



INTEGRAÇÃO DE TECNOLOGIAS MÓVEIS E WEB NA OTIMIZAÇÃO DO DESPENDOAMENTO MECÂNICO NA AGRICULTURA

INTEGRATION OF MOBILE AND WEB TECHNOLOGIES IN THE OPTIMIZATION OF MECHANICAL THINNING IN AGRICULTURE

Afonso Almeida BATISTA *¹ • Matheus Paixão TORQUATO *¹ • Luiz Felipe GRIFO *¹ • Larissa Naomi Muramoto CARDOSO *¹ • Victor Crespo de OLIVEIRA *¹ • Diego Luiz Dalceco PELICIA *¹ • José Rafael FRANCO ✉ *¹

Resumo

O setor agrícola investe fortemente em mecanização e tecnologia da informação para suprir a necessidade de ferramentas eficientes de gestão. Nas grandes lavouras de milho, o despendoamento mecânico é uma técnica essencial para melhorar a qualidade da colheita. Contudo, o agendamento desse serviço enfrenta desafios logísticos, pois depende da condição ideal da cultura, exigindo uma janela de trabalho específica. Este trabalho apresentou uma solução tecnológica integrada, que visou otimizar o gerenciamento do despendoamento mecânico por meio de um sistema de coleta de dados em dispositivos móveis e uma aplicação web. A aplicação móvel, desenvolvida em Kotlin para dispositivos Android, permite que operadores registrem dados em tempo real diretamente no campo, proporcionando informações imediatas e precisas. A interface web, construída com React e Node.js, fornece uma visualização clara e organizada dos dados, facilitando a análise e tomada de decisões pelos gestores. O Firebase foi adotado como banco de dados, garantindo armazenamento seguro e sincronização em tempo real, o que elimina a necessidade de questionários impressos e reduz o retrabalho de digitação manual. A implementação deste sistema resultou em melhorias significativas na qualidade e confiabilidade dos dados, além de reduzir custos logísticos e de mão de obra. O sistema possibilita um monitoramento eficaz das operações de despendoamento, oferecendo uma base sólida para decisões estratégicas e aumentando a produtividade e eficiência no campo, contribuindo para uma gestão agrícola mais moderna e competitiva.

Palavras-Chaves: Coleta de dados. Desafios logísticos. Milho. Planejamento Agrícola.

Abstract

The agricultural sector invests heavily in mechanization and information technology to meet the need for efficient management tools. In large corn fields, mechanical detasseling is an essential technique for improving crop quality. However, scheduling this service faces logistical challenges, as it depends on the ideal condition of the crop, requiring a specific work window. This study presents an integrated technological solution aimed at optimizing the management of mechanical detasseling through a data collection system via mobile devices and a web application. The mobile application, developed in Kotlin for Android devices, allows operators to record data in real-time directly in the field, providing immediate and accurate information. The web interface, built with React and Node.js, offers a clear and organized data visualization, facilitating analysis and decision-making by managers. Firebase was chosen as the database, ensuring secure storage and real-time synchronization, which eliminates the need for printed questionnaires and reduces manual data entry rework. The implementation of this system has led to significant improvements in the quality and reliability of data, as well as reduced logistical and labor costs. The system enables effective monitoring of detasseling operations, providing a solid foundation for strategic decision-making and increasing productivity and efficiency in the field, contributing to a more modern and competitive agricultural management.

Keywords: Data collection. Logistical challenges. Corn. Agricultural planning.

✉ *José Rafael Franco, jose_rafael.franco@hotmail.com*

Endereço¹: Faculdade Eduvale Avaré, Av. Prof. Misael Eufrásio Leal, 347 - Centro, Avaré - SP, 18705-050, São Paulo, Brasil.

ORCID:

Batista: 0009-0007-1615-2198,
Torquato: 0009-0004-1064-2223,
Grifo: 0009-0007-2177-3714,
Cardoso: 0009-0001-6067-4205,
Oliveira: 0000-0003-2719-9972,
Pelicia: 0009-0000-4394-6400,
Franco: 0000-0002-7129-4304.

Manuscrito recebido: 29/11/2024

Aceito para publicação: 24/04/2025

Introdução

O milho é uma planta cultivada mundialmente, sendo o Brasil o terceiro maior produtor e o segundo maior exportador. Nos últimos anos, a produção nacional aumentou significativamente, impulsionada pela obtenção de novas variedades, clima favorável, apoio governamental e expansão de áreas cultivadas. Para atender à demanda do mercado, são necessários métodos de manejo para aumentar a produtividade. Um dos métodos é o despendoamento. O despendoamento mecânico consiste precisamente na remoção das flores masculinas de determinadas plantas (COSTA, 2018).

