

Gestão de Projetos de Software na Amazônia: Desafios de Conectividade e Modelos Híbridos de Governança Ágil para Sistemas de Monitoramento Socioambiental

Software Project Management in the Amazon: Connectivity Challenges and Hybrid Agile Governance Models for Socio-Environmental Monitoring Systems

Gestión de Proyectos de Software en la Amazonía: Desafíos de Conectividad y Modelos Híbridos de Gobernanza Ágil para Sistemas de Monitoreo Socioambiental

 <https://doi.org/10.5281/zenodo.22343836>

Recebido: 07 de agosto de 2026

Aceito: 13 de agosto de 2026

Publicado: 17 de agosto de 2026

João Vitor de Abreu Santos

Graduação em Engenharia de *Software*
Universidade do Contestado (UNC)

✉ joao.abreu@aluno.unc.br

 <http://lattes.cnpq.br/4194643293368554>

 <https://orcid.org/0009-0007-5967-5992>

Nilton Kazuo Gomes Suzuki

Mestrado em Computação
Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI)

✉ nkazuo@unc.br

 <http://lattes.cnpq.br/5908174304250329>

Resumo: O crescente uso de sistemas de *Software* para o monitoramento ambiental, a gestão territorial e a prestação de serviços públicos na Amazônia impõe desafios específicos à gestão de projetos de tecnologia da informação, decorrentes da vasta extensão territorial, da baixa densidade populacional, da precariedade de infraestrutura de conectividade e da diversidade sociocultural das comunidades atendidas. Este artigo tem como objetivo analisar, por meio de revisão integrativa da literatura, como metodologias de gestão de projetos de *Software* — tradicionais, ágeis e híbridas — vêm sendo adaptadas ao contexto amazônico, com ênfase em sistemas de monitoramento socioambiental como o TerraAmazon, o DETER e o PRODES, mantidos pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). A pesquisa, de natureza qualitativa e exploratória, baseou-se no levantamento e na análise temática de documentos institucionais, normas técnicas e produções científicas nacionais e internacionais publicadas entre 2015 e 2025. Os resultados evidenciam a predominância de arranjos híbridos, que combinam princípios ágeis de entrega incremental com práticas de governança formal do PMBOK, além de apontar a conectividade rural como o principal fator de risco em projetos de *Software* na região. Como contribuição, propõe-se um framework adaptado de gestão de projetos de *Software* para contextos amazônicos, estruturado em quatro eixos: governança distribuída, resiliência de conectividade, participação comunitária e capacitação técnica local.

Palavras-chave: Gestão de Projetos de *Software*, Amazônia, Metodologias Ágeis, Monitoramento Socioambiental, Tecnologia da Informação e Comunicação.

Abstract: The growing use of *Software* systems for environmental monitoring, territorial management and public service delivery in the Amazon poses specific challenges to information technology project management, arising

from the region's vast territorial extension, low population density, precarious connectivity infrastructure and the sociocultural diversity of the communities served. This article aims to analyze, through an integrative literature review, how traditional, agile and hybrid *Software* project management methodologies have been adapted to the Amazonian context, with emphasis on socio-environmental monitoring systems such as TerraAmazon, DETER and PRODES, maintained by Brazil's National Institute for Space Research (INPE). The research, of a qualitative and exploratory nature, was based on the survey and thematic analysis of institutional documents, technical standards and national and international scientific publications published between 2015 and 2025. The results show the predominance of hybrid arrangements that combine agile principles of incremental delivery with PMBOK's formal governance practices, and identify rural connectivity as the main risk factor for *Software* projects in the region. As a contribution, an adapted *Software* project management framework for Amazonian contexts is proposed, structured around four axes: distributed governance, connectivity resilience, community participation and local technical capacity-building.

Keywords: *Software* Project Management, Amazon, Agile Methodologies, Socio-Environmental Monitoring, Information and Communication Technology.

