar se uma equipe se tornou mais produtiva. A interpretação deve considerar conjuntamente o esforço entregue, a capacidade utilizada e as condições nas quais o trabalho foi realizado [Albino 2017b, Hernandez et al. 2019, ISO 2017].

Sob essa perspectiva, o aumento da entrega após a divisão não representa, por si só, um ganho proporcional de produtividade. Parte desse crescimento pode ser explicada pela maior quantidade de horas disponíveis de desenvolvimento e QA. A análise normalizada pela força de trabalho mostra que a estrutura formada por Alpha e Omega entregou mais em termos absolutos, mas manteve uma eficiência próxima à da equipe original. Assim, o principal benefício quantitativo observado não foi um aumento de eficiência, mas uma combinação de maior capacidade, maior previsibilidade e menor variação entre as sprints.

O aproveitamento do esforço planejado apresentou melhora no período posterior, enquanto os coeficientes de variação diminuíram em todas as métricas analisadas. Esses resultados indicam maior regularidade na capacidade, no planejamento e na entrega. A formação de equipes menores e com responsabilidades mais delimitadas pode favorecer foco e coordenação interna, embora também introduza novas necessidades de alinhamento entre os times [Opelt 2008b, Dikert et al. 2016, Dingsøyr et al. 2024a]. No caso analisado, a definição dos módulos sob responsabilidade de cada equipe desde a SP13 pode ter contribuído para essa regularidade. Entretanto, como comunicação e coordenação não foram medidas diretamente, essa interpretação deve ser tratada como uma explicação contextual, e não como uma relação comprovada pelos dados.

A maior variabilidade do período anterior também deve ser interpretada considerando a concentração de férias e ausências em algumas sprints anteriores à divisão. Embora a força de trabalho real incorpore essas alterações de capacidade, elas podem ter contribuído para oscilações no planejamento e na entrega. Portanto, a redução da dispersão após a reorganização não pode ser atribuída exclusivamente à formação de equipes menores.

A análise individual evidencia que Alpha e Omega não apresentaram comportamentos equivalentes. A Alpha obteve maior *velocity* e maior taxa de eficiência mesmo com força de trabalho média ligeiramente inferior. A Omega, por outro lado, apresentou menor entrega e eficiência média, mas maior estabilidade e aproveitamento do esforço planejado ligeiramente superior. Essas diferenças mostram que o resultado de uma divisão não depende apenas do número de integrantes, mas também da forma como experiência, conhecimento, responsabilidades e liderança técnica são distribuídos entre os novos times.

A composição das equipes oferece uma possível explicação para essas diferenças. A Alpha preservou maior concentração de profissionais experientes e referências técnicas da equipe original. A Omega precisou consolidar uma nova liderança técnica ao mesmo tempo em que mantinha maior presença de bolsistas e atividades de mentoria. Essas ati-

vidades são necessárias para o desenvolvimento da equipe, mas podem consumir parte da capacidade que, nas métricas utilizadas, não aparece diretamente como entrega. Consequentemente, a menor eficiência da Omega não deve ser interpretada de forma isolada como pior desempenho, pois parte de seu esforço estava associada à formação de pessoas e à redistribuição de conhecimento.

Os resultados da *b\_agile* complementam essa interpretação. As equipes Alpha e Omega mantiveram ou elevaram suas médias gerais em relação à equipe original, indicando que a reorganização não esteve associada a uma perda geral de maturidade ágil. Esse resultado é relevante porque mudanças estruturais podem afetar autonomia, comunicação, adaptação e melhoria contínua, aspectos que não são representados diretamente pelas métricas de entrega. A maturidade ágil deve ser compreendida como uma evolução progressiva da capacidade de aplicar e adaptar práticas, e não apenas como o cumprimento de eventos ou procedimentos [Fontana et al. 2015, Sidky et al. 2007]. No contexto do estudo, a *b\_agile* permitiu acompanhar essa dimensão de acordo com o instrumento adotado pelo Laboratório Bridge [Fogaça and Torres 2025].