O milho é uma cultura peculiar, apresentando tanto flores femininas quanto masculinas na mesma planta. As flores masculinas, ou pendões, são encontradas na parte superior da planta, enquanto as flores femininas estão localizadas um pouco mais abaixo. É necessário despendoar extensas áreas de plantio em um curto período. O despendoamento mecânico é realizado por técnicas como *puller* (pneus) e *cutter* (facas), sendo crucial e um dos fatores que mais impactam na produção de sementes (SILVA, ARAÚJO, CASTRO, 2021).

Segundo Araujo (2022), muitas empresas enfrentam desafios logísticos significativos no processo de despendoamento mecânico do milho. Em particular, a falta de ferramentas tecnológicas e utilização de métodos manuais e de papel para a coleta de dados, frequentemente realizada por meio de questionários impressos, tem se mostrado ineficaz e suscetível a erros. Essa ineficiência na coleta de dados tem impacto direto nos rendimentos e na eficácia das operações agrícolas da empresa.

Atualmente, há uma ampla gama de pesquisas e avanços na área da coleta de informações por meio de tecnologias web e mobile. Como apontado por Santos e Ramos (2019), estudos recentes enfatizam a importância de interfaces intuitivas, integração de dados em tempo real e segurança da informação como elementos cruciais para o sucesso de tais aplicações. Ademais, soluções semelhantes estão sendo adotadas em diversos setores, evidenciando o potencial e a viabilidade dessas abordagens.

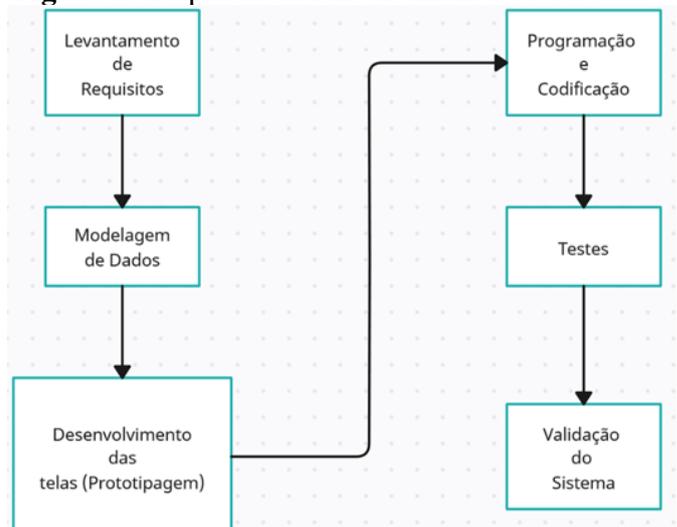
O despendoamento é uma atividade realizada a cada safra dentro de uma janela de

tempo específica, o que torna crucial o gerenciamento eficiente das máquinas e dos locais de trabalho. Para atender a essa necessidade, este trabalho teve como objetivo desenvolver um sistema integrado composto por um aplicativo mobile e uma aplicação web. O aplicativo mobile foi projetado para coletar informações diretamente no campo, permitindo que operadores registrem dados de forma prática e precisa. Já a aplicação web foi concebida para exibir e organizar essas informações, oferecendo uma visão detalhada e estruturada para os gestores. Essa abordagem visa superar os desafios da coleta manual de dados e proporcionar uma solução tecnológica que melhore significativamente a eficiência, a precisão e a acessibilidade do processo de despendoamento, atendendo às demandas específicas do setor agrícola.

Materiais e Métodos

O desenvolvimento do sistema seguiu seis etapas principais (Figura 1). Inicialmente, o levantamento de requisitos identificou as necessidades específicas do setor agrícola. Em seguida, a modelagem de dados foi realizada para estruturar o banco de dados de forma eficiente. Na etapa de prototipagem, foram criadas e validadas as interfaces do sistema, garantindo a usabilidade. Durante a fase de programação e codificação, o sistema foi implementado utilizando *Kotlin* para o aplicativo móvel e *React* com *Node.js* para a aplicação web. Na etapa de testes, erros foram corrigidos e funcionalidades validadas. Por fim, na validação do sistema, o teste foi realizado diretamente com gestores e operadores.

