

Osiris: a platform for advertising agricultural machinery rentals

Eduardo Tiadoro
eduardotiadoro.aluno@unipampa.edu.br
Federal University of Pampa
(UNIPAMPA)
Alegrete, RS, Brazil

Matheus Fialho
matheusfialho.aluno@unipampa.edu.br
Federal University of Pampa
(UNIPAMPA)
Alegrete, RS, Brazil

Reinaldo Zimmer Wendt
reinaldowendt.aluno@unipampa.edu.br
Federal University of Pampa
(UNIPAMPA)
Alegrete, RS, Brazil

Fábio Basso
fabiofasso@unipampa.edu.br
Federal University of Pampa
(UNIPAMPA)
Alegrete, RS, Brazil

Miguel A. Bastos Muniz
miguelmuniz.aluno@unipampa.edu.br
Federal University of Pampa
(UNIPAMPA)
Alegrete, RS, Brazil

Maicon Bernardino
bernardino@acm.org
Federal University of Pampa
(UNIPAMPA)
Alegrete, RS, Brazil

Abstract

Context: Agribusiness is a key pillar of the Brazilian economy, significantly contributing to national growth and wealth generation. This sector heavily relies on agricultural machinery technologies to enhance productivity and operational efficiency. **Problem:** The high costs of acquiring and maintaining agricultural machinery restrict access for small-scale farmers. Furthermore, idle equipment generates significant passive costs, creating an additional barrier to its efficient use. **Solution:** This study proposes a tool for advertising agricultural machinery rentals, grounded in the principles of the sharing economy. The platform connects equipment owners with idle machinery to renters in need of such resources. **IS Theory:** The study is based on the DeLone and McLean Information Systems Success Model, which highlights system quality, information quality, and user satisfaction as critical factors for success. **Method:** A qualitative heuristic evaluation approach was used, focusing on experts' perceptions of the system prototype to identify usability barriers and opportunities for improvement. **Summary of Results:** Most usability issues were classified as low or moderate severity, suggesting they can be resolved without significantly impacting the user experience. Violations were most frequent in consistency, system visibility, and error prevention, highlighting areas for prioritized improvement. **Contributions and Impact on IS Field:** This study advances the Information Systems field by demonstrating how sharing economy principles can inform digital solutions for agribusiness. It validates the application of the DeLone and McLean model in rural contexts and offers insights for addressing usability challenges, fostering innovation and accessibility in agricultural systems.

CCS Concepts

- Software and its engineering → Software creation and management; Software prototyping;
- Human-centered computing → Usability testing.

Keywords

Agribusiness, Agricultural Machinery, Sharing Economy, Usability, Heuristic Evaluation, Information Systems, DeLone and McLean Model

1 Introdução

O agronegócio desempenha um papel central na economia brasileira, contribuindo significativamente para a geração de riquezas e o crescimento nacional. Além de garantir a produção de alimentos, o setor é um dos principais impulsionadores das exportações agropecuárias, consolidando o Brasil como um dos maiores fornecedores globais de commodities agrícolas. Em 2023, as exportações do agronegócio atingiram um recorde de US\$ 166,55 bilhões, representando 49% da pauta exportadora total brasileira [11]. O país lidera as exportações mundiais de açúcar, café, suco de laranja e soja em grãos, além de ocupar a segunda posição nas exportações de carnes bovina e de frango [6]. No terceiro trimestre de 2024, o Produto Interno Bruto (PIB) do agronegócio registrou alta de 1,26%. A projeção para 2024 estima que o PIB do setor alcance R\$ 2,58 trilhões, correspondendo a 22% da economia brasileira [5].

A produtividade e eficiência das operações rurais, por sua vez, dependem diretamente do uso de tecnologias e maquinário agrícola. Contudo, o alto custo de aquisição e manutenção desses equipamentos representa um obstáculo significativo, especialmente para pequenos e médios produtores. Além disso, a ociosidade dos maquinários fora do período de safra gera custos passivos elevados, agravando ainda mais a dificuldade de acesso e o uso eficiente desses recursos [2]. Embora os períodos de safra sejam bem definidos e variem conforme a cultura e a região, há janelas de tempo em que determinados equipamentos permanecem sem uso. A locação nesses períodos pode ser uma alternativa viável para otimizar a utilização das máquinas, especialmente quando a colheita ocorre em períodos mais curtos do que o ciclo total da safra ou quando há variação entre culturas em uma mesma região.

Diante desse cenário, a economia compartilhada desponta como uma alternativa viável para enfrentar os desafios de acesso, otimização e aproveitamento de maquinário agrícola. A viabilidade dessa abordagem está diretamente relacionada à compatibilidade entre as janelas de utilização dos equipamentos e as demandas de diferentes produtores, seja em razão de culturas com períodos de colheita distintos ou da possibilidade de compartilhamento em diferentes localidades. Como afirma Haiyang Luo [10], essa abordagem baseia-se na interação direta entre ofertantes e usuários, facilitada por plataformas digitais, permitindo que recursos subutilizados sejam redistribuídos de forma eficiente. Popularizada em setores

como transporte e hospedagem, a economia compartilhada apresenta potencial para transformar o agronegócio ao fomentar o uso compartilhado de equipamentos, reduzindo custos operacionais e promovendo maior acessibilidade às tecnologias agrícolas.

Neste contexto, o objetivo deste estudo é desenvolver e avaliar uma ferramenta digital voltada à divulgação e ao aluguel de equipamentos e maquinário agrícola. A proposta busca conectar proprietários de equipamentos a locatários em potencial, promovendo um modelo mais eficiente e acessível para o uso de tecnologias agrícolas. A aplicação de conceitos da economia compartilhada ao setor agrícola, além de incentivar a otimização de recursos, pode reduzir os custos de aquisição e manutenção para pequenos produtores, ampliando o acesso a tecnologias essenciais.

Uma das principais contribuições deste trabalho foi a aplicação do Modelo de Sucesso de Sistemas de Informação de DeLone e McLean, em conjunto com as heurísticas de usabilidade de Nielsen, para validar e avaliar um protótipo de solução voltada ao setor agríario. A partir dessa avaliação, foram coletados *feedbacks* essenciais que ajudaram no aprimoramento e na construção da plataforma Osiris.

Este estudo combina uma abordagem prática de design de sistemas com teorias consolidadas, como o Modelo de Sucesso de Sistemas de Informação de DeLone e McLean [7], proporcionando uma base teórica robusta para a validação da solução. O desenvolvimento da plataforma também se apoia nas avaliações heurísticas de Nielsen [12], com foco na usabilidade e na adaptação da interface às reais necessidades dos usuários. Essa abordagem permite identificar lacunas e propor melhorias para plataformas digitais voltadas ao agronegócio, contribuindo com uma solução mais alinhada às demandas e características do setor.

O restante deste artigo está organizado da seguinte forma: na Seção 2, apresentamos a fundamentação teórica que embasa este estudo. A Seção 3 aborda os trabalhos relacionados, discutindo pesquisas anteriores relevantes ao tema. Na Seção 4, detalhamos o projeto da solução proposta, explicando sua concepção e principais características. A metodologia utilizada para o detalhamento da avaliação é descrita na Seção 5. Em seguida, na Seção 6, apresentamos os resultados obtidos e discutimos suas implicações. A Seção 7, aborda as ameaças à validade do estudo, discutindo possíveis limitações e desafios enfrentados. Na Seção 8, discutimos as principais contribuições deste trabalho. Por fim, na Seção 9, oferecemos as considerações finais e apontamos direções para trabalhos futuros.

