

PROTÓTIPO DE SOFTWARE DE ANÁLISE COMO INSTRUMENTO DE VIABILIZAÇÃO FINANCEIRA DE SAFRAS AGRÍCOLAS

SOFTWARE ANALYSIS PROTOTYPE AS A TOOL FOR THE FINANCIAL FEASIBILITY OF AGRICULTURAL CROPS

PROTOTIPO DE SOFTWARE DE ANÁLISIS COMO INSTRUMENTO PARA LA VIABILIDAD FINANCIERA DE CULTIVOS AGRÍCOLAS

Lucas Dal Piva Tafarel¹, Sandro Silva de Oliveira², Cristiano Reschke Lajús³, Éttore Guilherme Poletto Diel⁴, Magdalena Reschke Lajús Travi⁵, Aline Vanessa Sauer⁶

DOI: 10.54899/dcs.v23i94.6688

Recibido: 19/08/2026 | Aceptado: 20/08/2026 | Publicación en línea: 02/09/2026.

RESUMO

O presente estudo tem como principal foco abordar os processos financeiros na agricultura brasileira, objetivando desenvolver um protótipo de software de análise para a viabilização financeira na produção agrícola. A identificação das principais necessidades financeiras enfrentadas na produção agrícola deve ser aliada ao desenvolvimento de um protótipo de análise financeira específico para o setor agrícola. Tal protótipo busca realizar recomendações das dosagens de insumos em cada um dos processos da safra, buscando potencializar o desempenho técnico e financeiro, ao mesmo tempo em que gerencia as movimentações financeiras e o controle de estoque, gerando uma avaliação do impacto financeiro na produção agrícola e analisando indicadores, como o aumento da eficiência financeira. Com o levantamento de informações ao longo da pesquisa e a análise das informações obtidas, foi identificado que cada avanço na agronomia é fundamental, proporcionando melhorias significativas em diversas esferas. Portanto, o desenvolvimento do protótipo para análise financeira, adaptado às particularidades agrícolas, apresentou-se como uma solução concreta para as demandas identificadas, de tal forma que o sistema não apenas cumpre a função de fornecer análises financeiras detalhadas, mas também vai além, oferecendo recomendações de dosagens de insumos em cada fase da safra.

Palavras-chave: Agricultura. Análise Econômica. Tecnologia. Software Agrícola.

¹ Graduado em Sistemas da Informação, Universidade Comunitária da Região de Chapecó, Chapecó, Santa Catarina, Brasil. E-mail: tafarel@unochapeco.edu.br Orcid: <https://orcid.org/0009-0000-0315-2104>

² Doutor em Tecnologia e Gestão da Inovação, Universidade Comunitária da Região de Chapecó, Chapecó, Santa Catarina, Brasil. E-mail: silva@unochapeco.edu.br Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9638-5149>

³ Doutor em Agronomia, Universidade Comunitária da Região de Chapecó, Chapecó, Santa Catarina, Brasil. E-mail: clajus@unochapeco.edu.br Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3847-9793>

⁴ Graduando em Agronomia, Universidade Comunitária da Região de Chapecó, Chapecó, Santa Catarina, Brasil. E-mail: ettorepoletto77@gmail.com Orcid: <https://orcid.org/0009-0001-7107-7537>

⁵ Doutora em Agronomia, Universidade Comunitária da Região de Chapecó, Chapecó, Santa Catarina, Brasil. E-mail: magdalena@unochapeco.edu.br Orcid: <https://orcid.org/0009-0001-6662-7303>

⁶ Doutora em Agronomia, Universidade Estadual do Norte do Paraná, Jacarezinho, Paraná, Brasil. E-mail: Aline.sauer@uenp.edu.br Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3164-9710>

ABSTRACT

The main focus of this study is to address financial processes in Brazilian agriculture, aiming to develop an analysis software prototype for the financial feasibility of agricultural production. The identification of the main financial needs faced in agricultural production should be combined with the development of a financial analysis prototype specifically designed for the agricultural sector. This prototype seeks to provide recommendations on input dosages in each of the crop production processes, aiming to enhance technical and financial performance while managing financial transactions and inventory control, generating an assessment of the financial impact on agricultural production and analyzing indicators such as increased financial efficiency. Through the collection of information throughout the research and the analysis of the information obtained, it was identified that each advance in agronomy is fundamental, providing significant improvements in several areas. Therefore, the development of the financial analysis prototype, adapted to the particularities of agriculture, proved to be a concrete solution to the identified demands, in such a way that the system not only fulfills the function of providing detailed financial analyses but also goes beyond this by offering recommendations on input dosages at each stage of the crop cycle.

Keywords: Agriculture. Economic Analysis. Technology. Agricultural Software.

RESUMEN

El presente estudio tiene como principal enfoque abordar los procesos financieros en la agricultura brasileña, con el objetivo de desarrollar un prototipo de software de análisis para la viabilidad financiera de la producción agrícola. La identificación de las principales necesidades financieras enfrentadas en la producción agrícola debe estar vinculada al desarrollo de un prototipo de análisis financiero específico para el sector agrícola. Dicho prototipo busca realizar recomendaciones sobre las dosis de insumos en cada uno de los procesos de la campaña agrícola, buscando potenciar el desempeño técnico y financiero, al mismo tiempo que gestiona los movimientos financieros y el control de inventario, generando una evaluación del impacto financiero en la producción agrícola y analizando indicadores, como el aumento de la eficiencia financiera. Con la recopilación de información a lo largo de la investigación y el análisis de la información obtenida, se identificó que cada avance en la agronomía es fundamental, proporcionando mejoras significativas en diversas áreas. Por lo tanto, el desarrollo del prototipo para el análisis financiero, adaptado a las particularidades agrícolas, se presentó como una solución concreta para las demandas identificadas, de tal manera que el sistema no solo cumple la función de proporcionar análisis financieros detallados, sino que también va más allá, ofreciendo recomendaciones sobre las dosis de insumos en cada etapa de la campaña agrícola.

Palabras clave: Agricultura. Análisis Económico. Tecnología. Software Agrícola.



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

INTRODUÇÃO

A agronomia é essencial para a agricultura brasileira pois é responsável por promover a pesquisa e o desenvolvimento de tecnologias agrícolas, que ajudam a aumentar a produção agrícola. De acordo com Rodrigues (2022), o setor agropecuário tem sido muito importante para a economia brasileira, pois tem contribuído de forma significativa para a geração de riqueza no país. Isso se reflete no Produto Interno Bruto (PIB), na balança comercial e na criação de empregos diretos e indiretos. Segundo Cepea (2023) a participação do agronegócio no PIB nacional de 2022 foi de 24,8%.

