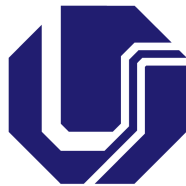

**Uso de mecanismos de visualização de dados
para tomadas de decisão na plataforma *MistuRe***

César Henrique Marçal Cardoso



UFU

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE COMPUTAÇÃO
BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

Monte Carmelo - MG
2024

César Henrique Marçal Cardoso

**Uso de mecanismos de visualização de dados
para tomadas de decisão na plataforma *MistuRe***

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Computação da Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais, como requisito exigido parcial à obtenção do grau de Bacharel em Sistemas de Informação.

Área de concentração: Sistemas de Informação

Orientador: Prof. Dr. Rafael Dias de Araújo

Monte Carmelo - MG

2024

Este trabalho é dedicado a todos aqueles que buscam incessantemente a excelência e tentam a cada dia se tornar a melhor versão de si mesmas

Agradecimentos

A primeira pessoa que gostaria de expressar minha profunda gratidão é ao meu amigo e mentor Gabriel Franco, que sempre acreditou no meu potencial e me guiou para me tornar o profissional que sou hoje. Sem sua atuação em minha vida eu não teria realizado as conquistas que aconteceram em todos esses anos na minha carreira como programador. Agradeço por toda a orientação e por compartilhar seu conhecimento, tempo e amizade.

A segunda pessoa que gostaria de agradecer é ao meu exímio professor e orientador do TCC, Rafael Araújo, por todo o conhecimento e aprendizando absorvidos em suas matérias que sempre eram marcantes. Além disso gostaria de agradecer as diversas oportunidades que me foram proporcionadas para testar meus conhecimentos acadêmicos em atividades práticas como o estágio e a iniciação científica na qual em ambas fui contemplado com sua excelente orientação.

Também gostaria de agradecer a toda minha família e amigos, em especial à minha mãe Andréa Marçal, que é uma pessoa que tenho uma profunda admiração e por ter sido minha maior fonte de inspiração para me tornar cada dia uma pessoa melhor. Por último mas não menos importante, agradeço também aos professores da Universidade Federal de Uberlândia e a toda a comunidade de tecnologia pela disseminação de conhecimento gratuito e de qualidade.

“Uma vida sem desafios não vale a pena ser vivida.”
(Sócrates)

Resumo

A falta de informações sobre misturas de produtos fitossanitários é um desafio significativo enfrentado por diversas partes interessadas na área da agronomia, como técnicos, produtores rurais e agrônomos, causando um impacto direto na eficiência e segurança das práticas agrícolas. Para abordar essa lacuna, foi desenvolvida a aplicação MistuRe em 2020, que facilita o acesso a dados relevantes por meio de colaboração entre pesquisadores e avaliadores, na qual, esta plataforma permitiu a criação de uma base de dados inicial, fornecendo informações cruciais sobre esses compostos químicos.

Porém, dada a complexidade e demora associadas ao trabalho desses profissionais, surgiu a necessidade de aprimorar a qualidade dos dados inseridos na aplicação. Assim, foi concebido um sistema de logs para mapear o comportamento dos usuários do aplicativo móvel, disponível na Play Store para dispositivos Android. A análise desses logs revelou insights valiosos sobre as preferências dos usuários com relação as combinações mais utilizadas, e dentre estas, quais ainda não possuía nenhum resultado inserido previamente pelos especialistas através de um sistema web da plataforma MistuRe.

Além disso, a integração da visualização de dados possibilitou a criação de um painel (dashboard) com filtros relevantes e gráficos, fornecendo o embasamento necessário para a tomada de decisões. Como resultado, os avaliadores e pesquisadores agora podem gerar novos resultados com maior eficiência e confiança, impulsionando assim o avanço no conhecimento e na prática fitossanitária.

Palavras-chave: MistuRe, Herbicidas, Produto Fitossanitário, Flutter, Sistema Web.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Exemplo de um gráfico de linha representado uma variação de temperatura	22
Figura 2 – Exemplo de um gráfico de barras representado a quantidade de vendas entre os departamentos de uma loja	23
Figura 3 – Exemplo de um gráfico de setores representado a distribuição de uma turma pelo gênero favorito de filmes	23
Figura 4 – Diagrama de implantação da aplicação MistuRe	27
Figura 5 – Diagrama Entidade Relacionamento da aplicação MistuRe	29
Figura 6 – Diagrama Entidade Relacionamento da aplicação MistuRe	30
Figura 7 – Tela inicial do app após instalação	32
Figura 8 – Segundo passo do processo inicial de cadastro ou recuperação de acesso	32
Figura 9 – Terceiro passo, representado pela tela de resumo das informações . . .	33
Figura 10 – Formulário de cadastro de uma nova substância	36
Figura 11 – Exemplo de uma substância que é utilizada na aplicação	37
Figura 12 – Tela de listagem de substâncias	37
Figura 13 – Formulário de cadastro de um novo resultado	38
Figura 14 – Exemplo do formulário de resultado preenchido	38
Figura 15 – Página de resultados do sistema web	38
Figura 16 – Tela inicial do aplicativo	40
Figura 17 – Busca por substâncias	40
Figura 18 – Outro exemplo de busca de substância	41
Figura 19 – Composição final de uma mistura	41
Figura 20 – Listagem de resultados para a mistura pesquisada	42
Figura 21 – Tela de informações detalhadas do resultado	42
Figura 22 – Função em Dart que busca resultados na API	43
Figura 23 – Tabela de logs dos usuários do aplicativo	43
Figura 24 – Painel de informações sobre o comportamento dos usuários do app . . .	44
Figura 25 – JSON retornado pela api ao filtrar Logs	45

Figura 26 – Função utilizada para preparar a resposta da API para popular os gráficos e tabelas.	45
Figura 27 – Função utilizada para gerar um gráfico da biblioteca recharts.	46
Figura 28 – Função utilizada para popular a tabela contida dentro das seções.	47
Figura 29 – Painel de informações sobre a frequência do uso das substâncias nos resultados	48
Figura 30 – Painel de informações sobre a frequência de uso das culturas nos resultados	49
Figura 31 – Captura de tela do painel do aplicativo MistuRe no Google Play Console no dia 25/01/2024.	51
Figura 32 – Misturas mais buscadas no geral pelos usuários do app	52
Figura 33 – Misturas mais buscadas pelos agricultores	53
Figura 34 – Misturas mais buscadas pelos estudantes	54
Figura 35 – Misturas mais buscadas pelos pesquisadores	55
Figura 36 – Substâncias mais usadas nos resultados aprovados	56
Figura 37 – Culturas mais usadas nos resultados aprovados	57

Lista de siglas

API Interface de Programação de Aplicativos
- *Application Programming Interface*

AJAX JavaScript Assíncrono
- *Asynchronous JavaScript And XML*

CSS Folha de estilos em cascata
- *Cascading Style Sheets*

CRUD Criar, Ler, Atualizar e Deletar
- *Create, Read, Update and Delete*

DOM Modelo de Objeto de Documento
- *Document Object Model*

DER Diagrama Entidade-Relacionamento

FTP Protocolo de Transferência de Arquivos
- *File Transfer Protocol*

HTML Linguagem de Marcação de Texto
- *HyperText Markup Language*

JSON Notação de Objeto em JavaScript
- *JavaScript Object Notation*

MAPA Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

ND Não definido

ORM Mapeamento Objeto-Relacional
- *Object-Relational Mapping*

PHP Pré Processador de Hipertexto

PDO Objetos de Dados em PHP
- *PHP Data Objects*

REST Padrão de Transferência de Estado

RDBMS Sistema Gerenciador de Banco de Dados Relacional
- *Relational Database Management System*

XAMPP Plataforma para desenvolvimento local
- *Cross-Platform, Apache, MySQL, PHP, and Perl*

Sumário

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	Motivação	12
1.2	Problema	13
1.3	Hipótese	14
1.4	Objetivos	14
1.4.1	Objetivos Específicos	15
1.5	Organização da Monografia	15
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1	Misturas de agrotóxicos e a necessidade de informações científicas unificadas	16
2.2	Tecnologias utilizadas	17
2.2.1	Sistema Web	17
2.2.2	Aplicativo móvel	20
2.3	Visualização da informação	21
2.4	Trabalhos relacionados	24
3	DESENVOLVIMENTO	27
3.1	Visão geral do sistema	27
3.1.1	Modelo de Dados	28
3.2	Funcionamento da plataforma	30
3.2.1	Funções dos avaliadores e pesquisadores	30
3.2.2	Fluxo de primeiro acesso ao aplicativo	31
3.3	Disponibilização das aplicações	33
3.3.1	Hospedagem do Sistema Web	33
3.3.2	Implantação do aplicativo Flutter na Play Store	34
3.4	Exemplo prático do uso da plataforma	34
3.4.1	Sistema Web	35

3.4.2	Aplicativo Móvel	39
3.5	Extração de relatórios e estatísticas dos usuários	41
3.5.1	Seção do Aplicativo	42
3.5.2	Seção de Substâncias	47
3.5.3	Seção de Culturas	48
3.5.4	Visualização de dados	49
4	RESULTADOS	51
4.1	Análise da seção de usuários	52
4.1.1	Buscas realizadas pelos agricultores	52
4.1.2	Buscas realizadas pelos Estudantes	53
4.1.3	Buscas realizadas pelos Pesquisadores	54
4.2	Análise da seção de substâncias	55
4.3	Análise da seção de culturas	56
4.3.1	Visualização de dados	57
5	CONCLUSÃO	59
5.1	Principais Contribuições	60
5.2	Limitações	61
5.3	Trabalhos Futuros	63
	REFERÊNCIAS	64

Introdução

1.1 Motivação

A técnica mais difundida, atualmente, para proteção de plantas é o controle químico envolvendo o uso de produtos fitossanitários, também denominados agrotóxicos, para combater insetos, microrganismos e plantas daninhas. O Brasil destaca-se como o segundo maior consumidor de agrotóxicos do mundo, registrando milhares de produtos no Ministério da Agricultura (AGROFIT, 2019). O interesse sobre essas misturas de produtos fitossanitários é relevante na comunidade agrônômica, abrangendo diversas partes interessadas como engenheiros agrônomos, profissionais especializados e produtores rurais, uma vez que o manejo inadequado pode resultar em sérios problemas fitossanitários, comprometendo a produção global de alimentos (CHAVES et al., 2013; ANDREW; STORKEY; SPARKES, 2015; WESTWOOD et al., 2018).

Além disso, a combinação correta dessas substâncias em misturas de tanque oferece diversos benefícios, como a otimização do tempo, economia de recursos financeiros, equipamentos e água (GAZZIERO, 2015). Por outro lado, a má combinação de produtos fitossanitários pode resultar em danos significativos aos equipamentos agrícolas, comprometendo sua integridade e desempenho essencial para a produção. A ineficácia no controle de pragas e doenças decorre dessa prática inadequada, permitindo a persistência de patógenos e insetos prejudiciais, resultando em prejuízos à colheita. A contaminação de operadores e do ambiente é um risco associado, causando problemas de saúde e impactos negativos no ecossistema. Adicionalmente, a intoxicação das plantas cultivadas é uma preocupação substancial, afetando negativamente seu desenvolvimento e a qualidade do produto final, influenciando não apenas a produtividade, mas também a comercialização (DAS, 2014). Assim, é crucial adotar práticas adequadas de manejo fitossanitário, assegurando a aplicação correta e a compatibilidade entre os produtos utilizados.

Ademais, em 2018, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) estabeleceu regulamentações que autorizam profissionais técnicos a incluir combinações de agrotóxicos em receituários agrônômicos, uma prática anteriormente não permitida.

Devido à ausência de recomendações específicas de misturas pelos fabricantes de agrotóxicos, a instrução normativa determina que os técnicos devem consultar literatura especializada para obter informações sobre as misturas adequadas. Essa abordagem busca garantir uma orientação imparcial e fundamentada cientificamente. Logo, a plataforma “MistuRe” foi desenvolvida para agregar um grande valor para todas essas partes interessadas. Esse aplicativo foi criado durante um projeto de Iniciação Científica concluído em 2020 na Universidade Federal de Uberlândia. Seu propósito é fornecer aos usuários uma maneira prática e direta de acessar informações verificadas sobre a compatibilidade entre compostos fitossanitários, integrando diversas fontes científicas em uma única aplicação disponível para dispositivos Android, com possibilidade de download de forma gratuita através da Play Store.

Neste trabalho de conclusão de curso, são destacados os avanços implementados em tal plataforma, com ênfase especial na melhoria da apresentação de informações e na análise de métricas significativas referentes ao engajamento dos usuários com o aplicativo. Agora, através de uma interface Web dedicada, os responsáveis por cadastrar novos resultados podem entender, de forma mais precisa, quais misturas e produtos despertam maior interesse entre os usuários finais. Esse *insight* aprofundado possibilita o desenvolvimento de novas funcionalidades e conteúdos que visam melhor satisfazer as necessidades e expectativas desses usuários, promovendo uma base mais sólida para futuras pesquisas e aprimoramentos.

1.2 Problema

A divulgação de novas pesquisas, sobre os resultados de misturas de produtos fitossanitários na plataforma desenvolvida, requer a colaboração entre duas figuras cruciais: o pesquisador e o avaliador. O primeiro desempenha a função de revisar os artigos científicos e realizar a inserção inicial dos dados na plataforma. Em seguida, o avaliador, uma pessoa mais experiente no ramo, avalia se o trabalho cadastrado está em conformidade com os padrões de qualidade aceitos para disponibilização aos usuários finais, efetuando, assim, uma validação dupla nos dados da plataforma.

Dada a considerável quantidade de combinações possíveis que os usuários finais do aplicativo MistuRe podem criar, é extremamente interessante que o trabalho dos pesquisadores e avaliadores seja direcionado para atender às demandas dos usuários, visando satisfazer as expectativas. Uma vez que existem milhares de produtos registrados no Ministério da Agricultura, a quantidade de combinações possíveis entre os mesmos é extremamente alta. Além disso, é possível criar diversas variações destas utilizando-se os mesmos compostos e alterando apenas a dosagem de cada princípio ativo presente, gerando assim uma infinidade de associações possíveis.