Resumen: El creciente uso de sistemas de *Software* para el monitoreo ambiental, la gestión territorial y la prestación de servicios públicos en la Amazonía impone desafíos específicos a la gestión de proyectos de tecnología de la información, derivados de la vasta extensión territorial, la baja densidad poblacional, la precariedad de la infraestructura de conectividad y la diversidad sociocultural de las comunidades atendidas. Este artículo tiene como objetivo analizar, mediante una revisión integrativa de la literatura, cómo las metodologías de gestión de proyectos de *Software* —tradicionales, ágiles e híbridas— han sido adaptadas al contexto amazónico, con énfasis en sistemas de monitoreo socioambiental como TerraAmazon, DETER y PRODES, mantenidos por el Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales de Brasil (INPE). La investigación, de naturaleza cualitativa y exploratoria, se basó en el relevamiento y análisis temático de documentos institucionales, normas técnicas y producciones científicas nacionales e internacionales publicadas entre 2015 y 2025. Los resultados evidencian el predominio de arreglos híbridos, que combinan principios ágiles de entrega incremental con prácticas de gobernanza formal del PMBOK, además de señalar la conectividad rural como el principal factor de riesgo en proyectos de *Software* en la región. Como contribución, se propone un marco adaptado de gestión de proyectos de *Software* para contextos amazónicos, estructurado en cuatro ejes: gobernanza distribuida, resiliencia de conectividad, participación comunitaria y capacitación técnica local.

Palabras clave: Gestión de Proyectos de *Software*; Amazonía; Metodologías Ágiles; Monitoreo Socioambiental; Tecnología de la Información y la Comunicación.

1. INTRODUÇÃO

A expansão da infraestrutura digital brasileira nas últimas duas décadas tem impulsionado a criação de sistemas de *Software* voltados ao monitoramento ambiental, à gestão territorial, à saúde pública e à prestação de serviços essenciais em regiões remotas do país, entre as quais se destaca a Amazônia. Iniciativas como o TerraAmazon, o DETER e o PRODES, mantidos pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), evidenciam que a governança desses sistemas **exige práticas de gestão de projetos adaptadas às particularidades territoriais da região**, sob pena de comprometer a continuidade, a qualidade e a efetividade das soluções desenvolvidas.

A gestão de projetos de *Software* na Amazônia enfrenta desafios pouco discutidos pela literatura tradicional de Engenharia de *Software*, a qual foi majoritariamente concebida a partir de realidades urbanas, com infraestrutura de conectividade estável e equipes de desenvolvimento fisicamente próximas. A extensão territorial da Amazônia Legal, superior a cinco milhões de quilômetros quadrados, a baixa densidade demográfica, a

dependência de transporte fluvial e a heterogeneidade de conectividade entre municípios impõem restrições que raramente são consideradas nos modelos convencionais de gestão de projetos, tornando necessário investigar de que forma tais modelos vêm sendo adaptados na prática.

Estudos recentes indicam que a Região Norte do país apresenta os menores índices de conectividade fixa de banda larga do Brasil, com predominância de conexões móveis de menor estabilidade, o que impacta diretamente projetos de *Software* que dependem de sincronização contínua de dados, atualização remota de sistemas e comunicação constante entre equipes distribuídas (CGI.br, 2022). Diante desse cenário, compreender como equipes de desenvolvimento e instituições gestoras lidam com tais limitações torna-se uma questão de relevância científica e social.

Ainda são escassos os estudos que analisam, de forma sistematizada, os modelos de gestão de projetos de *Software* efetivamente empregados em iniciativas de tecnologia da informação voltadas à Amazônia, sobretudo no que se refere à combinação entre metodologias ágeis, amplamente adotadas pelo mercado de *Software*, e estruturas de governança formal exigidas por órgãos públicos financiadores e fiscalizadores. Essa lacuna limita a construção de referenciais metodológicos próprios para a região.

O problema de pesquisa que orienta este artigo pode ser assim formulado: quais modelos e práticas de gestão de projetos de *Software* têm sido utilizados no desenvolvimento de sistemas de monitoramento socioambiental na Amazônia e de que maneira eles respondem aos desafios de conectividade, dispersão geográfica e governança de dados característicos da região?