O Brasil tem se tornado menos industrializado e cada vez mais dependente de produtos agrícolas e minerais para a exportação, o que significa que sua economia depende cada vez mais de outras nações para obter esses produtos (Medina, 2021).

A agronomia e as finanças estão se transformando: agricultores e empresas agrícolas têm que usar novas tecnologias e práticas financeiras para tornar suas operações mais eficientes e sustentáveis. Esses novos recursos permitirão que eles produzam mais usando menos recursos e obtenham melhores resultados financeiros.

No meio produtivo moderno, os produtores rurais têm expandido as suas atividades, além de produzir, para alcançar um melhor gerenciamento de seus negócios e ter maior acesso às tecnologias. Para isso, dispositivos como softwares de gestão agrícola apresentam informações confiáveis, claras e atualizadas (Murakami, 2018). Mediante a isso, suportasse que softwares especiais ajudam a controlar melhor as finanças e tomar decisões importantes.

Com esses programas, é possível observar o quanto a lavoura lhes rende, comparar quanto diferentes cultivos ganham e fazer simulações para saber o que devem investir para gerar mais lucro. O seu uso para a gestão financeira na área agrícola é importante, mas enfrenta alguns desafios como ter acesso a equipamentos tecnológicos nas áreas rurais, capacitar os usuários e integrar os sistemas já existentes nas propriedades (Cardoso; Nogueira, 2021).

Sendo importantes para melhorar a eficiência, produtividade e sustentabilidade das atividades agrícolas (Cunha, 2019). A tecnologia e a busca por soluções para o agronegócio tornam os softwares cada vez mais aprimorados.

Dessa forma, a criação de protótipo que facilite a produção agrícola, identificando necessidades financeiras, recomendando quantidades ideais de insumos e avaliando os impactos financeiros da produção, é de importância, afim de fortalecer o setor com a entrega de uma

ferramenta que bem elaborada e que atenda as demandas setoriais.

ANÁLISE E MODELAGEM

A modelagem de requisitos de software é um processo de engenharia de software que tem como objetivo identificar, analisar, documentar e gerenciar os requisitos do sistema a ser desenvolvido. Esses requisitos são as funcionalidades, características e restrições que o software deve possuir para atender às necessidades do usuário final.

Para realizar a modelagem de requisitos, são utilizadas várias técnicas e ferramentas, como entrevistas com os usuários e análise de documentos, tudo para entender as necessidades do cliente e mapear o que o software terá de fazer para supri-las. O objetivo é criar um modelo completo e preciso dos requisitos do sistema, que possa ser usado como base para o desenvolvimento do software posteriormente.

Ela é uma etapa crítica no processo de desenvolvimento de software, pois é a partir dela que são definidas as funcionalidades e características do software. Se os requisitos não forem identificados corretamente, o software pode não atender às necessidades do usuário final, resultando em um produto insatisfatório e que precisará ser refeito ou aprimorado para satisfazer as necessidades.

Requisitos Funcionais

A AP (Agricultura de precisão) tem várias definições e abordagens, começando do forte vínculo ao georreferenciamento de dados nas lavouras com o uso de GPS, o que gera muita confusão sobre sua definição, e chegando até a visão geral e gestão das lavouras. O termo “agricultura de precisão” é oriundo do fato de que as lavouras geralmente não são uniformizadas e nem mantêm suas características com o passar do tempo, o que gerou a necessidade de bolar novas estratégias para lidar com os problemas gerados a partir dessas diferenças (Molin *et al.*, 2015).

Os requisitos funcionais são as necessidades que devem ser cumpridas para que um sistema funcione corretamente. É importante que essas necessidades sejam conhecidas para garantir que os processos sejam executados de forma eficaz (Ransolin, 2019).

Para ressaltar, é necessário primeiro identificar as necessidades do usuário ou do sistema

e, em seguida, descrever as funções que o software deve ter. É importante garantir que esses requisitos sejam claros, precisos, completos e testáveis. Em seguida, os requisitos são documentados e revistos para garantir que eles estejam corretos e abrangentes. Os principais requisitos funcionais para esse protótipo, que foram localizados pelo autor são:

- Cadastro de clientes e fornecedores: Registro e manutenção de informações detalhadas sobre clientes e fornecedores;
- Gestão de contas a receber e contas a pagar: Registrar e acompanhar as contas a receber da organização, como faturas emitidas, prazos de pagamento e valores pendentes;
- Controle de fluxo de caixa: Permitir o acompanhamento e a projeção do fluxo de caixa da organização, incluindo receitas, despesas, entradas e saídas de dinheiro;
- Gestão de orçamento: Permitir a criação, o monitoramento e o controle de um orçamento financeiro, possibilitando a comparação dos resultados reais com as metas estabelecidas;
- Relatórios: Incluir recursos para a contabilização de transações, a geração de demonstrativos financeiros, como balanço patrimonial e demonstrativo de resultados, e a criação de relatórios personalizados para análise financeira;
- Controle de estoque: Incluir recursos para o controle de estoque de produtos e materiais.

Requisitos não Funcionais

Os requisitos não funcionais são os critérios que usamos para mensurar a qualidade de um sistema. Os requisitos não funcionais já foram descritos por Conjo (2022) como sendo restrições sobre o que o sistema pode fazer, podendo incluir as regras sobre quanto tempo o sistema deve demorar para executar determinadas tarefas, como os desenvolvedores devem construir o sistema e como proveem que este atenda a requerimentos específicos. Estes requerimentos são geralmente aplicados ao sistema como um todo, e não a partes individuais.

Para o desenvolvimento deste protótipo, foram localizados pelo autor os seguintes requisitos para garantir que o sistema atenda às expectativas dos usuários e aos padrões de qualidade:

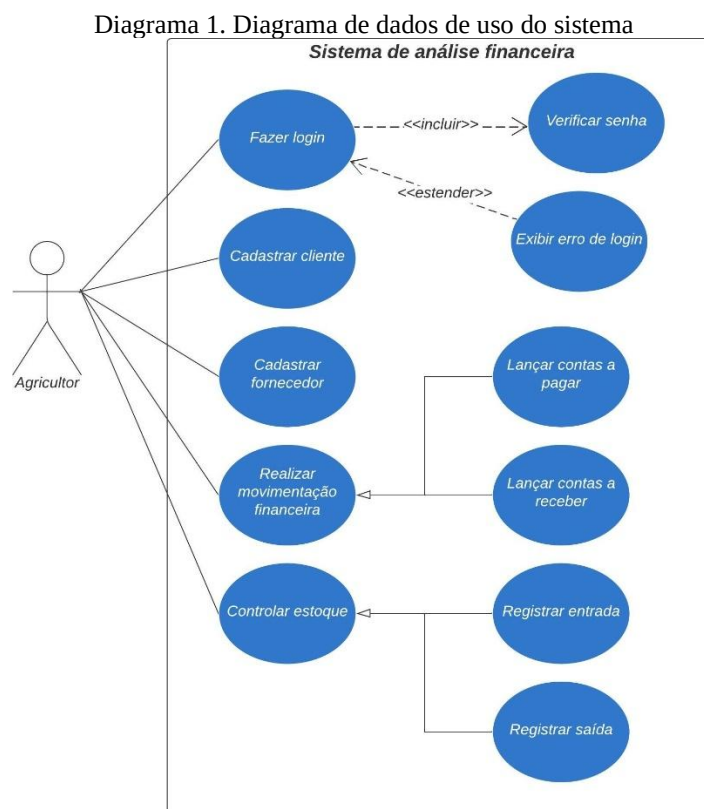
- Desempenho: Velocidade com que o sistema opera, seu tempo de resposta e capacidade de processamento;
- Confiabilidade: Relacionados à disponibilidade, tolerância a falhas, recuperação de erros, redundância e capacidade de manutenção do sistema;

