

## **Metodologias ágeis na engenharia amazônica: desafios, aplicações e oportunidades**

**CÉLIO COELHO**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS (UFAM)

**JONAS FERNANDO PETRY**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS (UFAM)

**ANDRÉ CARVALHO SOARES**

**ANA CLAUDIA MOXOTO**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS (UFAM)

**HILMAR TADEU CHAVES**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS (UFAM)

### **Agradecimento à órgão de fomento:**

Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Tecnologia Eletrônica e da Informação - CETELI/UFAM, Softex Amazônia e Capacita Amazônia

## Metodologias ágeis na engenharia amazônica: desafios, aplicações e oportunidades

### Introdução

A crescente complexidade dos ambientes organizacionais e o avanço da transformação digital têm impulsionado a adoção de metodologias ágeis como um diferencial estratégico para empresas que buscam maior eficiência e competitividade (Dikert et al., 2016; Jensen et al., 2016; Rigby, Sutherland, et al., 2016). No setor de engenharia, caracterizado por projetos de alta complexidade, recursos escassos e necessidade de adaptação rápida às mudanças, a aplicação dessas metodologias vem se consolidando como um fator crítico de sucesso (Latifi, 2024). Diferentemente dos modelos tradicionais de gestão, os métodos ágeis permitem flexibilidade, colaboração iterativa e otimização contínua, garantindo melhor alocação de recursos e mitigação de riscos (Coccia, 2017; Novikov et al., 2019).

Em um contexto regional, como a Amazônia, a adoção dessas práticas apresenta desafios e oportunidades específicas. Empresas da região frequentemente enfrentam dificuldades logísticas, limitações na infraestrutura e barreiras econômicas e ambientais, tornando essencial a busca por abordagens estratégicas mais adaptáveis. No entanto, observa-se que muitas organizações ainda operam sob modelos tradicionais rígidos, o que pode comprometer sua capacidade de inovação e sustentabilidade econômica no longo prazo (Endres et al., 2022).

Diante desse cenário, surge a necessidade de compreender de que forma as metodologias ágeis impactam a engenharia no contexto amazônico e se essa abordagem pode representar um diferencial competitivo para empresas locais. Estudos anteriores já analisaram a aplicabilidade das metodologias ágeis em diversos setores industriais (Eder et al., 2014; Magistretti & Trabucchi, 2025; Serrador & Pinto, 2015), mas ainda há uma lacuna na literatura quando se trata da aplicação específica de metodologias ágeis em empresas de engenharia que operam em mercados emergentes e desafiadores, como a região amazônica. Estudo como o de Wang et al. (2021) evidencia os desafios enfrentados em contextos de infraestrutura e restrições territoriais, mas reforça também a escassez de investigações voltadas à percepção dos profissionais locais e à prática empírica de adaptação metodológica.

Neste artigo, busca-se responder à seguinte questão de pesquisa: *Em que medida as metodologias ágeis impactam as práticas de gestão e execução de projetos de engenharia no contexto da região amazônica?* Logo, o estudo tem como objetivo analisar o impacto da aplicação das metodologias ágeis na gestão e execução de projetos de engenharia no contexto da região amazônica. Especificamente, busca-se avaliar como essas metodologias influenciam a eficiência operacional, a comunicação organizacional e a capacidade de adaptação das empresas às demandas do mercado regional. Para isso, será realizada uma pesquisa empírica baseada na aplicação de questionários a engenheiros, com o intuito de identificar benefícios, desafios e oportunidades associados à implementação dessas metodologias.

Por fim, este artigo contribui para o campo tecnológico ao oferecer uma análise aprofundada sobre a aplicação das metodologias ágeis na engenharia, destacando sua relevância para empresas que buscam maior adaptabilidade e competitividade no setor. Além disso, pretende-se fornecer insights práticos para gestores e profissionais que desejam implementar essas metodologias, contribuindo para o desenvolvimento sustentável e econômico da Amazônia.

Diante desse panorama, este artigo está estruturado de forma a permitir uma compreensão progressiva do fenômeno investigado. Inicialmente, apresenta-se uma revisão teórica sobre os fundamentos das metodologias ágeis, sua evolução e aplicabilidade no setor de engenharia, destacando as especificidades do contexto amazônico. Em seguida, descreve-se a metodologia adotada na pesquisa, detalhando os procedimentos de coleta e análise dos dados,

bem como o perfil dos participantes. Posteriormente, são discutidos os resultados empíricos obtidos, confrontando-os com a literatura existente e apontando contribuições teóricas e práticas. Por fim, o artigo apresenta as considerações finais, limitações do estudo e sugestões para investigações futuras.

## 2. DESENVOLVIMENTO TEÓRICO

### 2.1 Metodologias Ágeis: Conceitos e Princípios

As metodologias ágeis surgiram no início dos anos 2000 como uma resposta à rigidez dos modelos tradicionais de gestão de projetos, especialmente no campo do desenvolvimento de software. Esses métodos introduzem uma abordagem centrada na colaboração contínua, entregas iterativas e resposta rápida às mudanças, buscando maior adaptabilidade e geração de valor (Kulkarni, 2022; Suvvari, 2024).

O marco fundador das metodologias ágeis foi o Manifesto Ágil (Agile Alliance, 2001), elaborado por 17 especialistas em desenvolvimento de software. O manifesto estabelece quatro valores fundamentais: (i) Indivíduos e interações mais que processos e ferramentas; (ii) Software em funcionamento mais que documentação abrangente; (iii) Colaboração com o cliente mais que negociação de contratos; (iv) Responder a mudanças mais que seguir um plano.

Além dos valores, o Manifesto define 12 princípios orientadores, como a entrega frequente de software funcional, a colaboração entre negócio e desenvolvimento ao longo do projeto, e o estímulo à excelência técnica e simplicidade. Esses princípios fornecem a base filosófica para práticas como iteratividade, feedback contínuo e auto-organização das equipes (Agile Alliance, 2001).