O objetivo geral deste artigo é analisar, por meio de revisão integrativa da literatura, os modelos de gestão de projetos de *Software* aplicados ao desenvolvimento de sistemas de monitoramento socioambiental na Amazônia, identificando práticas, desafios e possibilidades de adaptação metodológica. De forma específica, busca-se: (i) caracterizar as metodologias de gestão de projetos de *Software* predominantes na literatura consultada; (ii) identificar os principais desafios de conectividade e infraestrutura enfrentados por projetos de tecnologia da informação na região; e (iii) propor um framework adaptado de gestão de projetos de *Software* para contextos amazônicos.

O escopo deste estudo delimita-se à análise de sistemas de *Software* de natureza pública ou institucional voltados ao monitoramento socioambiental e à gestão territorial na Amazônia Legal brasileira, com recorte temporal entre 2015 e 2025, período que corresponde à

consolidação de metodologias ágeis no mercado de *Software* e à intensificação de políticas públicas de conectividade rural, como o Programa Norte Conectado.

Este artigo está estruturado em sete seções, além desta introdução. Na sequência, apresenta-se o referencial teórico sobre gestão de projetos de *Software*, metodologias ágeis e tecnologias de informação e comunicação na Amazônia. Em seguida, descrevem-se os procedimentos metodológicos adotados na revisão integrativa. A quarta seção apresenta o desenvolvimento do estudo, incluindo a análise comparativa de metodologias, estudos de caso institucionais e a proposta de framework adaptado. Por fim, apresentam-se os resultados, a discussão e as considerações finais do trabalho.

Optou-se pela abordagem qualitativa, de caráter exploratório, por permitir a compreensão aprofundada de fenômenos organizacionais e tecnológicos ainda pouco estruturados na literatura, especialmente em contextos regionais específicos como o amazônico, nos quais dados consolidados sobre gestão de projetos de *Software* são escassos.

Espera-se que os resultados aqui apresentados possam subsidiar gestores públicos, equipes de desenvolvimento e pesquisadores na construção de práticas de gestão de projetos de *Software* mais aderentes às particularidades socioambientais e territoriais da Amazônia, contribuindo para a sustentabilidade e a continuidade de sistemas de informação essenciais ao monitoramento da região.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A gestão de projetos de *Software* constitui um campo consolidado da Engenharia de *Software*, dedicado ao planejamento, à execução, ao monitoramento e ao encerramento de iniciativas de desenvolvimento, manutenção e implantação de sistemas computacionais. Autores como Sommerville (2011) e Pressman (2016) descrevem a gestão de projetos de *Software* como um processo orientado por modelos de ciclo de vida que variam de abordagens sequenciais, como o modelo em cascata, a abordagens iterativas e incrementais, cuja escolha impacta diretamente a previsibilidade, o custo e a qualidade final dos sistemas desenvolvidos. Nessa perspectiva, o Project Management Institute, por meio do Guia PMBOK (PMI, 2021), sistematiza boas práticas de gestão aplicáveis a projetos de diferentes naturezas, estruturando-as em áreas de conhecimento como escopo, cronograma, custos, qualidade, recursos, comunicações e riscos.

A partir dos anos 2000, consolidaram-se as metodologias ágeis de desenvolvimento de *Software*, fundamentadas nos princípios do Manifesto Ágil (Beck *et al.*, 2001), que priorizam a

entrega incremental de valor, a colaboração com o cliente e a capacidade de resposta a mudanças em detrimento de processos rígidos e documentação extensiva. Entre os frameworks ágeis mais difundidos destacam-se o Scrum, descrito por Schwaber e Sutherland (2020) como um modelo iterativo organizado em ciclos curtos de trabalho denominados sprints, e o Kanban, orientado à visualização do fluxo de trabalho e à limitação do trabalho em progresso.

A literatura recente aponta uma tendência de hibridização entre práticas ágeis e modelos formais de governança, sobretudo em projetos financiados por instituições públicas, que exigem prestação de contas, cronogramas físico-financeiros e conformidade com normas de contratação, ao mesmo tempo em que buscam a flexibilidade e a capacidade adaptativa características das metodologias ágeis. Esses arranjos híbridos combinam, por exemplo, sprints ágeis de desenvolvimento com marcos contratuais e relatórios de acompanhamento típicos do PMBOK.