- **Segurança:** Proteção dos dados, controle de acesso, autenticação, criptografia e conformidade com regulamentos de segurança;
- **Usabilidade:** Facilidade de uso, interfaces intuitivas, documentação clara, suporte a diferentes dispositivos e acessível para o público alvo;
- **Escalabilidade:** Capacidade do sistema de lidar com um aumento de carga, volume de dados e número de usuários sem comprometer o desempenho;
- **Manutenção:** Facilidade de manutenção, facilidade de atualizações e correções de bugs;
- **Interoperabilidade:** Capacidade do sistema interagir e se integrar com outros sistemas, compartilhar dados e comunicar-se com eficiência.

Diagrama de Casos de Uso

Um diagrama desta natureza descreve as principais funcionalidades de um sistema e a interação destas com os usuários, ele mostra como as pessoas interagem com o sistema para executar alguma função, a partir do ponto de vista do usuário (Santiago, 2018). O diagrama de casos de uso é uma ferramenta de modelagem usada para deixar claro o que um determinado sistema precisa fazer. Ele fornece uma imagem prática dos serviços que o sistema pode prestar aos usuários.

O Diagrama 1 apresenta os casos de uso do sistema de análise financeira, sendo o primeiro caso de uso a autenticação que o cliente precisa fazer no sistema, sendo obrigatório a verificação das credenciais e opcionalmente ocorram erros no processo. O segundo e terceiro caso de uso refere-se ao ato de incluir ou atualizar o cadastro de clientes e fornecedores no sistema, enquanto o quarto caso de uso é a utilização do cadastro de clientes e fornecedores para gerar as movimentações financeiras de entrada e saída. Para concluir o quinto caso de uso diz respeito ao controle dos produtos em estoque, onde essas movimentações de entrada e saída no estoque podem ou não serem referentes a uma movimentação financeira.

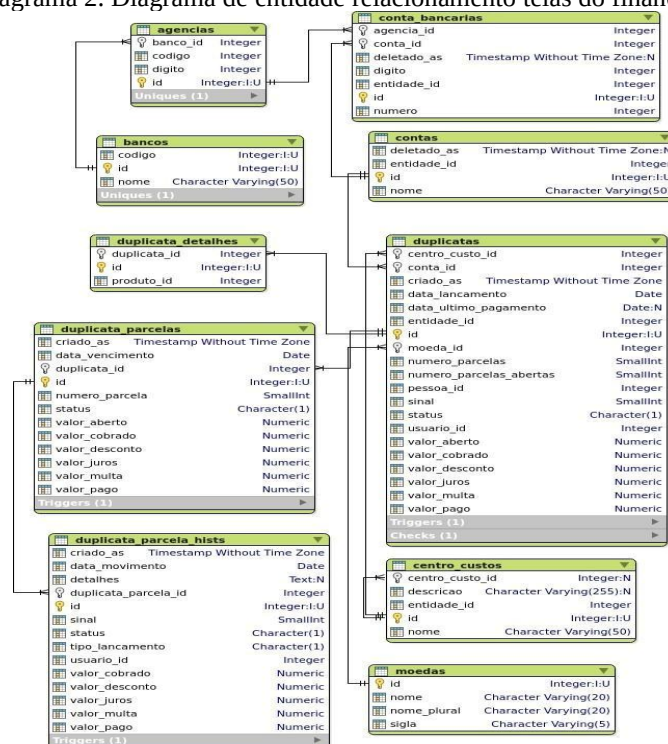


Fonte: Os Autores (2023).

Diagrama de Entidade-Relacionameneto

Essa forma de diagrama é uma representação gráfica de um modelo de dados que descreve a estrutura lógica de um sistema ou de um banco de dados. O Diagrama 2 apresenta a estrutura utilizada pelo sistema para armazenar as informações financeiras do sistema, os lançamentos de entradas e saídas, assim como a estrutura para controle e conciliação de contas bancárias e contas caixa.

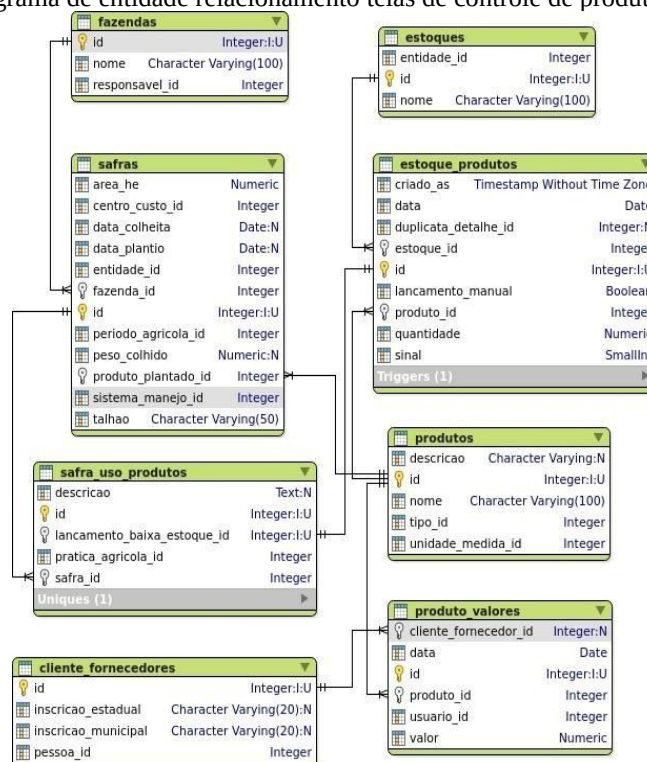
Diagrama 2. Diagrama de entidade relacionamento telas do financeiro



Fonte: Os Autores (2023).