Figura 1. Etapas do desenvolvimento do Sistema



Ambiente de desenvolvimento integrado

Um Ambiente de Desenvolvimento Integrado (IDE) é uma ferramenta de desenvolvimento de softwares, onde é oferecido uma interface para edição, correção de códigos, executar scripts e compilar projetos (AWS, 2024). A IDE é a principal ferramenta do desenvolvedor auxiliando com geração automática de códigos, simplificando e acelerando o processo de desenvolvimento. O *Android Studio* destaca-se como a IDE ideal para este projeto, oferecendo uma edição em tempo real de elementos, tanto em dispositivos físicos quanto em emulação, além de uma estrutura de projeto robusta que facilita e agiliza na organização e gestão dos projetos (DEVELOPERS, 2024).

Figma

O *Figma* é uma ferramenta de prototipagem que permite a criação e design de telas de forma intuitiva e colaborativa, integrando funcionalidades típicas de aplicativos nativos. Com o *Figma*, é possível desenvolver protótipos de interfaces gráficas de maneira simples, possibilitando a visualização e interação com o layout e o fluxo de navegação do sistema (LOPES, 2023).

Linguagem de programação Kotlin

A linguagem de programação é uma forma escrita para que o computador entenda, ela é estruturada em um conjunto de regras para gerar um programa de computador (MONTEIRO, 2024). No desenvolvimento mobile foi adotado o *Kotlin* como a principal linguagem, devido a sua alta performance em comparação as outras linguagens. Além disso, *Kotlin* apresenta uma sintaxe simples e é totalmente compatível com *Java*, permitindo que ambas as linguagens sejam utilizadas juntas no mesmo código. Esta Compatibilidade apresenta uma linguagem moderna com o suporte das robustas bibliotecas que estão disponíveis em *Java* (MONTENEGRO, 2023).

Biblioteca de código aberto – React

Para o desenvolvimento web foi escolhido *React* por ser uma biblioteca *JavaScript* de código

aberto, amplamente utilizada para construir interfaces de usuário (UI). Ela oferece uma abordagem declarativa e componentizada, permitindo aos desenvolvedores criarem interfaces interativas e reativas de forma eficiente. Foi optado pelo *React* devido à sua popularidade, flexibilidade e desempenho. Com *React* foi possível dividir a interface de usuário em componentes reutilizáveis, facilitando a manutenção e organização do código, além de aproveitar o Virtual DOM para otimizar as atualizações na interface (NEVES, 2023).

Servidor utilizado execução para o back-end - Node.js

No lado do servidor, foi optado pelo *Node.js* como ambiente de tempo de execução para o *back-end*. O *Node.js* permite criar aplicações web escaláveis e de alto desempenho usando *JavaScript* tanto no servidor quanto no cliente. A escolha do *Node.js* se deu pela sua eficiência, escalabilidade e vasta comunidade de desenvolvedores. Com o *Node.js* é possível utilizar *JavaScript* em ambos os lados da aplicação, aproveitando sua natureza assíncrona e baseada em eventos para lidar com um grande número de conexões simultâneas de forma eficiente (BESSA, 2023).

Banco de dados Firebase

Para o armazenamento e gerenciamento das informações de despendoamento, o *Firebase* foi adotado como solução de banco de dados no lugar de um banco relacional tradicional como o *MySQL*. O *Firebase* é uma plataforma *Backend-as-a-Service* (BaaS) que oferece uma infraestrutura de *back-end* completa e pronta para o desenvolvimento de aplicativos. Essa escolha permite que os programadores se concentrem nas funcionalidades e interface do sistema, sem a necessidade de gerenciar servidores e configurações complexas, promovendo uma agilidade maior no desenvolvimento (RIBEIRO, 2023).

Entre as principais vantagens do *Firebase* estão a utilização de um banco de dados não-relacional (*NoSQL*) em tempo real, a hospedagem escalável e a análise integrada, todas alimentadas pela infraestrutura *Google Cloud*, proporcionando alta confiabilidade e segurança para os dados. Além disso, a plataforma oferece ferramentas de análise e monitoramento, como o *Google*

Analytics, que auxilia na identificação de problemas e na otimização da experiência do usuário, tornando o sistema mais robusto e eficiente para o gestor e operadores (KHAWAS; SHAH, 2018).

Resultados e Discussão

Diagrama das funcionalidades principais de caso de uso

O diagrama de caso de uso (Figura 2) ilustra as principais responsabilidades dos diferentes usuários. Na tela inicial, os usuários podem acessar diversas opções dentro do aplicativo, com níveis de acesso variando conforme suas funções. Os operadores são responsáveis por manter apontamentos e realizar o envio manual dos dados, quando necessário. Os supervisores, por sua vez, gerenciam a maior parte das informações coletadas

pelos operadores. Suas atribuições incluem cadastrar novos colaboradores, campos e equipamentos, além de revisar as informações coletadas.