2 Fundamentação Teórica

Nesta seção, apresentamos os fundamentos que orientam o desenvolvimento do presente trabalho. Estando dividida em duas subseções. A primeira descreve o alicerce teórico que fundamenta a análise da qualidade do sistema. A segunda caracteriza o conceito de economia compartilhada e apresenta soluções tecnológicas relacionadas ao conceito dentro da área de aplicação do trabalho.

2.1 Teoria Adotada

A fundamentação teórica deste estudo é centrada no Modelo de Sucesso de Sistemas de Informação de DeLone e McLean (*D&M IS Success Model*), reconhecido como uma das principais abordagens para avaliar a eficácia e o impacto de sistemas de informação. Proposto inicialmente em 1992 [7] e revisado em 2003 [8], o modelo

organiza os determinantes de sucesso de um sistema em seis (6) dimensões principais (DM):

- DM1. Qualidade do Sistema:** Avalia aspectos técnicos e funcionais, como desempenho, usabilidade, confiabilidade e segurança. Um sistema eficiente deve ser acessível, intuitivo e atender às expectativas dos usuários;
- DM2. Qualidade da Informação:** Refere-se à relevância, precisão, atualidade e compreensibilidade das informações fornecidas pelo sistema;
- DM3. Qualidade do Serviço:** Mede a eficácia do suporte oferecido pelo sistema, incluindo atendimento ao usuário e resolução de problemas;
- DM4. Uso:** Relaciona-se à frequência e intensidade de utilização do sistema pelos usuários, um indicador prático de sua relevância e aceitação no ambiente de aplicação;
- DM5. Satisfação do Usuário:** Reflete a percepção dos usuários quanto à experiência geral com o sistema, incluindo facilidade de uso e utilidade percebida;
- DM6. Benefícios Líquidos:** Avalia os impactos tangíveis e intangíveis do sistema, como ganhos de eficiência, produtividade e retorno sobre o investimento.

O Modelo de DeLone e McLean se adéqua ao presente estudo devido a sua capacidade de fornecer um arcabouço para avaliar o sucesso de sistemas de informação em diferentes contextos.

Neste estudo, embora o modelo apresente seis dimensões, optamos por concentrar nossa análise em quatro delas – DM1, DM2, DM3 e DM5 – por meio de uma avaliação heurística. Essa técnica permitiu investigar, de forma qualitativa, aspectos como a usabilidade, a clareza e a relevância das informações apresentadas, a capacidade do sistema em solucionar problemas dos usuários e a satisfação geral com a experiência oferecida pelo protótipo.

As dimensões “Uso” (DM4) e “Benefícios Líquidos” (DM6) não foram avaliadas, pois exigiriam a coleta de dados de uso real e uma mensuração dos impactos operacionais e financeiros, aspectos que estão além do escopo de uma análise heurística em um estágio de prototipação. Assim, nossa abordagem foi direcionada aos elementos que podem ser analisados qualitativamente, alinhando-se aos objetivos e à metodologia adotada neste trabalho.

Ao aplicar este modelo, o estudo busca compreender como a prototipação do sistema proposto atende a essas dimensões, identificando pontos de melhoria na usabilidade e experiência do usuário. Por fim, o modelo proporciona uma base teórica consolidada que orienta a análise dos resultados, permitindo uma interpretação sobre como o sistema pode contribuir na área.

2.2 Economia Compartilhada e Ferramentas

A economia compartilhada pode ser definida como um modelo emergente que facilita a troca direta de bens e serviços entre indivíduos [9]. Nesse contexto, as tecnologias de comunicação desempenham um papel central ao possibilitar interações colaborativas e descentralizadas, onde os usuários estabelecem relações comerciais baseadas em confiança e reciprocidade. Essa prática promove o compartilhamento de recursos, permitindo que pessoas otimizem o uso de bens e serviços por meio de plataformas online.

Com base em um estudo exploratório conduzido em 2018 [18] e através da submissão da *string* que pode ser vista na Figura 1 ao

motor de busca do *Google*, chegamos a algumas ferramentas do contexto que podem ser vistas na Tabela 1.

(agro OR farm OR rural) AND (machine OR machinery OR máquina OR equipamento) AND (rent OR rental OR used OR buy OR aluguel OR loja OR anúncio) AND (platform OR plataforma OR sistema OR software OR site)

Figura 1: String de busca da pesquisa.

Tabela 1: Plataformas de Economia Compartilhada para Máquinas Agrícolas

Ferramenta	Site Oficial	Região
Agrofy	https://www.agrofy.com.br/	Brasil
AgroLiga	https://agroliga.com.br/anuncios	Brasil
Agrishare	https://www.agrishare.app/	Brasil
Alluagro	https://www.alluagro.com.br/	Brasil
E-agro	https://e-agro.com.br/	Brasil
E-FARM	https://e-farm.com/en/	Europa
Maqfacil	https://maqfacil.wixsite.com/maqfacil	Brasil
MFrural	https://www.mfrural.com.br/	Brasil
MACHINEFINDER	https://www.machinelocator.com/	EUA

3 Trabalhos Relacionados

Esta seção visa abordar trabalhos relacionados à avaliações de usabilidade, desenvolvimento de propostas similares ou que de alguma forma se relacionem aos macroaspectos do presente trabalho.

Silva *et al.* (2024) [14] demonstram o processo de desenvolvimento e avaliação de protótipos uma plataforma para compartilhamento e troca de produtos agrícolas. Os autores problematizam o acesso limitado a determinados recursos essenciais no âmbito, que pautados nessa problemática, projetam e realizam o desenvolvimento de protótipos para um sistema que solucione esse problema. Com os artefatos produzidos realizam uma avaliação qualitativa e obtêm pareceres sobre os potenciais e limitações do projeto.

O trabalho de Nunes (2023) [13] descreve a aplicação do processo de engenharia de software para desenvolver e validar protótipos de um aplicativo voltado ao aluguel de maquinários agrícolas. Neste trabalho, os requisitos foram definidos, servindo como base para a criação de protótipos interativos. Em seguida, esses protótipos foram submetidos a um processo de validação, que incluiu uma avaliação de usabilidade, garantindo pareceres sobre o desempenho e as melhorias necessárias na prototipação.

Stangari e Rocha (2022) [15] asseveram que no Brasil, o setor agrícola é altamente competitivo, superando países desenvolvidos em algumas culturas. A terceirização de máquinas agrícolas é uma alternativa eficiente para agricultores, o que motivou o desenvolvimento de uma aplicação para compra e aluguel desses equipamentos. A aplicação foi desenvolvida em React Native e Node.js, com dados armazenados no PostgreSQL e autenticação via Firebase. O projeto utilizou a metodologia ágil Scrum, dividido em três *Sprints*, com foco na comunicação direta entre produtores e anunciantes. O resultado foi um *marketplace* que conecta produtores e locatários, facilitando o acesso a maquinário agrícola.

O presente trabalho também se apresenta como uma contribuição no contexto da economia compartilhada no agronegócio e das avaliações de usabilidade. Ao propor e avaliar heuristicamente um protótipo relacionado ao tema. Assim, os resultados obtidos podem complementar estudos futuros, oferecendo base para o aprimoramento de sistemas de compartilhamento e para a evolução das práticas tecnológicas no setor agrícola.