Outro eixo relevante refere-se aos desafios da engenharia de *Software* distribuída, quando equipes de desenvolvimento, usuários finais e infraestrutura de dados encontram-se geograficamente dispersos. Herbsleb e Moitra (2001) já apontavam que a distância geográfica e temporal entre equipes amplia riscos de comunicação, coordenação e controle de qualidade, riscos que se intensificam em regiões com infraestrutura de conectividade limitada, como grande parte da Amazônia.

No que se refere à conectividade regional, pesquisas do Comitê Gestor da Internet no Brasil (CGI.br, 2022) demonstram que a Região Norte apresenta a maior proporção de domicílios conectados exclusivamente por redes móveis 3G ou 4G do país, além de menor penetração de conexões por cabo ou fibra óptica em comparação às demais regiões brasileiras. Para reverter esse quadro, o Governo Federal implementa o Programa Norte Conectado, que prevê a instalação de backbone de fibra óptica ao longo dos leitos dos rios amazônicos, ampliando a infraestrutura de telecomunicações disponível para projetos de tecnologia da informação na região.

Complementarmente, destacam-se os sistemas de informação socioambiental mantidos pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, como o TerraAmazon, o PRODES e o DETER, ferramentas de *Software* livre desenvolvidas para o processamento de imagens de sensoriamento remoto e a geração de alertas de desmatamento, cuja continuidade operacional depende diretamente da qualidade da gestão de seus projetos de desenvolvimento e manutenção (INPE, 2024).

A articulação entre esses eixos teóricos, gestão de projetos, metodologias ágeis,

engenharia de *Software* distribuída, conectividade regional e sistemas socioambientais — fundamenta a análise proposta neste artigo, ao evidenciar que a efetividade da gestão de projetos de *Software* na Amazônia depende da capacidade de adaptação metodológica às condições de infraestrutura e governança da região, conforme será discutido nas seções seguintes.

3. METODOLOGIA

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa qualitativa, teórica e exploratória, realizada por meio de revisão integrativa da literatura. A coleta de dados incluiu artigos científicos publicados entre 2015 e 2025, disponíveis nas bases Scopus, Web of Science, Google Acadêmico e Portal de Periódicos da CAPES, além de documentos institucionais de acesso público. Foram selecionadas publicações em português, inglês ou espanhol relacionadas à gestão de projetos de *software* em contextos amazônicos ou semelhantes. Excluíram-se estudos sem acesso ao texto completo e publicações comerciais sem fundamentação metodológica. Os dados foram examinados mediante análise temática de conteúdo, considerando as metodologias de gestão, os desafios de infraestrutura e conectividade e as estratégias de governança e participação comunitária.

4. DESENVOLVIMENTO

A gestão de projetos de *software* destinados ao monitoramento socioambiental na Amazônia apresenta particularidades relacionadas à extensão territorial, às limitações de conectividade, à diversidade sociocultural e à necessidade de articulação entre instituições públicas, equipes técnicas e comunidades locais. Nesse contexto, a escolha da metodologia de gestão não deve considerar apenas os aspectos técnicos do desenvolvimento do sistema, mas também as condições de infraestrutura, governança e participação dos diferentes atores envolvidos.

Os achados da revisão integrativa foram organizados em três eixos: comparação entre as principais metodologias de gestão de projetos de *software*; caracterização dos sistemas de informação socioambiental mantidos por instituições públicas na Amazônia Legal; e identificação dos elementos necessários à construção de um modelo híbrido de governança ágil adaptado à realidade regional. Essa organização possibilita uma progressão analítica que parte dos fundamentos metodológicos, examina as iniciativas institucionais existentes e, por fim, apresenta uma proposta de gestão adequada às condições amazônicas.

4.1 Metodologias de gestão de projetos de software

As metodologias tradicionais e ágeis apresentam características distintas quanto ao planejamento, à documentação, à execução e ao acompanhamento dos projetos. O modelo Cascata baseia-se em etapas sequenciais previamente definidas, sendo mais adequado a projetos cujos requisitos são estáveis e conhecidos desde o início. Entretanto, sua baixa flexibilidade pode dificultar a realização de ajustes diante de alterações ambientais, operacionais ou institucionais.