A imagem a seguir (Figura 3) apresenta a estrutura conceitual do sistema, utilizada como base para o desenvolvimento do banco de dados no *Firebase*. Esse diagrama de entidade e relacionamento possibilitou identificar as principais entidades e suas relações, fornecendo uma visão abrangente das necessidades do sistema. A partir dessas relações, a estrutura foi adaptada para o modelo *NoSQL* do *Firebase*, no qual os dados são armazenados de forma flexível, em coleções e documentos, em vez de tabelas tradicionais. No *Firebase*, cada entidade do diagrama foi organizada em coleções que permitem um armazenamento escalável e sincronização em tempo real com o aplicativo.

Figura 2. Diagrama de caso de uso (UML)

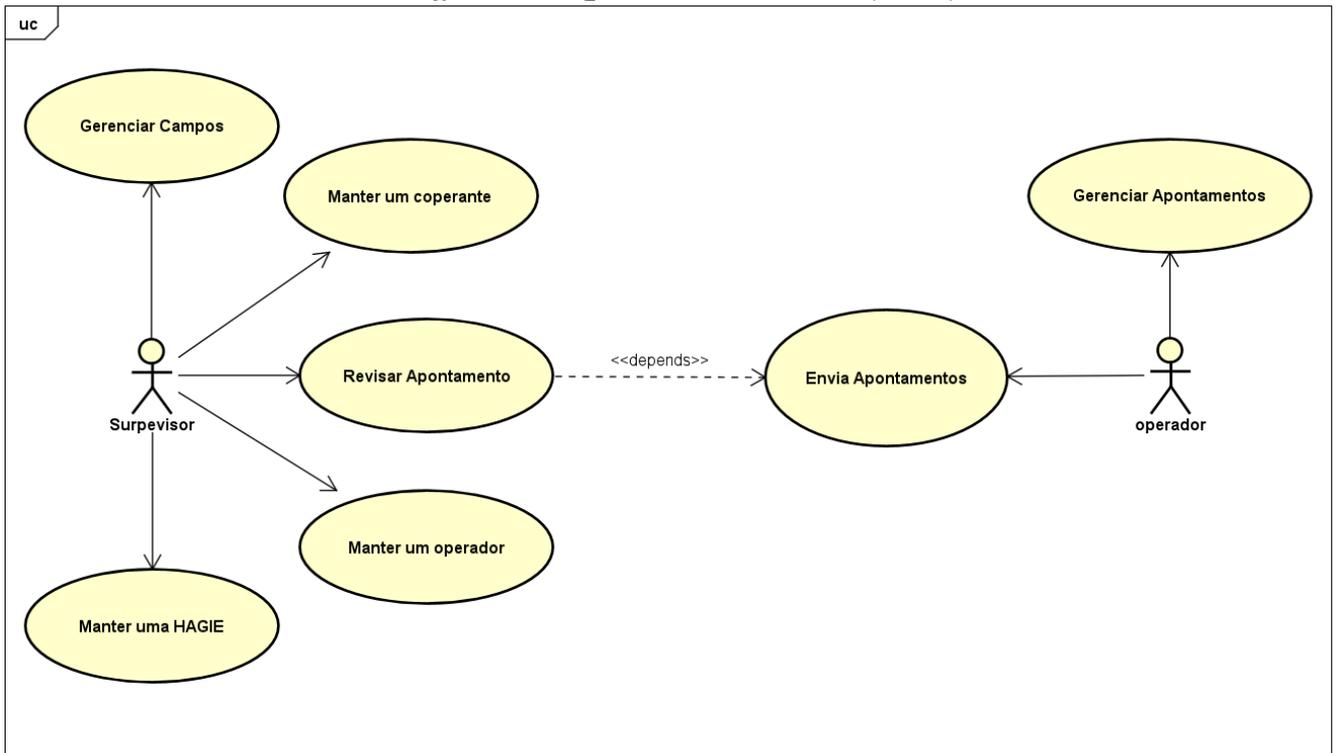
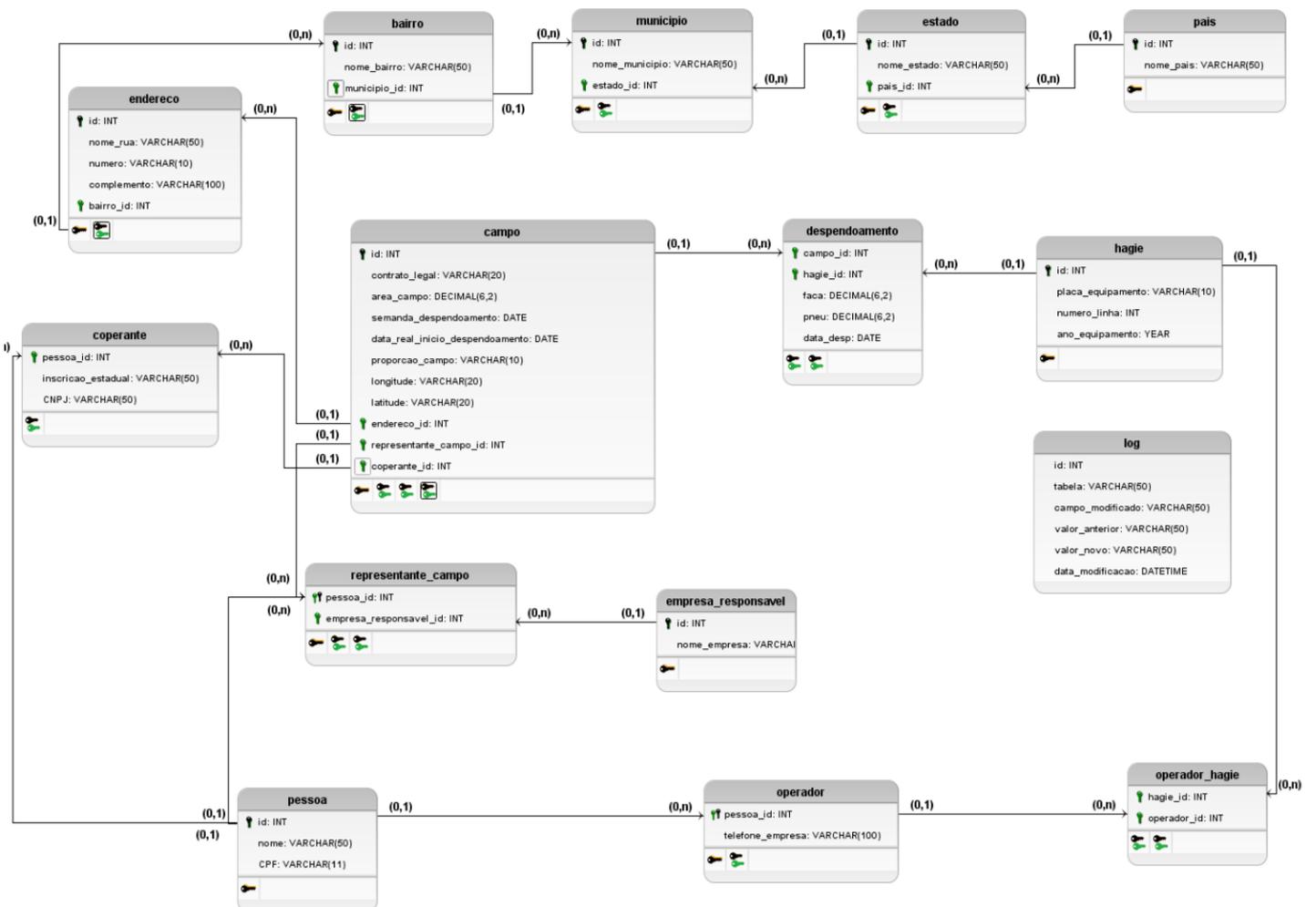