Esses estudos oferecem contribuições diversas e relevantes para o entendimento e a evolução do presente trabalho. A Tabela 2 apresenta um resumo das principais características abordadas por cada uma dessas referências.

4 Projeto da Solução

Esta seção apresenta os aspectos técnicos da solução do SI proposto.

4.1 Atores

Os atores, ou papéis de usuários, levantados desempenham papéis distintos e complementares para o funcionamento da plataforma. Estes atores representam os usuários principais que interagem diretamente com o sistema e são descritos a seguir:

Locatário: Este ator representa o usuário que busca alugar equipamentos agrícolas disponibilizados na plataforma. Suas principais ações incluem: (i) Pesquisar e filtrar equipamentos: acessar uma interface de busca para explorar as máquinas agrícolas disponíveis, podendo aplicar filtros como tipo de máquina, preço, localização e características técnicas. (ii) Iniciar negociações: iniciar conversas com o locador para definir os termos do aluguel, como valores, prazos e condições. Esse ator é fundamental para a plataforma, pois representa a parte pagante da negociação, impulsionando a demanda e o uso do sistema.

Locador: Este ator representa os usuários que desejam usar a plataforma disponibilizar seus equipamentos para aluguel. Suas ações incluem: (i) Manter inventário e anúncios: cadastrar, atualizar e gerenciar a disponibilidade dos equipamentos, incluindo a descrição de cada item, fotos, preços e políticas de uso. (ii) Negociar com os locatários interessados: responder às consultas dos locatários, ajustando detalhes específicos de cada locação, como datas e termos personalizados. O locador representa a parte paga da negociação. Sua presença na plataforma contribui para a oferta e diversidade de opções de maquinário agrícola disponível, atendendo à demanda dos locatários.

4.2 Requisitos do Projeto

Os requisitos funcionais identificados para o sistema estão apresentados na Tabela 3, fornecendo a descrição das funcionalidades priorizadas por meio do método *MoSCoW* [4] e destacando o(s) ator(es) do requisito em questão. Ao todo, identificamos dezenas (16) requisitos funcionais para a solução proposta.

Já os requisitos não funcionais, listados na Tabela 4, especificam os critérios de qualidade e restrições que o sistema deve cumprir para atender aos seus aspectos transversais, os quais dizem respeito a como as funcionalidades serão entregues ao usuário final da solução proposta.

Tabela 2: Comparação dos Trabalhos Relacionados

Referência	Objetivo Principal	Metodologia	Resultados e Conclusões
Silva <i>et al.</i> (2024)	Desenvolvimento e avaliação de protótipos para compartilhamento de produtos agrícolas	Desenvolvimento de protótipos seguido de avaliação qualitativa	Identificação de potenciais e limitações do sistema para compartilhamento
Nunes (2023)	Desenvolvimento e validação de protótipos de aplicativo de aluguel de maquinário agrícola	Engenharia de software, definição de requisitos e prototipagem iterativa	Prototipagem validada com boa aceitação em termos de usabilidade
Stangari e Rocha (2022)	Desenvolvimento de uma aplicação (App) para que produtores possam vender e alugar suas máquinas por meio de um <i>marketplace</i>	Engenharia de software usando Agile/Scrum	A comunicação direta com os anunciantes pode ser considerada como diferencial deste projeto
Nosso Trabalho	Proposta e avaliação heurística de protótipo para aluguel de maquinário agrícola no contexto da economia compartilhada	Estudo qualitativo com avaliação heurística de protótipo	Resultados que oferecem subsídios para aprimoramento de sistemas e evolução tecnológica no setor

Tabela 3: Lista dos Requisitos Funcionais da Solução Proposta

ID	Nome	Prioridade	Ator(es)	Descrição
RQF01	Manter Conta	Must	Locatário e Locador	Permite que o usuário crie e gerencie sua conta, incluindo o cadastro inicial, atualização de dados e desativação da conta.
RQF02	Manter Sessão	Must	Locatário e Locador	Permite que o usuário realize login e logout no sistema, garantindo o acesso autenticado às funcionalidades disponíveis.
RQF03	Alternar Tipo de Conta	Must	Locatário e Locador	Permite que o usuário alterne entre os diferentes tipos de conta disponíveis. Adaptando as funcionalidades e permissões de acordo com o papel selecionado no sistema.
RQF04	Interface de Pesquisa com Filtros	Must	Locatário	Permite que o usuário utilize uma interface de pesquisa com auxílio de filtros. Facilitando a busca por máquinas ou serviços que atendam às suas necessidades, seja por especificações técnicas ou características geográficas e financeiras.
RQF05	Visualizar Anúncio	Must	Locatário	Permite que o usuário acesse as informações detalhadas de um anúncio, seja de um produto ou serviço, incluindo características, preço, disponibilidade e outros dados relevantes para a decisão de aluguel ou compra.
RQF06	Solicitar Negociação	Must	Locatário	Permite que um locatário solicite o início de uma negociação com um locador ou autônomo a partir de um anúncio. Possibilitando o envio de propostas, troca de mensagens e acordos sobre o aluguel ou venda do equipamento.
RQF07	Utilizar Chat em Negociação	Must	Locatário e Locador	Permite que haja a comunicação entre as partes interessadas de uma negociação dentro da plataforma, utilizando um chat interno na plataforma.
RQF08	Encerrar Negociação e Realizar Parecer	Must	Locatário e Locador	Permite que o usuário finalize uma negociação, registrando o encerramento da transação e emitindo um parecer de <i>feedback</i> sobre a experiência.
RQF09	Visualizar Histórico de Negociações	Must	Locatário e Locador	Permite que o usuário acesse o histórico completo de suas negociações, com detalhes de transações anteriores, status, acordos realizados e pareceres associados, facilitando o acompanhamento e a gestão de suas interações comerciais.
RQF10	Acessar Lista de Lojas	Should	Locatário	Permite que o usuário visualize uma lista de lojas cadastradas na plataforma, podendo acessar informações detalhadas sobre cada loja, incluindo localização, produtos e serviços oferecidos.
RQF11	Manter Lista de "Desejos"	Could	Locatário	Permite que o usuário crie e gerencie uma lista de anúncios favoritos, adicionando produtos ou serviços de interesse para acompanhamento futuro.
RQF12	Manter Alertas de Observação	Could	Locatário	Este requisito funcional permite que o usuário configure e gerencie alertas personalizados, sendo notificado quando houver mudanças ou atualizações em anúncios de interesse, como alterações de preço, disponibilidade ou novas condições.
RQF13	Manter Inventário de Equipamentos	Must	Locador	Permite que o locador adicione, edite e gerencie o inventário de equipamentos disponíveis para aluguel ou venda, garantindo que as informações de cada máquina estejam atualizadas no sistema.
RQF14	Manter Anúncios Ativos	Must	Locador	Permite que o locador crie e gerencie anúncios de equipamentos e serviços, podendo ativar, pausar ou remover anúncios conforme a disponibilidade dos itens ou necessidades comerciais.
RQF15	Gerenciar Solicitações de Negociação	Must	Locador	Permite que o locador visualize e gerencie as solicitações de negociação recebidas, incluindo a possibilidade de aceitar, recusar ou responder a propostas, facilitando o processo de fechamento de negócios.
RQF16	Desenvolver Loja	Should	Locador	Permite que o locador crie e personalize sua própria loja dentro da plataforma, configurando informações como nome, descrição, localização e listando seus produtos e serviços para facilitar a interação com os usuários interessados.