O Diagrama 3 apresenta a estrutura utilizada pelo sistema para armazenar as informações dos produtos (sementes, inseticida, entre outros), assim como a estrutura utilizada para controle de estoque, preços, clientes e fornecedores.

Diagrama 3. Diagrama de entidade relacionamento telas de controle de produtos, estoque e safras



Fonte: Os Autores (2023).

Wireframe

Os *wireframes* são representações visuais simplificadas e esquemáticas de uma interface de usuário ou de um projeto de design. Eles são usados para visualizar a estrutura e o layout de uma página da web, aplicativo móvel ou qualquer outra interface interativa.

Após a entrada no sistema com as credenciais do usuário, o mesmo terá acesso às funcionalidades do sistema.

Uma das funcionalidades do sistema é o controle de entradas e saídas, as tela para visualização das entradas seguem o mesmo padrão já que as informações em ambas as telas são as mesmas.

O controle das safras é um ponto crucial do sistema, atrás dele é possível fazer o controle dos produtos que estão sendo utilizados na safra, e visualizar as recomendações oferecidas pelo sistema, para as dosagens de cada produto.

O cadastro de uma nova safra é dividido em duas partes, a primeira mostra as informações referentes ao local da safra, já a segunda parte do cadastro de uma nova safra, que é composto pelas informações de cultura, sistema de manejo, entre outras.

Tendo uma safra cadastrada no sistema, é possível visualizar a tela que lista as práticas agrícolas que o sistema consegue controlar, bem como, uma indicação de quantas movimentações já foram realizadas com relação a ela, e um botão para exibir o detalhamento dos usos de produto na safra.

Ao exibir o detalhamento de uma determinada prática agrícola, será possível visualizar os registros dos usos de produtos em cada uma dessas “etapas”.

Para registrar o um novo uso de produto na safra, é necessário informar que produto você deseja utilizar, o sistema então irá disponibilizar uma recomendação sobre a dosagem que deve ser adotada e por fim será possível registrar a dosagem utilizada.

IMPLEMENTAÇÃO DA SOLUÇÃO PROPOSTA

Buscando fornecer uma visão geral da gestão eficiente de fazendas e agricultura. A seguir será apresentado os fundamentos do controle de entradas e saídas, assim como o gerenciamento de estoque. Além disso, aprenderemos como desenvolver recomendações de dosagens para melhorar os resultados agrícolas. Esta jornada promete aos alunos um profundo entendimento do universo da agricultura.

Estrutura do Projeto

O estudo trata da estrutura organizacional do protótipo de uma forma ampla. Nesta seção, será apresentado a estrutura base utilizada no desenvolvimento como a estrutura organizacional das pastas e rotas e como estas auxiliam na implementação do trabalho. Estas informações são fundamentais para entender a forma quais são e compreender a proposta do trabalho.

Estrutura Organizacional de Pastas

Na medida que o projeto vai tomando corpo, a organização e padronização dos arquivos faz o papel de estruturar e dar um destino coeso para cada um dos arquivos que compõem o software. Uma estrutura de pastas bem organizada torna mais fácil entender a estrutura do projeto. Isso facilita a localização de arquivos e recursos específicos, tornando o código mais legível e compreensível.

Uma organização eficaz das pastas permite a localização rápida de partes específicas do código, isso torna a manutenção do projeto mais fácil, economizando tempo e esforço. Organizar cada um dos módulos em arquivos separados em uma estrutura homogênea permite um maior controle das versões e a gerenciar melhor as dependências do projeto. Isso reduz a chance de conflitos e problemas relacionados às dependências.

A Figura 1 apresenta a estrutura de pastas base do protótipo no que se refere ao backend, nela é possível verificar duas pastas principais sendo elas a 'libs' e 'src', sendo a pasta 'libs' responsável por armazenar bibliotecas adicionais que complementam o projeto, dentro da pasta 'src' que é onde estão concentrados os arquivos contendo o código da aplicação podemos visualizar as pastas que tem como objetivo armazenar:

- **api:** É onde estão presentes as definições das rotas de entrada e saída da api;
- **actors:** São os atores da aplicação, sendo eles chamados de forma assíncrona pelos arquivos presentes na pasta 'api' (Actix, 2023);
- **models:** Aqui estão armazenados as *structs* que definem os dados que trafegam pela aplicação e também representam a estrutura do banco de dados;
- **services:** Nesta pasta estão localizados as funções que são responsáveis por realizar as operações no banco de dados, como *select* e *insert*;
- **db:** Aqui estão presentes arquivos mais gerais de configuração e comunicação com o banco de dados, como é o caso da função denominada como '*get_pool*' que é chamada ao iniciar a aplicação para criar um *pool* de conexão com o banco de dados .

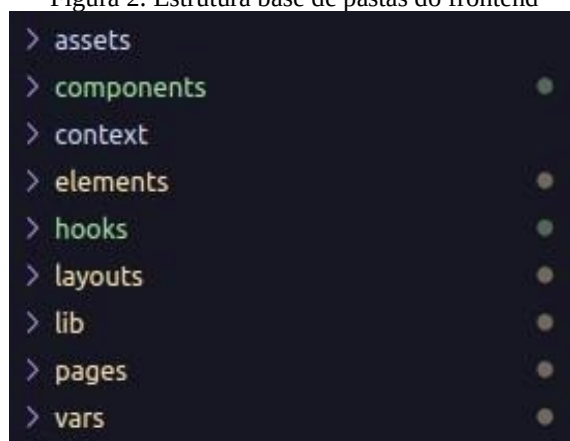
Figura 1. Estrutura base de pastas do *backend*



Fonte: Os Autores (2023).

O *frontend* por sua vez, tem sua estrutura de pastas apresentadas na Figura 2, nela estão presentes as pastas principais do projeto, que pode sua vez estão dentro da pasta ‘src’ que é a padrão do *React* para o armazenamento dos components, *hooks* entre outros (React, 2023).

Figura 2. Estrutura base de pastas do *frontend*



Fonte: Os Autores (2023).

- assets: Aqui estão presentes os estilos bases utilizados para montar a visualização do usuário;

- componentes: Nessa pasta estão armazenados a estrutura mais básica dos componentes, normalmente não contendo o uso de estados;
- context: Utilizado para definir o contexto geral da aplicação, como se ela está em
- *white/dark* mode ou se o menu lateral está retraído ou não;
- elements: Aqui estão presentes junções mais complexas de *components* que são reutilizados no decorrer na aplicação;
- hooks: Como o nome indica, os arquivos aqui presentes são os *hooks* utilizados na aplicação;
- layouts: São os arquivos que compõem o contorno da aplicação;
- lib: Neste local estão presentes os arquivo .ts, que realização as operações não relacionadas a visualização como interações com a api ou aplicação de máscaras nas informações apresentadas;
- pages: Aqui estão presentes cada uma das rodas disponíveis no *frontend*;
- vars: Utilizado para definir as variáveis na aplicação, como quais são os menus ou qual caminho representa qual componente do *React*.