Figura 3. Diagrama de entidade e relacionamento



Protótipo das telas

A tela de *login* do sistema móvel (Figura 4a) apresentando interface necessária para o operador acessar o sistema. O formulário é composto por um campo para o e-mail fornecido pela organização, logo abaixo se encontra o campo para inserir a senha e um botão para realizar o *login*. Após um *login* bem-sucedido, o usuário é direcionado para a tela principal (Figura 4b). Nesta tela, o usuário encontra duas opções de botões para interagir: adicionar e opções. Ao clicar em "adicionar", o usuário é levado para uma nova tela onde poderá coletar informações para atualizar a tela principal.

Na tela de adição (Figura 5a), o usuário encontra um campo para inserir a data da atividade de despendoamento, preenchido automaticamente com a data atual, mas que pode ser alterado. O usuário também deve informar a

quantidade de hectares trabalhados, o equipamento utilizado (*HAGIE*) e o tipo de operação ("faca" ou "pneu"), que possuem rendimentos e tempos distintos. Após clicar em "salvar", o usuário é redirecionado à tela principal, onde todas as adições do despendoamento são exibidas. Ao deslizar um campo para a esquerda, dois botões surgem (Figura 5b) um botão vermelho para deletar a informação e um botão verde para editar, que redireciona o usuário para a tela de adição com os dados carregados para revisão e edição. O botão de opções, no topo do menu principal (três pontos verticais), permite fazer *logout*, exibindo uma janela para confirmação ao ser clicado.