O Scrum, por sua vez, organiza o desenvolvimento em ciclos curtos denominados *sprints*, permitindo entregas incrementais, revisões frequentes e adaptação contínua dos requisitos. Essa característica pode favorecer projetos realizados em contextos dinâmicos, como os sistemas de monitoramento socioambiental. Contudo, sua aplicação depende de comunicação constante entre os integrantes da equipe, condição que pode ser prejudicada pelas limitações de conectividade presentes em diferentes localidades amazônicas.

O Kanban prioriza a visualização e a continuidade do fluxo de trabalho, bem como a limitação das atividades em andamento. Sua estrutura flexível permite identificar gargalos e reorganizar tarefas conforme a disponibilidade da equipe e dos recursos tecnológicos. Já as práticas apresentadas pelo PMBOK oferecem orientações para o planejamento, o gerenciamento de riscos, o controle de custos, a comunicação e o acompanhamento das partes interessadas.

A análise comparativa indica que nenhuma dessas abordagens, quando empregada isoladamente, atende integralmente às particularidades dos projetos desenvolvidos na Amazônia. Assim, o modelo híbrido apresenta-se como uma alternativa viável, pois combina a flexibilidade das metodologias ágeis com o planejamento, a documentação e os mecanismos de controle característicos das abordagens tradicionais.

Quadro 1. Comparação entre metodologias de gestão de projetos de *software*

Metodologia	Características principais	Potencial de aplicação no contexto amazônico
Cascata (<i>Waterfall</i>)	Desenvolvimento sequencial, planejamento prévio e documentação detalhada	Adequado a projetos com requisitos estáveis, mas apresenta baixa capacidade de adaptação
Scrum	Trabalho organizado em <i>sprints</i> , entregas incrementais e revisões periódicas	Favorece adaptações rápidas, porém exige comunicação frequente entre as equipes
Kanban	Fluxo contínuo, visualização das tarefas e limitação do trabalho em andamento	Auxilia na identificação de gargalos e na reorganização das atividades
PMBOK	Orientações para planejamento,	Contribui para a formalização, o

	riscos, custos, comunicação e partes interessadas	controle e a prestação de contas dos projetos
Modelo híbrido	Integra práticas ágeis e tradicionais, associando flexibilidade, documentação e controle	Mostra-se adequado a projetos que envolvem limitações de conectividade e múltiplas instituições

Fonte: Elaborado com base em Sommerville (2011), Schwaber e Sutherland (2020) e PMI (2021).

4.2 Sistemas de informação socioambiental na Amazônia Legal

A Amazônia Legal dispõe de diferentes sistemas públicos destinados ao monitoramento territorial, ambiental e de infraestrutura. Essas iniciativas demonstram a importância das tecnologias da informação para a produção de dados, o acompanhamento do desmatamento, o planejamento de políticas públicas e a fiscalização ambiental.

Entre os principais sistemas identificados estão o PRODES, utilizado para estimar as taxas anuais de desmatamento; o DETER, voltado à emissão de alertas para apoiar as ações de fiscalização; o TerraAmazon, empregado na organização e análise de informações geográficas; e o TerraClass Amazônia, relacionado ao mapeamento do uso e da cobertura das áreas desmatadas. Também foram identificadas iniciativas de infraestrutura e integração regional, como o Norte Conectado e o SIPAM/SIVAM.

Quadro 2. Sistemas e iniciativas de informação socioambiental na Amazônia Legal

Sistema ou iniciativa	Instituição gestora	Finalidade principal
PRODES	INPE	Monitorar e calcular as taxas anuais de desmatamento
DETER	INPE, com utilização pelos órgãos de fiscalização	Emitir alertas de alterações na cobertura florestal
TerraAmazon	INPE/Funcate	Apoiar a gestão, o processamento e a análise de dados geográficos
TerraClass Amazônia	INPE e instituições parceiras	Mapear o uso e a cobertura das áreas desmatadas
Norte Conectado	Ministério das Comunicações	Ampliar a infraestrutura de telecomunicações e conectividade na região
SIPAM/SIVAM	Instituições do Governo Federal	Integrar informações para monitoramento, proteção e planejamento territorial

Fonte: Elaborado com base em INPE (2024) e Ministério das Comunicações (2023).

