

Moving From MVP Towards a Product for Environmental Management System: An Action Research

Rafael C. Ribeiro¹, Willian Giovanni Pires Clemente¹, Maicon Bernardino¹

¹Laboratory of Empirical Studies in Software Engineering – LESSE
Universidade Federal do Pampa - Unipampa
Av. Tiaraju, 810 – Ibirapuitã, Alegrete – RS, 97546-550

{rafaelcrd.ribeiro, willianclemente10}@gmail.com
bernardino@acm.org

Abstract. Research Context: Environmental management systems increasingly demand not only regulatory compliance but also technical robustness and scalability to support the daily operations of organizations. Moving beyond a Minimum Viable Product (MVP) towards a consolidated product requires both architectural evolution and systematic validation of new functionalities. **Practical Problem:** While MVPs provide early validation of market needs, they often lack essential modules and technical maturity. In the environmental domain, this limitation can compromise usability, reliability, and the integration of critical processes such as financial control, commercial proposals, and data management. **Proposed Solution:** This study reports the technical evolution and structured validation of Suassu, an environmental management platform. Improvements included refactoring the system’s architecture, enhancing scalability, and implementing three new modules: Commercial Management, Financial Management, and Document Management. **Related IS Theory:** Grounded in Design Science and Technical Action Research under a sociotechnical (People–Process–Technology) lens, which informs iterative artifact evolution and evaluation through established quality and usability constructs. **Research Method:** Following Action Research methodology, the project was conducted in iterative cycles of diagnosis, planning, action, and evaluation. Validation combined qualitative and quantitative approaches, including functional testing, usability assessment (SUS), Thinking Aloud sessions, and semi-structured interviews. **Summary of Results:** Results demonstrate improvements in usability, operational efficiency, and user confidence, while also identifying areas for refinement in system integration and consistency. The introduction of dashboards provided strategic value by enabling data-driven decision-making. **Contributions and Impact to IS Area:** The study contributes by illustrating how MVPs can be systematically evolved into mature, integrated products in regulated domains. It advances Information Systems research by combining technical refactoring, module expansion, and structured validation methodologies within an Action Research framework.

1. Introdução

A validação de novos módulos em sistemas de informação é uma etapa fundamental no desenvolvimento de *software*, pois assegura a confiabilidade, a usabilidade e a efetividade das funcionalidades implementadas [Altaie et al. 2020]. Em sistemas de gestão

ambiental, nos quais a precisão dos dados e o cumprimento de regulamentações são fatores críticos, a validação sistemática torna-se ainda mais relevante para o sucesso da implementação.

No contexto da área de Sistemas de Informação (SI), este estudo posiciona-se na interface entre tecnologia, processos organizacionais e fatores humanos, abordando o desenvolvimento e a validação de um artefato tecnológico aplicado à gestão ambiental. Essa abordagem sociotécnica reflete a natureza interdisciplinar dos SI, em que a efetividade do sistema depende tanto da adequação técnica quanto do alinhamento às necessidades das pessoas e das organizações envolvidas.

Além de garantir a qualidade técnica, a validação adequada contribui para a aceitação dos usuários, a redução de custos de manutenção e a melhoria da eficiência organizacional. Empresas de consultoria ambiental, por exemplo, podem se beneficiar de sistemas mais robustos e confiáveis para apoiar suas operações diárias.

Em 2024, foi apresentado no Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação (SBSI) o Mínimo Produto Viável (*MVP*) do **Suassu** [Ribeiro et al. 2024], desenvolvido para atender pequenas e médias empresas do setor de gestão ambiental. Naquele trabalho, um *survey* com profissionais da área foi conduzido para identificar as necessidades do mercado, complementado por um **estudo de caso** que validou a eficácia inicial do *software* em parceria com a empresa Ecoeficiência Soluções Ambientais Ltda.

Os resultados desse estudo indicaram a necessidade de evolução do sistema, especialmente pela demanda por novas funcionalidades identificadas durante a aplicação prática. As funções existentes, embora adequadas ao escopo inicial, não contemplavam aspectos fundamentais como gestão comercial, controle financeiro, gerenciamento de acesso baseado em papéis e integração de documentos externos.

A pesquisa também se ancora no tripé fundamental da área de SI, que envolve Pessoas, Processos e Tecnologias. Ela promove a colaboração contínua entre pesquisadores e usuários (pessoas), o redesenho e a integração de fluxos operacionais (processos) e a evolução arquitetural e funcional do sistema (tecnologias). Essa interação garante que o desenvolvimento não se limite ao aspecto técnico, mas reflita mudanças organizacionais e práticas reais de trabalho.

Diante desse cenário, este trabalho apresenta uma metodologia de validação aplicada à implementação de três novos módulos no Suassu: **Proposta Comercial**, **Gestão Financeira** e **Anexo de Documentos via Link**. Esses módulos foram desenvolvidos e avaliados segundo critérios de qualidade, usabilidade e conformidade, empregando técnicas estruturadas de validação em sistemas de informação. Além de sustentar a evolução técnica do sistema, o estudo contribui para o corpo de conhecimento da área ao demonstrar como metodologias de validação podem ser aplicadas em domínios que exigem alta confiabilidade e conformidade regulatória.

Diferentemente de trabalhos voltados apenas à prototipagem ou a testes técnicos, este estudo apresenta uma pesquisa concluída, com resultados empíricos derivados de aplicação prática e análise sistemática. Sua originalidade está na combinação entre evolução arquitetural, validação estruturada e aplicação da Pesquisa-Ação em um domínio regulado e sensível, demonstrando rigor metodológico e inovação científica no campo de Sistemas de Informação.

O projeto foi desenvolvido no âmbito do *Cluster* de Inovação promovido pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) e contou com a parceria e patrocínio da empresa Ecoeficiência Soluções Ambientais Ltda, que atuou como *stakeholder* em todas as etapas, auxiliando na definição dos critérios de aceitação e na avaliação dos resultados.

A pesquisa adota a metodologia de **Pesquisa-Ação** (*Action Research*) [Avison et al. 2018], combinando investigação científica e intervenção prática. O processo foi conduzido em ciclos iterativos de diagnóstico, planejamento, ação e avaliação, possibilitando a validação contínua dos módulos implementados e a geração de conhecimento aplicado sobre técnicas de validação em sistemas de informação. De acordo com a classificação de [Prodanov and De Freitas 2013], trata-se de uma **Pesquisa Aplicada**, de caráter **Descritivo**, conduzida por meio de **Pesquisa Documental** e **Estudo de Caso**, com abordagem mista: **Qualitativa**, pela análise do processo, e **Quantitativa**, pela coleta de métricas de validação.

Este trabalho também contribui para os Grandes Desafios de Pesquisa em Sistemas de Informação no Brasil (GranDSI-BR 2016–2026), especialmente nos eixos **Sustentabilidade e Gestão Ambiental** e **Gestão da Informação e Conhecimento**. Ao propor e validar uma metodologia de evolução e validação de sistemas voltados à sustentabilidade organizacional, o estudo reforça o papel dos SI como instrumentos estratégicos para inovação e responsabilidade socioambiental.

O artigo está estruturado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta o referencial teórico; a Seção 3 discute a evolução técnica; a Seção 4 descreve os novos módulos; a Seção 5 detalha o protocolo de validação; a Seção 6 apresenta e discute os resultados; e a Seção 7 sintetiza as conclusões e próximos passos.

2. Trabalhos Relacionados

A literatura em sistemas de informação apresenta diferentes abordagens para a verificação, validação e evolução de *software*, aspectos diretamente relacionados ao escopo deste trabalho.

Mohammed, Alsarraj e Al-Bayati (2020) realizaram uma revisão sistemática da literatura sobre verificação e validação (V&V) de *software*, ressaltando a importância dessas atividades em todas as etapas do ciclo de vida de desenvolvimento. O estudo evidencia que V&V não apenas asseguram conformidade com requisitos e especificações, mas também contribuem para a detecção precoce de erros, redução de custos de manutenção e aumento da confiabilidade de sistemas críticos. Além disso, os autores apresentam diferentes ferramentas e abordagens aplicáveis a contextos como modelagem baseada em UML, engenharia orientada a modelos e aplicações industriais. Essa revisão fornece um panorama abrangente das práticas e tendências em V&V, servindo de base teórica para pesquisas que, assim como este trabalho, buscam estruturar metodologias de validação aplicadas à evolução de sistemas complexos e sensíveis a regulamentações.