Do ponto de vista conceitual, a agilidade é entendida como a capacidade de antecipar, aprender com e responder rapidamente às mudanças, por meio de um processo de prontidão contínua (Dingsøyr et al., 2012). Trata-se de mais do que um conjunto de práticas: é um mindset organizacional que valoriza a adaptabilidade, a colaboração multidisciplinar e a melhoria contínua (Highsmith, 2009; Rigby, Berez, et al., 2016).

Diversos métodos e frameworks foram desenvolvidos a partir desses fundamentos, cada um com foco específico como podemos observar no Quadro 1 a seguir:

**Quadro 1** – Panorama dos principais frameworks ágeis utilizados na engenharia e tecnologia

Método Ágil	Foco principal	Aplicação típica	Referência
Scrum	Gestão de projetos em ciclos curtos (sprints)	Equipes pequenas com entregas rápidas	(Schwaber & Sutherland, 2020)
Kanban	Visualização de fluxo e gestão de tarefas	Ambientes com demanda contínua	(Anderson, 2014)
Extreme Programming (XP)	Boas práticas de codificação e feedback rápido	Desenvolvimento com foco em qualidade técnica	(Beck & Andres, 2004)
Lean Software Development	Eliminação de desperdícios e melhoria contínua	Ambientes enxutos e adaptáveis	(Poppendieck & Poppendieck, 2003)
SAFe (Scaled Agile)	Escalabilidade em grandes organizações	Grandes corporações com múltiplos times	(Knaster & Leffingwell, 2018)

A evolução das metodologias ágeis também revela limitações importantes. Pesquisas destacam problemas como acúmulo de dívida técnica, sobrecarga de equipes, pressão por entregas contínuas e baixa documentação, especialmente em ambientes regulados ou de alta complexidade (Dingsøyr et al., 2012; Meckenstock, 2024). Além disso, a maturidade das práticas ágeis parece depender mais da capacidade coletiva das equipes do que de habilidades individuais isoladas (Gren et al., 2018).

Embora as metodologias ágeis tenham se originado no desenvolvimento de software, seus princípios vêm sendo progressivamente adaptados para setores com alta complexidade

técnica, como a engenharia. A literatura recente destaca esforços para integrar práticas ágeis à engenharia de sistemas, engenharia aeroespacial e outros domínios industriais, demonstrando que a colaboração iterativa, o foco na entrega de valor e a capacidade de adaptação são igualmente relevantes em contextos não digitais (Ottaviani et al., 2024; Ribeiro et al., 2025; Zhang et al., 2025). Assim, compreender os fundamentos conceituais da agilidade é essencial para analisar criticamente seu potencial transformador na gestão e execução de projetos de engenharia, especialmente em ambientes desafiadores como a região amazônica.

## 2.2 Planejamento Estratégico e sua Evolução

O planejamento estratégico pode ser definido como um processo sistemático para estabelecer metas organizacionais, definir estratégias e alocar recursos com o objetivo de alcançar vantagem competitiva sustentável (Ansoff et al., 2019; Porter, 1985, 1996). Mintzberg et al. (1998) e Mintzberg e Waters (1985) argumentam que o planejamento estratégico tradicional ignora a natureza emergente da estratégia e a complexidade do ambiente organizacional dinâmico. Com a crescente incerteza dos mercados, o planejamento tem migrado de modelos lineares para abordagens baseadas em ciclos curtos, hipóteses, experimentação e realinhamento constante (Bryson & George, 2024). Nesse contexto, as metodologias ágeis oferecem uma nova lógica para o planejamento estratégico, substituindo planos estáticos por mecanismos adaptativos sustentados por ciclos curtos e iteração contínua (Rigby, Sutherland, et al., 2016). Essa transformação também impacta setores como a engenharia, nos quais a adoção de abordagens mais flexíveis tem sido essencial para enfrentar incertezas operacionais e complexidades técnicas. Compreender essa evolução é, portanto, essencial para analisar como as metodologias ágeis podem ser aplicadas de forma eficaz no planejamento e na execução de projetos de engenharia.

## 2.3 Aplicação das Metodologias Ágeis na Engenharia

As metodologias ágeis têm ganhado espaço significativo em áreas além do desenvolvimento de software, incluindo a engenharia, onde projetos complexos, com múltiplos stakeholders e elevada incerteza, demandam abordagens mais adaptáveis. Nos últimos anos, o uso de frameworks como Scrum, SAFe e Kanban foi estendido para projetos de engenharia civil, aeroespacial, industrial e até educacional, com resultados promissores (Ribeiro et al., 2025; Zhang et al., 2025).

Segundo Zhang et al. (2025), há uma tendência crescente de integração entre gestão ágil de projetos e gestão da inovação em engenharia, formando um novo campo interdisciplinar que busca acelerar a entrega de valor e aumentar a resiliência organizacional. Essa convergência é viabilizada pela adoção de princípios ágeis como entregas iterativas, feedback constante e times multifuncionais, fatores que contribuem para mitigar riscos, melhorar a comunicação e reduzir desperdícios em projetos de engenharia.

Um exemplo concreto dessa transição é apresentado por Ribeiro et al. (2025), que demonstram como o uso de Scrum adaptado ao padrão DO-178C foi aplicado com sucesso em projetos de software embarcado na indústria aeroespacial, evidenciando que metodologias ágeis podem ser customizadas para ambientes altamente regulados e críticos, típicos da engenharia de alto desempenho.

Além disso, estudos como o de Pinto (2025) destacam a introdução de project-based learning com Scrum no ensino de engenharia de software e engenharia elétrica, proporcionando um ambiente onde os estudantes vivenciam a realidade de gestão ágil desde a formação inicial. Isso reforça o potencial transformador dessas metodologias quando alinhadas à formação técnica e à prática profissional.