Estrutura de Rotas

No projeto que foi realizado, cada rota da API tem um objetivo bem definido, com seus parâmetros aceitos via GET ou no corpo da requisição bem definidos.

Cada um dos arquivos dentro da pasta *src/sou* tem diversas funções com a marcação que representa qual é o método HTTP aceito e qual é a rota em si. A Figura 3 apresenta uma rota responsável por listar quais são os períodos agrícolas que o sistema reconhece para registrar o uso de insumos na safra.

Figura 3. Trecho de código da API que retorna a listagem dos períodos agrícolas

```
// ResType: Vec<TipoFE>
#[get("/safra/periodo-agricolas")]
async fn listar_periodo_agricolas(state: Data<AppState>) -> impl Responder {
    let db: Addr<DbActor> = state.as_ref().db.clone();

    match db Addr<DbActor>
    {
        .send(msg: TipoListar {
            tipo: "PERIODO_AGRICOLA".to_string(),
        }) MsgRequest<AddressSender<...>, ...>
        .await
    {
        Ok(Ok(tipos: Vec<TipoFE>)) => HttpResponse::Ok().json(tipos),
        _ => HttpResponse::InternalServerError().json("Something went wrong"),
    }
}
```

Fonte: Os Autores (2023).

Como todas as rotas tem uma função bem definida, tendo seus parâmetros de entrada e saída tipados, foi possível realizar uma automação para identificar quais são os parâmetros aceitos em cada uma das rotas e mapear as estruturas de dados para o TS de forma automática, assim, a cada alteração na API, o frontend fica sabendo, e já tem suas funções e estrutura de dados sincronizadas de acordo com os dados solicitados e fornecidos por cada uma das rotas.

A Figura 4 apresenta a estrutura criada no *Typescript* para realizar a busca por períodos agrícolas previstos no sistema que são fornecidos pela rota da Figura 3.

Figura 4. Trecho de código que define os parâmetros de comunicação a comunicação entre o frontend e backend para listagem de períodos agrícolas

```
export type SafraListarPeriodoAgricultasRes = {
  id: number,
  tipo: string,
  nome: string,
  descricao?: string,
  chave?: string,
  ordem?: number,
  deletado_as?: string,
  caminho_arquivo: string
}[]

const safraListarPeriodoAgricultas = async () => getData<SafraListarPeriodoAgricultasRes>(`/safra/periodo-agricolas`)
const useSafraListarPeriodoAgricultas = () => useGetData<SafraListarPeriodoAgricultasRes>(`/safra/periodo-agricolas`)
```

Fonte: Os Autores (2023).

A Figura 5 apresenta em tela o input com as opções que foram buscadas na API como resultado da função responsável por realizar uma requisição GET que retorna a listagem dos períodos agrícolas.

Figura 5. Tela para edição das informações da safra

A interface de edição de informações da safra apresenta o seguinte layout:

- Editar safra** (título)
- VOLTAR** (link de navegação)
- Fazenda *** (campo de texto com o valor "Fazendinha :)")
- Talhão *** (campo de texto com o valor "Talhão #1")
- Cultura *** (campo de texto com o valor "Produto #1")
- Área de plantio (HE) *** (campo de texto com o valor "133,38")
- Período Agrícola *** (campo de texto com o valor "Plantio de Primavera")
- Sistema de Manejo *** (campo de texto com o valor "Convencional")
- Data do Plantio** (campo de data com o valor "10 / 26 / 2023" e ícone de calendário)
- SALVAR** (botão de ação)

Fonte: Os Autores (2023).

Busca por Intervalo de Dados

Na medida que o sistema é utilizado a quantidade de informações presentes no mesmo cresce e se torna inviável fornecer todas as informações de uma só vez para o usuário, pensando nisso foi criado um padrão para utilizar a paginação dos dados em diversos momentos no protótipo.

Para a realização da paginação foi criado um *middleware* para o actix web, responsável por extrair as informações necessárias para realizar a paginação dos dados de acordo com os parâmetros fornecidos (Actixweb, 2023). O código responsável por realizar o parse das informações pertinentes para a paginação está localizado em 'libs/actix-web-pagination', ele é responsável por receber as informações 'page' e 'per_page' vindas pela API e em caso de não receber as informações preencher o valor padrão, tornando então, o uso das informações para a paginação mais simplificada no decorrer da aplicação.

A utilização dos dados para a paginação no momento da interação com o banco de dados, ou seja, no 'src/services', está facilitado por uma macro do *rust*, que pega uma *query* montada utilizando o diesel e complementa a *query* para buscar o intervalo de dados solicitados (Rust, 2023; Diesel, 2023).

A Figura 6 contém a definição da macro responsável por receber os parâmetros de paginação e utilizar os mesmos de forma a complementar a consulta da base de dados, desta forma retornando apenas o intervalo solicitado.

Figura 6. Macro responsável por complementar uma query utilizando os parâmetros de paginação de dados.

```
#[macro_export]
macro_rules! include_query_pagination {
    ($query:expr, $pagination:expr) => {
        $query
            .limit($pagination.per_page().into())
            .offset(($pagination.page() * $pagination.per_page()).into())
    };
}
pub use include_query_pagination;
```

Fonte: Os Autores (2023).

A utilização da macro informada pode ser visualizada na Figura 7, essa função chamada de 'listar' que se encontra dentro dos *services* do produto, está utilizando a macro para complementar sua consulta ao banco de dados.

Figura 7: Trecho de código responsável por retornar a listagem de produtos utilizando a macro de paginação

```
let dados: Result<Vec<Produto>, Error> = crate::include_query_pagination!(
    query.order((dsl::tipo_id, dsl::nome)),
    pagination
).get_results::(conn);
```

Fonte: Os Autores (2023).

Arquivos Static

O protótipo até o momento não conta com nenhuma maneira de anexar arquivos, contudo, o protótipo conta com uma pasta chamada 'static' que é responsável por armazenar arquivos que são de uso geral no sistema e que pode ser utilizada para anexar demais arquivos na medida que a aplicação for crescendo.

A Figura 8 contém a tela onde é apresentada cada uma das práticas agrícolas e a quantidade de utilizações de produtos realizadas em uma safra, esta tela utiliza das imagens presentes nesta pasta para ilustrar cada uma das práticas agrícolas.

Figura 8. Recorte da tela com as práticas agrícolas



Fonte: Os Autores (2023).

A pasta static tem sua estrutura preparada para aguentar inúmeros arquivos sem exceder o limite permitidos dentro de um único diretório e evitando de conflitos acontecem ao guardar outros arquivos no sistema, para realizar isso sua estrutura é composta inicialmente pelo nome da tabela a qual os arquivos se referem, o identificador deste registro quebrado em duas partes e por fim o identificador completo.