Silva (2023) apresenta um estudo sobre o levantamento de requisitos aplicado à pesquisa e desenvolvimento de produtos de *software*, enfatizando a relevância dessa etapa para garantir a qualidade e adequação do produto final às necessidades dos usuários. O trabalho combina uma revisão bibliográfica das principais técnicas de elicitação, como

entrevistas, questionários, observação, análise documental e prototipação, com a análise de um caso prático em uma empresa multinacional do setor de *hardware*. Nesse caso, a ausência de um processo estruturado de levantamento de requisitos resultou em falhas funcionais e baixa aderência às demandas reais dos usuários, evidenciando a importância de metodologias adequadas e de papéis bem definidos no processo. A pesquisa conclui que a adoção de práticas sistemáticas de requisitos, aliada à prototipação e a processos de validação, contribui de forma significativa para o sucesso e a eficiência de projetos de *software*.

Wieringa e Morali (2012) propõem o uso da *Technical Action Research* (TAR) como método de validação em pesquisas de *Design Science* na área de sistemas de informação. Diferente das abordagens tradicionais que partem de um problema organizacional para a criação de um artefato, a TAR parte do artefato já concebido e o insere gradualmente em contextos práticos, de modo a reduzir a distância entre condições idealizadas de laboratório e situações reais de uso. O modelo enfatiza a separação lógica dos papéis do pesquisador, como desenvolvedor de artefato, investigador e auxiliador do cliente, permitindo validar simultaneamente a utilidade e a eficácia do artefato em cenários reais. Essa abordagem contribui para equilibrar rigor científico e relevância prática, oferecendo um caminho estruturado para testar e aprimorar artefatos de pesquisa em condições de aplicação concreta.

Esses trabalhos demonstram que tanto a verificação e validação de *software* quanto a definição de requisitos e a aplicação de metodologias de pesquisa-ação são fundamentais para garantir a confiabilidade e a aceitação de sistemas de informação. O presente estudo dialoga com essa literatura ao propor uma metodologia estruturada de validação aplicada à evolução de um sistema de gestão ambiental, integrando práticas de requisitos, critérios de validação e princípios da pesquisa-ação em um contexto prático de desenvolvimento e uso organizacional.

Tabela 1. Comparação entre os estudos relacionados citados.

Estudo	Escopo	Contribuições Principais	Atributos de Qualidade Relevantes
Mohammed, Alsarraj e Al-Bayati (2020)	Verificação e Validação (V&V) em todas as etapas do ciclo de vida de <i>software</i> .	Panorama abrangente de práticas, ferramentas e tendências em V&V; aplicação em UML, engenharia orientada a modelos e contextos industriais.	Conformidade com requisitos, detecção precoce de erros, redução de custos, confiabilidade de sistemas críticos.
Silva (2023)	Levantamento de requisitos em projetos de P&D de <i>software</i> , com foco em empresas de tecnologia.	Análise de técnicas de elicitação (entrevistas, questionários, prototipação etc.) e estudo de caso em multinacional de <i>hardware</i> .	Adequação às necessidades do usuário, mitigação de falhas funcionais, aumento da eficiência e sucesso de projetos.
Wieringa e Morali (2012)	Aplicação da <i>Technical Action Research</i> (TAR) como método de validação em <i>Design Science</i> .	Modelo que insere artefatos em contextos reais, equilibrando rigor científico e relevância prática; separação de papéis do pesquisador.	Utilidade e eficácia do artefato em cenários reais, validação prática, aplicabilidade em ambientes organizacionais.
Presente Estudo (2026)	Validação estruturada da evolução de um Sistema de Gestão Ambiental (<i>Suassu</i>) por meio de Pesquisa-Ação.	Proposta e aplicação de uma metodologia de validação em quatro novos módulos (Proposta Comercial, Gestão Financeira, Controle de Acesso e Anexos via Link); uso de critérios combinados (funcionalidade, usabilidade, desempenho e conformidade).	Confiabilidade, usabilidade, aceitação do usuário, eficiência operacional, conformidade regulatória e reprodutibilidade científica.

Fonte: Elaborado pelos autores.

3. Evolução Técnica

Após a apresentação do MVP do Suassu no SBSI 2024, o projeto passou por uma fase contínua de evolução técnica e organizacional, guiada pela metodologia de Pesquisa-Ação. O objetivo foi superar limitações da versão inicial, aprimorar a confiabilidade, manutenibilidade e escalabilidade da solução, além de sustentar a incorporação de novos módulos.

No **back-end**, a refatoração eliminou problemas de acoplamento excessivo e ausência de camadas bem definidas. Foi adotada uma arquitetura em camadas mais robusta, com separação entre controladores, serviços e repositórios [Fowler 2018], além de *middleware* global para tratamento uniforme de erros. Implementaram-se mecanismos de autenticação e autorização baseados em papéis e *tokens* JWT [Jones et al. 2015], padronização de tipagem em TypeScript e estrutura modular inspirada em *Domain-Driven Design* [Evans 2004]. Essas mudanças resultaram em maior legibilidade, confiabilidade e flexibilidade para expansão futura.

O **front-end**, desenvolvido em Next.js e Material UI, evoluiu para uma arquitetura de componentes mais organizada e aderente a boas práticas modernas de desenvolvimento reativo [Banks and Porcello 2020]. Destacam-se o uso de *Context API* para gerenciamento de estado, criação de *custom hooks* reutilizáveis, implementação de validações robustas via Yup, centralização de chamadas HTTP e melhorias de responsividade e acessibilidade em conformidade com as diretrizes WCAG 2.2. Também foram introduzidas práticas de otimização de performance, como *lazy loading* e compressão de imagens, reforçando a eficiência e a experiência do usuário.

No **processo de desenvolvimento**, consolidaram-se práticas ágeis e de qualidade com a adoção de ferramentas como ESLint, Prettier e Husky [Martin 2008], responsáveis pela padronização e verificação automática do código, aliadas à revisão obrigatória de *pull requests*. A gestão do projeto passou a ser apoiada pelo Jira, permitindo a organização de *sprints*, a definição de épicos e o acompanhamento contínuo do fluxo de trabalho no modelo *Scrum* [Schwaber and Sutherland 2020]. A documentação também foi expandida, contemplando não apenas histórias de usuário, mas também regras de negócio, casos de uso e matriz de rastreabilidade, o que reforçou a transparência do processo e a reprodutibilidade das entregas.

Quanto à **infraestrutura**, o sistema evoluiu de uma hospedagem fragmentada em múltiplos provedores (DigitalOcean¹, Vercel² e Supabase³) para uma arquitetura distribuída consolidada na DigitalOcean *App Platform* e Render. Essa mudança permitiu implantações independentes por microserviço, integração com *pipelines* de CI/CD e escalabilidade granular [Humble and Farley 2010]. A Cloudflare⁴ manteve-se como camada de segurança e DNS. Essa modernização resultou em maior resiliência, melhor desempenho e simplificação da gestão de infraestrutura.

De forma geral, as evoluções implementadas consolidaram o Suassu como uma plataforma mais madura, escalável e confiável. Para trabalhos futuros, está em an-

¹<https://www.digitalocean.com/>

²<https://vercel.com/>

³<https://supabase.com/>

⁴<https://www.cloudflare.com/pt-br/>

damento a migração do *back-end* de Node.js para Go, com o objetivo de melhorar a *performance* e reduzir custos operacionais. O novo projeto adota princípios de *Clean Architecture* [Martin 2017], além da implementação de testes unitários e de integração [Myers et al. 2011] para garantir robustez, cobertura e confiabilidade contínua no processo de desenvolvimento.

4. Novos Módulos

Desde sua concepção inicial, o Suassu evoluiu de módulos básicos de gerenciamento de usuários, projetos e documentos para uma plataforma mais abrangente. Entre os novos recursos, destaca-se o módulo de **Gestão de Anexos**, concebido para facilitar a organização, vinculação e recuperação de arquivos relacionados às atividades dos usuários. Essa funcionalidade amplia a eficiência do fluxo de trabalho, reduz o risco de perda de informações e favorece a rastreabilidade de dados relevantes para auditorias e tomadas de decisão.