Embora esses sistemas possuam finalidades distintas, todos dependem de infraestrutura tecnológica, integração de bases de dados, manutenção contínua e cooperação institucional. A multiplicidade de órgãos envolvidos pode ampliar a capacidade de monitoramento, mas também pode ocasionar problemas de interoperabilidade, duplicidade de

informações e fragmentação das responsabilidades.

4.3 Desafios de conectividade e governança

A conectividade constitui um dos principais obstáculos para o desenvolvimento, a implantação e a manutenção de sistemas de monitoramento socioambiental na Amazônia. Em áreas rurais, ribeirinhas e afastadas dos centros urbanos, o acesso à internet pode ser instável ou inexistente, dificultando a comunicação entre as equipes, a sincronização de dados e a atualização dos sistemas.

Além da conectividade, foram identificados desafios relacionados à distância entre as localidades, aos custos de deslocamento e manutenção, à escassez de profissionais especializados e à diversidade das instituições participantes. Projetos conduzidos exclusivamente de maneira remota podem apresentar dificuldades para compreender as necessidades das comunidades locais, enquanto modelos excessivamente centralizados podem limitar a participação dos usuários que atuam diretamente no território.

Também se destaca a necessidade de interoperabilidade entre os sistemas. A utilização de diferentes padrões tecnológicos, formatos de dados e protocolos institucionais pode dificultar o compartilhamento de informações. Dessa maneira, a governança dos projetos deve estabelecer responsabilidades, procedimentos de validação, critérios de segurança e mecanismos de cooperação entre os órgãos envolvidos.

Com base nos achados da revisão, propõe-se um modelo híbrido de governança ágil para projetos de *software* destinados ao monitoramento socioambiental da Amazônia. O modelo combina ciclos curtos de desenvolvimento com instrumentos formais de planejamento, documentação, controle de riscos e prestação de contas.

A execução pode ser organizada em *sprints*, permitindo a entrega gradual das funcionalidades e sua avaliação pelos usuários. Entretanto, considerando as limitações de conectividade, o modelo deve possibilitar atividades assíncronas, armazenamento local e sincronização posterior dos dados. As decisões estratégicas, os marcos contratuais e a distribuição das responsabilidades devem ser formalizados por meio de documentos e planos de acompanhamento.

O modelo proposto compreende cinco dimensões integradas:

1. **Planejamento institucional:** definição dos objetivos, requisitos, responsabilidades, recursos, prazos e riscos do projeto;
2. **Desenvolvimento incremental:** organização das atividades em ciclos curtos, com

entregas e avaliações periódicas;

3. **Resiliência tecnológica:** adoção de funcionalidades *offline*, armazenamento local e sincronização quando houver conexão;

4. **Participação comunitária:** inclusão de representantes locais na identificação das necessidades, validação das funcionalidades e avaliação dos resultados;

5. **Governança e interoperabilidade:** definição de padrões para compartilhamento, segurança, atualização e integração dos dados.

A proposta não elimina as dificuldades estruturais da região, mas contribui para tornar a gestão dos projetos mais flexível e compatível com as condições territoriais amazônicas. A integração entre planejamento formal, desenvolvimento incremental e participação dos usuários pode reduzir riscos, favorecer a continuidade dos sistemas e ampliar sua adequação às demandas socioambientais locais.

Em síntese, os resultados indicam que a efetividade dos projetos de *software* na Amazônia depende tanto da metodologia de desenvolvimento quanto da capacidade de adaptação às condições de conectividade, governança e diversidade territorial. Nesse cenário, os modelos híbridos mostram-se promissores por reunirem flexibilidade operacional, controle institucional e participação dos atores locais.

5. RESULTADOS

A análise da literatura selecionada permitiu identificar três resultados principais, sistematizados a seguir. Em primeiro lugar, constatou-se a predominância de modelos híbridos de gestão de projetos de *Software* em iniciativas institucionais voltadas à Amazônia, os quais combinam sprints ágeis de desenvolvimento com marcos contratuais, relatórios de acompanhamento físico-financeiro e demais exigências de governança formal típicas do PMBOK, sobretudo em projetos financiados por órgãos públicos como o INPE.