Para exemplificar, digamos que estará sendo anexado o rótulo do de um determinado produto, esse tal produto tem como sua identificação o número 768, como número da identificação não contém os menos 4 dígitos ele será preenchido com zeros até que tenha ao menos 4 caracteres, formado assim o número 0768, desta forma o caminho final para os arquivos referente a esse produto será 'static/produtos/07/68/768/', essa estrutura faz com que os arquivos sejam distribuídos em diversas pastas, evitando problemas com a limitação de diretórios permitidos e conflitos entre o caminho para cada um dos anexos.

Funcionalidades

Adentrando deste capítulo, será explorado as múltiplas funcionalidades presentes no protótipo. Cada funcionalidade desempenha um papel específico na composição da aplicação como um todo. Ao longo destas páginas, será examinado em detalhes as capacidades e interconexões que transformam o *software* de uma simples plataforma em uma solução completa e eficaz, destacando sua importância e impacto no cenário em que está inserido.

Múltiplos Acessos e Segmentação dos Dados

O controle de acesso às informações é crucial em qualquer aplicação para salvaguardar

dados e garantir que apenas usuários autorizados tenham acesso às informações. Essa prática visa proteger a integridade e confidencialidade, mitigando potenciais ameaças de acesso não autorizado e permitindo registrar quem foi o responsável por movimentar os dados dentro do sistema.

No contexto de uma aplicação, os usuários desempenham um papel fundamental na identificação e autenticação. Cada usuário possui credenciais únicas, como nome de usuário e senha, que são utilizadas no processo de autenticação. Além disso, em sistemas mais avançados (não sendo aplicado neste protótipo), podem ser implementadas medidas de controle de acesso baseadas em papéis. Isso significa que diferentes usuários têm permissões distintas, dependendo de suas funções ou responsabilidades dentro da aplicação.

No desenvolvimento deste protótipo, foi utilizada uma estrutura de dados centralizada, todos os dados convergem para um único banco, constituindo um repositório unificado. Contudo, a eficiência e segurança desse sistema são refinadas pela organização metódica dos dados em entidades distintas. Cada entidade representa uma categorização específica de informações, e essa divisão estruturada é a chave para assegurar que cada usuário acesse apenas as entidades vinculadas a ele.

Dessa forma, o controle de acesso não apenas protege as informações confidenciais, que aliado a segmentação dos dados por entidade permite uma grande facilidade no compartilhamento de informações entre elas de uma forma anônima, onde as ações de um usuário auxiliam outros usuários, por exemplo, na geração de recomendações de uso de produtos e no acesso dos preços dos insumos, garantindo sempre, que cada usuário tenha acesso somente as informações que competem a ele. Embora na estrutura atual do protótipo, essa segmentação não possa ser visualizada e não existam interações via API desenvolvidas capazes de gerenciá-la, ela existe e cumpre com os seu propósito.

Controle de Safras e Fazendas

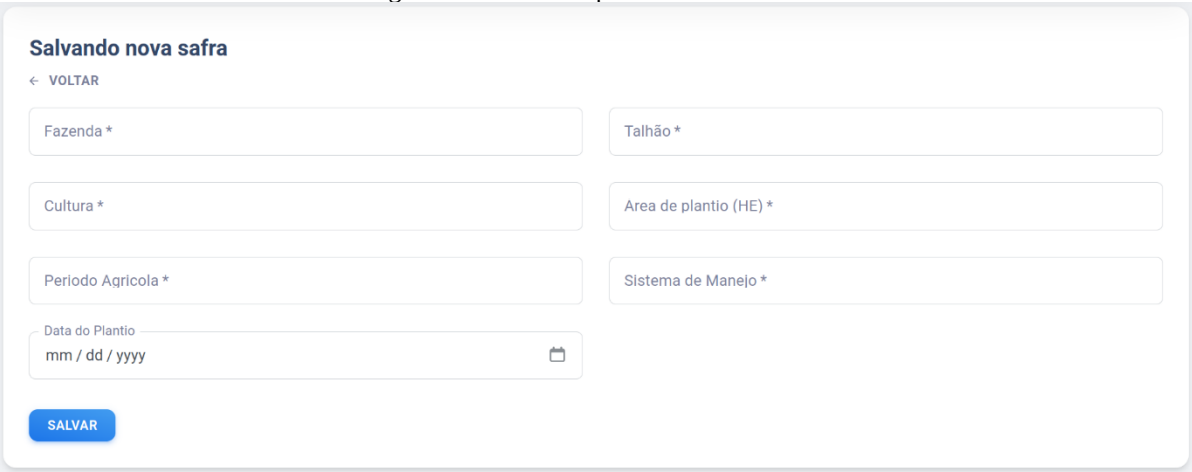
O controle de safras e fazendas desempenha um papel vital na gestão agrícola, sendo uma peça-chave para o sucesso e a eficiência operacional. No contexto do sistema em questão, cada safra é um marco temporal na produção e também é utilizada como um aglutinador essencial de informações.

A safra, verdadeiramente, para o protótipo assume o papel central na produção agrícola,

sendo o epicentro a aglutinadora de todas as informações. No âmbito do protótipo, foi compreendido ela como sendo a base para a organização e análise dessas informações, que podem ser otimizadas para potencializar não apenas o resultado da safra atual, mas para informar decisões futuras. De uma forma ou de outra, as informações lançadas no sistema vão se amarrar a uma safra, sendo ela o ponto central das informações.

A safra em si é composta resumidamente, como apresentado na Figura 9, por uma semente que está sendo plantada, o período agrícola, a data de plantio, a quantidade de hectares que estão sendo plantados e a quantidade em quilos do produto colhido no final do processo.

Figura 9. Formulário para salvar nova safra



O formulário, intitulado "Salvando nova safra", possui um link "← VOLTAR" no topo esquerdo. Ele contém seis campos de entrada: "Fazenda *" e "Talhão *" na primeira linha; "Cultura *" e "Area de plantio (HE) *" na segunda linha; "Período Agrícola *" e "Sistema de Manejo *" na terceira linha. Abaixo desses, há um campo para "Data do Plantio" com o formato "mm / dd / yyyy" e um ícone de calendário. No canto inferior esquerdo, há um botão azul "SALVAR".

Fonte: Os Autores (2023).

Através de cada safra é possível registrar as demais informações relacionadas a ela como a compra de insumos e a utilização destes insumos na mesma, esses registros mais a frente no processo, aliados com o histórico de preços de cada um dos insumos será utilizado para gerar a recomendação das dosagens.