Foram também desenvolvidos os módulos de **Gestão Comercial** e **Gestão Financeira**, que ampliam o escopo do sistema, permitindo que ele transcenda a função operacional e se consolide como uma solução integrada para diferentes áreas da organização. Além disso, o Suassu incorporou um **controle de acesso baseado em papéis**, direcionando funcionalidades conforme o perfil do usuário, o que mantém a interface limpa e reforça a segurança ao garantir que ações de um setor não interfiram em outro.

A expansão das funcionalidades não ocorreu de forma aleatória, mas como resposta a demandas práticas identificadas em estudos prévios com a empresa parceira. Esse alinhamento com a realidade do mercado garante que o sistema dialogue diretamente com as necessidades cotidianas das organizações. A implementação dos novos módulos foi acompanhada de processos estruturados de validação, envolvendo testes de conformidade funcional, avaliações de usabilidade e verificações de adequação ao contexto organizacional.

A organização modular do Suassu, bem como a relação entre funcionalidades básicas, opcionais e dependentes, pode ser observada no *Feature Diagram* da Figura 1.

Esses esforços consolidam o Suassu como uma plataforma integrada, capaz de promover eficiência operacional e apoiar práticas sustentáveis na gestão ambiental. A Figura 2 apresenta capturas de tela da interface atual, evidenciando a evolução visual e funcional desde o MVP.

5. Protocolo de Validação dos Novos Módulos

A validação dos novos módulos do Suassu foi conduzida por meio de um protocolo estruturado, combinando técnicas qualitativas e quantitativas para assegurar confiabilidade e reprodutibilidade dos resultados [Altaie et al. 2020]. O processo foi planejado em três dimensões principais: critérios de avaliação, seleção de participantes e definição de procedimentos.

É importante ressaltar que o objetivo deste estudo não foi conduzir um teste formal de usabilidade voltado à identificação sistemática de problemas de interface, conforme preconizado pela literatura de Interação Humano-Computador (IHC), que recomenda no mínimo cinco participantes para esse fim. O foco foi avaliar a **percepção subjetiva de usabilidade** dos usuários em relação aos novos módulos, utilizando o questionário

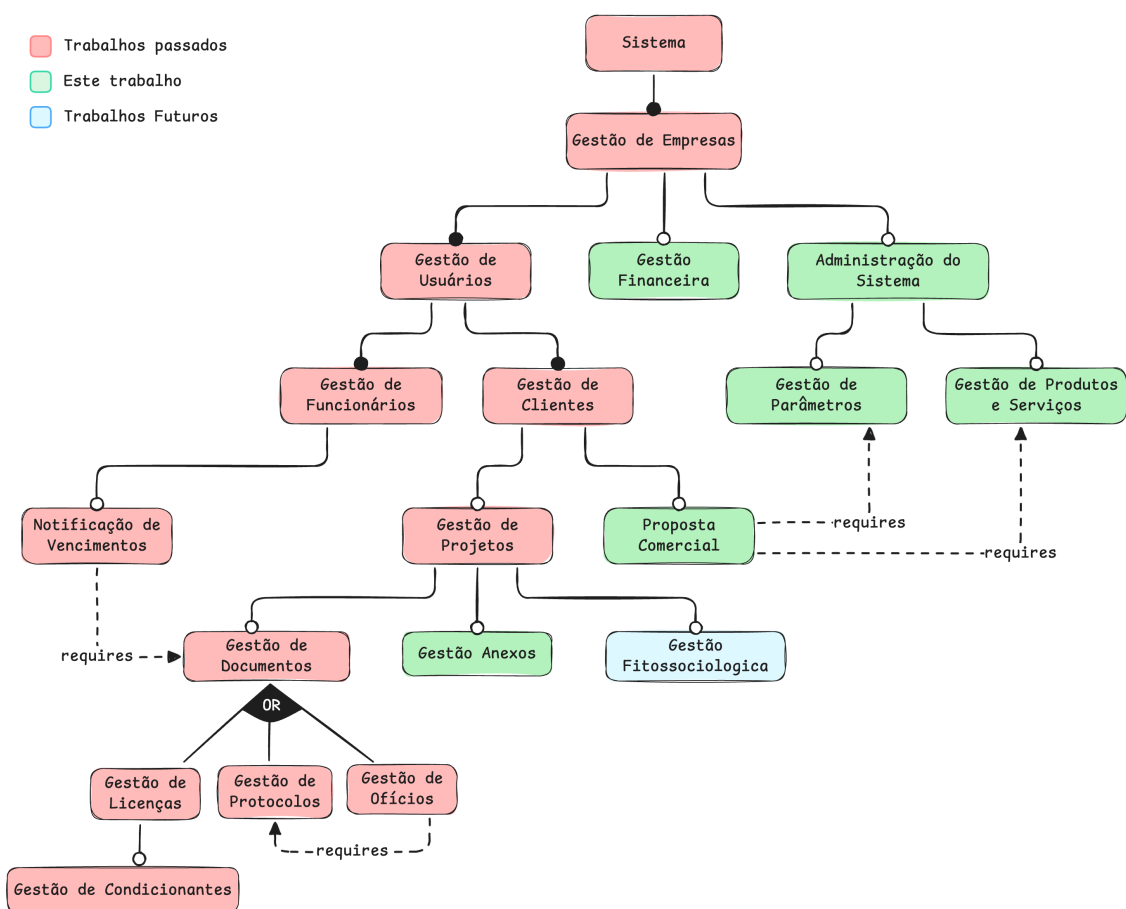


Figura 1. Feature Diagram do Suassu, representando a evolução de funcionalidades e suas dependências.

Fonte: Elaborado pelos autores.

SUS [?], que mede satisfação e facilidade de uso percebidas, sendo aceitável com amostras reduzidas quando complementado por técnicas qualitativas [Lewis and Sauro 2009]. Essa abordagem está alinhada ao caráter exploratório da Pesquisa-Ação, que prioriza a coevolução entre sistema e contexto organizacional sobre a generalização estatística.

Foram convidados dois colaboradores da empresa parceira Y, identificados como Participante D e Participante R, atuando como usuários finais e avaliadores diretos das funcionalidades. O Participante D atua na área técnica da gestão ambiental e possui experiência prévia com o MVP do Suassu desde sua apresentação no SBSI 2024. O Participante R atua na área de gestão financeira, com foco em atividades financeiras da empresa. Ambos foram selecionados intencionalmente por representarem os principais perfis de usuários finais do sistema na organização parceira.

Os critérios de avaliação contemplaram conformidade funcional, usabilidade, desempenho e aceitação do usuário [ISO/IEC 2008, Heimann 2014]. A execução ocorreu em duas etapas complementares. Na primeira, os módulos foram disponibilizados em ambiente de testes, permitindo uso livre e registro espontâneo de *bugs* e inconsistências. Na segunda, cada participante foi conduzido a uma sessão individual organizada em quatro fases: introdução e contextualização do objetivo da validação; aplicação da técnica de