Em segundo lugar, os desafios de conectividade e infraestrutura de telecomunicações emergiram como o fator de risco mais recorrente nos documentos analisados, impactando etapas críticas do ciclo de vida de *Software*, como a implantação de atualizações remotas, a sincronização de bancos de dados geográficos e a comunicação entre equipes de desenvolvimento e unidades de campo. Os dados do CGI.br (2022) corroboram essa constatação ao evidenciar a menor penetração de conexões estáveis de banda larga na Região Norte em comparação às demais regiões do país.

Em terceiro lugar, observou-se que projetos de maior efetividade incorporam mecanismos de participação comunitária e de capacitação técnica local, reduzindo a

dependência exclusiva de equipes centralizadas em grandes centros urbanos e favorecendo a sustentabilidade das soluções desenvolvidas ao longo do tempo.

No que se refere aos estudos de caso institucionais examinados, verificou-se que sistemas como o TerraAmazon, o DETER e o PRODES, mantidos pelo INPE, operam sob estruturas de gestão que articulam ciclos de desenvolvimento incremental com processos formais de homologação e controle de qualidade, refletindo uma adaptação prática dos princípios ágeis às exigências de accountability do setor público (INPE, 2024).

A síntese dos achados encontra-se representada na Tabela 1, que compara as principais metodologias de gestão identificadas, e no Quadro 1, que sistematiza os sistemas de informação socioambiental mapeados e suas respectivas instituições gestoras, ambos apresentados na seção de Desenvolvimento.

Os resultados apresentados evidenciam, portanto, que a efetividade da gestão de projetos de *Software* na Amazônia está diretamente associada à capacidade das equipes e instituições de adaptar **modelos híbridos de governança** às condições de conectividade, dispersão geográfica e participação social da região, aspectos que serão discutidos com maior profundidade na seção seguinte.

6. DISCUSSÃO

Os resultados obtidos dialogam diretamente com a literatura de gestão de projetos de *Software* e de engenharia de *Software* distribuída. A predominância de modelos híbridos, identificada nos documentos analisados, confirma a tendência apontada por autores como Sommerville (2011) e Pressman (2016), segundo os quais a escolha do modelo de ciclo de vida deve considerar as restrições organizacionais e contextuais do projeto, e não apenas preferências metodológicas abstratas.

A centralidade da conectividade como fator de risco corrobora as observações de Herbsleb e Moitra (2001) sobre os desafios da engenharia de *Software* distribuída, ampliando-as para um cenário em que a distância não é apenas organizacional, mas também física e de infraestrutura, marcado pela dependência de transporte fluvial e pela cobertura irregular de redes móveis na Amazônia.

Observa-se, contudo, uma divergência em relação à literatura internacional sobre metodologias ágeis, que tende a pressupor conectividade estável e comunicação síncrona constante entre equipes (Schwaber; Sutherland, 2020). Os achados deste estudo sugerem que, em contextos amazônicos, práticas ágeis precisam ser reinterpretadas para operar de forma

assíncrona e tolerante a falhas de conexão, sem abrir mão da entrega incremental de valor.

A presença de participação comunitária e de capacitação técnica local como fator associado a maior efetividade dos projetos amplia o debate presente no Guia PMBOK (PMI, 2021), que trata a gestão de partes interessadas como área de conhecimento central, ao evidenciar que, na Amazônia, essa gestão frequentemente envolve comunidades ribeirinhas, indígenas e extrativistas, cujas dinâmicas socioculturais diferem substancialmente dos contextos urbanos habitualmente descritos na literatura de gestão de projetos.

Como limitação deste estudo, destaca-se o caráter predominantemente documental e bibliográfico da pesquisa, que não incluiu entrevistas diretas com gestores e desenvolvedores responsáveis pelos sistemas analisados, o que poderá ser incorporado em pesquisas futuras de natureza empírica.