Tabela 4: Lista dos Requisitos Não-Funcionais da Solução Proposta

ID	Nome	Prioridade	Descrição
RQNF01	Simplicidade de Navegação	Must	O site deve ser intuitivo e fácil de navegar, permitindo que usuários com diferentes níveis de experiência tecnológica consigam realizar operações sem dificuldade.
RQNF02	Consistência Visual	Must	O design e layout devem ser consistentes em todas as páginas, facilitando a familiarização do usuário com o sistema.
RQNF03	Portabilidade	Must	O site deve ser compatível com diferentes plataformas e sistemas operacionais, garantindo funcionamento consistente em navegadores e dispositivos variados, sem necessidade de adaptações específicas.
RQNF04	Responsividade	Must	O site deve ser responsivo e se ajustar automaticamente a diferentes tamanhos de tela, proporcionando uma boa experiência de usuário tanto em dispositivos móveis quanto em <i>desktops</i> .
RQNF05	Escalabilidade	Must	O site deve suportar o aumento de usuários e volume de dados sem prejudicar seu desempenho, permitindo a adição de recursos e infraestrutura conforme a demanda.
RQNF06	Modularidade	Must	O site deve ser desenvolvido de forma modular, permitindo que componentes sejam adicionados, removidos ou modificados independentemente, facilitando a manutenção e evolução do sistema.

4.3 Decisões de Projeto

As Decisões de Projeto (DP) definem a estrutura, o tipo de software e as tecnologias que darão suporte ao sistema, visando atender aos requisitos funcionais e não funcionais. Assim, apresentamos as principais decisões de projeto do estudo:

- DP1. Arquitetura de software:** Optou-se por uma arquitetura de cliente-servidor, onde as operações de *front-end* e *back-end* são gerenciadas separadamente. Nessa estrutura, o cliente (interface do usuário) se comunica com o servidor (responsável pelo processamento e armazenamento de dados) por meio de solicitações, permitindo escalabilidade e uma maior separação de responsabilidades [1];
- DP2. Tipo de sistema:** A escolha por um *website* como plataforma de desenvolvimento visa garantir acessibilidade, permitindo que os usuários acessem o sistema por meio de navegadores comuns, sem a necessidade de instalar um aplicativo.
- DP3. Persistência de dados:** O sistema utiliza o *Google Firebase*¹ para armazenamento de dados, um banco de dados não relacional (NoSQL). O *Firebase* foi escolhido por oferecer uma integração eficiente com aplicações web, além de suporte para sincronização em tempo real e escalabilidade;
- DP4. Tecnologias front-end (cliente):** Para o desenvolvimento do *front-end*, as tecnologias escolhidas foram o *Svelte*² e o *Tailwind CSS*³. O *Svelte* é um *framework JavaScript* que permite a criação de interfaces de usuário com menor complexidade e melhor desempenho. O *Tailwind CSS*, por sua vez, facilita o desenvolvimento de interfaces visualmente consistentes e personalizáveis;
- DP5. Tecnologias back-end (servidor):** No lado do servidor, a aplicação utiliza o *Express*⁴ com *JavaScript*. O *Express*, um *framework* para *Node.js*, oferece uma estrutura leve e eficiente para o desenvolvimento de *APIs RESTful*. A escolha por *JavaScript* no *back-end* facilita a consistência no código, uma vez que a mesma linguagem é usada para o sistema todo.

4.4 Prototipação

Esta seção apresenta os resultados da prototipação do sistema Osiris, para isso os autores elaboraram protótipos de alta fidelidade [3] usando a ferramenta Figma⁵, um editor gráfico de vetor e prototipagem colaborativa de projetos de design. É importante destacar que a avaliação realizada neste estudo se concentrou exclusivamente nesses protótipos e não em uma versão funcional da plataforma.

A Figura 2 apresenta o protótipo de tela da negociação entre locatário (dono do maquinário agrícola) e locador (agricultor que deseja alugar o serviço do maquinário agrícola). Já a Figura 3 mostra o protótipo de tela da situação da negociação entre as partes interessadas. É importante ressaltar que esses são exemplos pontuais dos protótipos, a lista com todos produzidos é encontrada na Tabela 5, levando em conta o identificador, ator, nome da tela e variação.

¹Google Firebase: <https://firebase.google.com/>

²Svelte: <https://svelte.dev/>

³Tailwind CSS: <https://tailwindcss.com/>

⁴Express: <https://expressjs.com/>

⁵Figma: <https://www.figma.com/>

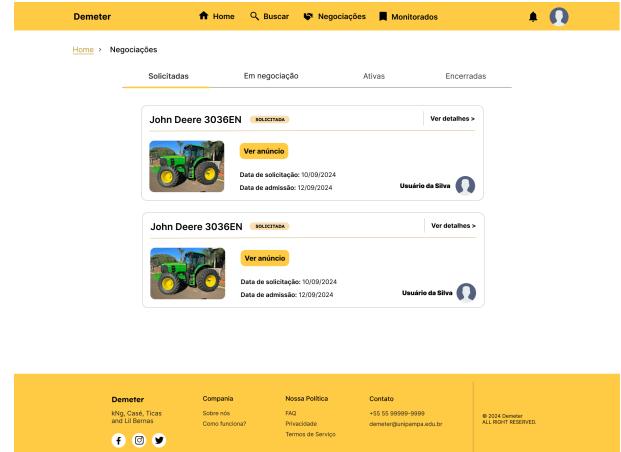


Figura 2: Protótipo de Negociações - Pré-Avaliação

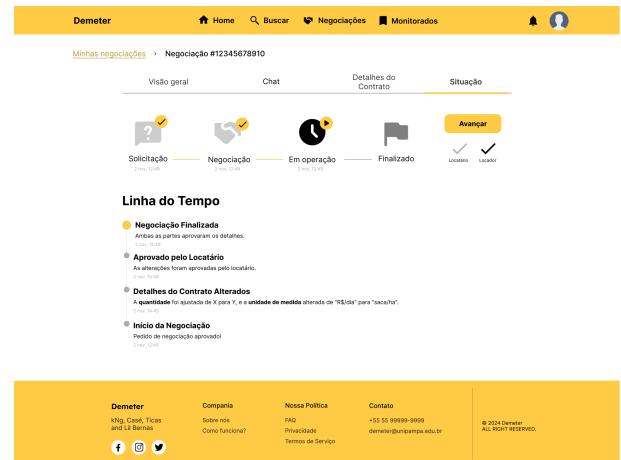


Figura 3: Protótipo de Situação da Negociação - Pré-Avaliação

Tabela 5: Protótipos Produzidos

ID	Autor	Nome	Variação
P01	Ambos	Realizar Login	-
P02	Ambos	Seleção de papel	-
P03	Ambos	Home	-
P04	Locatário	Monitorados	-
P05	Locatário	Busca por Anúncios	-
P06	Ambos	Negociações	-
P07	Ambos	Negociação	Visão Geral
P08	Ambos	Negociação	Detalhes
P09	Ambos	Negociação	Situação
P10	Ambos	Negociação	Avaliação
P11	Locador	Inventário	Cadastro
P12	Locador	Inventário	Edição
P13	Locador	Anúncios	Cadastro
P14	Locador	Anúncios	Edição
P15	Ambos	Minhas Avaliações	-

5 Metodologia

Este estudo foi desenvolvido utilizando uma abordagem mista, combinando métodos qualitativos e quantitativos para analisar a usabilidade de protótipos de alta fidelidade do nosso sistema. A classificação quantitativa permitiu evidenciar a frequência e os tipos de erros encontrados, enquanto a análise qualitativa focou na interpretação e no entendimento das percepções e sugestões dos avaliadores, alinhando-se a uma posição epistemológica interpretativista.