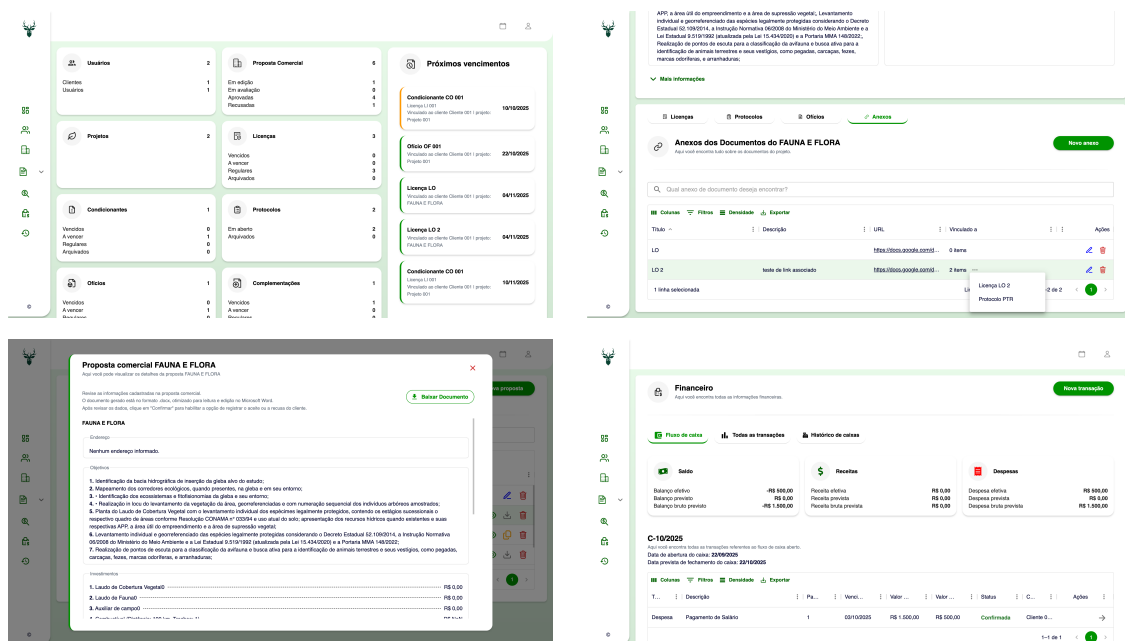


Figura 2. Interfaces dos novos módulos do Suassu.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Thinking Aloud, na qual o usuário verbalizou suas ações e percepções durante a interação [Shull et al. 2007]; preenchimento do questionário *System Usability Scale* (SUS) para mensuração objetiva da usabilidade [Lewis and Sauro 2009]; e uma entrevista semiestruturada voltada a captar impressões qualitativas, sugestões de melhoria e percepção de valor agregado [Adams 2015].

A análise dos dados seguiu uma abordagem mista. As respostas ao SUS forneceram indicadores quantitativos comparáveis a valores de referência de usabilidade, enquanto os relatos do *Thinking Aloud* e das entrevistas foram examinados por meio de análise temática, identificando padrões de problemas, oportunidades de melhoria e pontos fortes dos módulos. Além disso, os registros de falhas encontrados durante o uso livre foram sistematizados e classificados conforme sua criticidade. Essa triangulação entre métricas objetivas e percepções subjetivas permitiu uma compreensão abrangente da qualidade dos novos módulos, aumentando a robustez das conclusões.

Para orientar o processo e alinhar os resultados com os objetivos científicos e práticos do estudo, o protocolo foi estruturado em torno de cinco Questões de Pesquisa (QPs):

- **QP1:** Como os clientes percebem a evolução do Suassu em relação ao MVP, considerando usabilidade, confiabilidade e adequação funcional?
- **QP2:** Em que medida os novos módulos (Gestão Comercial, Financeira, Anexos) atendem às demandas práticas dos clientes na gestão ambiental?
- **QP3:** Quais barreiras de usabilidade e consistência foram identificadas pelos clientes durante o uso dos novos módulos?
- **QP4:** Como os clientes avaliam a integração entre os diferentes módulos e sua contribuição para a eficiência organizacional?
- **QP5:** De que forma o envolvimento dos clientes no processo de Pesquisa-Ação

contribuiu para alinhar o desenvolvimento do sistema às suas necessidades reais?

Essas questões nortearam a coleta e análise dos dados, garantindo que a avaliação dos módulos não se limitasse a métricas técnicas, mas incorporasse também percepções de valor organizacional, aderência prática e contribuições da colaboração dos usuários.

Aspectos Éticos: A pesquisa foi conduzida em parceria institucional formal com a empresa Ecoeficiência Soluções Ambientais Ltda, no âmbito do *Cluster* de Inovação FA-PERGS. Por envolver apenas interação com *software* em ambiente controlado, a avaliação apresentou baixo risco aos participantes. Antes das sessões, os participantes foram informados sobre os objetivos da pesquisa, os procedimentos de coleta de dados e a finalidade de uso das informações, consentindo voluntariamente com sua participação. As sessões de *Thinking Aloud* e entrevistas foram gravadas mediante autorização expressa dos participantes. As transcrições disponibilizadas no repositório Zenodo tiveram os nomes dos participantes omitidos para preservar o anonimato.

Condução da Avaliação: As sessões de validação foram conduzidas por dois pesquisadores/desenvolvedores do projeto, que atuaram como facilitadores durante a aplicação das técnicas de *Thinking Aloud*, aplicação do questionário SUS e condução das entrevistas semiestruturadas.

6. Resultados e Discussões

Esta seção apresenta os resultados da validação dos três novos módulos do Suassu, obtidos a partir das sessões conduzidas com dois participantes (N=2) da empresa parceira Y. Conforme descrito na Seção 5, os Participantes D e R foram selecionados intencionalmente por representarem os principais perfis de usuários finais do sistema. Ambos possuem experiência prévia com o MVP apresentado no SBSI 2024, o que permitiu avaliar não apenas a adequação dos novos módulos, mas também a percepção de evolução do sistema ao longo do tempo.

Durante as sessões de validação, cada participante realizou um conjunto de tarefas representativas das operações cotidianas em cada módulo: (i) no módulo de Gestão Comercial, criação, edição, duplicação e aprovação de propostas comerciais; (ii) no módulo de Gestão de Anexos, criação e vinculação de links a documentos externos; e (iii) no módulo de Gestão Financeira, abertura e fechamento de caixa, criação de receitas e despesas, e consulta de transações. Os resultados são apresentados a seguir, organizados por módulo e técnica de coleta aplicada.

6.1. Gestão Comercial

Think Aloud: Durante o uso do módulo de propostas comerciais, o Participante D levantou algumas dúvidas sobre o funcionamento do sistema. Ele demonstrou incerteza quanto à unidade de medida de um campo ao perguntar se o valor era “em real ou em quilômetro”, evidenciando uma necessidade de maior clareza nos rótulos e validações.

Ao analisar os cálculos, conferiu se os tributos estavam sendo somados corretamente, mostrando atenção à precisão dos valores. Apesar dessas dúvidas, avaliou positivamente a evolução do sistema em relação a versões anteriores, afirmando que estava “melhor do que tava antes, bem melhor”. Além disso, apontou detalhes de apresentação no documento gerado, sugerindo que certos parênteses não eram necessários, o que reflete uma preocupação com a clareza e a estética do material final.

Já o Participante R apontou logo uma limitação importante: observou que o sistema só aceita até 33 caracteres na criação de itens, o que restringe a inclusão de descrições mais longas, como “plano de reposição obrigatória”. Essa barreira gerou frustração, pois destacou que em situações reais alguns itens ultrapassariam esse limite.

Por fim, testando as funcionalidades de duplicação, recusa e aprovação de propostas, o Participante R demonstrou atenção à lógica de numeração e sequência dos códigos. Chegou a questionar a consistência da geração automática de números, mas entendeu a explicação sobre o padrão do sistema. Apesar de algumas dificuldades, ressaltou que conseguiu realizar as ações propostas, ainda que tenha se confundido em alguns fluxos (como voltar à tela correta de edição).

SUS: O Participante D demonstrou uma percepção bastante positiva em relação ao módulo de gestão comercial. Ele indicou que se sentiu confiante ao utilizá-lo, avaliou de forma favorável a integração das funcionalidades e ressaltou a facilidade no uso. As respostas sugerem que, para ele, a curva de aprendizado não foi um obstáculo e que o módulo apresenta boa consistência e simplicidade. Apesar de alguns pontos de atenção, a experiência geral foi de fluidez e satisfação.

Já o Participante R teve uma experiência mais mista. Embora tenha reconhecido aspectos positivos, como a rapidez com que se pode aprender a usar o módulo, suas respostas apontaram mais críticas do que as do primeiro participante. Ele percebeu maior complexidade e inconsistências, além de uma menor confiança durante o uso. Isso indica que, para ele, o módulo ainda apresenta barreiras que podem dificultar a experiência, especialmente para usuários menos experientes.

De forma comparativa, o Participante D demonstrou uma postura mais entusiástica e confiante, enquanto o Participante R mostrou certa ambivalência, reconhecendo qualidades, mas também ressaltando problemas que prejudicam a usabilidade. Em resumo, a principal diferença está no nível de confiança, simplicidade e consistência percebidas: para o primeiro, esses aspectos funcionam bem; para o segundo, ainda há lacunas que precisam ser melhoradas.