Ainda que promissora, a aplicação de metodologias ágeis na engenharia não está isenta de desafios. Barreiras culturais, estruturas organizacionais hierarquizadas e ambientes

regulatórios exigentes dificultam a implementação plena de práticas como autonomia de equipe e ciclos de entrega curtos (Ciancarini et al., 2025; Ottaviani et al., 2024). Por isso, adaptações contextuais e a capacitação contínua dos times são elementos centrais para o sucesso.

#### 2.4 O Contexto Regional Amazônico e os Desafios na Engenharia

A região amazônica impõe desafios significativos à execução de projetos de engenharia, tais como dificuldades logísticas, condições climáticas adversas, escassez de infraestrutura, limitações tecnológicas e exigências legais ambientais. Esses fatores afetam diretamente o planejamento e a execução de obras e sistemas, exigindo abordagens de gestão mais adaptáveis e colaborativas (Silva et al., 2024).

Nesse cenário, as metodologias ágeis despontam como uma alternativa promissora à gestão tradicional de projetos. Seus princípios, como entregas iterativas, colaboração constante, resposta rápida a mudanças e auto-organização das equipes, contribuem para lidar com os altos níveis de incerteza e imprevisibilidade presentes no contexto amazônico (Highsmith, 2009; Rigby, Sutherland, et al., 2016).

A aplicação do ágil em ambientes remotos permite que as equipes atuem com maior autonomia e capacidade de resolver problemas localmente, sem depender de cadeias hierárquicas lentas ou processos engessados. Essa lógica favorece também o engajamento de profissionais locais, o que fortalece a sustentabilidade social e o alinhamento cultural dos projetos (Silva et al., 2024).

Estudos apontam que a utilização de Scrum e Kanban adaptados à realidade regional tem gerado impactos positivos em iniciativas públicas e privadas, especialmente em projetos de infraestrutura, saneamento, tecnologia da informação e educação técnica na Amazônia (Highsmith, 2009; Rigby, Sutherland, et al., 2016). Esses modelos, quando adequadamente contextualizados, permitem maior controle sobre os ciclos de entrega, promovem comunicação eficaz entre atores distribuídos e possibilitam rápida resposta a imprevistos operacionais, como oscilações climáticas ou interrupções logísticas.

No contexto amazônico, aplicar metodologias ágeis significa não apenas melhorar a eficiência gerencial, mas também alcançar maior resiliência organizacional, capacidade de adaptação territorial e potencial para inovação local. Essa abordagem pode representar um diferencial competitivo e estratégico para empresas que operam em regiões distantes dos grandes centros urbanos e com baixa densidade de infraestrutura.

### 3 DESENVOLVIMENTO METODOLÓGICO

*Nota: Este artigo passou por um processo de revisão ortográfica, gramatical e de fluidez textual com o auxílio de Large Language Models (LLMs) (Z. Wang et al., 2024), incluindo o ChatGPT (OpenAI et al., 2023). O uso dessa tecnologia foi restrito à melhoria da clareza e coesão textual, sem interferência na originalidade e integridade dos conteúdos científicos apresentados.*

#### 3.1 Tipo de Pesquisa

Este estudo configura-se como uma pesquisa qualitativa, de natureza exploratória e descritiva, conforme proposto por autores clássicos e contemporâneos da metodologia científica (Creswell & Poth, 2023; Yin, 2016). A escolha por uma abordagem qualitativa justifica-se pela necessidade de explorar em profundidade como as metodologias ágeis vêm sendo aplicadas em projetos de engenharia no contexto amazônico, uma realidade ainda pouco documentada na literatura científica (Valenzuela-Cobos et al., 2025).

A abordagem exploratória é apropriada quando o fenômeno estudado é pouco compreendido ou ainda em estágio inicial de investigação, sendo útil para gerar hipóteses e identificar padrões emergentes (Gil, 2019; Stebbins, 2001). Já a dimensão descritiva visa

caracterizar práticas, percepções e desafios enfrentados por engenheiros em ambientes complexos, contribuindo para construir uma compreensão sistemática do fenômeno (Bauer & Gaskell, 2017).

Esta combinação metodológica é amplamente adotada em estudos sobre gestão de projetos, inovação organizacional e transformação digital em engenharia, especialmente em contextos socioeconômicos desafiadores (Hassan et al., 2025; Ogundipe et al., 2024). O uso da abordagem qualitativa também permite captar nuances culturais e regionais que influenciam diretamente a adoção de métodos ágeis em regiões remotas como a Amazônia.

### 3.2 Estratégia e Procedimentos de Pesquisa

Adotou-se como estratégia metodológica o estudo de caso múltiplo, uma abordagem amplamente recomendada quando se busca compreender fenômenos contemporâneos em profundidade, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não são claramente definidos (Yin, 2018). A escolha pelo estudo de caso múltiplo permite uma análise comparativa entre diferentes organizações que atuam na execução de projetos de engenharia em localidades diversas da Amazônia Legal, contribuindo para a robustez analítica do estudo (Eisenhardt, 1989; Stake, 2024).

A coleta de dados foi realizada por meio de entrevistas semiestruturadas e questionários exploratórios qualitativos, o que possibilita capturar percepções, práticas e desafios enfrentados pelos profissionais no contexto regional. Essa combinação de técnicas configura uma estratégia de triangulação metodológica, fundamental para aumentar a confiabilidade dos dados e ampliar a validade do constructo (Denzin, 2017; Flick, 2014).

As entrevistas serão realizadas remotamente, por videoconferência ou telefone, respeitando as limitações logísticas e geográficas da região amazônica, prática consolidada em estudos realizados em áreas de difícil acesso (Opdenakker, 2006).

O roteiro das entrevistas foi estruturado com base em categorias conceituais validadas na literatura, com destaque para o modelo adaptado TOE – Technology, Organization, Environment, que oferece um arcabouço analítico para investigar os fatores que influenciam a adoção de inovações organizacionais, como as metodologias ágeis na engenharia (Baker, 2012; Drazin, 1991).