Contudo, atualmente não há meios eficazes para que esses responsáveis compreendam

as pesquisas realizadas por meio do aplicativo, tampouco identifiquem as consultas que não geraram resultados. Ademais, há uma significativa dificuldade em compreender a abrangência da base de dados relacionada ao domínio da aplicação, como por exemplo, as substâncias e culturas mais e menos presentes nos resultados cadastrados na plataforma. Portanto, a obtenção de conhecimento sobre as lacunas na aplicação, a fim de aprimorar a satisfação do usuário final, continua a ser uma questão problemática nesta aplicação.

1.3 Hipótese

Todo o processo de validação utilizado na plataforma para disponibilizar um resultado, demanda tempo e esforços consideráveis, exigindo uma abordagem metódica para assegurar a precisão das informações disponibilizadas aos usuários finais. Dada a complexidade e a extensão da literatura disponível, acredita-se que seria benéfico o fornecimento de ferramentas que facilitassem a tomada de decisões dos encarregados em popular a base de dados, direcionando o foco para áreas cruciais da literatura. Isso não apenas agilizaria o processo, tornando-o mais eficiente, mas também permitiria uma abrangência mais significativa de resultados, atendendo a uma variedade maior de usuários que estão demandando tal conhecimento.

Portanto, acredita-se que através da implementação de estratégias para promover uma melhor visualização da informação, a respeito do comportamento dos usuários da plataforma bem como outros dados estatísticos relevantes sobre a base de dados, poderia otimizar e aprimorar o trabalho dos responsáveis. Dessa forma, seria possível fornecer mais informações para auxiliar a tomada de decisão dos mesmos a respeito de qual área da literatura deve-se explorar dada a situação atual de abrangência da plataforma, tornando a mesma mais eficiente e capaz de lidar com a crescente demanda por informações científicas a respeito do uso de misturas de produtos fitossanitários na agricultura.

1.4 Objetivos

O objetivo geral deste trabalho concentra-se em projetar e desenvolver um painel (*dashboard*) informativo que apresente dados estatísticos sobre a plataforma MistuRe e sua base de dados em um formato de visualização adequado e de fácil entendimento. Esse painel visa proporcionar informações relevantes sobre o comportamento dos usuários finais, destacando quais misturas são mais procuradas e identificando aquelas para as quais ainda não foram disponibilizados resultados.

Além disso, esta nova seção pretende oferecer dados sobre as substâncias mais e menos utilizadas para compor os trabalhos bem como informações referentes ao uso das culturas disponíveis.

1.4.1 Objetivos Específicos

- ❑ Possibilitar filtros relevantes no painel;
- ❑ Capturar eventos de consulta na base de dados;
- ❑ Mapear quando uma consulta foi retornada vazia e quando teve pelo menos um resultado;
- ❑ Gerar uma nova versão do aplicativo móvel com as atualizações necessárias para gerar logs e disponibilizá-la na loja de aplicativos.
- ❑ Realizar uma análise geral da base de dados para entender as misturas mais relevantes aos usuários finais, bem como as substâncias e culturas presentes nos resultados da plataforma.

1.5 Organização da Monografia

O restante da estrutura desta monografia é organizada em quatro capítulos, cada um desempenhando um papel essencial na apresentação e análise do trabalho desenvolvido. No Capítulo 2 (FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA), são discutidos os principais conceitos e tecnologias que fundamentam o presente estudo. Esta seção visa proporcionar ao leitor uma compreensão aprofundada do contexto teórico que sustenta a implementação proposta.

O Capítulo 3 (DESENVOLVIMENTO), aborda a descrição detalhada da implementação prática do sistema. Aqui, será discorrido sobre a criação tanto da plataforma web quanto do aplicativo móvel, além da construção e população do novo painel de informações. Esta seção é crucial para entender como as ideias teóricas foram traduzidas em uma aplicação tangível, destacando os desafios encontrados e as soluções adotadas.

No Capítulo 4 (RESULTADOS), será explorado o conhecimento que pode ser extraído do novo painel construído. Além disso, conduziremos análises aprofundadas dos resultados apresentados em cada seção do painel. Este capítulo fornecerá uma visão crítica e aprofundada dos dados obtidos, destacando tendências, padrões e insights relevantes.

Por fim, o Capítulo 5 (CONCLUSÃO), apresentará as considerações finais do trabalho. Aqui, será resumido as descobertas-chave, as contribuições deste estudo e a abordagem de possíveis direções para pesquisas e trabalhos futuros.

Fundamentação Teórica

2.1 Misturas de agrotóxicos e a necessidade de informações científicas unificadas

No decorrer do ciclo de crescimento de culturas agrícolas, é uma ocorrência comum que doenças, insetos e plantas daninhas se manifestem simultaneamente em estágios vegetativos semelhantes. Em resposta a essa realidade, os agricultores frequentemente empregam uma abordagem unificada na aplicação de diversos agrotóxicos de diferentes classes e finalidades. A mistura de produtos oferece vantagens notáveis, como otimização das operações, economia de tempo, recursos financeiros, equipamentos e água (GAZZIERO, 2015). A prática de mistura de tanque é uma ocorrência disseminada na agricultura convencional em todo o mundo, abrangendo os principais países produtores de alimentos (DAS, 2014).

Entre as misturas mais frequentemente empregadas na agricultura, podemos destacar a combinação de herbicidas com a finalidade de ampliar o espectro de controle, como a associação de *glyphosate + 2,4-D + chlorimuron-ethyl* no cultivo de soja. Além disso, é comum a inclusão de inseticidas e fungicidas na mesma calda herbicida para combater insetos e fungos fitopatogênicos, conforme observado por (GAZZIERO, 2015). Também é relevante ressaltar os casos de sinergismo entre produtos, exemplificados por combinações como *atrazine + s-metolachlor + nicosulfuron* em milho, *2,4-D + picloram* em pastagens, *fluazifop-p-putyl + fomesafen*, entre várias outras (DAS, 2014; GAZZIERO, 2015; ZANDONADI et al., 2017).

Atualmente, no contexto brasileiro, o MAPA mantém um vasto registro de produtos fitossanitários em sua base de dados (AGROFIT, 2019), todos legalmente autorizados para utilização. Isso abre um leque de possibilidades para a criação de novas misturas, porém, frequentemente, os resultados dessas combinações, tanto os positivos quanto os negativos, não são de amplo conhecimento. Portanto, torna-se de grande interesse desenvolver um aplicativo que centralize essas informações, provenientes de pesquisas indexadas em diversas bases científicas, como Scielo, Scopus, Elsevier, Web of Science, Google, CAPES,

PubMed, entre outras. Esse aplicativo teria o propósito de facilitar a busca e recomendação de misturas de tanque envolvendo herbicidas por parte dos técnicos de campo responsáveis, além de garantir que essas recomendações estejam embasadas em resultados científicos provenientes das publicações originais.

Após a mistura de tanque desses produtos, podem ocorrer diversas situações, incluindo incompatibilidade física ou química entre os mesmos (o que compromete a aplicação), efeitos antagônicos (quando ocorre um efeito oposto ao esperado), efeitos aditivos (quando o efeito da mistura equivale à soma dos efeitos de cada produto isolado) e efeitos sinérgicos (quando o efeito final é superior à soma dos efeitos individuais de cada produto). Em muitos casos, essas combinações podem resultar em danos aos equipamentos, ineficácia no controle, contaminação de operadores e do ambiente, bem como intoxicação das plantas cultivadas, acarretando uma série de prejuízos, como apontado por DAS (2014).

Em resumo, a agricultura enfrenta a complexidade das diferentes pragas e desafios que surgem durante o ciclo de crescimento das culturas. A prática da mistura de agrotóxicos é uma resposta eficaz a essa realidade, oferecendo benefícios substanciais, como otimização das operações e economia de recursos. Esta estratégia é amplamente adotada em todo o mundo, abrangendo culturas essenciais.

As diversas combinações de agrotóxicos utilizadas na agricultura demonstram a amplitude do desafio e a necessidade de uma abordagem embasada em informações científicas. Além disso, a extensa lista de produtos fitossanitários registrados no Brasil abre um vasto campo de possibilidades para novas misturas. No entanto, a falta de conhecimento sobre os resultados dessas combinações, tanto positivos quanto negativos, ressalta a importância de uma ferramenta, como um aplicativo, que centralize e unifique informações científicas de várias fontes.

É fundamental reconhecer que as misturas de agrotóxicos podem resultar em uma variedade de efeitos, desde incompatibilidades até sinergismos, com possíveis consequências adversas para equipamentos, eficácia do controle, segurança de operadores e do ambiente. Portanto, a busca por conhecimento científico sólido e informações unificadas é essencial para orientar práticas seguras e eficazes no agronegócio, garantindo que as recomendações sejam respaldadas por resultados científicos confiáveis.

2.2 Tecnologias utilizadas

2.2.1 Sistema Web

O sistema web desempenha um papel fundamental em qualquer projeto de desenvolvimento de software, representando, principalmente, a interface do sistema acessada por meio de navegadores web em computadores e dispositivos móveis. Também é importante destacar que existe uma alta quantidade de tecnologias disponíveis tanto no lado do front

end quanto no back end, que pode ser utilizada para a criação de experiências de usuário sólidas e funcionais (GARCIA; YOUSEF, 2023).

No front end, é indispensável o uso de Linguagem de Marcação de Texto (HTML), responsável pela estruturação da página, de Folha de estilos em cascata (CSS), que define o estilo e o layout, e de JavaScript, conferindo dinamismo e interatividade. Embora frameworks populares como ReactJs, VueJs e AngularJs simplifiquem o desenvolvimento, oferecendo estruturas eficazes para a construção de interfaces intuitivas, há diversos casos em que o simples uso direto de JavaScript e jQuery pode ser vantajoso.

JavaScript, como linguagem nativa, é universalmente suportado pelos navegadores, proporcionando flexibilidade e simplicidade. Juntamente com a biblioteca jQuery, que simplifica tarefas comuns do JavaScript, oferece uma abordagem leve e direta para o desenvolvimento front end, especialmente em projetos mais simples (TRAN, 2020).

No âmbito do back end, as tecnologias variam conforme as necessidades específicas do projeto. Linguagens como Python, JavaScript, Java, Ruby e Pré Processador de Hipertexto (PHP) desempenham papéis cruciais. Frameworks como Django, Flask, Express, Ruby on Rails e Laravel (para PHP) oferecem estruturas poderosas para o desenvolvimento eficiente do lado do servidor. Além disso, bancos de dados como MySQL, PostgreSQL e MongoDB desempenham um papel crucial no armazenamento e gerenciamento de dados.

Dentre as tecnologias apresentadas, a linguagem de programação PHP merece destaque, especialmente pela sua eficácia no processo de desenvolvimento. Reconhecida pela sua simplicidade e versatilidade, tal linguagem é amplamente utilizado em conjunto com o framework Laravel, que proporciona uma experiência de desenvolvimento ágil e estruturada. Sua integração eficiente com bancos de dados e a facilidade de incorporar elementos dinâmicos em páginas web tornam tal tecnologia uma escolha valiosa para projetos web. É importante mencionar também, que a comunicação entre front end e back end é facilitada por meio de uma Interface de Programação de Aplicativos (API), garantindo a transferência de dados de forma eficiente e padronizada através de uma notação única e padronizada utilizando objetos JavaScript, denominados Notação de Objeto em JavaScript (JSON).

A combinação equilibrada de tecnologias no front end e back end é crucial para criar sistemas web modernos e eficientes. Embora frameworks como React e Vue.js ofereçam benefícios significativos, o uso direto de JavaScript e jQuery pode ser vantajoso em determinados contextos, proporcionando uma abordagem mais leve e simplificada para certos projetos. O PHP, com suas vantagens no desenvolvimento back end, destaca-se como uma escolha valiosa na construção de sistemas web.

Para o desenvolvimento desta plataforma web foram utilizadas as seguintes tecnologias:

- ❑ **Plataforma para desenvolvimento local (XAMPP):** O XAMPP é um pacote de software que fornece um ambiente de desenvolvimento web local. Ele inclui o Apache como servidor web, o MySQL como sistema de gerenciamento de banco

de dados, o PHP para processamento de scripts do lado do servidor e o Perl para scripting. O XAMPP é usado para criar um ambiente de desenvolvimento local para testar e depurar o sistema web antes de implantá-lo em um servidor web remoto.

- ❑ **Pré Processador de Hipertexto:** O PHP é uma linguagem de programação de código aberto amplamente usada para desenvolvimento web. Ele é executado no servidor e é responsável por gerar conteúdo dinâmico, processar formulários, acessar bancos de dados e interagir com o servidor web.
- ❑ **MYSQL:** O MYSQL é um Sistema Gerenciador de Banco de Dados Relacional (RDBMS) de código aberto amplamente usado. Ele é usado para armazenar, gerenciar e recuperar dados para o seu sistema web além de ser altamente escalável e possibilitar suporte a consultas complexas.
- ❑ **HTML :** HTML na versão 5, utilizada para estruturar e apresentar conteúdo na web. Lançada em 2014, ela traz uma série de novos recursos e melhorias em relação às versões anteriores do HTML. Entre suas principais características estão suporte nativo a áudio e vídeo, elementos semânticos que facilitam a organização do conteúdo (como <header>, <footer>, <article>, entre outros), capacidades de gráficos 2D e 3D com a API Canvas, armazenamento local de dados com o Web Storage, além de suporte para aplicações web offline e mobile. O HTML desempenha um papel fundamental na criação de websites modernos, dinâmicos e interativos.
- ❑ **CSS :** O CSS na versão 3, é uma linguagem de estilo utilizada para controlar a apresentação e o layout dos elementos HTML em uma página web. Ele oferece recursos avançados, como animações, sombras e gradientes, permitindo a criação de designs atraentes e responsivos.
- ❑ **Bootstrap:** O Bootstrap é uma ferramenta gratuita para desenvolvimento HTML, CSS e JavaScript. Nela é possível encontrar componentes prontos criados pela comunidade que facilita e agiliza bastante o processo de implementação do design visual das páginas web.
- ❑ **JQUERY:** É uma biblioteca de JavaScript de código aberto amplamente utilizada para simplificar a manipulação do Modelo de Objeto de Documento (DOM) e interações com elementos HTML em páginas web. Ele oferece uma variedade de funções e métodos que facilitam tarefas comuns, como animações, manipulação de eventos e requisições JavaScript Assíncrono (AJAX), tornando o desenvolvimento web mais eficiente.
- ❑ **Recharts:** A biblioteca Recharts, destaca-se como uma ferramenta eficiente e acessível para a criação de gráficos no front end. Ela oferece uma diversidade de tipos de gráficos, possibilitando representações visuais personalizadas e adaptáveis. Sua

notável facilidade de customização, aliada à responsividade automática para diversos dispositivos, a torna uma escolha valiosa para desenvolvedores em busca de uma solução intuitiva na visualização de dados. Através de uma abordagem simples e propriedades intuitivas, a Recharts simplifica a criação de gráficos interativos, destacando-se como uma ferramenta eficaz no desenvolvimento front end.