Ao acessar o sistema web, a primeira tela apresentada é a de *Login* (Figura 6). Nessa tela, o gestor deve inserir suas credenciais de acesso, que consistem em e-mail e senha previamente fornecidos pelo desenvolvedor.

Figura 4. Interfaces do Sistema Móvel: Tela de *Login* e Tela principal

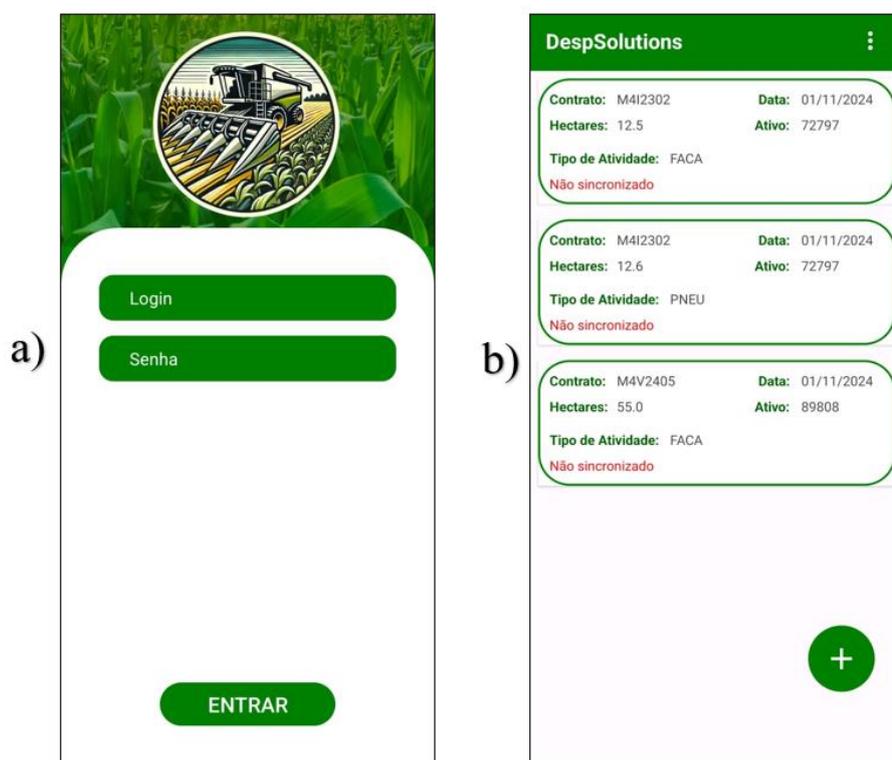


Figura 5. Interfaces do Sistema Móvel: Tela de Adição de Dados e Tela de Notificação de Exclusão/Edição.



Figura 6. Tela de *Login* Web



Na tela principal (Figura 7), um gráfico de pizza exibe o total de hectares contratados para a safra em andamento e compara essa área com o percentual já trabalhado, permitindo que o gestor avalie rapidamente o progresso da safra. Outro gráfico de pizza complementa essa visão com a quantidade de área contratada em cada contrato

individual, possibilitando uma visão detalhada de cada operação dentro da safra.

Logo na sequência um gráfico de colunas (Figura 8) fornece dados específicos sobre o número de hectares trabalhados com cada tipo de equipamento (faca e pneu), organizados por *HAGIE*.

Figura 7. Relatório das atividades de despendoamento.