6.2. Gestão de Anexos

Think Aloud: No módulo de anexos/*links*, o Participante D focou principalmente no comportamento da interface. Ao inserir e acessar *links*, observou que os documentos estavam sendo abertos na mesma aba do navegador, o que considerou pouco adequado. Ele afirmou que, embora pessoalmente não fosse um problema, já que sabia contornar, para outros usuários poderia ser confuso ou inconveniente. Assim, sugeriu que a abertura fosse feita em uma nova aba, especialmente considerando que esses *links* normalmente se referem a documentos externos armazenados na nuvem.

Quando conseguiu visualizar corretamente um *link* sendo aberto em outra aba, relatou de forma espontânea que achou “legal”, demonstrando satisfação com esse comportamento alternativo. Esse trecho evidencia que sua principal expectativa nesse módulo estava relacionada à navegabilidade e usabilidade da interface.

Já o Participante R relatou uma experiência bem mais positiva. Comentou que o processo de criação e vinculação de *links* era “muito fácil” e “bem tranquilo”, elogiando a simplicidade.

SUS: O Participante D avaliou o módulo de gestão de anexos de forma bastante positiva, especialmente em aspectos como facilidade de uso, integração das funcionalidades e confiança durante a utilização. Ele considerou o módulo simples e intuitivo, sem grandes barreiras de aprendizado ou necessidade de suporte externo. Ainda assim, demonstrou um pouco menos de entusiasmo quanto à rapidez com que as pessoas poderiam aprender a utilizá-lo, sugerindo a percepção de que nem todos os usuários teriam a mesma facilidade inicial.

O Participante R, por sua vez, apresentou uma avaliação quase idêntica à do Participante D, mas com uma diferença marcante: ele foi mais otimista em relação à rapidez com que outros usuários poderiam aprender a utilizar o módulo. Essa percepção indica que, além de concordar com a visão de simplicidade, integração e confiança já destacadas pelo Participante D, ele acredita que o módulo é ainda mais acessível e de aprendizado imediato.

De forma comparativa, ambos enxergaram o módulo de gestão de anexos como altamente utilizável, consistente e confiável, mas o Participante R se mostrou ligeiramente mais positivo no aspecto da curva de aprendizado. Essa diferença reforça que, apesar das avaliações próximas, a experiência do Participante R aponta para um módulo ainda mais inclusivo e intuitivo para diferentes perfis de usuários.

6.3. Gestão Financeira

Think Aloud: No módulo financeiro, o Participante D apresentou mais críticas e ressalvas. De início, comentou que uma colega de trabalho poderia ter dificuldades de adaptação, principalmente pela exigência de definição de datas de fechamento de caixa, que considerou problemática. Ele enfatizou que esse campo poderia causar erros ou dificuldades práticas, sobretudo quando ultrapassasse limites de tempo, como “noventa dias”.

Apesar dessas preocupações, também identificou pontos positivos, como ao afirmar que a visualização das transações era “legal”. Mostrou ainda desejo de que certas operações não fossem apenas simuladas, expressando envolvimento real com a tarefa.

Outro ponto importante foi a crítica à nomenclatura dos campos: ao ver a expressão “valor recebido” associada a uma despesa, declarou que isso poderia confundir os usuários, sugerindo termos alternativos como “valor efetivo” ou “valor abatido”.

Já o Participante R explorou várias operações, como abertura de caixa, criação de receitas e despesas, cancelamento, adiamento de vencimentos e fechamento de caixa. Durante o processo, demonstrou dúvida sobre a lógica entre cancelar e deletar transações, mas assimilou a diferença quando explicada.

Outro ponto levantado foi sobre relatórios: o participante sentiu falta de uma visualização diária dos saldos (entradas, saídas e saldo total). Relatou que, na sua prática, precisa de uma visão clara de quando faltará ou sobrar dinheiro, a fim de tomar decisões antecipadas. Essa necessidade de uma visão macro foi recorrente em seus comentários e se destacou como a principal melhoria desejada.

SUS: O Participante D apresentou uma visão equilibrada sobre o módulo de gestão financeira. Ele reconheceu pontos fortes como a boa integração das funcionalidades, a consistência e a confiança transmitida durante o uso. Por outro lado, suas respostas também revelaram certa ambiguidade: não percebeu o módulo como tão fácil de utili-

zar e demonstrou dúvidas em relação à rapidez de aprendizado. Isso indica que, embora valorize a confiabilidade e veja robustez na ferramenta, ainda identifica barreiras de simplicidade que poderiam ser aprimoradas para tornar a experiência mais intuitiva.

Já o Participante R teve uma avaliação mais polarizada. De um lado, destacou de forma clara a facilidade de aprendizado e a rapidez com que novos usuários poderiam se adaptar ao módulo, além de perceber menor complexidade no uso. Por outro lado, foi menos enfático em relação à integração e à confiança transmitida. Essa postura sugere que, para ele, o módulo pode ser acessível e de curva de aprendizado rápida, mas talvez não comunique a mesma robustez e consistência apontadas pelo Participante D.

De forma comparativa, o Participante D valorizou mais a solidez e a confiabilidade do módulo de gestão financeira, ainda que tenha identificado pontos de melhoria na simplicidade. Já o Participante R colocou maior ênfase na curva de aprendizado e na facilidade de uso, mas mostrou menos segurança quanto à robustez e integração. Em resumo, enquanto o primeiro enxerga estabilidade com espaço para simplificação, o segundo percebe leveza e acessibilidade, mas com algumas reservas sobre consistência e confiabilidade.

6.4. Entrevista Semi-Estruturada

Foi realizada uma **entrevista semi-estruturada** com os participantes, a fim de aprofundar a compreensão sobre a experiência de uso dos novos módulos do sistema. Esse tipo de entrevista combina perguntas previamente definidas com espaço para respostas abertas, permitindo que os usuários expressem percepções espontâneas e forneçam detalhes relevantes que poderiam não surgir em um questionário fechado.

O roteiro aplicado foi dividido em seis blocos temáticos:

- (i) **Quebra-gelo e percepção inicial** – buscou captar as primeiras impressões sobre os módulos, bem como aspectos positivos ou negativos que chamaram atenção logo no uso inicial;
- (ii) **Utilidade e adequação ao trabalho** – investigou em que medida os módulos contribuem para as atividades diárias, quais situações de maior valor de uso e se houve falta de recursos para completar tarefas;
- (iii) **Facilidade de uso e usabilidade** – explorou quais funcionalidades foram percebidas como mais fáceis ou mais difíceis, além do nível de confiança ou insegurança durante o uso;
- (iv) **Experiência geral** – verificou se os módulos atenderam às expectativas dos participantes, quais mudanças fariam de imediato e como descreveriam a solução em poucas palavras;
- (v) **Comparação e priorização** – buscou identificar qual módulo foi considerado mais útil, bem como aquele que ainda demanda mais melhorias para se tornar realmente aplicável no dia a dia;
- (vi) **Encerramento** – espaço aberto para que os usuários incluíssem comentários ou sugestões adicionais.

Esse formato de entrevista permitiu não apenas coletar avaliações sobre usabilidade e adequação funcional, mas também identificar **necessidades práticas, percepções subjetivas e oportunidades de melhoria** a partir do ponto de vista dos próprios usuários.

Participante D: Durante a entrevista final, o Participante D relatou que sua primeira impressão ao utilizar os módulos foi de impacto, descrevendo que ao “bater o olho” no sistema sentiu que havia muita informação concentrada em uma única tela. Esse primeiro contato lhe causou certo estranhamento, sobretudo pelo fato de não atuar diretamente na área administrativa ou financeira. No entanto, ao começar a interagir com as funcionalidades, sua percepção mudou: afirmou que o sistema se mostrou relativamente intuitivo e que conseguiu compreender a lógica de funcionamento à medida que realizava as tarefas. Segundo ele, apesar de alguns pontos não parecerem claros de imediato, foi possível entender a estrutura e trabalhar sem grandes dificuldades.