2.2.2 Aplicativo móvel

A seção do aplicativo móvel é igualmente importante, se concentrando na entrega da experiência do usuário em dispositivos Android. Para o desenvolvimento desta aplicação, foi utilizado a tecnologia Flutter, que representa um framework de código aberto desenvolvido pelo Google, que pode ser utilizado para o desenvolvimento de aplicativos móveis nativos para múltiplas plataformas, incluindo Android e iOS (BHAGAT et al., 2022). Utilizando a linguagem de programação Dart, o Flutter permite a criação de interfaces de usuário atraentes e responsivas, graças ao seu vasto conjunto de componentes unitários personalizáveis. Essa tecnologia se diferencia pela capacidade de compilar o código diretamente para o código nativo dos dispositivos, o que garante uma experiência de usuário fluida e performática (KISHORE et al., 2022).

A escolha do Flutter para o desenvolvimento de aplicativos também é motivada pela sua eficiência e produtividade, especialmente por conta do recurso de hot reload, que possibilita aos desenvolvedores visualizar as alterações no código em tempo real, sem a necessidade de reiniciar o aplicativo. Esse aspecto é crucial para agilizar o ciclo de desenvolvimento, particularmente durante a fase de ajustes na interface do usuário.

Outra tecnologia que é bastante usada para o mesmo propósito é o React Native, porém o Flutter oferece vantagens distintas em comparação ao mesmo, especialmente no que tange à performance e à qualidade da experiência do usuário. Enquanto o Flutter compila para código nativo, garantindo uma execução fluida e eficiente dos aplicativos em plataformas múltiplas, o React Native ainda depende de uma ponte de comunicação com o código nativo, o que pode resultar em latências perceptíveis (ZAHRA; ZEIN, 2022).

Além disso, a abordagem de design do Flutter, baseada em widgets, permite uma personalização mais profunda e flexível da interface do usuário, facilitando a criação de aplicativos visualmente ricos e interativos. O suporte da vasta coleção de widgets pré-construídos e a capacidade de visualizar mudanças em tempo real através do hot reload agilizam significativamente o processo de desenvolvimento, colocando o Flutter à frente em termos de eficiência de desenvolvimento e inovação de design em comparação ao React Native. Logo, em detrimento a todas as vantagens oferecidas pelo ambiente de desenvolvimento de apps utilizando este framework da empresa Google, o Flutter foi a tecnologia adotada para o desenvolvimento da aplicação Android MistuRe.

2.3 Visualização da informação

A Visualização da Informação é uma área interdisciplinar que desempenha um papel fundamental na análise e interpretação de dados complexos, permitindo que os pesquisadores, analistas e tomadores de decisão transformem dados abstratos em conhecimento e representações visuais compreensíveis (APARICIO; COSTA, 2015).

Através da utilização de gráficos, diagramas, mapas e outras representações visuais, os estudos desta área objetivam organizar e estruturar os dados para comunicar informações de forma eficaz. Além disso, é notável a sua presença em diversos domínios, desde a ciência de dados e negócios até a medicina e educação. A seguir estão listadas algumas das principais contribuições desta área:

- ❑ **Compreensão Aprofundada:** A visualização de dados permite que as pessoas percebam padrões, tendências e relações que podem ser difíceis de identificar em dados brutos. Isso simplifica a compreensão de informações complexas, tornando-as acessíveis a um público amplo, independentemente de seu nível de especialização.
- ❑ **Tomada de Decisão Informada:** A Visualização da Informação apoia a tomada de decisões informadas, fornecendo uma representação visual clara dos dados. Isso é fundamental em ambientes de negócios, onde a análise de dados é crucial para estratégias de mercado, alocação de recursos e planejamento estratégico.
- ❑ **Detecção de Anomalias:** Através da visualização, é possível identificar rapidamente anomalias ou outliers em conjuntos de dados. Isso é particularmente valioso na detecção de fraudes, monitoramento de sistemas críticos, sistemas especialistas e na pesquisa científica também.
- ❑ **Comunicação Eficaz:** A comunicação é uma parte essencial da pesquisa e do compartilhamento de informações. A visualização permite que os pesquisadores comuniquem suas descobertas de maneira mais eficaz, tornando os resultados mais acessíveis e impactantes para o público.

Ademais, a utilidade da Visualização da Informação é evidente em diversos contextos (ENGBRETSSEN; KENNEDY, 2020), como por exemplo:

- ❑ **Exploração de Dados:** Na fase inicial da análise de dados, a visualização ajuda os pesquisadores a explorar e entender os dados, identificando padrões iniciais e definindo hipóteses a serem testadas.
- ❑ **Monitoramento em Tempo Real:** Em sistemas de monitoramento em tempo real, como os utilizados na indústria, na infraestrutura crítica e na saúde, a visualização é fundamental para acompanhar o desempenho e a integridade do sistema, permitindo a tomada de medidas imediatas.

- ❑ **Educação e Conscientização:** A Visualização da Informação é uma ferramenta valiosa no ensino e na divulgação científica, ajudando a tornar conceitos complexos mais acessíveis e envolventes para estudantes e o público em geral.
- ❑ **Planejamento Estratégico:** Em organizações e empresas, a visualização de dados é essencial para o planejamento estratégico, permitindo a identificação de oportunidades e ameaças, bem como o acompanhamento do progresso em direção a metas estabelecidas.

Por sua vez, gráficos desempenham um papel crucial na Visualização de Dados, sendo uma das técnicas mais difundidas que permite representar informações de maneira acessível, informativa e de rápido entendimento. Eles são ferramentas poderosas para comunicar padrões, relações e tendências entre os dados (SADIKU et al., 2016). A seguir serão listados alguns exemplos de tipos de gráficos e em quais contextos são mais recomendados (SADIKU et al., 2016):

- ❑ **Gráfico de Linha:** Frequentemente utilizado para ilustrar a relação entre itens, é ideal para comparar mudanças ao longo de um período de tempo. Ele é particularmente eficaz na representação de tendências contínuas, como o crescimento de vendas ao longo dos anos, a variação de algum ativo em determinado período de tempo e a evolução de dados climáticos, como exemplifica a Figura 1. A linha conecta pontos de inflexões e oferece uma representação visual clara de como os valores variam.

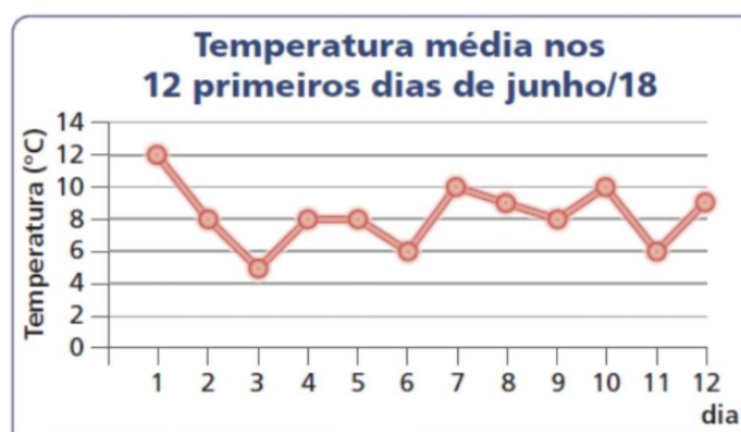


Figura 1 – Exemplo de um gráfico de linha representando uma variação de temperatura

- ❑ **Gráfico de Barras:** É uma ferramenta valiosa para a comparação de quantidades em diferentes seções. Ele representa dados por meio de barras verticais ou horizontais, permitindo uma compreensão imediata das diferenças entre as categorias. Por exemplo, pode ser usado para comparar as vendas de diferentes produtos em



Figura 2 – Exemplo de um gráfico de barras representado a quantidade de vendas entre os departamentos de uma loja

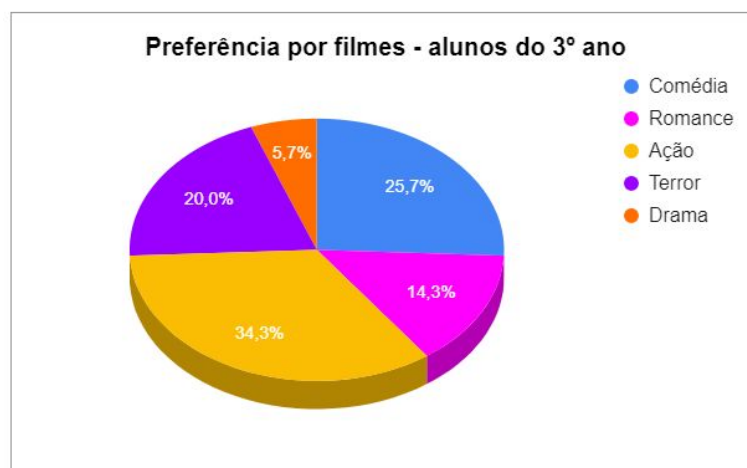


Figura 3 – Exemplo de um gráfico de setores representado a distribuição de uma turma pelo gênero favorito de filmes

uma loja ou o desempenho de departamentos em uma organização, que pode ser ilustrado pela Figura 2.

- ❑ **Gráfico de Setores:** Uma escolha comum para comparar as partes de um todo. Ele divide um círculo em setores, onde cada setor representa a proporção de uma categoria em relação ao total. Esse tipo de gráfico é especialmente útil quando se deseja mostrar a distribuição de seções com características distintas em um conjunto global de dados. Por exemplo, pode ser usado para apresentar a composição de despesas em um orçamento familiar ou para destacar a participação de mercado de diferentes empresas em uma indústria, como é ilustrado na Figura 3.

A Visualização da Informação desempenha um papel importante na transformação de dados em conhecimento, capacitando a análise, a tomada de decisões e a comunicação eficaz (APARICIO; COSTA, 2015). Suas representações podem ser feitas de forma

bastante eficaz através de gráficos de diversos tipos, escolhidos a depender do tipo de informação e conhecimento que desejamos explicitar. Sua aplicação abrange uma ampla gama de setores e é uma disciplina essencial no mundo moderno, onde a quantidade de informações disponíveis continua a crescer exponencialmente.

2.4 Trabalhos relacionados

A busca por plataformas que facilitem a combinação de produtos fitossanitários se mostrou desafiadora, uma vez que a maioria dos softwares disponíveis no mercado se limita aos produtos de suas próprias marcas, não abrangendo toda a diversidade utilizada no Brasil. No entanto, durante a pesquisa de trabalhos relacionados, foi identificado algumas soluções que compartilham de algo relacionado a proposta da aplicação MistuRe, mesmo que em outras áreas, visando facilitar o processo operacional agrícola fornecendo conhecimento rápido e de fácil entendimento através da tecnologia. A seguir serão citados alguns exemplos:

- **TankMix**¹: Esta é uma plataforma online que recomenda o uso de defensivos em conjunto com a linha de fertilizantes *YaraVita*. No entanto, é importante notar que a interface deste serviço online pode ser considerada complexa, dificultando a navegação. Um ponto a ser destacado é a ausência de informações sobre as fontes e artigos científicos que fundamentam as recomendações resultantes das combinações entre produtos, indicando possíveis resultados gerados através de observações, e não, necessariamente, de experimentos.
- **Koppert App**²: Este aplicativo está disponível para dispositivos Android e IOS e é uma ferramenta que funciona offline. No entanto, assim como o TankMix, ele se limita à combinação de produtos de sua própria marca, não considerando outros compostos se não os próprios. Além disso, a falta de disponibilização das fontes e referências utilizadas para embasar suas conclusões também é uma limitação relevante.
- **Agro Receita**³: Apesar de ser mais focada em emitir o Receituário Agrônomo, nesta aplicação também é possível verificar a recomendação de combinações entre produtos fitossanitários. Porém, assim como nas outras opções mencionadas anteriormente, não é possível verificar as fontes em que foram baseadas os resultados, e, além disso, o acesso a plataforma é pago, com planos a partir de 59 reais por usuário.

¹ <https://www.yarabrasil.com.br/nutricao-de-plantas/solucoes-digitais/tankmix/>

² <https://www.koppert.com.br/centro-de-informacoes/aplicativo-de-compatibilidade-de-produtos/>

³ <https://agroreceita.com.br/aplicativo-compendio-agricola/>

□ **Melhor plantio:** Uma aplicação de outro ramo da agricultura, que possui uma certa relação com a solução apresentada pela plataforma MistuRe é o aplicativo *Melhor plantio*, que aborda sobre recomendações de calagem e adubação para culturas agrícolas (QUARESMA; NETO; SOUZA, 2023). Tal plataforma foi desenvolvida com o propósito de auxiliar profissionais, técnicos e agricultores a realizar cálculos de calagem e adubação para diversas culturas agrícolas de forma mais eficiente e precisa. Baseado em manuais de recomendação de estados brasileiros, o aplicativo facilita a recomendação desses insumos agrônômicos importantes, reduzindo o risco de erros e impactos ambientais. Apesar de ter um escopo diferente do propósito da aplicação deste artigo, esta plataforma foi citada com o objetivo de ressaltar o impacto da tecnologia no campo e de como a utilização de apps destinados a usuários finais com contato diretamente ao campo podem agregar muito valor no contexto agrônômico geral, otimizando a utilização de recursos, evitando erros e melhorando a qualidade operacional.

A investigação realizada sobre soluções públicas existentes no mercado que auxiliam na combinação de produtos e fornecimento de informações agrícolas para melhoria operacional dos processos do campo, revelou desafios consideráveis. Embora haja ferramentas disponíveis, estas frequentemente se restringem a promover produtos específicos de determinadas marcas, não cobrindo a extensa diversidade de herbicidas utilizados no Brasil. É importante ressaltar que este fator em comum dos aplicativos de empresas relacionado a não fornecer referências a respeito da combinações de seus produtos, se deve ao fato que não é interessante, em termos comerciais, recomendar a mistura de seus produtos com o de outro concorrente, apesar de tal atividade ser bastante comum no dia a dia.