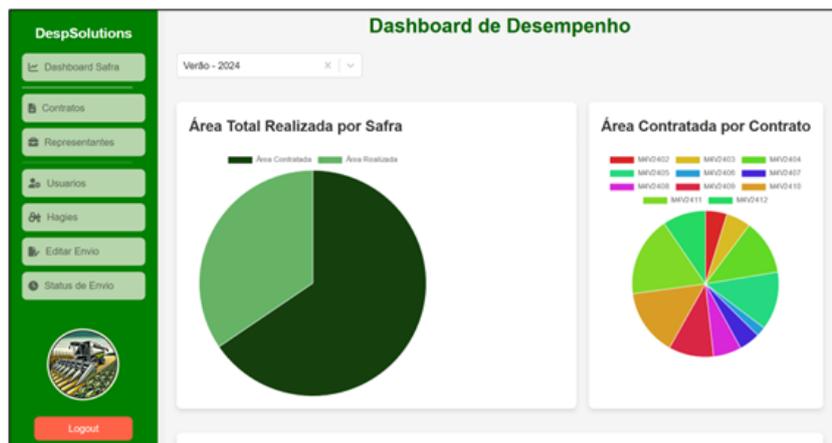
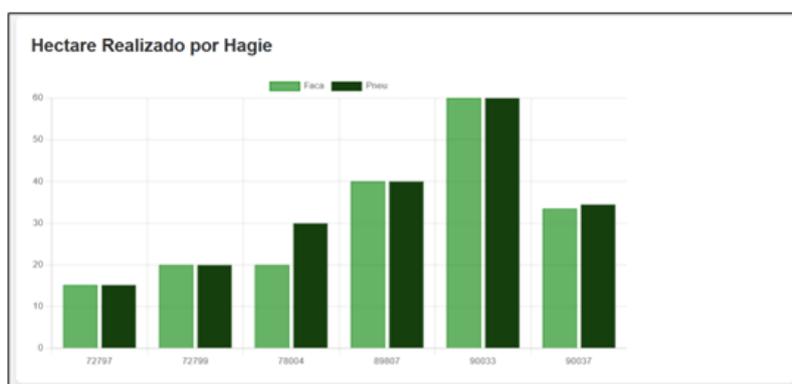


Figura 8. Relatório sobre despendoamento realizados por área e máquina



Além dos gráficos, a tela de *dashboard* inclui uma seção de análise de desempenho abrangente (Figura 9), que apresenta estatísticas gerais da safra. Entre as métricas exibidas estão o

total de hectares trabalhados, total realizado de faca e pneu, o equipamento mais e o menos utilizado, e a média de uso entre as *HAGIEs*.

Figura 9. Relatório geral realizado em uma determinada fazenda



Na aba de usuários, são exibidos todos os que estão cadastrados no sistema até o momento (Figura 10). As informações apresentadas incluem e-mail, tipo de acesso (operador ou gestor) e

telefone para contato. Além disso, há uma coluna dedicada às ações, onde são disponibilizados botões para editar ou excluir cada usuário.

Figura 10. Tela Web para listagem de usuários cadastrados no sistema



A tela de Cadastro de Usuários (Figura 11) foi desenvolvida para simplificar a inserção de novos operadores e gestores no sistema. Nela, é possível preencher informações essenciais como

nome, e-mail, senha e tipo de acesso, sendo todos os campos obrigatórios para garantir a integridade dos dados.

Figura 11. Tela Web para cadastro de novos usuários o sistema



A tela de edição de envio (Figura 12) foi desenvolvida para exibir todos os envios realizados pelos operadores por meio do aplicativo móvel. Essa funcionalidade tem como principal objetivo auxiliar o gestor a corrigir eventuais erros

cometidos pelos operadores durante o envio de dados. Essa função é especialmente útil em casos de erros operacionais, como a inserção de informações incorretas, possibilitando a correção antes que o dado seja consolidado no sistema.

Figura 12 - Tela Web para edição dos envios.

Atividade	Ativo	Contrato	Hectares	Data de Envio	Ações
PNEU	72799	M4V2404	20	06/10/2024 16:42:32	Editar Excluir
FACA	89807	M4V2403	20	06/10/2024 16:35:25	Editar Excluir
FACA	72799	M4V2404	20	06/10/2024 16:42:15	Editar Excluir
PNEU	89807	M4V2403	20	06/10/2024 16:33:48	Editar Excluir
FACA	89807	M4V2403	20	06/10/2024 16:33:29	Editar Excluir

A tela de *status* de envio (Figura 13) foi projetada para permitir que o gestor monitore o envio de dados pelos operadores. A tela exibe todos os operadores cadastrados e utiliza um sistema de cores para indicar o status de envio:

- Verde: Indica que o operador realizou o envio dentro de até 2 dias.
- Amarelo: Indica que o envio foi realizado dentro de 4 dias.
- Vermelho: Indica que o operador não realizou envios por mais de 5 dias.

- Sem cor: Indica que o operador ainda não realizou nenhum envio desde que foi cadastrado.

Além do status visual, a tela também apresenta a data do último envio realizado, permitindo que o gestor tenha um controle mais detalhado sobre a frequência de atualização de cada operador. Em cada registro, o número de telefone do operador é exibido, facilitando o contato caso seja necessário verificar a razão de atrasos ou ausência de envios.

Figura 13 - Tela Web para verificar status de envio.