5.1 Participantes

Três especialistas em Interação Humano-Computador (IHC) de uma instituição de ensino superior participaram da avaliação heurística. Dentre eles, dois eram altamente experientes, com mais de dez anos na área, enquanto o terceiro possuía menor experiência, mas demonstrou sólido embasamento teórico. A equipe contava com diversidade de gênero, sendo um dos especialistas uma mulher, o que favoreceu perspectivas complementares durante a análise. A diversidade no nível de experiência e perfis contribuiu para uma visão ampla e abrangente sobre os problemas e melhorias necessárias nos protótipos. Antes do início da avaliação, os especialistas foram instruídos sobre o contexto, os objetivos do sistema a ser avaliado e as heurísticas empregadas, garantindo alinhamento e rigor metodológico no processo.

5.2 Método de Avaliação

O método adotada foi a avaliação heurística, um método clássico de usabilidade que permite a identificação de problemas em interfaces a partir de princípios heurísticos. Foram utilizadas as dez heurísticas de Nielsen [12], sendo cada problema classificado em uma das seguintes categorias de severidade:

- **Leve:** Correção não prioritária, a menos que haja tempo extra no projeto;
- **Moderado:** Correção desejável, mas com baixa prioridade;
- **Grave:** Correção importante, que deve receber alta prioridade;
- **Crítico:** Correção imperativa antes da entrega do produto.

Os erros encontrados foram documentados em uma planilha padronizada com as colunas: Problema, Tela, Heurística(s) relacionada(s), Severidade e Recomendação de Melhoria. Essa padronização facilitou a categorização e análise dos dados posteriormente. As heurísticas utilizadas na avaliação estão disponibilizadas Tabela 6 para os avaliadores junto da explicação do nível de severidade.

5.3 Técnica de Coleta de Dados

Os avaliadores tiveram acesso aos protótipos de alta fidelidade navegáveis do sistema, projetados para oferecer uma experiência realista da interface. Eles foram convidados a explorar o sistema de forma livre, com algumas sugestões de áreas específicas para investigar, mas sem um roteiro rígido de navegação. Antes da avaliação, cada especialista recebeu uma explicação sobre o objetivo do sistema e seu propósito de uso. Durante a análise, os avaliadores registraram os problemas de usabilidade encontrados e associaram cada um deles a uma ou mais heurísticas de Nielsen. Para cada problema

identificado, foram atribuídas as classificações de severidade e recomendações de melhoria, que foram documentadas na mesma planilha.

5.4 Procedimentos de Análise dos Dados

Após a coleta de dados, foi realizada uma análise quantitativa para identificar a frequência e distribuição dos erros de acordo com as categorias de severidade. Além disso, os problemas foram interpretados qualitativamente, considerando o contexto e o impacto subjetivo nas interações de usabilidade. As melhorias sugeridas pelos avaliadores também foram analisadas para compreender o impacto potencial das mudanças implementadas no sistema.

6 Resultados

A Tabela 7 apresenta uma visão geral dos resultados obtidos na avaliação heurística do sistema. Cada linha representa um dos quinze (15) protótipos avaliados, representados pelos identificadores de P01 a P15 presentes na Tabela 5 e o Sistema Global (SG), que representa o sistema como um todo. Enquanto cada coluna corresponde a uma das dez (10) heurísticas avaliadas (H01 a H10), presentes na Tabela 6. A Tabela 7 indica a quantidade de vezes que cada heurística foi mencionada como descumprida para cada protótipo (Σ/P), independentemente do grau de severidade. Além de indicar quantas vezes cada heurística apareceu na avaliação como um todo (Σ/H)

6.1 Análise dos Resultados

Nesta seção, realizamos a análise dos resultados da avaliação heurística do sistema, abordando os seguintes aspectos:

- (i) a quantidade de problemas relatados por cada avaliador, que oferece uma visão inicial sobre o volume de dificuldades encontradas em diferentes partes da plataforma;
- (ii) a distribuição de severidade atribuída por cada avaliador, permitindo observar a intensidade dos problemas identificados e suas possíveis implicações na experiência do usuário;
- (iii) a distribuição percentual de erros relacionados a cada heurística, destacando quais princípios de usabilidade foram mais frequentemente violados. Ao final, apresentamos uma conclusão geral sobre o desempenho da plataforma, considerando os dados analisados.

A Figura 4 apresenta um gráfico de setores (*aka* de gráfico de pizza) com a distribuição da quantidade de problemas identificados por cada avaliador durante a avaliação heurística do sistema. Essa visualização permite ter uma visão do volume de dificuldades relatadas de forma individual.

A Figura 5 apresenta a distribuição percentual dos problemas encontrados, classificados com base nas heurísticas de Nielsen. Cada barra representa o percentual de ocorrências associadas a uma heurística específica, evidenciando quais princípios de usabilidade foram mais frequentemente violados no sistema.

A Figura 6 apresenta um gráfico de barras horizontal empilhado com a distribuição percentual dos problemas encontrados, classificados de acordo com sua severidade, por cada avaliador. Essa visualização propicia identificar como os avaliadores atribuíram os níveis de severidade – leve, moderado, grave ou crítico – às dificuldades relatadas.