Em síntese, os achados não sustentam uma conclusão simples de que a divisão melhorou ou prejudicou a produtividade. A reorganização esteve associada ao aumento da capacidade e da entrega absoluta, à melhora do aproveitamento do planejamento, à redução da variabilidade e à manutenção da maturidade ágil. Entretanto, não houve aumento proporcional da eficiência agregada, e os dois times resultantes apresentaram desempenhos distintos. Dessa forma, decisões de divisão devem ser avaliadas de maneira multidimensional, considerando métricas de capacidade, entrega, eficiência, previsibilidade e maturidade, além das características de composição e liderança de cada equipe.

## **5.2. Ameaças à validade**

Como todo estudo de caso, esta pesquisa apresenta limitações que restringem o alcance de suas conclusões. A explicitação dessas ameaças contribui para a interpretação transparente dos resultados e para a avaliação de sua aplicabilidade em outros contextos [Runeson and Höst 2009].

### **5.2.1. Validade de construção**

A primeira ameaça está relacionada à representação dos conceitos investigados pelas métricas disponíveis. Produtividade é um conceito multidimensional, enquanto força de trabalho, *velocity*, taxa de eficiência e aproveitamento do esforço planejado representam apenas determinadas dimensões do trabalho. O estudo não incluiu indicadores consistentes de qualidade, valor entregue, satisfação dos usuários, *cycle time* ou *lead time*. Portanto, os resultados não devem ser interpretados como uma avaliação completa da produtividade das equipes.

As definições das métricas também são específicas do Laboratório Bridge. A *velocity*, por exemplo, pode incluir percentuais de esforço de itens iniciados, mas ainda não concluídos. Embora essa definição tenha sido aplicada de maneira consistente dentro do caso, ela pode diferir da utilizada por outras organizações. A *b\_agile* também constitui um instrumento interno de avaliação e possui natureza distinta das métricas operacionais. Para mitigar essa ameaça, as definições e os procedimentos de cálculo foram descritos

explicitamente, e os indicadores foram interpretados de forma complementar, evitando que uma única métrica representasse todo o conceito de produtividade.

### **5.2.2. Validade interna**

A comparação antes e depois não permite afirmar que as variações observadas foram causadas exclusivamente pela divisão. Outros fatores podem ter influenciado os resultados, como férias, ausências, mudanças na complexidade das demandas, alterações de escopo, entrada de novos integrantes, inclusão de um novo analista, redistribuição dos módulos e adaptação das lideranças técnicas.

As equipes Alpha e Omega também não possuíam composições equivalentes em senioridade, experiência e distribuição de responsabilidades. Consequentemente, suas diferenças de entrega e eficiência não podem ser atribuídas somente ao tamanho ou à estrutura dos times. Para reduzir interpretações causais inadequadas, os resultados foram apresentados como variações associadas à reorganização e analisados juntamente com as características contextuais de cada equipe.

### **5.2.3. Validade externa**

O estudo analisou uma única reorganização no projeto e-SUS APS do Laboratório Bridge. O método de trabalho, as métricas internas, a cultura organizacional e o domínio de software para gestão pública em saúde são características particulares desse ambiente. Dessa forma, os valores obtidos não podem ser generalizados diretamente para outras organizações, produtos ou equipes.

A descrição detalhada do contexto, da composição dos times, das métricas e do momento da divisão permite, entretanto, que pesquisadores e profissionais avaliem a semelhança entre este caso e seus próprios ambientes. Os resultados podem oferecer indícios para organizações que utilizam dados históricos de sprints e passam por processos semelhantes de crescimento ou reorganização, mas sua transferência depende da compatibilidade entre os contextos.

### **5.2.4. Validade de conclusão e confiabilidade**

O período de análise compreende sete sprints anteriores e sete posteriores à divisão. Embora as janelas sejam equivalentes, o recorte é relativamente curto e pode não capturar efeitos de longo prazo. As primeiras sprints de Alpha e Omega também incluem o período inicial de adaptação, pois não houve uma janela de transição separada da operação das equipes.