Esta realidade impõe limitações significativas quanto à abrangência de produtos, complexidade na utilização, a necessidade de investimentos financeiros para acessar todas as funcionalidades e uma evidente falta de transparência nas fontes de informação que fundamentam as recomendações. Tal cenário revela a carência de soluções mais inclusivas e transparentes que possam suprir as necessidades das partes interessadas do ramo do agronegócio por informações confiáveis, seguras e gratuitas no que tange à utilização de combinações de produtos fitossanitários.

Diante dessas constatações, o desenvolvimento da plataforma MistuRe emerge como uma iniciativa inovadora, propondo um recurso gratuito destinado a simplificar a pesquisa sobre misturas de agrotóxicos com base em evidências científicas de forma isenta com relação a marcas de produtos. Diante de tal escassez de alternativas que ofereçam tanto uma cobertura ampla das opções disponíveis no mercado, quanto uma base robusta e transparente em pesquisas validadas cientificamente, se posiciona a solução descrita neste trabalho como uma solução vital para preencher tal lacuna. Apenas quatro aplicativos foram identificados que tentam atender a objetivos similares, mas nenhum deles

alcança a profundidade ou a metodologia científica proposta neste trabalho, marcando a importância e a necessidade desta aplicação no contexto atual da agricultura.

Desenvolvimento

3.1 Visão geral do sistema

O sistema desenvolvido para atender às necessidades citadas anteriormente pode ser resumido através do diagrama de implantação exibido na Figura 4.

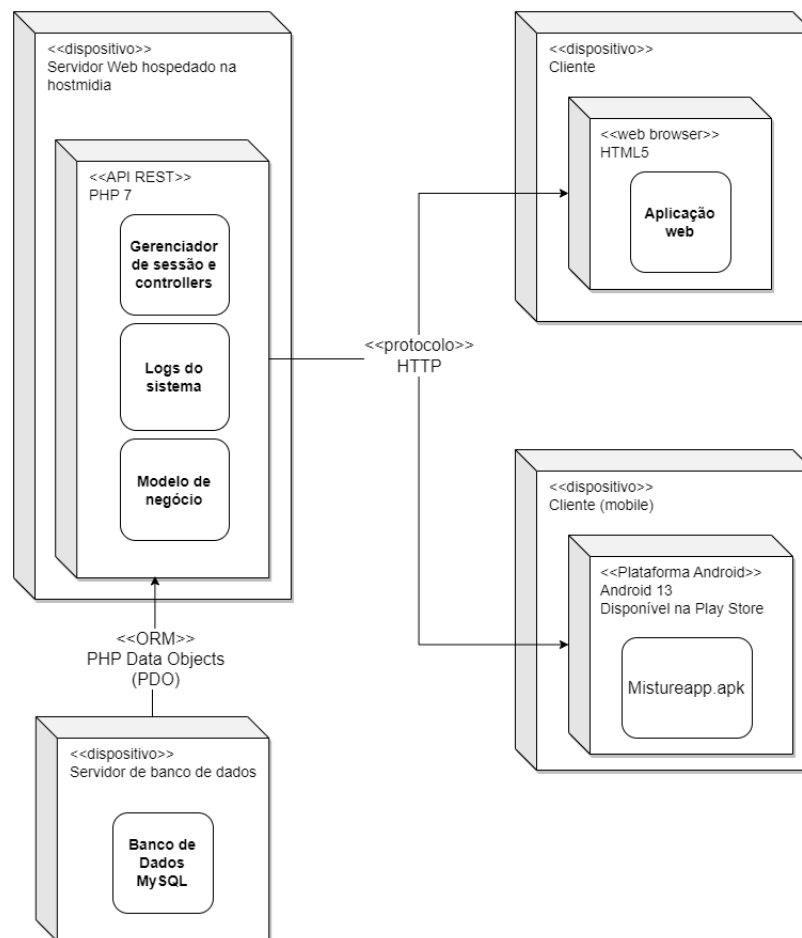


Figura 4 – Diagrama de implantação da aplicação MistuRe

O sistema é composto por um servidor hospedado na plataforma HostMídia, que disponibiliza uma API Padrão de Transferência de Estado (REST) desenvolvida em PHP. Esta é responsável por orquestrar as funcionalidades principais da aplicação, que incluem a gestão de logs de uso da plataforma, a execução das regras de negócio, a administração das sessões de usuário, realização de operações Criar, Ler, Atualizar e Deletar (CRUD) nas entidades e entre outras funcionalidades essenciais para o funcionamento de uma aplicação backend. A API REST foi desenvolvida em PHP, uma linguagem de programação amplamente utilizada na construção de aplicativos web devido a versatilidade, robustez e facilidade de integração com outros sistemas e tecnologias.

O gerenciamento da comunicação entre a API e o servidor de banco de dados são realizados por meio de um Mapeamento Objeto-Relacional (ORM) chamado Objetos de Dados em PHP (PDO). Este ORM facilita a interação entre essas entidades e permite a manipulação das informações de forma eficiente e segura. O Sistema Gerenciador de Banco de Dados utilizado foi o MySQL, um sistema robusto e amplamente utilizado no cenário de sistemas web, tanto para projetos pequenos quanto grandes, garantindo a integridade das informações armazenadas.

Esta aplicação web pode ser acessada diretamente pelos navegadores dos clientes, proporcionando uma experiência amigável e intuitiva. Os usuários previamente cadastrados (avaliadores, pesquisadores e administradores), podem acessar as funcionalidades do sistema a partir de qualquer dispositivo com acesso à internet, garantindo a sua acessibilidade.

Além disso, a funcionalidade principal de toda a aplicação é disponibilizada por meio de um aplicativo móvel chamado “*Mistureapp*”. Esse aplicativo foi desenvolvido na versão 13 do sistema operacional Android e está disponível para download na Play Store. O “*Mistureapp*” permite aos usuários consultar a base de dados do sistema, oferecendo uma experiência otimizada para dispositivos móveis e facilitando o acesso às informações sobre misturas de produtos fitossanitários em qualquer lugar e a qualquer momento.

O sistema de Tecnologia da Informação aqui descrito apresenta uma infraestrutura adequada e escalável para atingir seus objetivos, na qual através da infraestrutura hospedada nos servidores da empresa HostMídia, é disponibilizada uma API REST desenvolvida em PHP, e uma integração eficiente com um servidor banco de dados MySQL utilizando o ORM PDO. Além disso, a aplicação web e mobile são disponibilizadas através de navegadores de internet e de um aplicativo móvel para dispositivos Android, respectivamente, proporcionando aos usuários uma maneira conveniente de acessar informações sobre misturas de produtos fitossanitários.

3.1.1 Modelo de Dados

O modelo de dados é essencial no desenvolvimento de aplicações web, sendo a estrutura organizacional que define como as informações são armazenadas e relacionadas.

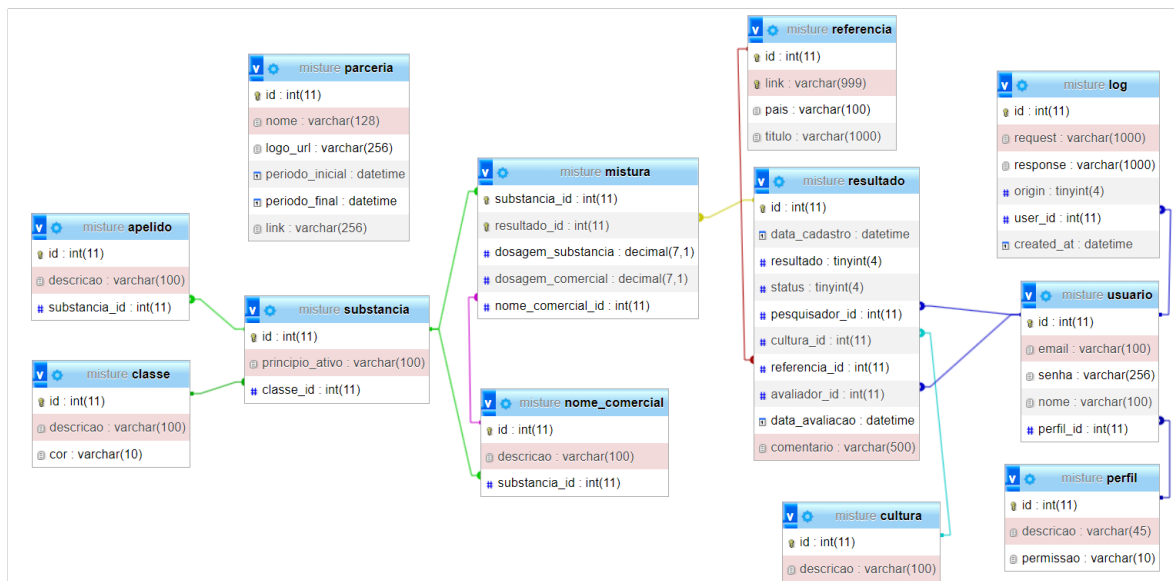


Figura 5 – Diagrama Entidade Relacionamento da aplicação MistuRe

O Diagrama Entidade-Relacionamento (DER) também desempenha um papel crucial, proporcionando uma representação visual das entidades e seus relacionamentos. Essa ferramenta facilita a concepção do banco de dados, ajuda na identificação dos requisitos, casos de uso e regras de negócio. A Figura 5 representa o DER utilizado na aplicação MistuRe, que será percorrido a seguir.

Começando pela tabela de *Usuário*, nela é armazenada as informações básicas referentes aos dados utilizados para realizar login e mapear os responsáveis por realizar ações no sistema. Esta tabela possui uma relação com a tabela de *Perfil*, que tem como responsabilidade definir permissões para acessar as funcionalidades da plataforma. Além disso a tabela de *Logs* também utiliza uma chave estrangeira para mapear o usuário específico do aplicativo que realizou uma consulta na base de dados.

A tabela de *Referência* é responsável por identificar os artigos científicos que foram utilizados para compôr os resultados da base, contendo informações importantes como o DOI e o link público de acesso ao documento. A tabela de *Resultados* tem um papel extremamente importante para a aplicação, nela são armazenadas as informações contidas nos artigos científicos, que abordam sobre uma ou várias misturas, que é a entidade logo ao lado que possui uma chave estrangeira de resultado. Esta última, é responsável por mapear a combinação de *Substâncias* e *Nomes Comerciais*, bem como a dosagem de cada composto utilizado. Além disso, a entidade logo abaixo no diagrama, *Cultura* tem como objetivo armazenar todas as culturas em que a mistura pode ser aplicada para realização de testes e constatação do resultado final do experimento realizado pelo autor, alguns exemplos são: soja, café, feijão, etc.

Finalizando, a tabela de *Apelido* é responsável por armazenar nomes alternativos aos princípios ativos presentes nas substâncias, para facilitar o usuário final a localizar os

mesmos. Já a entidade *Classe* é utilizada para agrupar os produtos em grandes áreas, que podem ser fungicidas, pesticidas, herbicidas, etc. Por último, a tabela de parceria tem como papel exibir os parceiros da aplicação MistuRe tanto na tela inicial do website quanto na aba “Parceiros” dentro do aplicativo móvel.

3.2 Funcionamento da plataforma

3.2.1 Funções dos avaliadores e pesquisadores

A ideia geral da plataforma é criar uma base de dados concisa referente a resultados de artigos científicos que abordam combinações de produtos fitossanitários. Este objetivo é alcançado através de um trabalho colaborativo entre dois tipos de usuários do sistema, como mostra na Figura 6. O primeiro é o pesquisador, que é responsável por realizar a coleta inicial das informações e organizá-las em um formato específico aceito pela plataforma. Através da extração de dados importantes presentes no documento, como a dosagem de cada composto da mistura, a cultura em que o experimento foi realizado, a comparação entre o resultado esperado e o obtido após a aplicação, dentre outras, o pesquisador preenche o formulário da aplicação web e, em seguida, esse resultado é cadastrado na plataforma com o status pendente.

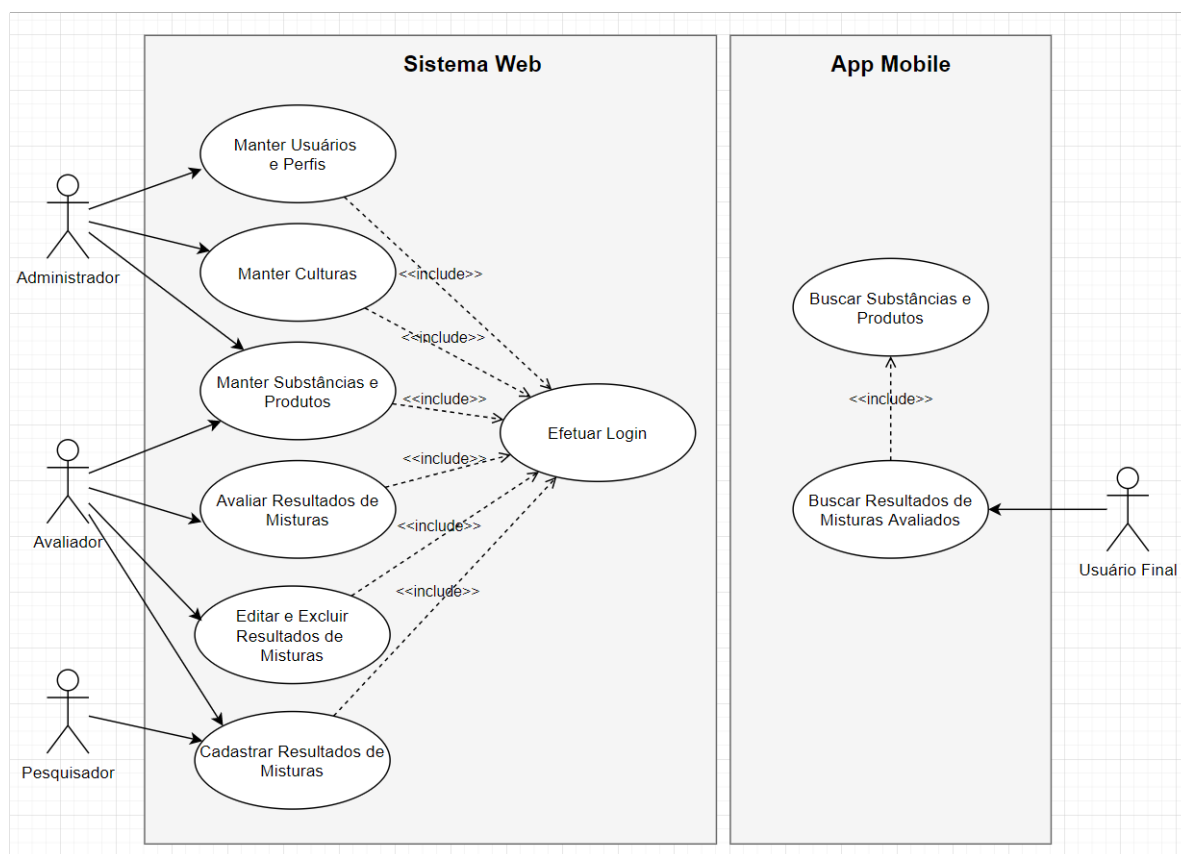


Figura 6 – Diagrama Entidade Relacionamento da aplicação MistuRe

O próximo status que este resultado pode receber é aprovado ou rejeitado, que será atribuído pelos usuários do perfil avaliador, cuja função é realizar uma dupla checagem no que foi inserido pelo pesquisador. Através do link do artigo científico anexado no formulário inicial, é realizada uma segunda verificação das informações, garantindo, principalmente, que o nome e a dosagem de cada produto está de acordo com o trabalho publicado, bem como todas os outros campos preenchidos. É importante ressaltar também que os usuários avaliadores são pessoas mais experientes na área e por isso possuem essa permissão de aprovar ou rejeitar os resultados, e até mesmo editá-los caso algum dado esteja inconsistente com aquilo que foi apresentado pelo autor do artigo.