### 3.3 Participantes e Critérios de Seleção

Os participantes da pesquisa são profissionais atuantes em empresas de engenharia que operam na região amazônica, como engenheiros, gestores de projetos, analistas técnicos e coordenadores operacionais. O critério de inclusão adotado, possuir experiência comprovada com gestão ou execução de projetos, com ou sem o uso de metodologias ágeis. A escolha da amostragem é do tipo intencional (purposeful sampling), adequada a estudos qualitativos onde se busca profundidade analítica mais do que generalização estatística (Palinkas et al., 2015; Patton, 2014). Essa abordagem é particularmente eficaz quando o objetivo é compreender experiências e práticas em contextos específicos e pouco explorados, como é o caso da engenharia em regiões remotas.

A amostra da pesquisa foi composta por 13 profissionais atuantes na área de engenharia, com ampla diversidade de formação, origem e tempo de experiência, refletindo um panorama representativo de especialistas que operam em contextos técnicos e desafiadores na região amazônica. A maioria dos entrevistados é natural da região Norte, especialmente do estado do Amazonas, o que reforça o alinhamento territorial da pesquisa com o foco regional. Especificamente, sete dos treze participantes são naturais do Amazonas, enquanto os demais provêm de estados como Pará, Bahia, Piauí, São Paulo, Rio Grande do Sul e Rio de Janeiro, o que evidencia uma confluência de saberes regionais e nacionais na prática da engenharia amazônica.

Quanto ao tempo de experiência, o perfil revela predominância de profissionais com mais de dez anos de atuação na área, sendo que quatro respondentes possuem mais de 20 anos de experiência profissional, enquanto cinco acumulam entre 10 e 15 anos, o que denota um conjunto experiente e maduro em termos técnicos e de gestão. Apenas dois participantes apresentam até cinco anos de experiência, configurando uma amostra com predominância de vozes seniores. Esse dado é relevante, pois reforça a profundidade das percepções coletadas sobre a aplicabilidade das metodologias ágeis em ambientes de alta complexidade.

Em relação à formação acadêmica, a amostra é composta majoritariamente por engenheiros civis, de produção, mecânicos, eletricitas e especialistas em áreas industriais e tecnológicas. Há profissionais com titulação em nível de mestrado (Me.), especialização (Esp.) e doutorado (Dr.), o que indica elevado grau de qualificação técnica. Os cargos ocupados variam entre gestores de projeto, engenheiros líderes, consultores técnicos e empreendedores do setor, todos com atuação direta na execução ou gestão de projetos na Amazônia Legal.

A área de atuação geográfica dos entrevistados inclui capitais e regiões interiores dos estados do Amazonas, Pará e Acre, abrangendo tanto projetos urbanos quanto operações logísticas e industriais em áreas remotas, o que reforça a validade empírica dos achados frente à diversidade de contextos amazônicos. A composição do grupo de respondentes, portanto, reflete um panorama robusto, heterogêneo e qualificado para análise dos efeitos da adoção de metodologias ágeis no setor da engenharia na região, permitindo uma compreensão ampliada dos desafios e potencialidades dessa abordagem no contexto amazônico. O que garantiu a heterogeneidade necessária à saturação teórica (Guest et al., 2006). Essa diversidade permitiu captar variações contextuais relevantes e aprimorar a validade interpretativa dos achados.

### 3.4 Instrumentos de Coleta de Dados

A pesquisa foi aplicada com base em dois instrumentos complementares: (i) roteiro de entrevista semiestruturada e (ii) questionário exploratório qualitativo. Ambos foram elaborados a partir de literatura consolidada em estudos qualitativos sobre gestão de projetos e inovação organizacional (Creswell & Poth, 2023; Flick, 2014; Yin, 2018). A seguir, o Quadro 2 apresenta a estrutura de cada instrumento com seus respectivos blocos temáticos.

**Quadro 2** – Estrutura dos instrumentos de coleta de dados

<b>Instrumento</b>	<b>Blocos Temáticos</b>	<b>Conteúdos/Questões-Chave</b>	<b>Referências</b>
Roteiro de Entrevista Semiestruturada	1. Introdução e Perfil Profissional	Formação, cargo, tempo de atuação, experiência com gestão de projetos	(Brinkmann & Kvale, 2015)
Roteiro de Entrevista Semiestruturada	2. Adoção de Metodologias Ágeis	Motivação, momento de adoção, frameworks utilizados	(Flick, 2014)
Roteiro de Entrevista Semiestruturada	3. Percepção de Benefícios	Produtividade, eficiência, qualidade, alinhamento estratégico	(Brinkmann & Kvale, 2015)
Roteiro de Entrevista Semiestruturada	4. Desafios e Barreiras	Dificuldades, resistências, limitações estruturais	(Dingsøyr et al., 2012)
Roteiro de Entrevista Semiestruturada	5. Contexto Amazônico	Logística, clima, estrutura, adequação às particularidades regionais	(Silva et al., 2024).
Questionário Exploratório Qualitativo	1. Dados Sociodemográficos e Contextuais	Estado de atuação, formação, tempo de experiência, setor	(Sakikhales, 2022)
Questionário Exploratório Qualitativo	2. Familiaridade e Uso de Metodologias Ágeis	Conhecimento e uso de Scrum, Kanban, SAFe; escala Likert; dificuldades percebidas	(Sathe & Panse, 2023; Zayat & Senvar, 2020)

Essas questões foram inspiradas e adaptadas com base em estudos prévios sobre aplicação de metodologias ágeis em ambientes de engenharia e inovação (Sakikhales, 2022; Sathe & Panse, 2023; Zayat & Senvar, 2020).

Ambos os instrumentos foram submetidos à validação por juízes especialistas da área de gestão de projetos e metodologias ágeis, assegurando validade de conteúdo (Creswell & Poth, 2023; Haynes et al., 1995). Em seguida, foram pretestados com dois respondentes da área para avaliar a clareza das instruções, coerência das questões e adequação da linguagem, conforme as boas práticas sugeridas para o refinamento de instrumentos qualitativos (Creswell & Poth, 2023).