A análise possui caráter descritivo e não emprega testes estatísticos inferenciais. Assim, pequenas diferenças entre os períodos ou entre as equipes não devem ser interpretadas como estatisticamente significativas. A b.agile possui ainda menor granularidade temporal, pois foi aplicada em ciclos trimestrais e não em todas as sprints, impedindo uma comparação temporal direta com as métricas operacionais.

Por fim, o estudo utiliza registros históricos produzidos anteriormente para acompanhamento do projeto. Eventuais inconsistências ou alterações na forma de registrar esforço e capacidade podem afetar os resultados. Como estratégias de mitigação, os dados foram padronizados por sprint, as fórmulas foram aplicadas de maneira uniforme, os períodos analisados possuem a mesma quantidade de sprints e as limitações dos registros disponíveis foram explicitadas.

## 6. Conclusões e implicações práticas

Esta seção apresenta as principais implicações práticas derivadas do estudo de caso e sintetiza suas conclusões, contribuições, limitações e possibilidades de trabalhos futuros.

### 6.1. Implicações práticas

Os resultados indicam que a divisão de uma equipe ágil deve ser tratada como uma mudança estrutural planejada, e não apenas como a separação de seus integrantes em grupos menores. Além da composição dos novos times, esse processo envolve a preparação de papéis, a distribuição de conhecimento, a formação de lideranças, a reorganização do *Product Backlog* e a criação de mecanismos de coordenação e acompanhamento após a mudança.

No caso analisado, a equipe original funcionou como uma estrutura de preparação para os times resultantes. A definição antecipada da composição das equipes, a formação gradual de novos membros e a distribuição prévia de responsabilidades reduziram o risco de perda de continuidade após a reorganização. Dessa forma, recomenda-se que a divisão seja planejada com antecedência e que os membros sejam preparados para seus futuros papéis ainda no contexto da equipe original.

A Tabela 5 sintetiza as principais recomendações elaboradas a partir dos resultados do estudo de caso. As ações condensam as recomendações originalmente estruturadas com apoio do 5W2H no trabalho completo.

**Tabela 5. Implicações práticas para a divisão de equipes ágeis.**

| Recomendação                                 | Aplicação                                                                                                                                                        | Acompanhamento                                                                              |
|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| Preparar a equipe original                   | Planejar a divisão com antecedência, definir os times resultantes e preparar seus membros para os novos papéis antes da separação.                               | Força de trabalho, <i>velocity</i> , eficiência e aproveitamento do planejamento.           |
| Criar redundância nos papéis essenciais      | Compartilhar conhecimento e evitar que desenvolvimento, QA, análise ou liderança técnica dependam exclusivamente de uma única pessoa.                            | Distribuição de senioridade, necessidade de mentoria e estabilidade das entregas.           |
| Formar membros e lideranças previamente      | Treinar bolsistas, novos profissionais e futuras lideranças dentro da equipe original, na qual existe maior disponibilidade de apoio técnico e processual.       | Autonomia, comunicação, evolução da eficiência e resultados da <i>b.agile</i> .             |
| Definir equipes, responsabilidades e backlog | Estabelecer previamente a composição dos times, os módulos sob responsabilidade de cada equipe, as prioridades e as dependências entre os novos grupos.          | Aderência ao planejamento, impedimentos, dependências e estabilidade nas primeiras sprints. |
| Considerar os impactos organizacionais       | Avaliar o aumento de reuniões, alinhamentos técnicos, revisões externas, fluxos de gestão e mecanismos de coordenação decorrentes da criação de uma nova equipe. | Quantidade de dependências, impedimentos e necessidade de alinhamentos externos.            |
| Monitorar os times de forma multidimensional | Analisar os indicadores agregados e individuais, evitando comparações baseadas exclusivamente no volume absoluto de entrega.                                     | Capacidade, entrega, eficiência, previsibilidade, dispersão e maturidade ágil.              |

A distribuição equilibrada de senioridade e conhecimento constitui um ponto especialmente relevante. A comparação entre Alpha e Omega mostrou que equipes com

esforços planejados semelhantes podem apresentar resultados distintos em função de sua experiência, liderança técnica, necessidade de mentoria e estabilidade. Portanto, a composição dos times não deve ser definida apenas pela quantidade de integrantes ou pela carga horária disponível.