Através da validação em duas etapas apresentada, se garante uma maior qualidade naquilo que é apresentado ao usuário final, sendo um grande fator competitivo que diferencia a plataforma MistuRe dentre as outras disponíveis no mercado. Além de ser uma plataforma totalmente gratuita, os dados apresentados foram checados minuciosamente, e ainda assim, caso o usuário final queira verificar por conta própria, o link do artigo científico utilizado como base para compor o resultado listado, sempre é disponibilizado nos trabalhos e, na maioria das vezes, pode ser acessado de forma gratuita através da internet.

3.2.2 Fluxo de primeiro acesso ao aplicativo

Uma vez realizado o download do aplicativo móvel em um dispositivo android, a tela inicial que será apresentada ao usuário representa o início de um fluxo de cadastro, ou de recuperação de acesso, conforme é exibido na Figura 7. Após digitar um email válido e clicar em próximo, o aplicativo realiza uma requisição `http/GET` a um serviço do sistema web, que tenta localizar um usuário já existente com o email informado. Caso exista, seus dados cadastrados anteriormente são retornados ao app, caso contrário, é retornado um status 404 que indica recurso não encontrado.

A próxima tela, corresponde ao preenchimento de dados básicos a respeito da localização, nome e perfil, como é exibido na Figura 8. Caso o email informado no passo anterior já esteja sendo utilizado, esses três campos são autopreenchidos com os dados retornados pelo servidor, possibilitando a edição dos mesmos. O objetivo de coletar essas informações é possibilitar o mapeamento de padrões de comportamento e buscas que são feitas entre os usuários da mesma localidade (cidade e estado) e perfil, que podem ser agricultor, agrônomo, estudante, pesquisador, representante comercial e outro.

O terceiro passo, exemplificado pela Figura 9 é uma tela de confirmação, na qual é exibido um resumo dos 4 campos informados nas duas telas anteriores. A depender da resposta do servidor no primeiro passo, se existir um usuário vinculado ao email utilizado durante o fluxo, será realizada uma requisição `http/PUT` para atualizar os dados. Caso contrário, será realizada uma requisição `http/POST` para o serviço de cadastro de um



Figura 7 – Tela inicial do app após instalação



Figura 8 – Segundo passo do processo inicial de cadastro ou recuperação de acesso

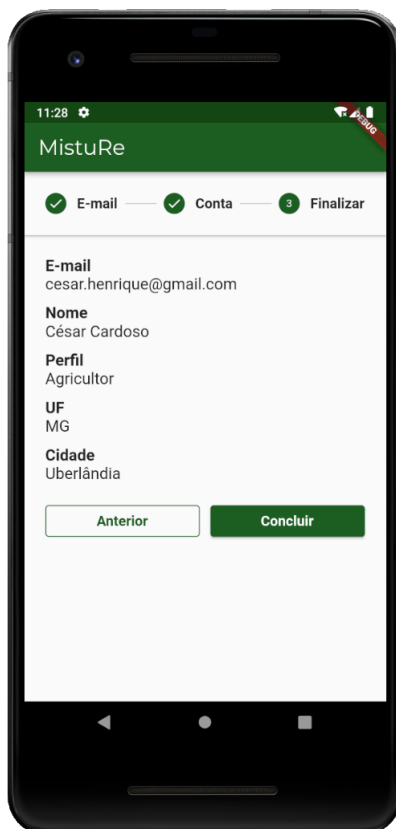


Figura 9 – Terceiro passo, representado pela tela de resumo das informações

novo utilizador da plataforma móvel. Em ambos os cenários, a API responderá um json contendo um *hash md5*, que corresponde ao identificador deste usuário.

Este id retornado pelo sistema web, é salvo no armazenamento interno do dispositivo, que é recuperado e enviado em toda requisição subsequente ao servidor. Dessa forma, conseguimos monitorar toda a jornada do usuário ao longo do uso do aplicativo, possibilitando a geração de diversos relatórios e dados estatísticos a respeito do uso da plataforma, na qual serão melhores discutidos mais a frente.

3.3 Disponibilização das aplicações

Nesta seção, descreveremos detalhadamente o processo de hospedagem do sistema web e a publicação do aplicativo móvel na Play Store.

3.3.1 Hospedagem do Sistema Web

O sistema web em questão foi hospedado nos servidores fornecidos pela “HostMidia”. Para realizar a implantação, utilizamos o software WinSCP para transferência de dados. A comunicação com os servidores foi estabelecida por meio do protocolo Protocolo de Transferência de Arquivos (FTP) na porta apropriada, na qual a cada finalização de uma

iteração de desenvolvimento de software, era realizado um deploy no servidor, enviando apenas os arquivos necessários a cada etapa.

3.3.2 Implantação do aplicativo Flutter na Play Store

A disponibilização do aplicativo móvel desenvolvido em Flutter envolveu um processo mais complexo e exigiu adaptações para compatibilidade com dispositivos Android. A seguir, detalhamos as etapas:

3.3.2.1 Adaptação para a versão 13 do Android

Inicialmente, o aplicativo foi desenvolvido na versão 9 do Android. No entanto, para garantir compatibilidade com dispositivos mais recentes, e se adequar aos novos padrões exigidos pela Google para publicação de novas aplicações, o código foi adaptado para a versão 13, na qual esta migração em questão, envolveu a revisão e ajuste de diversas bibliotecas, dependências e APIs que eram utilizadas.

3.3.2.2 Configurações de Build

Durante o processo de preparação para a publicação na Play Store, várias configurações de build tiveram que ser ajustadas. Isso incluiu a definição de versões mínimas e alvo do SDK, assinaturas de aplicativos, configurações de pacotes e outros parâmetros importantes. Essas configurações foram ajustadas para atender aos requisitos da Play Store e garantir a segurança, compatibilidade entre versões e a estabilidade do aplicativo.

3.3.2.3 Upload na Play Store

O último passo do processo envolveu a preparação do aplicativo para publicação na Play Store. A aplicação foi empacotada em um arquivo de bundle e submetida para revisão. Este processo incluiu a definição de detalhes do aplicativo, como descrição, imagens, categorização e políticas de privacidade. O upload na Play Store ¹ foi uma etapa crítica, e várias tentativas foram realizadas para garantir que o aplicativo fosse aceito após a submissão para esta análise, que foi realizada em 7 dias úteis pela equipe da empresa Google.

3.4 Exemplo prático do uso da plataforma

A seguir será exibido uma demonstração dos principais casos de uso da aplicação MistuRe, separados em funcionalidades do sistema web e do aplicativo móvel.

¹ <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.mistureapp.misture>

3.4.1 Sistema Web

3.4.1.1 Cadastro de uma nova substância

Esta é uma das entidades de maior relevância no sistema, utilizada para representar os compostos que serão combinados na criação de uma mistura. É importante destacar que somente os avaliadores possuem a autorização para manter as substâncias no contexto da aplicação.

Para cadastrar uma substância, é imprescindível fornecer informações detalhadas, incluindo o seu princípio ativo, que foi apelidado de “Produto Técnico” para maior clareza entre os profissionais da área. Além disso, para facilitar a localização e utilização por parte dos usuários finais, que por vezes não têm conhecimento do nome do princípio ativo, mas reconhecem outros apelidos que o identificam, é possível adicionar, quantos forem necessários, esses apelidos à esse princípio ativo.

Adicionalmente, também de forma opcional, é possível informar todos os produtos comerciais que fazem uso desse princípio ativo. Cada produto comercial pode ser fabricado por empresas distintas e pode ser destinado a diferentes culturas agrícolas, permitindo um registro abrangente e útil das substâncias.

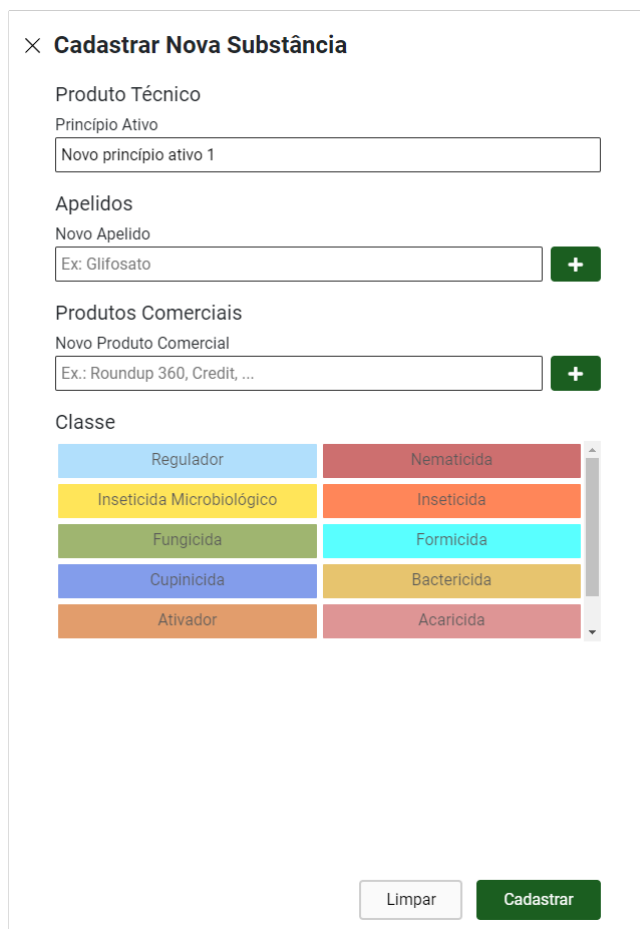
Por último, é obrigatório informar a classe desse produto técnico, a qual pode ser, por exemplo, “Fungicida”, “Herbicida”, “Inseticida”, entre outras. Essa classificação é essencial para garantir a organização e a categorização adequada das substâncias no sistema, facilitando sua pesquisa, extração de relatórios e utilização em diversos contextos.

A Figura 10 apresenta o formulário no qual esses produtos são registrados no sistema, enquanto a Figura 11 ilustra um exemplo de uma substância previamente cadastrada que é atualmente empregada na composição dos resultados exibidos no aplicativo. Adicionalmente, a Figura 12 exemplifica a interface da seção de “Substâncias” na aplicação web, a qual possibilita a localização de todos os produtos disponíveis para serem utilizados nas misturas. Ao cadastrar uma nova substância, ela fica imediatamente apta para ser empregada no aplicativo móvel na composição das misturas.

3.4.1.2 Cadastro de um novo resultado

O resultado é uma entidade da base de dados que agrupa um conjunto de substâncias a uma referência científica. Porém é importante entender que em um artigo, é abordado diversas combinações diferentes entre produtos, e até mesmo com dosagens divergentes. Por isso é necessário preencher corretamente o formulário apresentado na Figura 13 e Figura 14.

O formulário de cadastro de um resultado é uma funcionalidade acessada tanto pelo pesquisador quanto pelo avaliador. Nele é possível inserir dados referentes ao artigo científico, sendo o link para o mesmo uma informação extremamente importante, que será usada no futuro na aplicação mobile. Além disso a seção de “mistura” é aonde as



× **Cadastrar Nova Substância**

Produto Técnico

Princípio Ativo

Apelidos

Novo Apelido

Produtos Comerciais

Novo Produto Comercial

Classe

Regulador	Nematicida
Inseticida Microbiológico	Inseticida
Fungicida	Formicida
Cupinícida	Bactericida
Ativador	Acaricida

Figura 10 – Formulário de cadastro de uma nova substância

várias substâncias são inseridas na dosagem específica citada no estudo científico, e caso o item selecionado seja um produto comercial, é necessário informar a dosagem do princípio ativo e a dosagem do produto comercial separadamente.

Por último, é necessário informar em qual cultura os experimentos foram realizados e qual foi o resultado obtido com a aplicação da mistura em questão. Uma vez que todos esses campos forem preenchidos corretamente, o resultado será listado em uma página do site, como mostra a Figura 15, e está pronto para seguir para a próxima etapa.

3.4.1.3 Avaliação do resultado

A etapa de avaliação dos resultados constitui um procedimento crucial visando aprimorar a integridade e qualidade da base de dados. Após o pesquisador concluir a submissão do formulário mencionado na seção anterior, o novo resultado é registrado com o status “pendente” para fins de organização, demarcando claramente o que já foi avaliado e o que aguarda análise.