#### **4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS**

As entrevistas revelam que o conhecimento sobre metodologias ágeis está presente, mas sua aplicação prática é limitada, fragmentada ou adaptada de forma informal. Profissionais como Eng. Henrique França (nome fictício) e Eng. José William (nome fictício) relataram adoção parcial dos métodos, muitas vezes motivada por exigências externas, e não por diretrizes internas estruturadas. Tais relatos corroboram a literatura que afirma que a maturidade da adoção ágil não se resume ao uso de ferramentas ou termos, mas exige mudança cultural e estratégica profunda (Highsmith, 2009; Rigby, Sutherland, et al., 2016).

Embora estudos como Ribeiro et al. (2025) e Zhang et al. (2025) apontem a expansão do ágil para contextos industriais e de engenharia, os achados deste estudo revelam que essa transição ainda é incipiente na engenharia amazônica, sendo o conhecimento mais teórico do que aplicado. Essa constatação sugere que o processo de adoção se encontra em estágio inicial, o que reforça a necessidade de programas formativos específicos para o setor.

Os entrevistados que utilizam aspectos das metodologias ágeis identificam benefícios como maior organização do fluxo de trabalho e facilidade na adaptação a mudanças de escopo. Os relatos de Jossandra e Jair (nomes fictícios), por exemplo, evidenciam como práticas como reuniões frequentes e divisão de tarefas em ciclos melhoraram a gestão dos projetos, mesmo em ambientes com infraestrutura precária.

Tais achados dialogam com autores como Serrador e Pinto (2015) e Eder et al. (2014), que enfatizam o aumento da eficiência, melhoria da comunicação e foco em entregas incrementais como benefícios centrais do ágil. Contudo, diferentemente desses estudos, realizados em ambientes industriais desenvolvidos, neste caso os benefícios se manifestam de forma difusa, em ações isoladas e nem sempre sustentadas por frameworks completos.

O presente estudo, portanto, amplia a compreensão da literatura ao indicar que os benefícios da agilidade podem emergir mesmo sem sua adoção formal, desde que certos princípios (como colaboração e ciclos curtos) sejam assimilados.

As barreiras à implementação ágil apareceram como um ponto recorrente nas entrevistas. As principais dificuldades relatadas foram: ausência de capacitação técnica, resistência à mudança por parte das lideranças, falta de clareza institucional sobre metodologias ágeis e incompatibilidade com estruturas organizacionais verticalizadas.

Essas dificuldades são consistentes com os apontamentos de Dingsøyr et al. (2012) e Ciancarini et al. (2025), que destacam que a resistência cultural e as estruturas hierarquizadas são entraves à adoção plena do ágil em setores não digitais. O presente estudo avança nesse debate ao incluir como barreira significativa a limitação de infraestrutura tecnológica e logística do contexto amazônico, variável ainda pouco explorada na literatura de gestão ágil. Exemplos de impacto do contexto amazônico (como dificuldades logísticas, carência de formação ou improvisação técnica) podem ser mais explorados comparativamente com os ambientes industriais mais regulados.

Assim, identifica-se que as barreiras são multiníveis: técnicas, culturais e territoriais, o que reforça a necessidade de abordagens adaptativas e não dogmáticas para aplicação do ágil

em regiões remotas. Os dados qualitativos indicam que mesmo práticas ágeis isoladas, como reuniões rápidas, organização de tarefas por quadros visuais e feedbacks frequentes, contribuem para melhoria da comunicação e da eficiência operacional. Eng. Alberto Gleidson (nome fictício) relatou ganhos expressivos ao aplicar práticas inspiradas em Scrum, mesmo sem adoção formal do framework.

Essas observações dialogam com autores como Beck e Andres (2004) e Rigby et al. (2016), que destacam que a agilidade promove ciclos de aprendizagem mais curtos e melhora a fluidez comunicacional entre os times. Contudo, este estudo evidencia que os impactos positivos são mais perceptíveis em microambientes organizacionais onde há autonomia operacional, e menos visíveis em estruturas mais rígidas.

Um elemento distintivo é que a adaptação local de princípios ágeis à cultura da “improvisação organizacional” parece funcionar como um catalisador de boas práticas, mesmo fora dos manuais formais do ágil, um fenômeno que merece investigações futuras.

A dimensão regional foi unanimemente reconhecida como fator que dificulta, mas também demanda a adoção de práticas ágeis. Rafael (nome fictício) destacou que a imprevisibilidade logística exige flexibilidade, enquanto Evilásio (nome fictício) apontou a necessidade de decisões rápidas frente a variações climáticas. As entrevistas revelam que há compatibilidade entre os princípios ágeis e a dinâmica territorial amazônica, embora a implementação esbarre em dificuldades práticas.

Autores como Silva et al. (2024) e Ottaviani et al. (2024) já sugerem que metodologias ágeis podem ser aliadas em contextos de incerteza. No entanto, o presente estudo, e por vezes exigem, uma versão adaptada do ágil, voltada à resiliência territorial e à autonomia operacional. Esse achado reforça a proposta de uma “agilidade contextualizada”, sensível às condições locais e alinhada à sustentabilidade territorial, aspecto até então ausente nos estudos globais sobre o tema.

O estudo avança na compreensão sobre a aplicação das metodologias ágeis em contextos desafiadores, revelando uma série de elementos não suficientemente explorados pela literatura anterior, especialmente no que se refere: (i) à adaptação pragmática do ágil sem a adoção formal dos frameworks; (ii) à influência das barreiras regionais amazônicas; (iii) e à necessidade de um modelo híbrido, sensível às realidades culturais e estruturais locais.