Também se recomenda planejar férias e outras ausências conhecidas antes da divisão, quando a equipe original ainda possui maior redundância de papéis. Essa medida pode reduzir riscos nas primeiras sprints dos novos times, período no qual a ausência de um integrante pode produzir efeitos proporcionalmente maiores sobre a capacidade e a entrega.

O acompanhamento após a divisão deve combinar os resultados agregados da nova estrutura com a análise individual dos times. Indicadores agregados permitem verificar o comportamento geral da reorganização, enquanto a análise individual evidencia diferenças de adaptação, concentração de conhecimento, mentoria e estabilidade. Além das métricas operacionais, instrumentos de maturidade, como a *b\_agile*, podem apoiar a observação de aspectos relacionados à autonomia, comunicação e melhoria contínua.

## 6.2. Conclusões

Este artigo analisou como a divisão de uma equipe ágil de desenvolvimento se relacionou com indicadores de capacidade, entrega, eficiência, planejamento e maturidade ágil. O estudo foi conduzido no projeto e-SUS APS do Laboratório Bridge e utilizou dados históricos de sete sprints anteriores e sete posteriores à reorganização.

Os resultados agregados mostraram que a força de trabalho média aumentou 14,53% após a divisão, enquanto a *velocity* média cresceu 10,88%. Como o crescimento da entrega foi inferior ao crescimento da capacidade disponível, a taxa de eficiência agregada apresentou redução de 2,32%. Portanto, embora as equipes resultantes tenham entregado mais esforço em termos absolutos, não foi observado aumento proporcional da produtividade normalizada pela força de trabalho.

Em contrapartida, o aproveitamento ponderado do esforço planejado aumentou 4,77 pontos percentuais, e os coeficientes de variação foram reduzidos nas métricas analisadas. Esses resultados indicam maior aderência entre planejamento e entrega e maior regularidade no funcionamento das equipes após a reorganização. A divisão esteve, assim, associada principalmente a ganhos de capacidade, previsibilidade e estabilidade, e não a um crescimento proporcional da eficiência.

A análise individual mostrou que os efeitos da reorganização não foram uniformes. A equipe Alpha apresentou maior *velocity* e maior taxa de eficiência, mesmo com força de trabalho média ligeiramente inferior. A equipe Omega apresentou menor entrega e eficiência média, porém maior estabilidade e aproveitamento do planejamento ligeiramente superior. Essas diferenças são compatíveis com as características das equipes, pois a Alpha manteve maior concentração de profissionais experientes, enquanto a Omega precisou consolidar uma nova liderança técnica e dedicar maior esforço à mentoria de bolsistas.

Os resultados da *b\_agile* não indicaram perda geral de maturidade após a divisão. A equipe original apresentou média de 7,55 nos ciclos anteriores, enquanto Alpha e Omega apresentaram, respectivamente, médias de 7,73 e 7,65 após a reorganização.

Esse resultado sugere que os novos times conseguiram manter ou ampliar a aplicação das práticas ágeis, apesar das mudanças de composição e responsabilidade.

Dessa forma, os achados não sustentam a interpretação de que equipes menores são automaticamente mais produtivas. No contexto analisado, a divisão esteve associada ao aumento da capacidade e da entrega absoluta, à melhora da previsibilidade, à redução da variabilidade e à manutenção da maturidade ágil, mas não ao aumento proporcional da eficiência agregada. A avaliação de uma reorganização desse tipo deve, portanto, considerar conjuntamente capacidade, entrega, eficiência, planejamento, estabilidade, maturidade e composição das equipes.