A listagem dos resultados é organizada de forma a conceder prioridade aos itens que ainda não foram objeto de avaliação, simplificando, assim, o trabalho do avaliador, que precisa dedicar atenção a cada um, garantindo a validação de todas as informações conti-

× **Cadastrar Nova Substância**

Produto Técnico

Princípio Ativo

glyphosate

Apelidos

1 Glifosato 🗑️

Produtos Comerciais

1 Astral 🗑️

2 Baris 🗑️

3 Credit 🗑️

Classe

Regulador	Nematicida
Inseticida Microbiológico	Inseticida
Fungicida	Formicida
Cupinicida	Bactericida
Ativador	Acaricida

Excluir

Figura 11 – Exemplo de uma substância que é utilizada na aplicação

Olá, Administrador				
Substâncias + SUBSTÂNCIA				
Herbicida	Herbicida	Herbicida	Herbicida	Herbicida
Haloxifop-R-methyl Haloxifop-R-methyl Nomes Comerciais Verdict-R® 124,7 CE	isoxaflutole isoxaflutole Nomes Comerciais Fordor	2,4-D Choline Salt 2,4-D sal de colina Nomes Comerciais Arrange + 3 Nomes	2,4-D sal sódico 2,4-D sal sódico Sem apelidos Nomes Comerciais Dez Gold	2,4-D-trietanolamina + Piclor... 2,4-D-trietanolamina + 2 Apelidos Nomes Comerciais Tordon
Inseticida	Herbicida	Herbicida	Herbicida	Herbicida
ACIBENZOLAR-S-METÍLICO ACIBENZOLAR Nomes Comerciais Bion	acifluorfen Acifluorfen Nomes Comerciais Blazer Sol + 3 Nomes	alachlor Alacloro Nomes Comerciais Alaclor + Atrazina SC Nortox + 1 Nome	ametryn Ametrina Nomes Comerciais Ametrex 500 SC + 23 Nomes	amicarbazone Amicarbazona Nomes Comerciais Dinamic + 6 Nomes
Herbicida	Herbicida	Herbicida	Herbicida	Visualizar Todas as Substâncias →
Aminopiralde + fluoxipir-m... Aminopiralde + 2 Apelidos Nomes Comerciais Dominum	aminopyralid Aminopiralde Nomes Comerciais Chaparral + 17 Nomes	amonio-glufosinate amonio-glufosinate Nomes Comerciais amonio-glufosinate	bentazon Bentazona Nomes Comerciais Adifac + 9 Nomes	

Figura 12 – Tela de listagem de substâncias

× **Cadastrar Novo Resultado**

Referência

Link

Título

País

Mistura

Produto
 +

Resultado

Cultura Efeito Resultante

Observações/Comentários

Limpar
Cadastrar

Figura 13 – Formulário de cadastro de um novo resultado

× **Visualizar Resultado**

Referência

Link

Título

País

Mistura

1

Dual Gold: 2.5

S-Metolachlor: 2400

2

Premierlin 600 EC: 1

Trifluralin: 600

Resultado

Cultura Efeito Resultante

Pesquisador

Observações/Comentários

Excluir
Editar
Rejeitar
Aprovar

Figura 14 – Exemplo do formulário de resultado preenchido

Olá, Administrador

Resultados + RESULTADO

Filtrar Substâncias

Adicionar

Pesquisador

Status

Avallador

Link

Pesquisar

Cultura	Status	Produtos (2)	Dose	Cultura	Status	Produtos (2)	Dose
Cana-de-açúcar	Pendente	ametryn Mesotrione	2000 120	Cana-de-açúcar	Pendente	Mesotrione Metribuzin	120 1920
Laranja	Pendente	2,4-D glyphosate	810 650	Laranja	Pendente	2,4-D glyphosate	1010 810
Laranja	Pendente	2,4-D glyphosate	1420 1130	Laranja	Pendente	2,4-D glyphosate	1620 1300
Girassol	Pendente	Dual Gold S-metolachlor Premierlin 600 EC trifluralin	2.5 2400 1 600	Soja	Pendente	Doble acifluorfen Doble bentazon	2 180 2 600
Algodão	Pendente	Dual Gold S-metolachlor Premierlin 600 EC trifluralin	2.5 2400 1 600	Girassol	Pendente	Brodal diflufenican Premierlin 600 EC trifluralin	0.2 125 1 600
Algodão	Pendente	alachlor diuron	2580 1000	Algodão	Pendente	alachlor diuron	3010 1000
Algodão	Pendente	Dual Gold S-metolachlor Premierlin 600 EC trifluralin	2.5 2400 1 600	Algodão	Pendente	alachlor diuron	2580 1000
Girassol	Pendente	Dual Gold S-metolachlor Premierlin 600 EC trifluralin	2.5 2400 1 600	Algodão	Pendente	alachlor diuron	2580 1000
Laranja	Pendente	2,4-D glyphosate	1420 1130	Algodão	Pendente	alachlor diuron	2580 1000
Girassol	Pendente	Dual Gold S-metolachlor Premierlin 600 EC trifluralin	2.5 2400 1 600	Café	Pendente	carfentrazone-ethyl glyphosate	50 1200

Figura 15 – Página de resultados do sistema web

das. Além disso, é importante ressaltar que o avaliador na maior parte das vezes revisita, minuciosamente, o artigo científico associado, efetuando todas as verificações necessárias para garantir que tudo esteja de acordo para ser apresentado ao usuário final.

Após concluir o processo de verificação, o avaliador dispõe da opção de editar o resultado, caso seja necessário, o que pode ser realizado por meio do botão “Editar”, conforme ilustrado na Figura 14. Por fim, é necessário atualizar o status do resultado, indicando se o mesmo foi “Aprovado” ou “Rejeitado” que também estão exemplificados através da Figura 14. Essas opções são igualmente acessíveis por meio dos botões correspondentes, dispostos junto à funcionalidade de edição. Uma vez avaliados e categorizados, os resultados aprovados passam a estar disponíveis para consulta por meio do aplicativo móvel, como será detalhado na seção a seguir.

3.4.2 Aplicativo Móvel

3.4.2.1 Criação da mistura

Após realizar o cadastro inicial na plataforma, como explicado anteriormente na subseção 3.2.2, o usuário será redirecionado para a página da funcionalidade principal da aplicação mobile, como exemplifica a Figura 16.

Através do campo disposto no topo da tela, é possível encontrar as substâncias que foram cadastradas no sistema web pesquisando pelo seu princípio ativo, nomes comerciais ou apelidos. A Figura 17 mostra um exemplo do resultado para a busca do termo “*class*”, que através da funcionalidade de autocompletar, exhibe a opção *Classic* que se trata de um produto comercial cujo princípio ativo é o *Chlorimuron-Ethyl*. Após clicar nesta única opção listada, e em seguida pressionar o botão verde com ícone de “+” ao lado, o item escolhido é adicionado à mistura que está sendo composta.

Por fim, é escolhido o último item da mistura deste exemplo pesquisando pelo termo “*roundup tr*”, na qual é exibida duas opções, como é mostrado na Figura 18. Após selecionar a primeira opção, que representa o produto comercial *Roundup Transorb* do princípio ativo *Glyphosate-isopropylammonium*, e clicar no botão verde de adicionar, temos a situação ilustrada na Figura 19. É fundamental enfatizar que é possível incluir quantos elementos forem necessários na mistura. No entanto, à medida que se aumenta o número de produtos combinados, a pesquisa se torna mais específica, o que pode resultar em uma maior incidência de cenários com poucos ou nenhum resultado retornado pelo servidor.

3.4.2.2 Busca e visualização de resultados

Após escolher no mínimo duas substâncias para compor a mistura, é exibido o botão “*pesquisar*”, que ao clicado é realizada uma requisição HTTP ao servidor, enviando um JSON contendo os identificadores dos itens selecionados e também o token que representa o usuário do app. Os resultados retornados pelo servidor são listados logo abaixo em uma

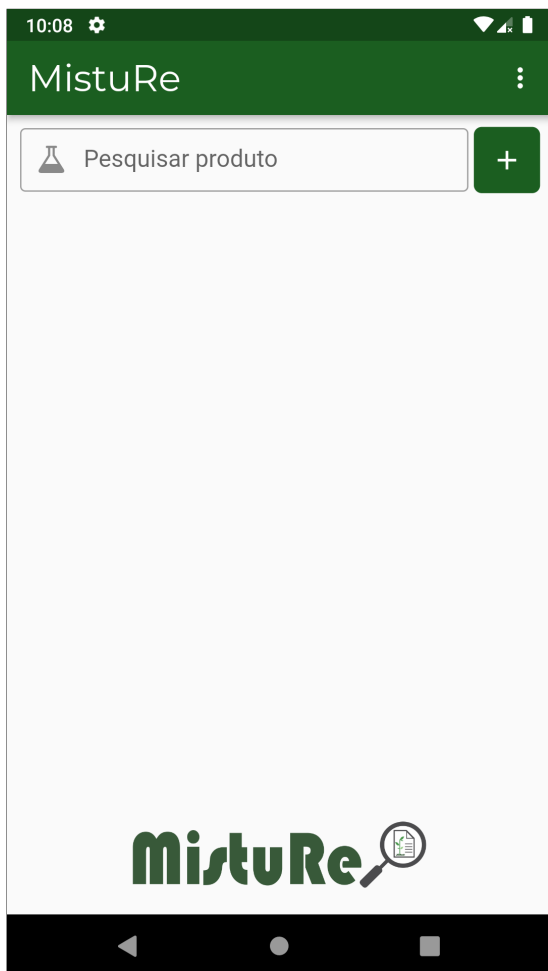


Figura 16 – Tela inicial do aplicativo

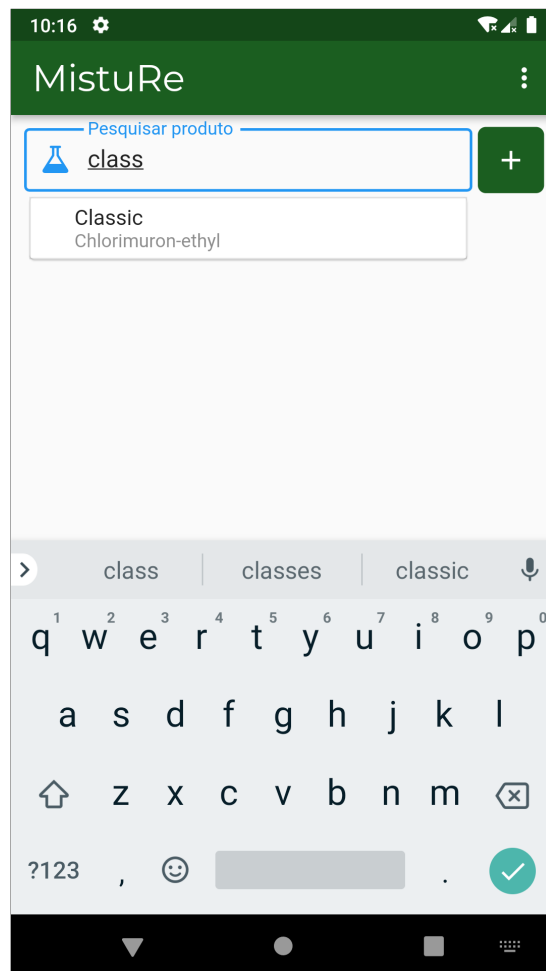


Figura 17 – Busca por substâncias

nova seção como é exemplificado pela Figura 20. Nesta listagem inicial é possível identificar a cultura em que o experimento foi realizado, se o resultado da mesma foi classificado em positivo ou negativo, a depender dos objetivos do autor do trabalho científico, e as dosagens de cada substância presente na mistura.

Ao clicar em alguma das opções listadas, o usuário será redirecionado para a tela de detalhes do resultado, como mostra a Figura 21. Nesta página é possível ver outros dados que foram inseridos no momento de cadastro do resultado na plataforma web, como o país em que o experimento foi realizado, título da referência científica, e o link de acesso à mesma. Ao clicar neste link, o usuário é redirecionado para o navegador web de seu celular, acessando diretamente o artigo científico que foi utilizado para extrair os dados deste resultado.

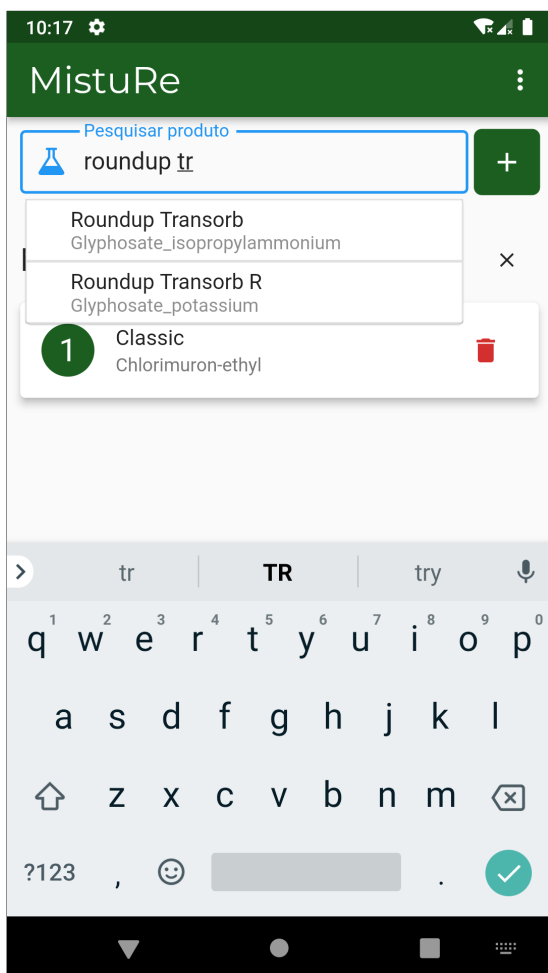


Figura 18 – Outro exemplo de busca de substância

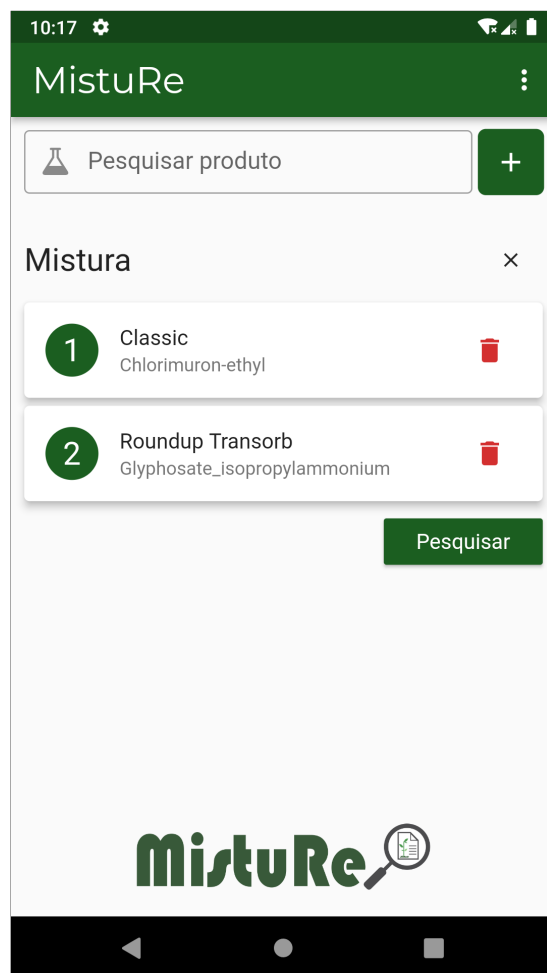


Figura 19 – Composição final de uma mistura

3.5 Extração de relatórios e estatísticas dos usuários

Nesta seção, será discutido o desenvolvimento de um painel para a visualização de estatísticas sobre o uso da plataforma. Este dashboard foi projetado para fornecer aos pesquisadores e avaliadores uma compreensão mais profunda dos padrões de busca de misturas dos produtos da base bem como informações importantes sobre o uso das culturas e das substâncias nos resultados cadastrados.