Ao destacar os aspectos positivos, o participante chamou a atenção principalmente para a integração entre os módulos. Ele ressaltou que o sistema já permite vincular informações automaticamente, de forma que dados inseridos em uma parte são aproveitados em outras, agilizando o fluxo de trabalho e reduzindo retrabalho. Essa comunicação entre funcionalidades foi avaliada como um ganho importante, pois confere agilidade e praticidade ao uso. Além disso, afirmou que, apesar da quantidade de informações apresentadas na tela, considerou que todas eram relevantes e pertinentes, não havendo elementos supérfluos que poluísssem a interface.

Em relação às facilidades, o Participante D afirmou que o módulo de propostas comerciais foi o mais simples de utilizar. Isso se deveu à sua familiaridade com a tarefa, já que costuma elaborar propostas no dia a dia e possui um banco de dados prévio de produtos e serviços. Essa proximidade com a atividade reduziu a complexidade percebida e fez com que esse módulo lhe parecesse o mais natural de operar.

Por outro lado, sua maior dificuldade esteve no módulo financeiro. O participante afirmou não se sentir totalmente confortável com a criação e o fechamento de caixas, especialmente em razão da forma como os dados são apresentados. Destacou que a visualização em que as datas aparecem como colunas, diferentemente do que está acostumado a usar, pode gerar estranheza e até certa resistência inicial. Embora reconheça que a dificuldade também está ligada ao fato de não ser sua área de atuação, enfatizou que esse detalhe pode comprometer a adoção por outros usuários. Mesmo assim, reconheceu que, com o tempo de uso e melhorias nos filtros de datas, a funcionalidade poderá se tornar mais clara e prática.

Entre as sugestões de melhoria, o Participante D indicou a necessidade de acrescentar gráficos no módulo financeiro, de preferência representações em barras e linhas que mostrem a evolução diária de receitas e despesas. Ressaltou que não gostaria de gráficos em formato de pizza, por considerá-los pouco adequados para esse tipo de análise. Também apontou que os arquivos gerados pela proposta comercial precisam de ajustes de formatação e identidade visual, de forma a permitir que sejam utilizados diretamente sem necessidade de edições posteriores.

De maneira geral, sua avaliação foi positiva. O Participante D afirmou que o sistema atendeu às expectativas e destacou que, embora a etapa inicial de alimentação do banco de dados demande maior esforço, o uso cotidiano tende a ser ágil e eficiente depois que essa etapa estiver concluída. Considerou que o módulo de propostas comerciais é o mais útil para a empresa, por estar diretamente ligado às suas atividades, enquanto o módulo financeiro ainda precisa de aperfeiçoamentos para ser plenamente adotado. Por

fim, reforçou que já havia compartilhado todas as suas observações tanto durante o uso quanto na entrevista, destacando que o sistema está em bom nível de maturidade e que os ajustes futuros poderão ser feitos conforme o time avance nos testes.

Participante R: Já, o Participante R avaliou que sua primeira impressão foi positiva, descrevendo que achou tudo “muito tranquilo” e dentro do esperado, embora reconhecesse que ainda existem melhorias a serem feitas. Ressaltou que as limitações, como a questão dos caracteres e alguns campos obrigatórios, foram pontos que chamaram sua atenção durante os testes.

Sobre a utilidade dos módulos no contexto da empresa, afirmou que todos poderiam ser usados no dia a dia, ainda que demandem ajustes e adaptação. Reconheceu que existe uma resistência natural quando se adota um novo sistema, mas que com o tempo os usuários se habituem. No seu caso, destacou que os *links* foram o módulo mais fácil de utilizar, enquanto o financeiro ainda gera dificuldades, principalmente pela ausência de relatórios completos e recursos de visualização macro.

Ao refletir sobre qual módulo considerava mais útil, escolheu o de propostas comerciais, justificando que é nele que “nasce tudo” e que precisa estar bem alinhado. Já quanto ao que mais necessita melhorias, apontou novamente o financeiro, por exigir avanços para atender às demandas reais de controle e planejamento. Sua principal sugestão de mudança foi a inclusão de um relatório diário com entradas, saídas e saldo por data, algo que para ele é essencial para prever cenários de falta ou sobra de recursos. Ao mesmo tempo, reconheceu que adaptações manuais são possíveis e que o sistema já se encontra num caminho promissor.

No geral, o Participante R demonstrou confiança no sistema, embora tenha enfatizado que sua familiaridade maior está no módulo financeiro, justamente por ser sua área de atuação. Concluiu afirmando que os três módulos contribuem para as atividades da empresa, mas que ajustes no financeiro são prioritários para consolidar sua adoção.

Apesar das diferenças individuais, as entrevistas com os Participantes D e R revelaram pontos de convergência importantes. Ambos reconheceram a relevância do módulo de propostas comerciais como núcleo central das operações, ainda que tenham identificado aspectos a serem aprimorados, como formatação de documentos e restrições de campos. Da mesma forma, os dois destacaram o módulo financeiro como o mais problemático, apontando a necessidade de melhorias significativas: enquanto o Participante D sugeriu gráficos para facilitar a análise de receitas e despesas, o Participante R enfatizou a criação de relatórios diários que permitam acompanhar saldos ao longo do tempo. Em termos de facilidade, o Participante D sentiu maior naturalidade ao lidar com propostas, por sua experiência prévia, enquanto o Participante R considerou os *links* o módulo mais simples de operar. No geral, ambos reconheceram que os três módulos contribuem para as atividades da empresa, mas convergiram na percepção de que o financeiro é a prioridade de evolução para garantir usabilidade e aderência no dia a dia.

6.5. Discussões dos Resultados

A triangulação entre as três técnicas aplicadas *Thinking Aloud*, SUS e entrevistas semi-estruturadas possibilitou uma análise mais robusta da evolução dos novos módulos do Suassu. Enquanto o *Thinking Aloud* captou dificuldades imediatas de uso e percepção de inconsistências, o questionário SUS forneceu uma medida quantitativa de usabilidade e

as entrevistas complementaram a análise ao revelar percepções subjetivas, expectativas e sugestões de melhoria.

Na Figura 3, observa-se a distribuição das notas do SUS por questão, considerando os três módulos. Nota-se que o módulo de **Gestão de Anexos** apresentou desempenho mais consistente, aproximando-se do escore máximo em quase todos os itens, corroborando as falas dos participantes, que destacaram sua simplicidade e facilidade de aprendizado. Já os módulos de **Gestão Comercial** e **Gestão Financeira** apresentaram maior variabilidade, refletindo as dúvidas relatadas no uso, tais como limitações de caracteres em descrições (comercial) e dificuldades de interpretação de nomenclaturas e relatórios (financeiro).

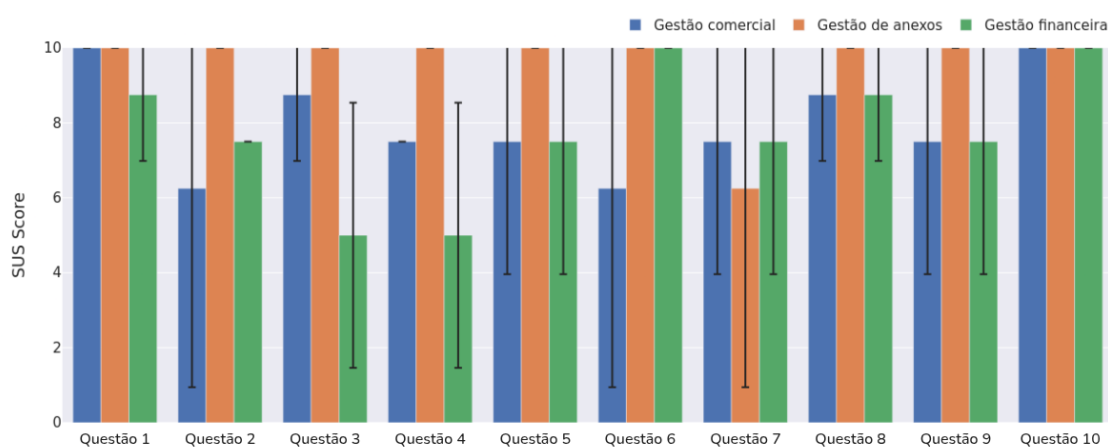


Figura 3. Pontuação SUS por questão para cada módulo avaliado.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Complementarmente, a Figura 4 sintetiza os resultados gerais do SUS por módulo. É possível verificar que o módulo de **Gestão de Anexos** alcançou escores classificados como *Excellent* (Excelente), enquanto o módulo de **Gestão Comercial** situou-se em um patamar *Good* (Bom) e o de **Gestão Financeira** manteve-se na faixa limítrofe entre *Good* (Bom) e *OK* (Aceitável). Esses resultados reforçam a percepção dos participantes durante as entrevistas, que convergiram em reconhecer os anexos como o módulo mais intuitivo e o financeiro como o mais problemático.