Como contribuição, o estudo apresenta evidências quantitativas de uma divisão real de equipe em um projeto de software voltado à gestão pública em saúde. Além disso, demonstra a importância de normalizar a entrega pela capacidade disponível e de combinar métricas operacionais com informações contextuais sobre senioridade, liderança e distribuição de conhecimento. As implicações práticas apresentadas podem apoiar organizações na preparação e no acompanhamento de futuras divisões de equipes ágeis.

Os resultados devem ser interpretados considerando as limitações do estudo de caso único, do período relativamente curto de análise e das diferenças de composição entre Alpha e Omega. Também não foi possível estabelecer causalidade direta entre a divisão e os resultados observados, uma vez que férias, ausências, mudanças de escopo, complexidade das demandas e alterações na composição podem ter influenciado os indicadores.

Como trabalhos futuros, recomenda-se ampliar o período de observação para avaliar efeitos de longo prazo, incluir métricas de fluxo, como *cycle time*, *lead time* e *throughput*, e incorporar indicadores de qualidade, como defeitos, retrabalho, incidentes e cobertura de testes. Entrevistas ou questionários com membros das equipes, Scrum Masters, Product Owners e lideranças técnicas também poderiam complementar os dados quantitativos com percepções sobre comunicação, autonomia, adaptação e dificuldades enfrentadas após a divisão. Por fim, estudos com múltiplos casos poderiam verificar se os padrões observados se repetem em outras equipes, projetos ou organizações.

## Referências

- (2017). *Systems and software engineering – Measurement process*. ISO/IEC/IEEE, Geneva, Switzerland. ISO/IEC/IEEE 15939:2017.
- Albino, R. D. (2017a). *Métricas Ágeis: Obtenha melhores resultados em sua equipe*. Kindle Edition.
- Albino, R. D. (2017b). *Métricas Ágeis: obtenha melhores resultados em sua equipe*. Casa do Código, São Paulo.
- Brooks, F. P. (1995). *The Mythical Man-Month: Essays on Software Engineering*. Addison-Wesley, Boston, anniversary edition.
- Butafava, A. C. D. A., Silva, L. F. d., and Penha, R. (2022). Reestruturação de um squad de desenvolvimento de software ágil em dois novos squads: um estudo de caso em uma instituição financeira. *REPAE - Revista De Ensino E Pesquisa Em Administração E Engenharia*, 8:03–21.

- Dikert, K., Paasivaara, M., and Lassenius, C. (2016). Challenges and success factors for large-scale agile transformations: a systematic literature review. *Journal of Systems and Software*, 119:87–108.
- Dingsøyr, T., Schneider, P., Bergersen, G. R., and Lindsjörn, Y. (2024a). Challenges in understanding the relationship between teamwork quality and project success in large-scale agile projects. In *Proceedings of the International Conference on Software and Systems Processes and International Conference on Global Software Engineering*. ACM.
- Dingsøyr, T., Schneider, P., Bergersen, G. R., and Lindsjörn, Y. (2024b). Challenges in understanding the relationship between teamwork quality and project success in large-scale agile projects. In *Proceedings of the 2024 IEEE/ACM 17th International Conference on Cooperative and Human Aspects of Software Engineering*, CHASE '24, pages 51–56, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- Fehlmann, T. and Gelli, A. (2023). Functional size measurement in agile development: Velocity in agile sprints. In *Proceedings of the 27th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering*, EASE '23, pages 200–204, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- Fogaça, A. B. and Martins, J. (2026). Método Ágil de trabalho no laboratório bridge. Com contribuições de Gabriel Geraldelli, Jades Hammes, Luísa Lacerda, agilistas e equipe de Comunicação.
- Fogaça, A. B. and Martins, J. (2024). *Método Ágil de Trabalho no Laboratório Bridge*. Laboratório Bridge. Documento interno. Contribuições de Gabriel Geraldelli, Jades Hammes, Luísa Lacerda, agilistas e equipe de Comunicação.
- Fogaça, A. B. and Torres, A. E. (2025). *Bridge Agilidade 2025: Ferramenta de mensuração da maturidade ágil do Laboratório Bridge – b\_agile*. Laboratório Bridge. Documento interno.
- Fontana, R. M., Meyer, Victor, J., Reinehr, S., and Malucelli, A. (2015). Progressive outcomes: A framework for maturing in agile software development. *Journal of Systems and Software*, 102:88–108.
- Gren, L. and Shepperd, M. (2022). Problem reports and team maturity in agile automotive software development. In *Proceedings of the 15th International Conference on Cooperative and Human Aspects of Software Engineering*, CHASE '22, pages 41–45, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- Hernandez, G., Navarro, A. A. M., Jimenez, R., and Giraldo, F. E. J. (2019). Productivity metrics for an agile software development team: A systematic review. *TecnoLógicas*, 22:63–81.
- Laboratório Bridge (2026a). Portfólio: e-sus aps. Website. Acesso em: 11 jun. 2026.
- Laboratório Bridge (2026b). Quem somos. Website. Acesso em: 11 jun. 2026.
- Lagerberg, L., Skude, T., Emanuelsson, P., Sandahl, K., and Ståhl, D. (2013). The impact of agile principles and practices on large-scale software development projects: A multiple-case study of two projects at Ericsson. In *2013 ACM/IEEE International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement*, pages 348–356. IEEE.