Nesta versão inicial do painel de controle, apresentamos três seções distintas, cada uma com um objetivo específico, denominadas “Aplicativo”, “Substâncias” e “Culturas”. A primeira seção, concentra-se na análise do comportamento dos usuários do aplicativo Android. A segunda, tem como objetivo identificar quais substâncias foram mais ou menos utilizadas na composição dos resultados da base de dados. A última seção, “Culturas”, compartilha um objetivo semelhante ao anterior, mas se concentra nas culturas em que os experimentos descritos nos artigos científicos foram realizados e testados.

A seguir será explicado cada seção separadamente, bem como seus filtros e conheci-

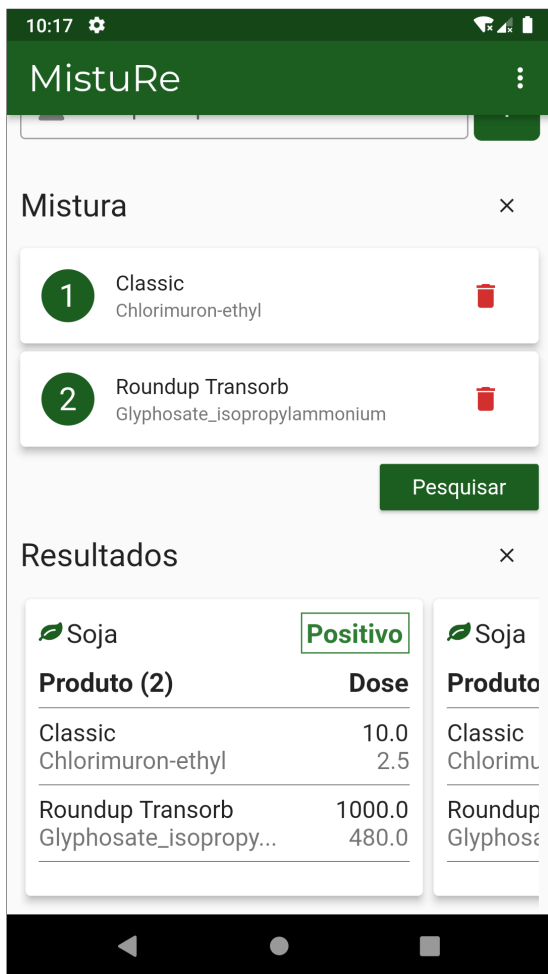


Figura 20 – Listagem de resultados para a mistura pesquisada



Figura 21 – Tela de informações detalhadas do resultado

mentos que são possíveis extrair com a análise dos gráficos e tabelas.

3.5.1 Seção do Aplicativo

Tudo se inicia quando o usuário do aplicativo Android compõe uma mistura adicionando e removendo os produtos técnicos desejados, e clica no botão “Pesquisar”, conforme exemplifica a Figura 19. Ao clicar nesse botão, é executada a função exibida na Figura 22 que realiza uma requisição HTTP GET para a api, enviando alguns parâmetros de filtragem.

O primeiro parâmetro enviado, na linha 6, é a chave “*filter: 1*” que indica qual funcionalidade se deseja acessar do contrador do serviço de Logs. Em seguida, na linha 7, é realizada a configuração “*status: 1*”, que indica a api que estamos interessados apenas nos resultados aprovados, caso o valor fosse alterado para “-1” ou “0”, seriam retornados apenas trabalhos “Rejeitados” ou “Pendentes”, respectivamente. O valor da chave “*userId*”, na linha 10, é o identificador do usuário do aplicativo, que será crucial para no futuro

realizar estatísticas sobre o comportamento de determinados perfis de usuário. Por fim, última na chave “subs” é enviado um objeto json contendo um array com os identificadores de cada produto selecionado pelo usuário ao compor a mistura em questão.

```

1 void _getMisturas(List<SubstanciaAutocompleteOption> subs) async {
2   try {
3     setState(() => _loadingGetResult = true);
4
5     Map<String, String> params = {
6       "filter": "1",
7       "status": "1",
8       "userId": _loggedUserId,
9       "subs": jsonEncode(subs.map((sub) {
10        return {
11          'sub_id': sub.subsId,
12          'nc_id': sub.comercialId,
13        });
14      }).toList());
15   };
16
17   var uri = Uri.http(ApiConfig.apiUrl, ApiConfig.resultadoEndpoint, params);
18
19   final response = await http.get(uri);

```

Figura 22 – Função em Dart que busca resultados na API

Ao receber a requisição HTTP realizada pelo utilizador do aplicativo mobile, a api armazena um Log básico de informações resumidas a respeito daquilo que foi buscado e retornado ao usuário, cuja estrutura de dados é armazenada em uma tabela como mostra a Figura 23.

id	request	response	user_id	criado_em
19	{"subs":[{"sub_id":42,"nc_id":385},{"sub_id":50,"n...	[40,41,42,43,44,64,136]	348ea2989e3ead8180267e1a89a8e762	2023-09-10 11:12:34
20	{"subs":[{"sub_id":9,"nc_id":95},{"sub_id":18,"nc_...	[]	348ea2989e3ead8180267e1a89a8e762	2023-09-10 11:54:53
21	{"subs":[{"sub_id":9,"nc_id":null},{"sub_id":136,"...	[537,538]	e51222db335f2ab5d96547b5823b18ff	2023-09-10 11:55:13
22	{"subs":[{"sub_id":42,"nc_id":385},{"sub_id":50,"n...	[40,41,42,43,44,64,136]	e51222db335f2ab5d96547b5823b18ff	2023-09-10 14:07:25
23	{"subs":[{"sub_id":42,"nc_id":385},{"sub_id":50,"n...	[40,41,42,43,44,64,136]	348ea2989e3ead8180267e1a89a8e762	2023-09-10 14:20:37
24	{"subs":[{"sub_id":42,"nc_id":385},{"sub_id":50,"n...	[40,41,42,43,44,64,136]	e51222db335f2ab5d96547b5823b18ff	2023-09-10 14:27:57
25	{"subs":[{"sub_id":42,"nc_id":385},{"sub_id":50,"n...	[40,41,42,43,44,64,136]	348ea2989e3ead8180267e1a89a8e762	2023-09-10 14:27:58
26	{"subs":[{"sub_id":42,"nc_id":385},{"sub_id":50,"n...	[40,41,42,43,44,64,136]	e51222db335f2ab5d96547b5823b18ff	2023-09-10 14:27:59
27	{"subs":[{"sub_id":42,"nc_id":385},{"sub_id":50,"n...	[40,41,42,43,44,64,136]	e51222db335f2ab5d96547b5823b18ff	2023-09-10 14:28:26
28	{"subs":[{"sub_id":42,"nc_id":385},{"sub_id":50,"n...	[40,41,42,43,44,64,136]	348ea2989e3ead8180267e1a89a8e762	2023-09-10 14:42:29
29	{"subs":[{"sub_id":42,"nc_id":385},{"sub_id":50,"n...	[40,41,42,43,44,64,136]	e51222db335f2ab5d96547b5823b18ff	2023-09-10 14:46:44
30	{"subs":[{"sub_id":42,"nc_id":385},{"sub_id":50,"n...	[40,41,42,43,44,64,136]	e51222db335f2ab5d96547b5823b18ff	2023-09-10 14:46:45
31	{"subs":[{"sub_id":9,"nc_id":null},{"sub_id":136,"...	[538]	348ea2989e3ead8180267e1a89a8e762	2023-09-30 21:45:20

Figura 23 – Tabela de logs dos usuários do aplicativo

Nesta tabela é armazenado na coluna “request” o id de cada produto escolhido para

compor a mistura pesquisada, que é obtido através da chave “*subs*” enviada na requisição HTTP. Após realizar a filtragem de resultados aprovados que abordam sobre a combinação destas substâncias escolhidas, é armazenado na coluna “*response*” um array contendo os ids de cada resultado elegível para ser retornado como resposta da requisição de busca. As duas últimas colunas representam o id do usuário que realizou a requisição e a hora em que a consulta foi realizada.

Por meio da Figura 24, é observado que o painel exibe uma seção dedicada à filtragem com base em um intervalo de datas, bem como no perfil do usuário do aplicativo. Abaixo desses filtros, gráficos de setores são apresentados, com a opção de alternar para uma representação tabular. O gráfico de setor permite a visualização da distribuição dos dez primeiros registros obtidos em cada consulta. Em contrapartida, as tabelas fornecem uma listagem completa de todos os registros retornados pelo servidor, visando proporcionar uma compreensão abrangente de todas as informações, não se limitando apenas às mais relevantes. Além disso, é importante enfatizar que o primeiro conjunto de dados se refere às consultas realizadas que contêm pelo menos um resultado aprovado na plataforma (por um avaliador). Por outro lado, o conjunto situado à direita representa aquelas buscas por misturas que ainda não possuem uma aprovação documentada.

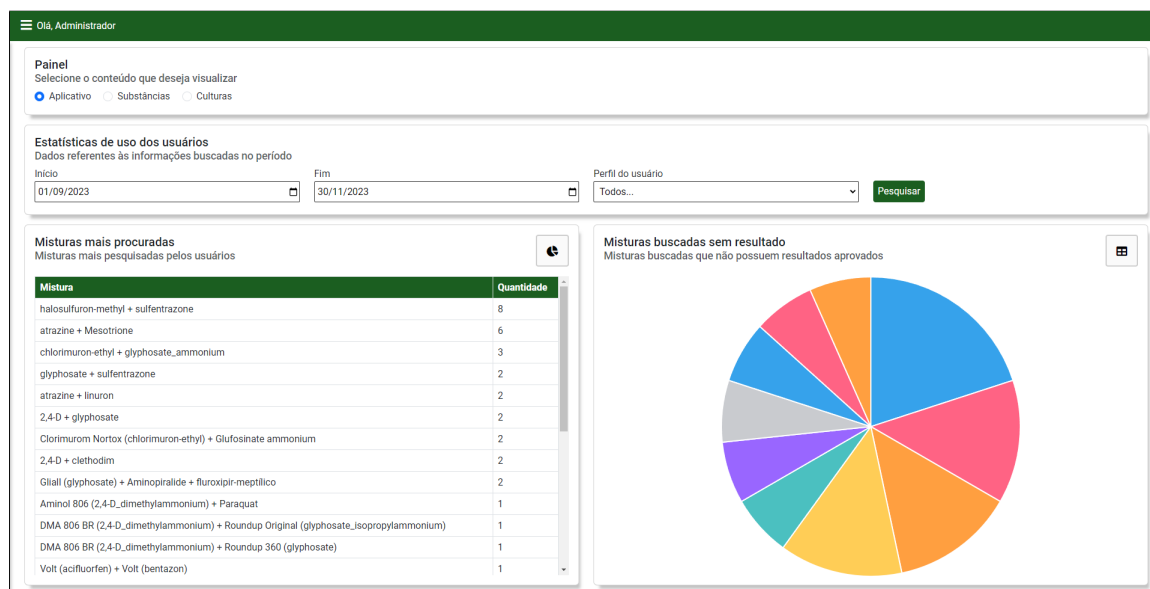
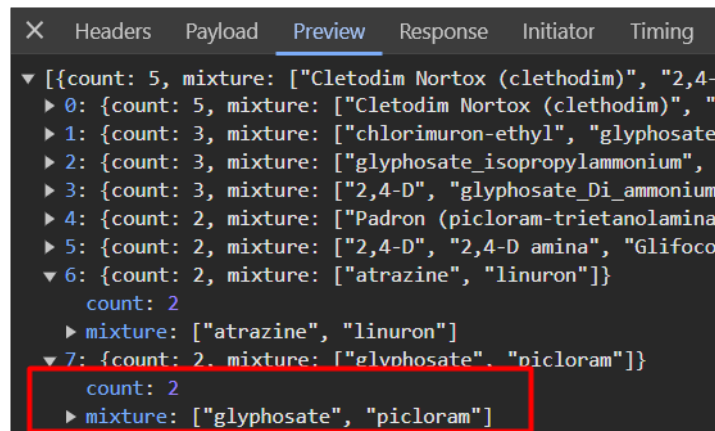


Figura 24 – Painel de informações sobre o comportamento dos usuários do app

A rota desenvolvida na API para consultar essa tabela de Logs representa a principal funcionalidade para popular o painel de informações exibido no frontend. Ao entrar nesta página, ou ao alterar os filtros e clicar no botão “Pesquisar”, é realizada uma requisição HTTP GET para o serviço de Logs, que retorna um JSON no formato exibido na Figura 25. Esse formato é o padrão utilizado para popular todas as seções com gráficos e tabelas do dashboard, na qual é utilizada a chave “*count*” para representar a recorrência do registro, e para popular está seção de consultas de resultados pelos usuários do app,