Além disso, são gerados vínculos entre os lançamentos financeiros e movimentações de estoque a cada safra, gerando então uma precisa e eficiente gestão dos recursos. Essa associação direta facilita a rastreabilidade, tornando mais simples entender como os investimentos se relacionam com os resultados da safra.

Em suma, o controle de safras não é apenas uma formalidade administrativa, mas sim uma estratégia inteligente para otimizar processos, melhorar a tomada de decisões e garantir uma gestão agrícola mais eficiente e sustentável.

Controle de Entradas e Saídas

O controle das movimentações financeiras é uma prática essencial na gestão de todas as empresas. Elas são realizadas para garantir uma visão clara e precisa dos fluxos de capital, permitindo uma tomada de decisão estratégica e uma análise aprofundada da saúde financeira do negócio. Essas movimentações financeiras podem ser geradas de duas formas distintas. Primeiramente, pode-se optar por um registro simplificado, abarcando apenas o valor total envolvido na transação. Essa abordagem é eficaz para uma visão geral do panorama financeiro, fornecendo informações sobre os montantes movimentados.

Por outro lado, a entrada e saída financeira também podem ser documentadas de maneira mais detalhada, especificando os insumos ou produtos associados a cada transação. Este método mais granular oferece uma compreensão minuciosa dos componentes financeiros de cada operação. No contexto do sistema em questão, essa abordagem detalhada permite que o sistema gere automaticamente lançamentos contábeis, mantendo um registro preciso e histórico de preços associados a cada insumo.

Essa dualidade na abordagem do controle financeiro oferece flexibilidade, permitindo que os gestores escolham a profundidade de detalhamento que melhor atenda às necessidades específicas do negócio. Seja uma visão ampla focada nos valores totais ou uma abordagem mais detalhada que capture nuances específicas, o controle de entradas e saídas financeiras se destaca como uma ferramenta vital para a gestão financeira e estratégica no ambiente agrícola.

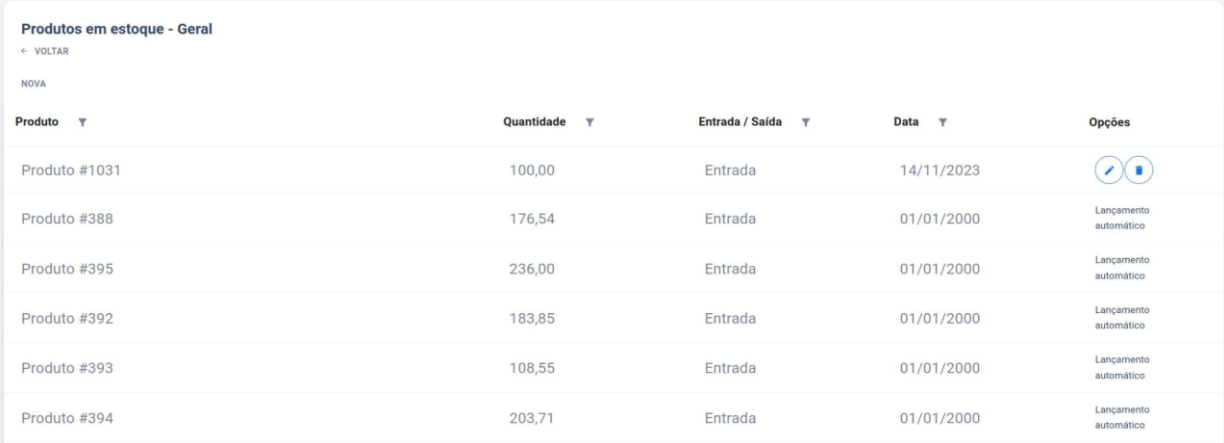
Gerenciamento de Estoque

O estoque é uma peça fundamental para o produtor, com ele é possível armazenar os insumos que não foram utilizados em uma safra específica e até mesmo armazenar o resultado da produção antes da sua venda. Este sistema abrange as movimentações de entrada e saída, atuando para contabilizar os recursos disponíveis com as necessidades operacionais.

No âmbito do gerenciamento de estoque, as movimentações de entrada, como aquisições de insumos e materiais, são cuidadosamente registradas. Esse processo não apenas mantém um registro preciso do que está disponível, mas também informa decisões futuras relacionadas a compras. Por outro lado, as movimentações de saída, representando a distribuição de produtos ou a utilização de insumos, são igualmente cruciais.

As movimentações são realizadas no sistema de forma manual ou automatizada, ao realizar um lançamento financeiro para a entrada de um determinado insumo, o sistema vai solicitar para qual estoque esse produto irá, e então o lançamento de entrada será realizado. A Figura 10 apresenta a listagem com as movimentações de estoque e como pode ser visualizado, as movimentações automáticas não podem ser desfeitas de forma manual, tendo em vista que a mesma está atrelada a uma movimentação financeira.

Figura 10. Listagem de movimentações de entrada e saída do estoque



Produto	Quantidade	Entrada / Saída	Data	Opções
Produto #1031	100,00	Entrada	14/11/2023	 
Produto #388	176,54	Entrada	01/01/2000	Lançamento automático
Produto #395	236,00	Entrada	01/01/2000	Lançamento automático
Produto #392	183,85	Entrada	01/01/2000	Lançamento automático
Produto #393	108,55	Entrada	01/01/2000	Lançamento automático
Produto #394	203,71	Entrada	01/01/2000	Lançamento automático

Fonte: Os Autores (2023).

O gerenciamento de estoque é importante para otimizar a utilização de recursos de uma empresa. Integrar essa prática com as movimentações de entradas e saídas pode ajudar na tomada de decisão e aumentar a renda a longo prazo.

Histórico e Indicativos de Preço

Ter acesso ao histórico de preços de um produto proveniente de diversos fornecedores é um recurso estratégico de grande valor. A importância desse acesso reside em diversos aspectos fundamentais para a gestão eficaz dos recursos financeiros e a tomada de decisões informadas.

Conforme são realizados lançamentos de entrada e saída no sistema, o mesmo vai registrando quem, quando e por quanto está vendendo um determinado insumo, desta forma é armazenado um histórico do preço dos produtos os quais têm seus lançamentos registrados no sistema.

Esse histórico traz vantagens para os usuários do sistema na tomada de decisões no momento da compra, para gerar os seus orçamentos e planejar suas compras, identificar as

tendências do mercado e até mesmo avaliar a eficiência dos fornecedores. O usuário tem a disposição o histórico de preços dos produtos que ele irá utilizar em sua safra, fazendo então, com que seja de fácil validação se o preço cobrado por um determinado insumo está dentro do valor oferecido no mercado.