Tabela 6: Heurísticas de Nielsen para Avaliação de Usabilidade

ID	Nome da Heurística	Descrição
H01	Visibilidade do estado do sistema	O sistema deve sempre manter os usuários informados sobre o que está acontecendo através de <i>feedback</i> (resposta às ações do usuário) adequado e no tempo certo.
H02	Correspondência entre o sistema e o mundo real	O sistema deve utilizar palavras, expressões e conceitos que são familiares aos usuários, em vez de utilizar termos orientados ao sistema ou jargão dos desenvolvedores. O designer deve seguir as convenções do mundo real, fazendo com que a informação apareça em uma ordem natural e lógica, conforme esperado pelos usuários.
H03	Controle e liberdade do usuário	Os usuários frequentemente realizam ações equivocadas no sistema e precisam de uma “saída de emergência” claramente marcada para sair do estado indesejado sem ter de percorrer um diálogo extenso. A interface deve permitir que o usuário desfaça e refaça suas ações.
H04	Consistência e padronização	Os usuários não devem ter de se perguntar se palavras, situações ou ações diferentes significam a mesma coisa. O designer deve seguir as convenções da plataforma ou do ambiente computacional.
H05	Reconhecimento em vez de memorização	O designer deve tornar os objetos, as ações e opções visíveis. O usuário não deve ter de se lembrar para que serve um elemento de interface cujo símbolo não é reconhecido diretamente; nem deve ter de se lembrar de informação de uma parte da aplicação quando tiver passado para uma outra parte dela. As instruções de uso do sistema devem estar visíveis ou facilmente acessíveis sempre que necessário.
H06	Flexibilidade e eficiência de uso	Aceleradores – imperceptíveis aos usuários novatos – podem tornar a interação do usuário mais rápida e eficiente, permitindo que o sistema consiga servir igualmente bem os usuários experientes e inexperientes. Exemplos de aceleradores são botões de comando em barras de ferramentas ou teclas de atalho para acionar ítems de menu ou botões de comando. Além disso, o designer pode oferecer mecanismos para os usuários personalizarem ações frequentes.
H07	Projeto estético e minimalista	A interface não deve conter informação que seja irrelevante ou raramente necessária. Cada unidade extra de informação em uma interface reduz sua visibilidade relativa, pois compete com as demais unidades de informação pela atenção do usuário.
H08	Prevenção de erros	Melhor do que uma boa mensagem de erro é um projeto cuidadoso que evite que um problema ocorra, caso isso seja possível.
H09	Ajude os usuários a reconhecerem, diagnosticarem e se recuperarem de erros	As mensagens de erro devem ser expressas em linguagem simples (sem códigos indecifráveis), indicar precisamente o problema e sugerir uma solução de forma construtiva.
H10	Ajuda e documentação	Embora seja melhor que um sistema possa ser utilizado sem documentação, é necessário oferecer ajuda e documentação de alta qualidade. Tais informações devem ser facilmente encontradas, focadas na tarefa do usuário, enumerar passos concretos a serem realizados e não ser muito extensas.

Tabela 7: Visão Geral da Avaliação

ID	H01	H02	H03	H04	H05	H06	H07	H08	H09	H10	Σ/P
P01	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
P02	0	2	0	0	0	0	0	0	1	3	
P03	1	2	0	1	0	0	0	0	1	5	
P04	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	4
P05	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
P06	3	1	2	1	2	2	1	0	0	0	12
P07	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
P08	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
P09	2	0	0	3	1	1	0	0	0	0	7
P10	0	2	0	2	1	0	1	0	0	0	6
P11	1	1	3	1	3	1	0	0	0	0	10
P12	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
P13	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	7
P14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
P15	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
SG	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2
Σ/H	11	9	6	12	10	6	3	3	0	4	64

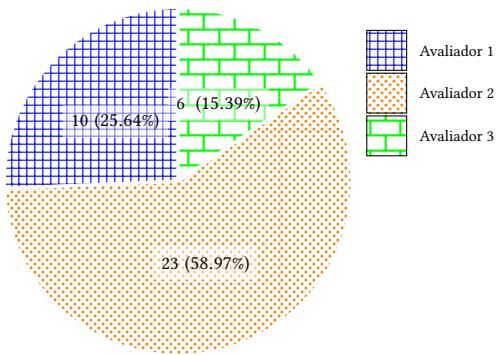
Legenda: Σ/H - Soma das Heurísticas | Σ/P - Soma dos Protótipos | SG - Sistema Global

Figura 4: Problemas Encontrados por Avaliador

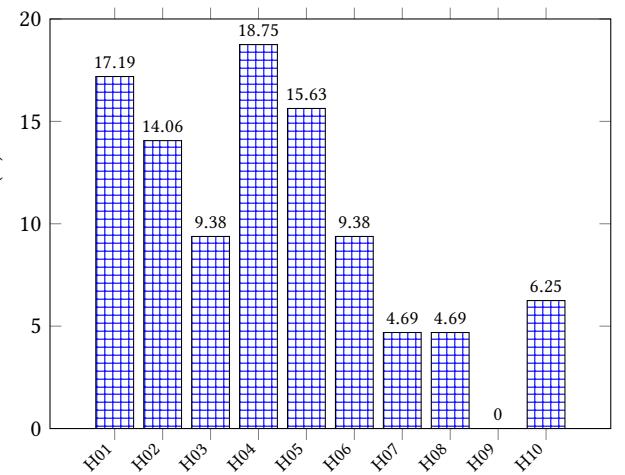


Figura 5: Distribuição de classificação por heurísticas

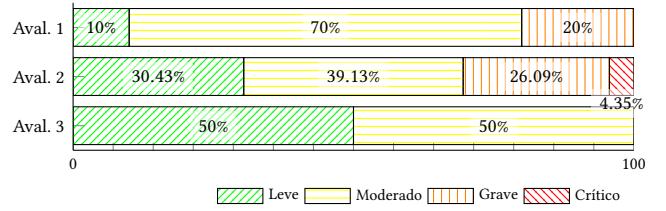


Figura 6: Distribuição de Severidade por Avaliador

6.2 Delimitação dos Resultados

Durante o processo de análise dos resultados, foram recebidos *feedbacks* variados dos avaliadores, que foram revisados e classificados de acordo com sua relevância e aderência ao escopo do estudo. Nesta etapa, foi necessário desconsiderar alguns deles por duas razões principais. A primeira razão foi que alguns comentários não se alinharam com os objetivos do protótipo, abordando questões que não faziam parte das funcionalidades ou da proposta central do sistema. Esses, embora válidos em um contexto mais amplo, não eram aplicáveis ao protótipo em si, dado o foco específico em aspectos de usabilidade e navegação.

A segunda razão relaciona-se a limitações inerentes aos protótipos de alta fidelidade utilizados. Essas restrições incluíam, por exemplo, a falta de interatividade total em certas áreas da interface ou limitações temporárias nos dados exibidos, que serão resolvidas na implementação completa. Essas limitações não foram destacadas aos avaliadores durante a análise inicial, pois poderiam influenciar a exploração e o julgamento dos mesmos; por isso, optou-se por removê-las somente na análise para evitar viés.

Essas delimitações dos resultados permitiram que a análise final mantivesse o foco nas questões críticas e relevantes para a avaliação de usabilidade, assegurando que apenas os pontos diretamente relacionados ao uso do sistema fossem considerados para as melhorias.

6.3 Sumarização dos Resultados

Com base nos dados apresentados, observamos que a avaliação heurística revelou *insights* significativos sobre os aspectos de usabilidade dos protótipos. A análise dos problemas relatados indicou que o Avaliador 2 identificou a maior quantidade de dificuldades (58,97%), enquanto o Avaliador 3 relatou a menor proporção (15,39%). Essa disparidade pode estar associada a diferentes níveis de familiaridade dos avaliadores com o sistema, a abordagem adotada durante a análise ou a experiência deles com esse tipo de avaliação.

No que se refere à severidade dos problemas, a maioria foi classificada como *Leve* ou *Moderado*, sugerindo que, embora existam problemas, grande parte deles não compromete criticamente a experiência do usuário. No entanto, foi identificado um número considerável de problemas na categoria *Grave*, que demandam atenção prioritária para mitigar riscos significativos.

Quanto às heurísticas de Nielsen [12], os problemas mais recorrentes estão relacionados à consistência e padrões (H4), visibilidade do estado do sistema (H1) e prevenção de erros (H5). Por outro lado, áreas como ajuda e documentação (H9) apresentaram menor frequência de problemas, possivelmente indicando que esses aspectos estão mais alinhados às expectativas de usabilidade.