Do ponto de vista qualitativo, o *Thinking Aloud* destacou questões de navegabilidade e consistência da interface. Por exemplo, no módulo de anexos, a abertura de documentos na mesma aba foi percebida como um potencial obstáculo à experiência do usuário (*user experience*). No módulo comercial, a limitação de caracteres e a lógica de numeração geraram incertezas, enquanto no módulo financeiro emergiram preocupações com a nomenclatura de campos e a ausência de relatórios diários.

Complementarmente à Figura 4, a Tabela 2 sintetiza os indicadores do SUS por módulo, calculados a partir dos escores totais por participante.

Observa-se que Gestão de Anexos atingiu 96,25 pontos em média (DP = 5,30; 92,5–100), com classificação Melhor imaginável e aceitabilidade “Aceitável”, indicando alto desempenho e baixa variabilidade. Gestão Comercial apresentou média de 78,75 (DP

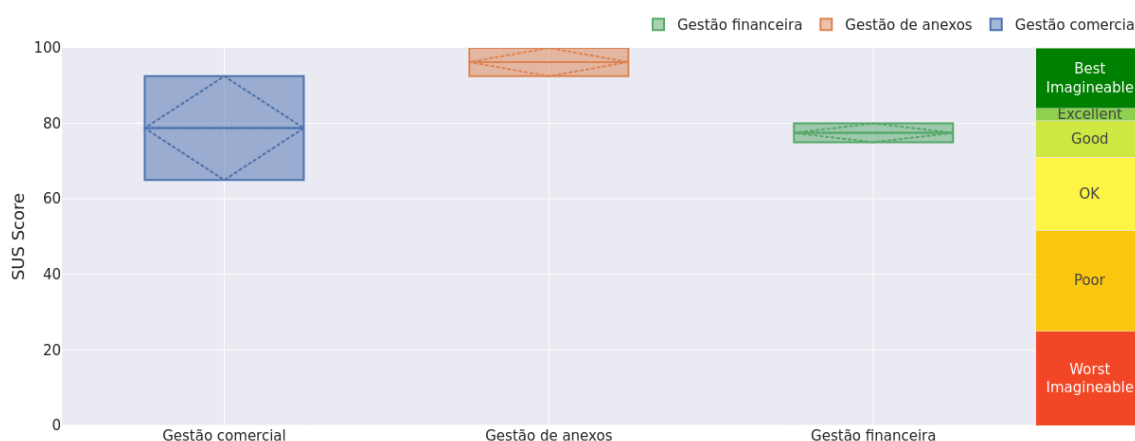


Figura 4. Distribuição das pontuações SUS por módulo e sua classificação.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 2. Resumo dos indicadores do SUS por módulo.

Módulo	Mínimo	Máximo	Média	Mediana	Desvio Padrão	Classificação	Acessibilidade
Gestão comercial	65	92,5	78,75	78,75	19,45	Bom	Aceitável
Gestão de anexos	92,5	100	96,25	96,25	5,30	Melhor imaginável	Aceitável
Gestão financeira	75	80	77,5	77,5	3,54	Bom	Aceitável

Fonte: Elaborado pelos autores.

= 19,45; 65–92,5), classificada como Bom; a amplitude maior sugere experiências menos homogêneas, em linha com os relatos sobre limite de caracteres e dúvidas de numeração. Gestão Financeira ficou em 77,5 (DP = 3,54; 75–80), também Bom, com baixa dispersão, porém abaixo de Anexos — o que corrobora as entrevistas sobre nomenclaturas e necessidade de relatórios.

As entrevistas semi-estruturadas confirmaram e expandiram essas observações. Ambos os participantes concordaram que o módulo de propostas comerciais representa o núcleo estratégico do sistema, mas apontaram o módulo financeiro como prioridade de melhorias, devido à sua complexidade e necessidade de relatórios mais completos. As sugestões de gráficos (Participante D) e relatórios diários (Participante R) demonstram a demanda por representações visuais que favoreçam a tomada de decisão.

A Figura 5 descreve a análise das QPs que consolida os seguintes achados:

Em síntese, os resultados indicam que o Suassu evoluiu de forma substancial desde o MVP, apresentando maior maturidade técnica e usabilidade, mas ainda demanda refinamentos em consistência e apoio visual à tomada de decisão. A estrutura de validação adotada demonstrou-se eficaz para captar tanto métricas objetivas quanto percepções subjetivas, confirmando a importância da Pesquisa-Ação como abordagem integradora.

6.6. Ameaças à Validade do Estudo

Como em qualquer pesquisa empírica conduzida em contextos organizacionais reais, este estudo está sujeito a ameaças que podem afetar a validade dos resultados [Wohlin et al. 2012]. A seguir, discutimos as principais ameaças em termos de validade

- QP1.** A percepção geral foi de evolução positiva em relação ao MVP, com maior usabilidade e confiabilidade, embora persistam ajustes necessários no módulo financeiro.
- QP2.** Os módulos atenderam às demandas práticas do contexto ambiental. O módulo de propostas comerciais foi considerado essencial, os anexos mostraram grande aplicabilidade e o financeiro ainda exige relatórios e visualizações para ser plenamente adotado.
- QP3.** Foram identificadas barreiras como limitação de caracteres, nomenclaturas pouco claras e navegação pouco intuitiva em alguns pontos. Apesar disso, os usuários conseguiram completar as tarefas propostas, indicando que as barreiras são superáveis.
- QP4.** A integração entre os módulos foi percebida como um dos principais ganhos, pois reduziu retrabalho e aumentou a eficiência organizacional.
- QP5.** O envolvimento dos clientes no processo de Pesquisa-Ação foi fundamental para alinhar o desenvolvimento às reais necessidades, com sugestões que influenciaram a prioridade das melhorias.

Figura 5. Resumo das Respostas das Questões de Pesquisa.

Fonte: Elaborado pelos autores.

interna, externa, de construto e de conclusão, bem como as estratégias adotadas para mitigá-las.

Validade Interna: A participação dos usuários ocorreu em ambiente controlado de testes, o que pode ter reduzido a ocorrência de situações imprevistas típicas do uso cotidiano do sistema. Além disso, a presença dos pesquisadores durante a aplicação das técnicas de *Thinking Aloud* e entrevistas pode ter induzido respostas mais positivas devido ao viés de desejabilidade social. Para mitigar essa limitação, buscou-se adotar uma postura neutra e registrar tanto comentários espontâneos quanto inconsistências observadas durante as interações.

Validade Externa: A amostra de participantes restringiu-se a dois colaboradores da empresa parceira, o que limita a generalização dos resultados para outros perfis de usuários ou organizações do setor ambiental. Apesar disso, a escolha foi intencional, dado o caráter exploratório da Pesquisa-Ação, cujo foco está na coevolução entre sistema e contexto organizacional. Como estratégia de mitigação, os resultados foram analisados em triangulação com evidências da literatura e recomendações de boas práticas em validação de sistemas de informação.

Validade de Construto: Os instrumentos de coleta de dados, como o questionário SUS e a técnica de *Thinking Aloud*, foram aplicados de forma consistente com a literatura, mas podem não capturar integralmente aspectos específicos do domínio de gestão ambiental. Para reduzir essa ameaça, complementamos a avaliação com entrevistas semi-estruturadas, permitindo captar percepções qualitativas e sugestões de melhoria que extrapolam métricas padronizadas.

Validade de Conclusão: O número reduzido de participantes limita a aplicação de análises estatísticas robustas e aumenta a possibilidade de vieses individuais influenciarem os resultados. A adoção de uma abordagem mista combinando dados quantitativos, relatos qualitativos e registros de falhas buscou fortalecer a confiabilidade das conclusões,

ainda que estas devam ser interpretadas como indícios iniciais a serem refinados em ciclos posteriores da pesquisa.