Dessa forma, os achados não apenas confirmam elementos já discutidos na literatura, mas ampliam sua compreensão ao revelar uma forma emergente de agilidade operacional adaptada à realidade amazônica. Essa contribuição é sistematizada no Quadro 3, que oferece uma triangulação entre dados empíricos, arcabouço teórico e inferências analíticas.

**Quadro 3** – Triangulação dos dados: entrevistas x literatura x interpretação

<b>Dimensão Analítica</b>	<b>Achados Empíricos</b>	<b>Confronto com a Literatura</b>
Adoção e compreensão das metodologias ágeis	Adoção parcial ou informal, mais baseada em iniciativa individual do que política organizacional.	Concordância com Highsmith, (2009) e Rigby, Sutherland e Takeuchi (2016): agilidade requer mudança cultural além da técnica (Zhang et al., 2025).
Benefícios percebidos	Melhoria na organização do trabalho e adaptação a mudanças, mesmo sem uso formal de frameworks.	Dialoga com Eder et al. (2014) e Serrador e Pinto (2015), mas difere pela aplicação informal.
Dificuldades e barreiras	Ausência de capacitação, resistência à mudança e restrições logísticas como principais obstáculos.	Confirma Dingsøyr et al. (2012); amplia ao incluir barreiras territoriais (inovação deste estudo).
Impactos na produtividade e comunicação	Ganhos em comunicação e eficiência onde há maior autonomia local.	Confirma Beck e Andres (2004); destaca papel da autonomia, aspecto menos explorado.
Adequação ao contexto regional amazônico	O contexto amazônico exige agilidade, mas impõe limitações estruturais e culturais à sua plena adoção.	Corroborá Silva et al. (2024); Ottaviani et al. (2024); propõe conceito de ‘agilidade contextualizada’.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste estudo foi analisar o impacto da aplicação das metodologias ágeis na gestão e execução de projetos de engenharia no contexto da região amazônica. A partir de uma abordagem qualitativa, com entrevistas a profissionais atuantes na região, em especial no Estado do Amazonas, buscou-se compreender como esses métodos têm sido interpretados, aplicados e ajustados diante das particularidades territoriais, logísticas e organizacionais na Amazônia. Os resultados confirmam que, embora a adoção das metodologias ágeis ainda ocorra de forma incipiente e não padronizada, seus princípios estão sendo progressivamente incorporados à prática profissional em projetos de engenharia, contribuindo para a adaptabilidade operacional e a melhoria da comunicação organizacional.

A pesquisa revelou que a compreensão e aplicação de métodos ágeis em contextos amazônicos ocorrem de maneira híbrida e adaptada. Entre os principais benefícios percebidos pelos profissionais entrevistados destacam-se: maior flexibilidade no planejamento, aumento da produtividade em ciclos iterativos, melhoria na comunicação entre equipes distribuídas e capacidade de resposta mais ágil a imprevistos operacionais. Por outro lado, foram evidenciadas barreiras relevantes, como resistência à mudança cultural, baixa familiaridade com os frameworks formais (como Scrum ou SAFe), além de dificuldades de infraestrutura e conectividade. Tais achados respondem diretamente à pergunta de pesquisa, ao evidenciar que o uso das metodologias ágeis representa uma ferramenta promissora para lidar com os desafios complexos e dinâmicos do setor de engenharia na região.

Este estudo oferece subsídios para gestores, engenheiros e formuladores de políticas públicas que atuam em contextos remotos ou periféricos. As evidências apresentadas indicam que as metodologias ágeis, quando adequadamente contextualizadas, podem se tornar um diferencial estratégico para empresas de engenharia na Amazônia, promovendo maior resiliência organizacional e eficiência na execução de projetos. Além disso, os achados podem contribuir para o desenvolvimento de programas de capacitação profissional e políticas de inovação voltadas para a realidade amazônica, com foco na descentralização das decisões e no fortalecimento da autonomia local.

Embora os resultados obtenham validade analítica no campo qualitativo, o número restrito de participantes e a heterogeneidade dos contextos organizacionais limitam a generalização dos achados. O estudo concentrou-se exclusivamente na perspectiva dos profissionais de engenharia, não incorporando visões complementares de stakeholders institucionais ou comunitários. Recomenda-se que futuras pesquisas ampliem o escopo amostral, explorem abordagens quantitativas e considerem modelos comparativos entre diferentes regiões periféricas do Brasil. Além disso, a proposta emergente de uma “agilidade contextualizada” pode ser aprofundada teoricamente, considerando elementos socioterritoriais e ambientais próprios de regiões de baixa densidade institucional.

## Referências

- Agile Alliance. (2001). *12 Principles Behind the Agile Manifesto* | Agile Alliance. <https://www.agilealliance.org/agile101/12-principles-behind-the-agile-manifesto/>
- Anderson, D. J. (2014). *Kanban: Successful evolutionary change for your technology business*.
- Ansoff, H. I., Kipley, D., Lewis, A. O., Helm-Stevens, R., & Ansoff, R. (2019). *Implanting Strategic Management* (3<sup>o</sup> ed). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-99599-1>
- Baker, J. (2012). The Technology–Organization–Environment Framework. Em Y. Dwivedi, M. Wade, & S. Schneberger (Orgs.), *Information Systems Theory* (Vol. 28, p. 231–245). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6108-2\\_12](https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6108-2_12)