Em resumo, os resultados da avaliação fornecem um panorama claro das principais áreas que necessitam de melhorias. Ao priorizar a resolução dos problemas mais severos e focar nas heurísticas mais infringidas, será possível melhorar significativamente a experiência do usuário e a conformidade com boas práticas de usabilidade.

Por fim, apresentamos a evolução dos protótipos de alta fidelidade apresentados na Seção 4.4. As Figuras 7, 8, 9, 10 e 11 apresentam exemplos de comentários dos avaliadores que motivaram a mudança. A Figura 12 implementa as melhorias sugeridas pelos avaliadores em comparação com o protótipo da Figura 2. Por sua vez, a Figura 13 agrupa as sugestões dos avaliadores para a Figura 3.

Problema: “Difícil compreender o funcionamento da “Negociação”. Por exemplo, quando a opção “Avaliar” fica, de fato, disponível?” **Recomendação:** “Usar exemplos diferentes. Adotar linha do tempo correspondente a cada situação.”

Avaliador 1

Figura 7: Exemplo de recomendação de melhoria I

Problema: “Contraste parece inadequado em alguns pontos. Ex.: amarelo sobre creme, amarelo sobre branco.” **Recomendação:** “Usar ferramenta automática para avaliar contraste entre fundo e texto.”

Avaliador 1

Figura 8: Exemplo de recomendação de melhoria II

Problema: “Não há como buscar uma negociação.” **Recomendação:** “Incluir um esquema de busca flexível que envolva tipo de maquinário, datas de cadastro ou solicitação, nome dos locadores/locatários e (se possível) detalhes do anúncio”

Avaliador 2

Figura 9: Exemplo de recomendação de melhoria III

Problema: “Não entendi o papel dos checks abaixo do botão “Avançar” com diferenciação de locatário e locador; imagino que não seja o que aparece sobre negociação e solicitação.” **Recomendação:** “Mudar o jeito de mostrar o que quer ser mostrado, porque eu não entendi o que essas coisas são.”

Avaliador 2

Figura 10: Exemplo de recomendação de melhoria IV

Problema: “É difícil ao usuário identificar uma entre duas negociações feitas no mesmo dia.” **Recomendação:** “Sugiro adicionar o horário (além da data - que pode repetir - e do #ID - que o usuário não memoriza)”

Avaliador 3

Figura 11: Exemplo de recomendação de melhoria V

Figura 12: Protótipo de Negociações - Pós-Avaliação

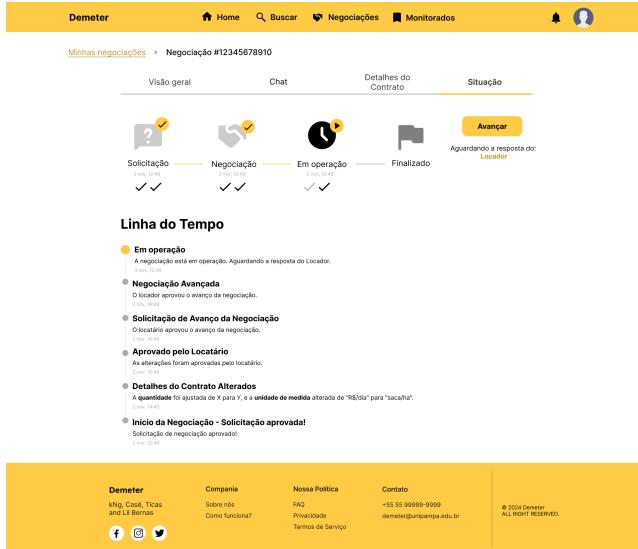


Figura 13: Protótipo da Situação da Negociação - Pós-Avaliação

7 Ameaças à Validade do Estudo

Esta seção discute as potenciais ameaças à validade do estudo e os procedimentos adotados para mitigá-las, com base nos princípios estabelecidos por Wohlin (2012) [17] e Verdacchia *et al.* (2023)[16].

Validade de Construção: Uma ameaça identificada é a possibilidade de os critérios de usabilidade definidos para a avaliação do protótipo não refletirem as necessidades dos usuários. Essa limitação pode ocorrer devido à falta de informações sobre as expectativas dos usuários. Para mitigá-la, os critérios foram baseados nas heurísticas de Nielsen, amplamente aceitas como padrão em avaliações de usabilidade;

Validade Interna: Uma ameaça significativa refere-se à possibilidade de viés durante a aplicação das heurísticas pelos avaliadores, que podem interpretar os critérios de formas diferentes ou estar influenciados por opiniões prévias sobre o sistema. Para reduzir esse risco, o processo de avaliação incluiu múltiplos avaliadores e a realização sem qualquer contato direto entre avaliadores e autores;

Validade Externa: Por fim, uma ameaça à validade externa é a possibilidade de os resultados do estudo não serem generalizáveis para outros contextos ou sistemas além do protótipo avaliado. Essa limitação foi mitigada ao basear o desenvolvimento e a análise do protótipo em princípios amplamente aplicáveis da economia compartilhada e em heurísticas de usabilidade padronizadas, as quais são relevantes para sistemas de informação semelhantes.

8 Principais Contribuições do Estudo

O estudo apresenta diversas contribuições significativas, tanto para o setor agrícola quanto para a área de SI. A seguir, destacam-se as principais contribuições e suas relações com SI:

Desenvolvimento de um Protótipo de Plataforma Digital para Aluguel de Máquinas Agrícolas

O estudo propõe e avalia o protótipo denominado Osiris, uma solução digital voltada para o aluguel de máquinas agrícolas. Baseada nos princípios da economia compartilhada, a proposta visa conectar proprietários de equipamentos com potenciais locatários, permitindo a otimização do uso do maquinário ocioso, a redução dos custos operacionais e a ampliação do acesso a recursos agrícolas, especialmente para pequenos produtores. Embora o sistema completo ainda não tenha sido implementado, os resultados iniciais evidenciam o potencial dos Sistemas de Informação para mitigar ineficiências de mercado, promovendo a conexão entre os diversos atores do agronegócio e contribuindo para a melhoria no setor.

Aplicação do Modelo de Sucesso de SI DeLone e McLean:

A pesquisa adota o Modelo de Sucesso de SI de DeLone e McLean como base para avaliar a eficácia da plataforma. Este modelo considera dimensões como qualidade do sistema, qualidade da informação e satisfação do usuário, permitindo validar sua aplicação em contextos rurais e de economia compartilhada. Assim, o estudo oferece *insights* valiosos sobre como esses fatores influenciam a adoção de tecnologias em mercados especializados.

Avaliação Heurística da Interface do Usuário: A usabilidade da plataforma foi avaliada com base nas heurísticas de Nielsen, destacando problemas de diferentes severidades, como consistência, visibilidade do sistema e prevenção de erros. Essa análise reforça a importância da interação humano-computador em SI, evidenciando como avaliações heurísticas podem aprimorar o design de sistemas de setores específicos.

Exploração do Potencial da Economia Compartilhada no Agronegócio

Embora a implementação completa dos princípios da economia compartilhada ainda não tenha sido realizada, o protótipo Osiris permite vislumbrar seu potencial para promover uma redistribuição mais eficiente dos recursos no agronegócio. A proposta demonstra, de forma preliminar, como a utilização de uma ferramenta digital pode reduzir custos operacionais e incentivar a colaboração entre produtores, fornecendo subsídios teóricos e práticos para futuras transformações sociais e econômicas no setor.