Em síntese, embora as ameaças aqui discutidas imponham restrições à generalização ampla dos resultados, a adoção de múltiplas técnicas de validação, aliada ao caráter iterativo da Pesquisa-Ação, contribuiu para aumentar a credibilidade dos achados e orientar melhorias progressivas no Suassu.

7. Conclusão e Próximos Passos

Este trabalho apresentou a evolução do Suassu, desde seu MVP até um produto mais robusto e integrado voltado à gestão ambiental. Foram discutidas as melhorias arquiteturais, a incorporação de três novos módulos, além de aperfeiçoamentos técnicos, de processos e de funcionalidades complementares, bem como a aplicação de um protocolo estruturado de validação fundamentado na Pesquisa-Ação. Os resultados demonstraram avanços significativos em usabilidade, confiabilidade e adequação funcional, reforçando o potencial do sistema em apoiar as organizações na gestão de processos críticos e na tomada de decisão orientada por dados.

Do ponto de vista científico, a pesquisa contribui ao demonstrar como metodologias de validação podem ser aplicadas em contextos regulatórios sensíveis, combinando técnicas qualitativas e quantitativas em ciclos iterativos de investigação. Além disso, evidencia-se o papel da evolução técnica e da integração modular como fatores determinantes para a consolidação de sistemas de informação em domínios especializados.

No âmbito prático, a experiência reforça a importância do alinhamento entre requisitos organizacionais e evolução tecnológica, evidenciado pela colaboração contínua com a empresa parceira. A validação em cenários reais permitiu não apenas confirmar a eficácia dos novos módulos, mas também identificar pontos de melhoria relacionados à consistência e acessibilidade do sistema.

Respostas às Questões de Pesquisa: A análise dos resultados permite revisitar as cinco questões de pesquisa que nortearam este estudo. Em relação à **QP1**, os participantes perceberam evolução positiva do Suassu em comparação ao MVP, destacando melhorias em usabilidade e confiabilidade, embora o módulo financeiro ainda demande refinamentos. Quanto à **QP2**, os módulos de Gestão Comercial e Gestão de Anexos demonstraram alta adequação às demandas práticas, enquanto o módulo Financeiro foi reconhecido como útil, porém carente de relatórios visuais para plena adoção. A **QP3** revelou barreiras como limitação de caracteres em descrições, nomenclaturas pouco intuitivas e necessidade de ajustes na navegação, todas superáveis pelos usuários durante as tarefas. Para a **QP4**, a integração entre módulos foi apontada como um dos principais ganhos, reduzindo retrabalho e aumentando a eficiência organizacional ao permitir o reaproveitamento automático de dados entre funcionalidades. Por fim, a **QP5** evidenciou que o envolvimento contínuo dos usuários no processo de Pesquisa-Ação foi determinante para alinhar o desenvolvimento às necessidades reais, com sugestões dos participantes influenciando diretamente a priorização de melhorias futuras.

Próximos Passos: O projeto encontra-se em continuidade, com a perspectiva de ampliar suas capacidades técnicas e funcionais. Entre as linhas de evolução previstas, destacam-se:

- a continuação da implementação de funcionalidades já especificadas, priorizando aquelas mapeadas como essenciais durante a validação dos módulos atuais;
- o uso de *Large Language Models* (LLMs) para apoiar a análise de relatórios ambientais extensos e a geração automatizada de documentos técnicos e comerciais;
- a aplicação de técnicas de Inteligência Artificial para prever riscos de não conformidade e identificar anomalias em registros ambientais, contribuindo para a tomada de decisão preditiva;
- a integração de fluxos de automação por meio de ferramentas como o n8n, visando reduzir tarefas repetitivas, integrar o sistema a plataformas externas e otimizar a eficiência operacional;
- a continuidade da refatoração arquitetural, incluindo a migração para linguagens e *frameworks* mais performáticos, acompanhada da expansão da cobertura de testes automatizados.

Essas iniciativas visam consolidar o Suassu como uma solução escalável, inteligente e cientificamente fundamentada, contribuindo tanto para o avanço da pesquisa em Sistemas de Informação quanto para o fortalecimento de práticas organizacionais no setor de gestão ambiental.

Agradecimentos

Rafael Ribeiro agradece pelo apoio ao PPGES e à UNIPAMPA ao Edital Interno da PROPPI nº 11/2025 - PAPG – Auxílio Financeiro a Discentes de PPGs Stricto Sensu.

Disponibilidade de Artefatos

Com o objetivo de promover transparência e reprodutibilidade da avaliação conduzida, disponibilizamos abertamente as transcrições das sessões de avaliação no repositório Zenodo: <https://doi.org/10.5281/zenodo.17268393>. Essas transcrições foram geradas automaticamente por meio de inteligência artificial, utilizando o serviço de reconhecimento de fala (*speech-to-text*) da plataforma ElevenLabs⁵. Os nomes dos participantes foram omitidos.

Referências

- Adams, W. C. (2015). Conducting semi-structured interviews. *Handbook of practical program evaluation*, pages 492–505.
- Altaie, A. M., Alsarraj, R. G., and Al-Bayati, A. H. (2020). Verification and validation of a software: a review of the literature. *Iraqi journal for computers and informatics*, 46(1):40–47.
- Avison, D. E., Davison, R. M., and Malaurent, J. (2018). Information systems action research: Debunking myths and overcoming barriers. *Information & Management*, 55(2):177–187.
- Banks, A. and Porcello, E. (2020). *Learning React: modern patterns for developing React apps*. O'Reilly Media.
- Evans, E. (2004). *Domain-driven design: tackling complexity in the heart of software*. Addison-Wesley Professional.

⁵<https://elevenlabs.io/>

- Fowler, M. (2018). *Refactoring: improving the design of existing code*. Addison-Wesley Professional.
- Heimann, D. (2014). Ieee standard 730-2014 software quality assurance processes. *IEEE Computer Society, New York, NY, USA, IEEE Std, 730:2014*.
- Humble, J. and Farley, D. (2010). *Continuous delivery: reliable software releases through build, test, and deployment automation*. Pearson Education.
- ISO/IEC (2008). ISO/IEC 25012:2008 - software engineering – software product quality requirements and evaluation (square) – data quality model. Technical report, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
- Jones, M., Bradley, J., and Sakimura, N. (2015). Json web token (jwt). rfc 7519. *Internet Engineering Task Force*.
- Lewis, J. R. and Sauro, J. (2009). The factor structure of the system usability scale. In *International conference on human centered design*, pages 94–103. Springer.
- Martin, R. C. (2008). *Clean Code: A Handbook of Agile Software Craftsmanship*. Prentice Hall.
- Martin, R. C. (2017). *Clean Architecture: A Craftsman's Guide to Software Structure and Design*. Prentice Hall Press, USA, 1st edition.
- Myers, G., Sandler, C., and Badgett, T. (2011). *The Art of Software Testing*. ITPro collection. Wiley.
- Prodanov, C. and De Freitas, E. (2013). *Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico-2ª Edição*. Editora Feevale.
- Ribeiro, R., Bernardino, M., Clemente, W., Nogueira, I., Rodrigues, E., and Basso, F. (2024). Towards a minimum viable product for environmental management system: A case study. In *Proceedings of the 20th Brazilian Symposium on Information Systems*, pages 1–10.
- Schwaber, K. and Sutherland, J. (2020). The scrum guide. <https://scrumguides.org/scrum-guide.html>. Acessado em: 15 ago. 2025.
- Shull, F., Singer, J., and Sjøberg, D. I. (2007). *Guide to advanced empirical software engineering*. Springer.
- Silva, F. G. C. d. (2023). Levantamento de requisitos aplicado à pesquisa e desenvolvimento de produtos de software. <https://ric.cps.sp.gov.br/handle/123456789/13619>. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas.
- Wieringa, R. and Morali, A. (2012). Technical action research as a validation method in information systems design science. In *International Conference on Design Science Research in Information Systems*, pages 220–238. Springer.
- Wohlin, C., Runeson, P., Höst, M., Ohlsson, M. C., Regnell, B., Wesslén, A., et al. (2012). *Experimentation in software engineering*, volume 236. Springer.