- Bauer, M. W., & Gaskell, G. (2017). *Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático*. Editora Vozes Limitada.
- Beck, K., & Andres, C. (2004). *Extreme Programming Explained: Embrace Change* (2° ed). Addison-Wesley Professional.
- Brinkmann, S., & Kvale, S. (2015). *InterViews: Learning the Craft of Qualitative Research Interviewing* (3° ed). Sage.
- Bryson, J., & George, B. (2024). *Strategic Planning for Public and Nonprofit Organizations: A Guide to Strengthening and Sustaining Organizational Achievement*.
- Ciancarini, P., Giancarlo, R., Grimaudo, G., Missiroli, M., & Xia, T. C. (2025). The Design and Realization of a Self-Hosted and Open-Source Agile Internal Development Platform. *IEEE Access*, 1–1. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2025.3564141>
- Coccia, M. (2017). Sources of technological innovation: Radical and incremental innovation problem-driven to support competitive advantage of firms. *Technology Analysis & Strategic Management*, 29(9), 1048–1061. <https://doi.org/10.1080/09537325.2016.1268682>
- Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2023). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches* (5° ed). SAGE Publications.
- Denzin, N. K. (2017). *The Research Act*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315134543>
- Dikert, K., Paasivaara, M., & Lassenius, C. (2016). Challenges and success factors for large-scale agile transformations: A systematic literature review. *Journal of Systems and Software*, 119, 87–108. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2016.06.013>
- Dingsøyr, T., Nerur, S., Balijepally, V., & Moe, N. B. (2012). A decade of agile methodologies: Towards explaining agile software development. *Journal of Systems and Software*, 85(6), 1213–1221. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2012.02.033>
- Drazin, R. (1991). The processes of technological innovation. *The Journal of Technology Transfer*, 16(1), 45–46. <https://doi.org/10.1007/BF02371446>
- Eder, S., Conforto, E. C., Amaral, D. C., & Silva, S. L. da. (2014). Diferenciando as abordagens tradicional e ágil de gerenciamento de projetos. *Production*, 25(3), 482–497. <https://doi.org/10.1590/S0103-65132014005000021>
- Eisenhardt, K. M. (1989). Building Theories from Case Study Research. *The Academy of Management Review*, 14(4), 532. <https://doi.org/10.2307/258557>
- Endres, M., Bican, P. M., & Wöllner, T. (2022). Sustainability meets agile: Using Scrum to develop frugal innovations. *Journal of Cleaner Production*, 347, 130871. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.130871>
- Flick, U. (2014). *An introduction to qualitative research* (5° ed). Sage publications.
- Gil, A. C. (2019). *Métodos e técnicas de pesquisa social* (7° ed). Atlas.
- Gren, L., Knauss, A., & Stettina, C. J. (2018). Non-technical individual skills are weakly connected to the maturity of agile practices. *Information and Software Technology*, 99, 11–20. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2018.02.006>
- Guest, G., Bunce, A., & Johnson, L. (2006). How Many Interviews Are Enough?: An Experiment with Data Saturation and Variability. *Field Methods*, 18(1), 59–82. <https://doi.org/10.1177/1525822X05279903>
- Hassan, M. S., Dalvi, M. R., & Allami, F. A. H. J. K. (2025). Design and Development of a Model for Managing Organizational Behavior of Difficult Employees. *Management Strategies and Engineering Sciences*, 7(3), 35–46. <https://doi.org/10.61838/msesj.7.3.4>
- Haynes, S. N., Richard, D. C. S., & Kubany, E. S. (1995). Content validity in psychological assessment: A functional approach to concepts and methods. *Psychological Assessment*, 7(3), 238–247. <https://doi.org/10.1037/1040-3590.7.3.238>
- Highsmith, J. H. (2009). *Agile Project Management: Creating Innovative Products* (2° ed). Addison-Wesley Professional.

- Jensen, A., Thuesen, C., & Geraldi, J. (2016). The Projectification of Everything: Projects as a Human Condition. *Project Management Journal*, 47(3), 21–34. <https://doi.org/10.1177/875697281604700303>
- Knaster, R., & Leffingwell, D. (2018). *Safe 4.5 Distilled: Applying the Scaled Agile Framework for Lean Enterprises*. Pearson Education (US).
- Kulkarni, T. (2022). Adapting Agile Methodology for Resilient and Efficient Water Network Infrastructure Asset Management. *International Journal For Multidisciplinary Research*, 4(6). <https://doi.org/10.36948/ijfmr.2022.v04i06.25433>
- Latifi, S. (2024). *ITNG 2024: 21st International Conference on Information Technology-New Generations* (S. Latifi, Org.; Vol. 1456). Springer Nature Switzerland. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-56599-1>
- Magistretti, S., & Trabucchi, D. (2025). Agile-as-a-tool and agile-as-a-culture: a comprehensive review of agile approaches adopting contingency and configuration theories. *Review of Managerial Science*, 19(1), 223–253. <https://doi.org/10.1007/s11846-024-00745-1>
- Meckenstock, J.-N. (2024). Shedding light on the dark side – A systematic literature review of the issues in agile software development methodology use. *Journal of Systems and Software*, 211, 111966. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2024.111966>
- Mintzberg, H., Ahlstrand, B., & Lampel, J. (1998). *Strategy Safari: A Guided Tour Through the Wilds of Strategic Management*. Simon & Schuster.
- Mintzberg, H., & Waters, J. A. (1985). Of strategies, deliberate and emergent. *Strategic Management Journal*, 6(3), 257–272. <https://doi.org/10.1002/smj.4250060306>
- Novikov, S., Amirova, E., Kosykh, E., Chudinovskikh, M., & Nikolaevskaya, O. (2019). Strategic Planning and Management of High-Tech Developments and Innovative Technical Solutions. *Research in World Economy*, 10(3), 309. <https://doi.org/10.5430/rwe.v10n3p309>
- Ogundipe, K. E., Aigbavboa, C. O., & Ogunbayo, B. F. (2024). Validating critical factors affecting national safety incentives policy for the construction industry in developing countries. *Sustainable Construction in the Era of the Fourth Industrial Revolution*, 149. <https://doi.org/10.54941/ahfe1005274>
- Opendakker, R. J. G. (2006). Advantages and disadvantages of four interview techniques in qualitative research. *Forum Qualitative Sozialforschung= Forum: Qualitative Social Research*, 7(4), art-11.
- OpenAI, Achiam, J., Adler, S., Agarwal, S., Ahmad, L., Akkaya, I., Aleman, F. L., Almeida, D., Altenschmidt, J., Altman, S., Anadkat, S., Avila, R., Babuschkin, I., Balaji, S., Balcom, V., Baltescu, P., Bao, H., Bavarian, M., Belgum, J., ... Zoph, B. (2023). GPT-4 Technical Report. *arXiv preprint arXiv:2303.08774*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2303.08774>
- Ottaviani, F. M., Zenezini, G., Rebuglio, M., Narbaev, T., & De Marco, A. (2024). A Conceptual Model for Integrating Agile Practices into Systems Engineering Management. *XXIX SUMMER SCHOOL “Francesco Turco”*.
- Palinkas, L. A., Horwitz, S. M., Green, C. A., Wisdom, J. P., Duan, N., & Hoagwood, K. (2015). Purposeful sampling for qualitative data collection and analysis in mixed method implementation research. *Administration and Policy in Mental Health and Mental Health Services Research*, 42(5), 533–544. <https://doi.org/10.1007/s10488-013-0528-y>
- Patton, M. Q. (2014). *Qualitative research & evaluation methods: integrating theory and practice* (4<sup>th</sup> ed). SAGE Publications.
- Pinto, H. R. (2025). *Integration of Scrum Project-Based Learning (PBL) and forum tools in computer engineering degree education*. 7070–7076. <https://doi.org/10.21125/inted.2025.1832>
- Poppendieck, M., & Poppendieck, T. (2003). *Lean Software Development: An Agile Toolkit*. Pearson.
- Porter, M. E. (1985). *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*. Free Press.
- Porter, M. E. (1996). What Is Strategy? *Harvard Business Review*, 74(6), 37–55.