Em síntese, a discussão realizada indica que os modelos de gestão de projetos de *Software* na Amazônia não constituem uma simples transposição de metodologias globais, mas resultam de um processo de adaptação situada, que combina elementos ágeis, formais e comunitários em arranjos híbridos e contextualmente sensíveis.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo teve como objetivo analisar os modelos de gestão de projetos de *Software* aplicados ao desenvolvimento de sistemas de monitoramento socioambiental na Amazônia, buscando responder de que maneira tais modelos respondem aos desafios de conectividade, dispersão geográfica e governança de dados característicos da região.

Os resultados indicam que a gestão de projetos de *Software* na Amazônia tende a se organizar em torno de modelos híbridos, que articulam a flexibilidade das metodologias ágeis com a governança formal exigida por instituições públicas financiadoras, evidenciando que a adaptação metodológica constitui uma resposta prática e recorrente às particularidades territoriais da região.

Como principal limitação do estudo, reconhece-se a natureza documental e bibliográfica da pesquisa, que não contemplou dados primários coletados diretamente junto a equipes de desenvolvimento, gestores públicos ou comunidades usuárias dos sistemas analisados.

Como desdobramento para pesquisas futuras, sugere-se a realização de estudos empíricos, de abordagem qualitativa ou mista, que investiguem, por meio de entrevistas e observação participante, a aplicação prática do framework proposto neste artigo, bem como estudos comparativos entre diferentes sistemas de monitoramento socioambiental mantidos

por instituições públicas na Amazônia.

Como contribuição central, este artigo propõe um framework adaptado de gestão de projetos de *Software* para contextos amazônicos, estruturado em quatro eixos — governança distribuída, resiliência de conectividade, participação comunitária e capacitação técnica local —, o qual poderá subsidiar gestores públicos e equipes de desenvolvimento na formulação de práticas mais aderentes à realidade da região.

Conclui-se, portanto, que o avanço da gestão de projetos de *Software* na Amazônia depende não apenas da adoção de metodologias consagradas na literatura internacional, mas, sobretudo, da capacidade de adaptá-las criticamente às condições territoriais, sociais e de infraestrutura que caracterizam essa região estratégica para o Brasil e para o mundo.

8. CONFLITO DE INTERESSE

Os autores declaram que não há conflito de interesses de natureza pessoal, financeira, profissional ou institucional que possa ter influenciado a elaboração, a análise ou a interpretação dos resultados deste trabalho.

9. REFERÊNCIAS

BECK, Kent *et al.* **Manifesto para o desenvolvimento ágil de *Software***. 2001. Disponível em: <https://agilemanifesto.org/iso/ptbr/manifesto.html>. Acesso em: 20 jul. 2026.

COMITÊ GESTOR DA INTERNET NO BRASIL (CGI.br). **Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nos domicílios brasileiros: TIC Domicílios 2022**. São Paulo: Cetic.br/NIC.br, 2022. Disponível em: <https://cetic.br>. Acesso em: 20 jul. 2026.

HERBSLEB, James D.; MOITRA, Deependra. Global *Software* development. **IEEE *Software***, v. 18, n. 2, p. 16-20, mar./abr. 2001.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). TerraAmazon: sistema de processamento de imagens para monitoramento ambiental. **Divisão de Processamento de Imagens**. São José dos Campos: INPE, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/inpe>. Acesso em: 20 jul. 2026.

MINISTÉRIO DAS COMUNICAÇÕES. **Programa Norte Conectado: infraestrutura de telecomunicações para a Amazônia**. Brasília: MCom, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/mcom>. Acesso em: 20 jul. 2026.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE (PMI). **Guia PMBOK: um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos**. 7. ed. Newtown Square: PMI, 2021. Disponível em: <https://www.pmi.org>. Acesso em: 20 jul. 2026.

PRESSMAN, Roger S. **Engenharia de *Software*: uma abordagem profissional**. 8. ed. Porto

Alegre: AMGH, 2016. SCHWABER, Ken; SUTHERLAND, Jeff. Guia do Scrum: o guia definitivo para o Scrum: as regras do jogo. 2020. Disponível em: <https://scrumguides.org>. Acesso em: 20 jul. 2026.

SOMMERVILLE, Ian. **Engenharia de Software**. 9. ed. São Paulo: Pearson, 2011.