Insights para Melhoria Contínua: Por fim, o estudo identifica áreas para melhorias, como a navegação e a consistência do sistema, promovendo um ciclo de desenvolvimento iterativo. Essa abordagem destaca a importância de incorporar *feedback* contínuo no design de SI, assegurando a eficácia e o engajamento dos usuários a longo prazo.

9 Considerações Finais e Trabalhos Futuros

O estudo apresentou a plataforma Osiris, em desenvolvimento para atender às demandas do setor agrícola por meio da economia compartilhada, promovendo o aluguel de maquinário agrícola.

Do ponto de vista da área de Sistemas de Informação, o trabalho se alinha ao Modelo de Sucesso de SI de DeLone e McLean, que orientou a avaliação de aspectos críticos como a qualidade do sistema, qualidade da informação e satisfação do usuário. Essa abordagem enfatiza o papel dos Sistemas de Informação na criação de valor,

não apenas pela eficiência operacional, mas também pela geração de impacto positivo em mercados específicos.

A avaliação heurística destacou problemas de usabilidade moderados, como inconsistências e baixa visibilidade do estado do sistema, que, embora não comprometam significativamente a experiência do usuário, demandam melhorias pontuais.

Além disso, a proposta reforça como os SIs podem atuar na transformação de mercados, promovendo acessibilidade e eficiência por meio de ferramentas digitais.

Como propostas para trabalhos futuros, destaca-se a necessidade de aprimorar a interface da plataforma, com foco em navegação intuitiva e consistência visual, além da implementação de funcionalidades adicionais sugeridas pelos especialistas.

Os protótipos desenvolvidos são um avanço importante nesse processo, e sua evolução contínua tem o potencial de ampliar ainda mais o impacto da economia compartilhada no agronegócio. Ademais, estudos futuros podem explorar a integração de abordagens de análise de dados para personalizar recomendações e ajustar a oferta conforme o comportamento dos usuários. Assim, recomenda-se expandir a aplicação da plataforma para potenciais usuários finais, avaliando seu impacto em mercados agrícolas distintos, e conduzir estudos longitudinais para monitorar a adoção e os benefícios tangíveis gerados pela economia compartilhada no agronegócio.

Por fim, embora os participantes do estudo de avaliação fossem especialistas em IHC e contribuíram para a análise da usabilidade do protótipo da Osiris, eles não representavam diretamente o perfil de usuários da plataforma. Assim, uma limitação observada é que os dados obtidos não fornecem insights diretos sobre a utilidade, eficiência e eficácia da plataforma em um contexto real de uso. Para abordar essa limitação, um trabalho futuro será conduzido com uma nova avaliação, seguindo um protocolo de pesquisa baseado em *walkthrough*. Esse estudo envolverá usuários reais da plataforma, permitindo uma análise mais aprofundada de sua aplicabilidade e desempenho.

10 Disponibilidade dos Dados

Estamos empenhados em promover a transparência e a reprodutibilidade da avaliação conduzida. Seguindo esse compromisso, disponibilizamos os dados da pesquisa em repositório aberto do Zenodo em <https://doi.org/10.5281/zenodo.14176834>.

Acknowledgments

À FAPERGS (Processo 22/2551-0000841-0), ao CNPq (Processo 34766/2024-5), à AgiPampa e à Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação (PROPPI) da Unipampa pelo suporte financeiro.

Referências

- [1] Nour Jihene Agouf, Soufyane Labsari, Stephane Ducasse, Anne Etien, and Nicolas Anquetil. 2023. A Visualization for Client-Server Architecture Assesment . In *2023 IEEE Working Conference on Software Visualization (VISSOFT)*. IEEE Computer Society, Los Alamitos, CA, USA, 1–11.
- [2] Antônio Márcio Buainain, Eliseu Roberto de Andrade Alves, José Maria da Silveira, and Zander Navarro. 2014. *O mundo rural no Brasil do século 21: a formação de um novo padrão agrário e agrícola*. Embrapa, Brasília.
- [3] Jonathan Chen and Dongwook Yoon. 2024. Exploring the Diminishing Allure of Paper and Low-Fidelity Prototyping Among Designers in the Software Industry: Impacts of Hybrid Work, Digital Tools, and Corporate Culture. In *Proc. of the CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (Honolulu, USA). ACM.
- [4] Dai Clegg and Richard Barker. 1994. *Case Method Fast-Track: A Rad Approach*. Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., USA.
- [5] Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil. 2025. *CNA divulga resultado do PIB do agro até o 3º trimestre de 2024*. <https://www.cnabrasil.org.br/noticias/cna-divulga-resultado-do-pib-do-agro-ate-o-3o-trimestre-de-2024>
- [6] Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA). 2023. Panorama do Agro. <https://www.cnabrasil.org.br/cna/panorama-do-agro>
- [7] William Delone and Ephraim McLean. 1992. Information Systems Success: The Quest for the Dependent Variable. *Information Systems Research* 3 (03 1992), 60–95. <https://doi.org/10.1287/isre.3.1.60>
- [8] William H. DeLone and Ephraim R. McLean. 2003. The DeLone and McLean Model of Information Systems Success: A Ten-Year Update. *Journal of Management Information Systems* 19 (2003).
- [9] Juho Hamari, Mimmi Sjöklint, and Antti Ukkonen. 2015. The sharing economy: Why people participate in collaborative consumption. *Journal of the Association for Information Science and Technology* 67, 9 (2015), 2047–2059. <https://doi.org/10.1002/asi.23552> arXiv:<https://asistd.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/asi.23552>
- [10] Haiyang Luo. 2023. The Rise of the Sharing Economy. *BCP Business & Management* 44 (04 2023), 94–98. <https://doi.org/10.54691/bcpbm.v44i.4798>
- [11] Ministério da Agricultura e Pecuária. 2024. Exportações do agronegócio fecham 2023 com US\$ 166,55 bilhões em vendas. <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/exportacoes-do-agronegocio-fecham-2023-com-us-166-55-bilhoes-em-vendas>
- [12] Jakob Nielsen. 1994. *Usability Engineering*. Morgan Kaufmann, San Francisco, CA.
- [13] Matheus Marques Nunes. 2023. Agends: um protótipo de aplicativo para o aluguel de máquinas agrícolas.
- [14] Francis Silva, Nilton Júnior, and Bruno Batista. 2024. AgroShare: a system for sharing and trading agricultural resources. In *Anais do XX Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação*. SBC, Porto Alegre, RS, Brasil.
- [15] Gabriel V. Stangari and Leonardo V. S. Rocha. 2022. AgroMarket: application aimed at selling and renting agricultural machinery.
- [16] Roberto Verdecchia, Emelie Engström, Patricia Lago, Per Runeson, and Qunying Song. 2023. Threats to validity in software engineering research: A critical reflection. *Information and Software Technology* (2023).
- [17] Claes Wohlin, Per Runeson, Martin Höst, Magnus C Ohlsson, Björn Regnell, and Anders Wesslén. 2012. *Experimentation in software engineering* (2012 ed.). Springer, Berlin, Germany.
- [18] Ricardo Zanchett, Alex Weber, Edson Pacheco, and Victor Percio. 2018. Economia compartilhada no campo: um estudo exploratório dos softwares de compartilhamento de máquinas e equipamentos agrícolas. In *Anais do VIII Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção*.