- Ribeiro, J. E. F., Silva, J. G., & Aguiar, A. (2025). Scrum4DO178C: An Agile Process to Enhance Aerospace Software Development for DO-178C Compliance—A Case Study at Criticality Level A. *IEEE Access*, *13*, 66318–66337. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2025.3559803>
- Rigby, D. K., Berez, S., Caimi, G., & Noble, A. (2016). *Agile Innovation | Bain & Company*. <https://www.bain.com/insights/agile-innovation/>
- Rigby, D. K., Sutherland, J., & Takeuchi, H. (2016). Embracing Agile: How to Master the Process That's Transforming Management. *Harvard Business Review*, *94*(5).
- Sakikhales, M. (2022). Nonlinear Project Management: Agile, Scrum and Kanban for the Construction Industry. Em M. Bolpagni, R. Gavina, & D. Ribeiro (Orgs.), *Industry 4.0 for the Built Environment* (Vol. 20, p. 227–246). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-82430-3\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-030-82430-3_10)
- Sathe, C. A., & Panse, C. (2023). An Empirical Study on Impact of Project Management Constraints in Agile Software Development. *Brazilian Journal of Operations & Production Management*, *20*(3), 1796. <https://doi.org/10.14488/BJOPM.1796.2023>
- Schwaber, K., & Sutherland, J. (2020). *The Scrum Guide The Definitive Guide to Scrum: The Rules of the Game*.
- Serrador, P., & Pinto, J. K. (2015). Does Agile work? — A quantitative analysis of agile project success. *International Journal of Project Management*, *33*(5), 1040–1051. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2015.01.006>
- Silva, G. S. da, Porto, J. R., Oliveira, S. A. B. de, & Piffer, D. M. (2024). Virtualização: estratégia para superar desafios e potencializar a formação em redes de computadores. *Revista Gestão e Conhecimento*, *18*(2), e382. <https://doi.org/10.55908/RGCV18N2-021>
- Stake, R. E. (2024). Qualitative case studies. Em N. K. Denzin, Y. S. Lincoln, M. D. Giardina, & G. S. Cannella (Orgs.), *The Sage Handbook of Qualitative Research* (6<sup>o</sup> ed, p. 121–141). Sage.
- Stebbins, R. (2001). *Exploratory Research in the Social Sciences*. SAGE Publications, Inc. <https://doi.org/10.4135/9781412984249>
- Suvvari, S. K. (2024). Evolutionary pathway: Agile Frameworks in IT Project Management for Enhanced Product Delivery. *International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science*, 5022. <https://doi.org/10.56726/IRJMETSS1310>
- Valenzuela-Cobos, A., Vera-Cabanilla, B., Castillo-Heredia, L., & Valenzuela-Cobos, J. (2025). Industry 4.0 in logistics management in Latin America: A bibliometric review. *Journal of Industrial Engineering and Management*, *18*(1), 115. <https://doi.org/10.3926/jiem.8147>
- Wang, G., Locatelli, G., Wan, J., Li, Y., & Le, Y. (2021). Governing behavioral integration of top management team in megaprojects: A social capital perspective. *International Journal of Project Management*, *39*(4), 365–376. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2020.11.005>
- Wang, Z., Chu, Z., Doan, T. V., Ni, S., Yang, M., & Zhang, W. (2024). History, development, and principles of large language models: an introductory survey. *AI and Ethics*. <https://doi.org/10.1007/s43681-024-00583-7>
- What is Agile? | Agile 101 | Agile Alliance*. ([s.d.]). Recuperado 2 de maio de 2025, de <https://www.agilealliance.org/agile101/>
- Yin, R. K. (2016). *Qualitative Research from Start to Finish* (2<sup>o</sup> ed). The Guilford Press.
- Yin, R. K. (2018). *Case Study Research and Applications: Design and Methods* (6<sup>o</sup> ed). SAGE Publications Ltd.
- Zayat, W., & Senvar, O. (2020). Framework Study for Agile Software Development Via Scrum and Kanban. *International Journal of Innovation and Technology Management*, *17*(04). <https://doi.org/10.1142/S0219877020300025>
- Zhang, L., Banihashemi, S., Zhang, Y., & Chen, S. (2025). The confluence of project and innovation management: A scientometric analysis of emerging trends and research frontiers. *Project Leadership and Society*, *6*, 100181. <https://doi.org/10.1016/j.plas.2025.100181>