- Magennis, T. (2015). The economic impact of software development process choice: Cycle-time analysis and monte carlo simulation results. In *Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences*. IEEE.
- Maranzato, R. P., Neubert, M., and Herculano, P. (2011). Moving back to Scrum and scaling to Scrum of Scrums in less than one year. In *Proceedings of the ACM International Conference Companion on Object Oriented Programming Systems Languages and Applications Companion*, OOPSLA '11, pages 125–130, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- Menezes, R., Marinho, M., and Sampaio, S. (2024a). Metrics for large-scale agile development: A survey of the brazilian software industry. In *Proceedings of the XXIII Brazilian Symposium on Software Quality*, SBQS '24, pages 210–219, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- Menezes, R., Marinho, M. L. M., and Sampaio, S. (2024b). Metrics for large-scale agile development: A survey of the brazilian software industry. In *Proceedings of the XXIII Brazilian Symposium on Software Quality*, SBQS '24. ACM.
- Ministério da Saúde (2026). e-sus aps. Website. Acesso em: 11 jun. 2026.
- Opelt, K. (2008a). Overcoming Brooks' Law. In *Agile 2008 Conference*, pages 208–211. IEEE.
- Opelt, K. (2008b). Overcoming brooks' law. In *Proceedings of the Agile 2008 Conference*, pages 208–211. IEEE Computer Society.
- Razzak, M. A., Richardson, I., Noll, J., Nic Canna, C., and Beecham, S. (2018). Scaling agile across the global organization: An early stage industrial SAFe self-assessment. In *Proceedings of the 13th International Conference on Global Software Engineering*, ICGSE '18, pages 121–130, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- Runeson, P. and Höst, M. (2009). Guidelines for conducting and reporting case study research in software engineering. *Empirical Software Engineering*, 14(2):131–164.
- Schwaber, K. and Sutherland, J. (2020). The scrum guide – the definitive guide to scrum: The rules of the game. <https://scrumguides.org/scrum-guide.html>. Accessed: 2025-07-07.
- Scott, E., Charkie, K. N., and Pfahl, D. (2020). Productivity, turnover, and team stability of agile teams in open-source software projects. In *2020 46th Euromicro Conference on Software Engineering and Advanced Applications*, SEAA, pages 124–131. IEEE.
- Sidky, A., Arthur, J., and Bohner, S. (2007). A disciplined approach to adopting agile practices: The agile adoption framework. *Innovations in Systems and Software Engineering*, 3(3):203–216.
- Williams, L., Shukla, A., and Anton, A. I. (2004). An initial exploration of the relationship between pair programming and Brooks' Law. In *Agile Development Conference*, pages 11–20. IEEE.