O registro destes valores pode ser realizado no sistema de forma manual ou feito de forma automática através no lançamento de compra e venda, ao gerar um contas a pagar por exemplo, é solicitado quais produtos estão sendo comprado e de quem eles foram comprados, desta forma, o sistema realiza automaticamente os lançamentos no histórico de preço destes produtos. O acesso ao histórico de preços de diversos fornecedores, é uma ferramenta estratégica capaz de otimizar os custos e manter a competitividade no mercado.

Recomendações de Dosagens

O desafio é criar uma plataforma que não apenas gerencie, mas também interprete dados, proporcionando aos agricultores insights valiosos para uma produção agrícola mais eficiente e sustentável, desta forma, baseando-se nas safras de outros usuários, são realizadas sugestões de dosagens.

As recomendações de dosagens na agricultura desempenham um papel crucial no manejo adequado de insumos agrícolas, como fertilizantes, pesticidas e outros produtos químicos. Essas recomendações têm vários impactos, tanto econômicos quanto ambientais, e influenciam diretamente o desempenho das culturas.

Visualizando quais foram as dosagens utilizadas por outros usuários em suas safras e os resultados que eles obtiveram, é possível utilizar a metodologia do critério de capital limitado para apresentar uma estimativa de quais serão os resultados da safra de acordo com a dosagem utilizada de cada insumo.

A Figura 11 apresenta o gráfico incluso no sistema para mostrar a recomendação de dosagem para obter o melhor resultado financeiro e técnico, como pode ser observado a quantidade é dada em quilos por hectare no eixo das abscissas e o rendimento é dado em quilos no eixo das ordenadas. Nesse momento ocorre uma limitação onde os números incluídos no gráfico não podem ser colocados no formato brasileiro por conta da biblioteca responsável por exibir o gráfico não reconhecer os números corretamente.

Figura 11. Gráfico apresentado recomendação de dosagem



Fonte: Os Autores (2023).

CONCLUSÃO

A agronomia desempenha um papel essencial na sociedade. Cada avanço na agronomia é fundamental, proporcionando melhorias significativas em diversas esferas. Todas as ações realizadas para aumentar a produtividade desempenham um papel central para maximizar a produção agrícola, esses avanços também impactam na qualidade dos alimentos produzidos.

A conclusão do projeto reflete um sucesso notável na consecução de seus objetivos propostos. O objetivo geral foi plenamente atendido como planejado, desta forma, onde o protótipo que inicialmente existia apenas no papel foi transformado em uma aplicação funcional e pronta para uso.

O desenvolvimento deste trabalho proporcionou uma imersão profunda no universo intrincado da gestão agrícola, combinando práticas agrônômicas com avançadas tecnologias da informação. Com a implementação do sistema é destacada a eficácia em simplificar processos, melhorar a tomada de decisões e otimizar recursos.

A identificação das principais necessidades financeiras na produção agrícola foi abordada de maneira abrangente, considerando os desafios específicos enfrentados pelo setor. O desenvolvimento do protótipo de software de análise financeira adaptado às particularidades

agrícolas apresenta ser uma solução concreta para as demandas identificadas. O sistema não apenas cumpre a função de fornecer análises financeiras detalhadas, mas também vai além, oferecendo recomendações de dosagens para insumos em cada fase da safra. Essa capacidade aprimorada contribui diretamente para o desempenho técnico e financeiro, alinhando-se aos objetivos específicos estabelecidos.

Contudo, é importante observar que a avaliação completa do impacto financeiro, ainda está pendente. Como o sistema não foi lançado comercialmente, a implementação em escala real não ocorreu, impossibilitando a análise prática dos impactos financeiros em um ambiente de produção agrícola real.

Este projeto cumpriu parcialmente os objetivos delineados, mas também estabeleceu as bases para futuras etapas de implementação e avaliação em ambientes agrícolas reais. O protótipo desenvolvido representa um passo significativo em direção à integração de soluções tecnológicas para otimização financeira na produção agrícola.

REFERÊNCIAS

ACTIX. **Actor**. [S. l.], 2023. Disponível em: <https://actix.rs/docs/actix/actor>. Acesso em: 1 jun. 2023.

ACTIXWEB. **Actix Web is part of an Ecosystem of Crates**. [S. l.], 2023. Disponível em: <https://actix.rs/docs/whatis>. Acesso em: 1 jun. 2023.

CARDOSO, H. B.; NOGUEIRA, J. C. Perspectivas e desafios do agronegócio brasileiro. **AGRO: O papel do agronegócio brasileiro nas novas relações econômicas mundiais**, [S. l.], 2021.

CEPEA. **PIB do agronegócio brasileiro**. [S. l.], 2023. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>. Acesso em: 12 maio 2023.

CONJO, A. H. **Proposta de uma ferramenta web para assistência à modelagem de requisitos não funcionais de software**. [S. l.: s. n.], 2022.

CUNHA, E. G. **Gestão da sustentabilidade através do plano de manejo agroecológico: estudo de caso de uma área agrícola degradada**. [S. l.: s. n.], 2019.

DIESEL. **Diesel is a Safe, Extensible ORM and Query Builder for Rust**. [S. l.], 2023. Disponível em: <https://diesel.rs/>. Acesso em: 1 jun. 2023.

MEDINA, G. Economia do agronegócio no Brasil: participação brasileira na cadeia produtiva da soja entre 2015 e 2020. **Novos Cadernos NAEA**, [S. l.], v. 24, n. 1, 2021.

MOLIN, J. P.; AMARAL, L. R. do; COLAÇO, A. F. **Agricultura de precisão**. São Paulo: Oficina de Textos. 2015. Acesso em: 1 jun. 2023.

MURAKAMI, C. K. **Softwares no agronegócio: uma análise com enfoque contábil-financeiro**. [S. l.: s. n.], 2018.

RANSOLIN, N. **Modelagem integrada de requisitos funcionais e estruturais em sistemas sócio-técnicos complexos: estudo em uma Unidade de Terapia Intensiva**. [S. l.: s. n.], 2019.

REACT. **Virtual DOM e Objetos Internos**. [S. l.], 2023. Disponível em: <https://pt-br.legacy.reactjs.org/docs/faq-internals.html>. Acesso em: 1 jun. 2023.

RODRIGUES, R. Administração financeira aplicada em empresa de médio porte do setor de agronegócio por meio da gestão de projeto: Financial management applied in a medium-sized company in the agribusiness sector through project management. **Revista Capital Científico – Eletrônica**, [S. l.], v. 20, n. 1, p. 37-50, 2022.

RUST. **Rust, uma linguagem empoderando todos a construir softwares confiáveis e eficientes**. [S. l.], 2023. Disponível em: <https://www.rust-lang.org/pt-BR/>. Acesso em: 1 jun. 2023.

SANTIAGO, C. *et al.* **Uma modelagem de software para gerenciamento de cemitérios**. [S. l.: s. n.], 2018.