Nome do Operador	Número do Operador	Último Envio	Status
Afonso Almeida Batista	(14) 23154-6215	06/10/2024, 16:41:09	●
Gabriel Favaro de Souza	(14) 99161-6515	Nenhum envio registrado	●
Larissa Naomi	(14) 99651-6516	06/10/2024, 16:46:18	●
Luiz Felipe Griffo	(14) 99529-8165	06/10/2024, 16:42:32	●
Matheus Torquato	(14) 99161-6516	06/10/2024, 16:56:12	●

● Até 2 dias
 ● Até 4 dias
 ● Mais de 5 dias
 ● Nenhum envio registrado

Conclusão

A implementação do sistema web e mobile para o gerenciamento do despendoamento mecânico demonstrou ser uma ferramenta eficaz na otimização das operações agrícolas. Durante o

período de três semanas em que foi utilizado por um gestor e três operadores, a solução mostrou-se eficiente ao proporcionar melhorias significativas na precisão da coleta de dados, no monitoramento das atividades e na tomada de decisões estratégicas. A centralização das informações em

uma plataforma digital permitiu maior controle e organização, reduzindo a dependência de métodos manuais e aumentando a eficiência operacional. Além disso, os resultados práticos evidenciam que a ferramenta possui potencial para ser expandida e

adaptada para outras atividades agrícolas, contribuindo diretamente para a modernização do setor e para a elevação da produtividade e competitividade.

Referências

ARAUJO, Y. C. **Fusão e aquisição nas empresas de agroquímicos: estudo de caso da Bayer e Monsanto Company**. 2022. TCC (Graduação) - Curso de ciências sociais aplicadas, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, PUC Goiás, 2022. Disponível em: <https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/handle/123456789/5379>. acesso em: 21 abr. 2024.

AWS. O que é IDE (Ambiente de desenvolvimento integrado). AWS, 2024. Disponível em: <https://aws.amazon.com/pt/what-is/ide/>. Acesso em: 28 abr. 2024.

BESSA, A. **O que é Node.JS? Como funciona e um Guia para iniciar**. Alura, 2023. Disponível em: <https://www.alura.com.br/artigos/node-js>. Acesso em: 28 abr. 2024.

COSTA, L. B. O. **Métodos de despendoamento mecânico na produção de sementes híbridas de milho**. 2018. 40 f. Dissertação de mestrado, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2018.

DEVELOPERS. Conheça o Android Studio. **Developers**, 2024. Disponível em: <https://developer.android.com/studio/intro?hl=pt-br>. Acesso em: 28 abr. 2024.

KHAWAS, C; SHAH, P. Application of Firebase in Android App Development-A Study. **International Journal of Computer Applications**. v. 179. n. 46, 2018. Disponível em: <https://www.ijcaonline.org/archives/volume179/number46/khawas-2018-ijca-917200.pdf>

LOPES, M. O que é Figma e como usar?. **EBAC**, 2023. Disponível em:

<https://ebaonline.com.br/blog/o-que-e-figma-e-como-usar>. Acesso em: 28 de abr. de 2024.

MONTEIRO, L. P. **O que é linguagem de programação?. Universidade da Tecnologia**, 2017. Disponível em: <https://universidadedatecnologia.com.br/o-que-e-linguagem-de-programacao/>. Acesso em: 28 abr. 2024.

MONTENEGRO, B. **Linguagem de programação Kotlin: o que é, para o que é usada e como aprender**, 2023. Disponível em: <https://ebaonline.com.br/blog/linguagem-de-programacao-kotlin#top>. Acesso em: 28 abr. 2024.

NEVES, V. **React: o que é, como funciona e um Guia da biblioteca JS**. Alura, 2023. Disponível em: <https://www.alura.com.br/artigos/react-js>. Acesso em: 28 abr. 2024.

RIBEIRO, A. L. S. **O que é Firebase? Para que serve, principais característica e um Guia dessa ferramenta Google**. Alura, 2023. Disponível em: <https://www.alura.com.br/artigos/firebase>. Acesso em: 01 maio 2024.

SANTOS, R. B.; RAMOS, A. S. Design de interface. **Revista Acadêmica Alcides Maya**, v. 1, n. 1, p. 14-30, 3 jun. 2019.

SILVA, R. V.; ARAÚJO, J. G.; CASTRO, M. T. Impacto de diferentes técnicas de despendoamento na produtividade de semente de milho. **Revista Agronomia Brasileira**, v. 5, n. 2021, 2021. Disponível em: <https://www.fcav.unesp.br/#!/ensino/departamentos/ciencias-da-producao-agricola/laboratorios/labmato/rab/volume-5-2021/rab202128/>. Acesso em: 07 abr. 2024.