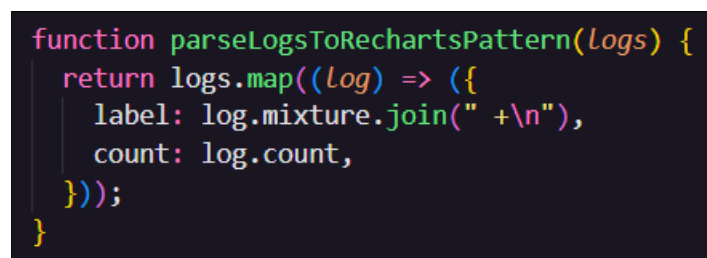
a outra chave “*mixture*” é utilizada para identificar quais compostos foram usados na mistura que foi buscada.



```
✕ Headers Payload Preview Response Initiator Timing
▼ [{count: 5, mixture: ["Cletodim Nortox (clethodim)", "2,4-
  ▶ 0: {count: 5, mixture: ["Cletodim Nortox (clethodim)", "
  ▶ 1: {count: 3, mixture: ["chlorimuron-ethyl", "glyphosate
  ▶ 2: {count: 3, mixture: ["glyphosate_isopropylammonium",
  ▶ 3: {count: 3, mixture: ["2,4-D", "glyphosate_Di_ammonium
  ▶ 4: {count: 2, mixture: ["Padron (picloram-trietanolamina
  ▶ 5: {count: 2, mixture: ["2,4-D", "2,4-D amina", "Glifoco
  ▼ 6: {count: 2, mixture: ["atrazine", "linuron"]}
    count: 2
    ▶ mixture: ["atrazine", "linuron"]
  ▼ 7: {count: 2, mixture: ["glyphosate", "picloram"]}
    count: 2
    ▶ mixture: ["glyphosate", "picloram"]
```

Figura 25 – JSON retornado pela api ao filtrar Logs

Após obter os Logs retornados pela API, é realizado uma tratativa para transformar a estrutura de dados em dois formatos distintos, uma para garantir a integração esperada pela biblioteca *Recharts* para popular os gráficos de setores, e outra para exibir a visão tabular. A Figura 26 mostra a função utilizada para transformar o JSON retornado pela API em outro objeto para facilitar a manipulação dos dados. Em seguida é utilizada as funções “*populateCharts*” e “*populateTable*” que são exibidas na Figura 27 e na Figura 28. O objetivo da primeira é exibir no gráfico de setores as 10 primeiras posições do array “*data*” recebido como parâmetro, que é ordenado previamente de acordo com a chave “*count*” retornada pelos serviços da API que popula cada seção do dashboard.



```
function parseLogsToRechartsPattern(logs) {
  return logs.map((log) => ({
    label: log.mixture.join("\n"),
    count: log.count,
  }));
}
```

Figura 26 – Função utilizada para preparar a resposta da API para popular os gráficos e tabelas.

```
1  ∨ function populateChart(data, htmlId) {  
2    const first10 = data.slice(0, 10);  
3  
4    const labels = first10.map((item) => item.label);  
5    const counts = first10.map((log) => log.count || 1);  
6  
7  ∨  const chartData = {  
8    labels,  
9  ∨  datasets: [  
10 ∨    {  
11     label: "Quantidade (ocorrências)",  
12     data: counts,  
13   },  
14 ],  
15 };  
16  
17 ∨  const options = {  
18   type: "pie",  
19   data: chartData,  
20 ∨   options: {  
21 ∨     plugins: {  
22 ∨       legend: {  
23         display: false,  
24       },  
25     },  
26   },  
27 };  
28  
29 generateCanvas(htmlId, options);  
30 }
```

Figura 27 – Função utilizada para gerar um gráfico da biblioteca recharts.

```
1  function populateTable(data, htmlId) {
2    let tbody = "";
3
4    if (Boolean(data?.length)) {
5      data.forEach(({ label, count }) => {
6        tbody += `
7          <tr>
8            <td>${label}</td>
9            <td>${count}</td>
10         </tr>
11       `;
12     });
13   }
14
15   const tableEl = $(`#${htmlId}`);
16   const tbodyEl = tableEl.find("tbody");
17
18   tbodyEl.empty();
19   tbodyEl.append(tbody);
20 }
```

Figura 28 – Função utilizada para popular a tabela contida dentro das seções.

3.5.2 Seção de Substâncias

O painel de substâncias possui um filtro mais voltado para pesquisas na própria base de resultados. O objetivo desta seção é promover insights a respeito de quais produtos estão sendo mais e menos usados nos trabalhos cadastrados na plataforma.

Ao examinar a Figura 24, é possível identificar que o primeiro campo na seção do filtro possibilita a seleção do status dos resultados antes da execução da busca. Nesse contexto, é viável escolher entre os valores “Aprovado”, “Pendente”, “Rejeitado” e “Todos”. O valor inicialmente predefinido é “Aprovado”, uma vez que reflete a utilização dos produtos em todos os resultados que os usuários do aplicativo podem buscar. Os dois campos adjacentes, denominados “Ordenar Por” e “De Forma”, servem exclusivamente para ordenar os registros com base na frequência de aparição nos resultados ou na ordem alfabética do princípio ativo, podendo ser em ordem crescente ou decrescente.

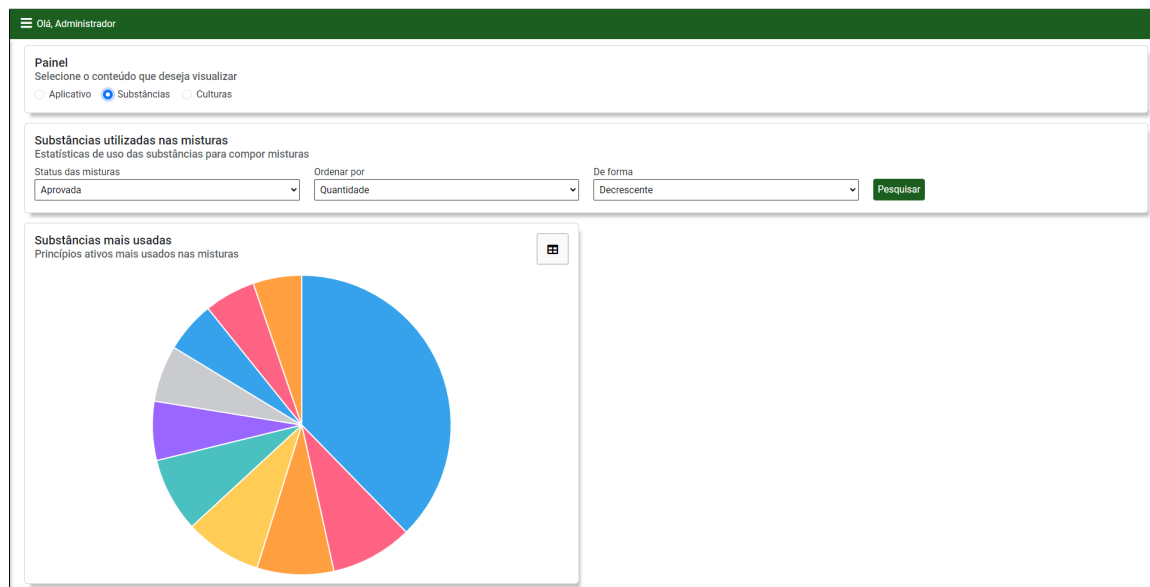


Figura 29 – Painel de informações sobre a frequência do uso das substâncias nos resultados

Logo abaixo dos filtros, podemos localizar um gráfico de setores que apresenta as 10 substâncias mais (ou menos) frequentemente utilizadas para compor os resultados da base de dados. Ao clicar no botão localizado no canto superior direito do gráfico, é possível alternar para uma visão tabular, na qual são listados todos os registros resultantes da consulta na base. Esta funcionalidade relativa às tem o potencial de se mostrar eficaz para identificar possíveis lacunas na base referentes a produtos que ainda não foram suficientemente explorados. Essa análise oferece insights sobre os potenciais trabalhos a serem realizados para ampliar a representatividade das combinações entre esses compostos.

3.5.3 Seção de Culturas

As culturas são informadas nos artigos científicos indicando informações relevantes sobre aonde a mistura dos produtos fitossanitários foi testada, e saber essa informação é algo crucial para as partes interessadas do projeto MistuRe. Através desse painel é possível identificar quais culturas estão sendo mais (ou menos) utilizadas para compor os trabalhos já cadastrados na plataforma, e assim como na seção anterior, possibilitar provocações sobre trabalhos futuros e regiões da base que ainda precisam ser exploradas.

Assim como no painel de substâncias, esta seção de culturas compartilha das mesmas opções de filtros, possibilitando uma filtragem pelo status dos resultados e também a alteração da ordenação dos registros retornados pela API, como é mostrado na Figura 30. A região logo abaixo do filtro é populada com as 10 culturas mais ou menos utilizadas (a depender a ordenação escolhida) no gráfico de setores, e é listado todos os registros na visão tabular ao clicar no botão que alterna entre as duas visões.

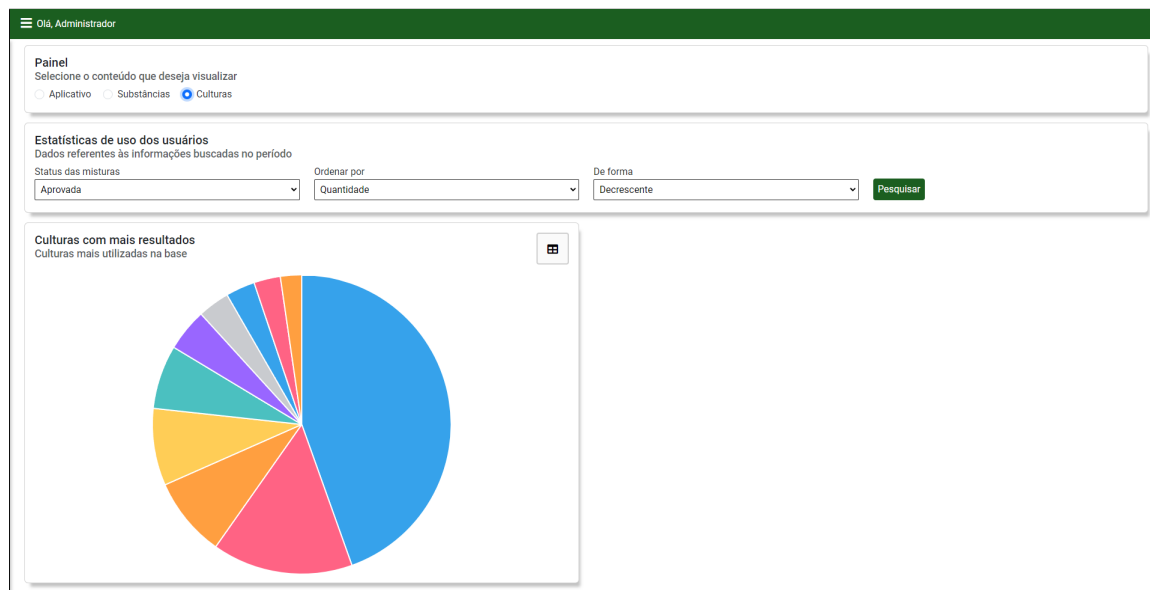


Figura 30 – Painel de informações sobre a frequência de uso das culturas nos resultados

3.5.4 Visualização de dados

Os dados contidos no painel poderiam ser dispostas de diversas formas diferentes, nesta primeira etapa foi utilizado gráficos de setores para exibir de forma simplificada, informações a respeito dos 10 itens mais relevantes de cada contexto. A utilização de tal tipo de gráficos no desenvolvimento do painel, para extrair os conhecimentos descritos na seção anterior, foi motivada pelas seguintes vantagens que os mesmos agregam na plataforma:

- ❑ **Facilidade de compreensão:** Permite uma rápida assimilação dos dados, tornando a informação acessível a todos os níveis de usuários.
- ❑ **Visualização eficaz de proporções:** Destaca a contribuição relativa de diferentes dados, facilitando a comparação entre variáveis críticas.
- ❑ **Direcionamento de esforços de pesquisa:** Com insights claros sobre onde concentrar os esforços de pesquisa, os gráficos de setores contribuem para uma alocação de recursos mais estratégica.

Após analisar minuciosamente essas três visões do gráfico, a adoção de um painel como esses é essencial para analisar estatísticas cruciais em três áreas-chave para o contexto da plataforma MistuRe: comportamento dos usuários finais, recorrência de substâncias em misturas e frequência de testes em diferentes culturas. Esse recurso proporciona uma compreensão abrangente e acessível, permitindo otimizar interações com usuários, identificar tendências em composições de produtos e direcionar esforços de pesquisa para atender as demandas identificadas pelos padrões de busca no sistema, atuando como uma

ferramenta indispensável para análises estratégicas e aprimoramento contínuo de processos e produtos internos da aplicação.

Resultados

Em resumo, a disponibilização do sistema web e do aplicativo móvel foram realizadas com êxito, na qual cada sistema está hospedado em seu respectivo ambiente como explicado na Seção 3.1 - Visão geral do sistema, mostrando a importância de adaptar e configurar adequadamente os sistemas para garantir a compatibilidade e a segurança, bem como o cumprimento das políticas da loja de aplicativos Android. O app foi publicado na Play Store¹ e até o dia 25/01/2024 contou com 35 downloads, como é exibido na Figura 31. Porém vale ressaltar que ainda não houve interesse dos autores em divulgar a existência da plataforma, logo houve uma baixa quantidade de downloads nesta fase inicial.

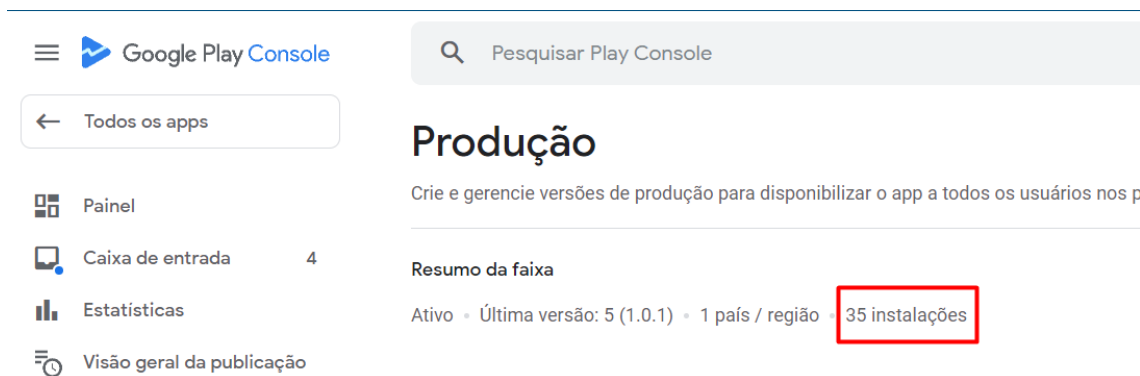


Figura 31 – Captura de tela do painel do aplicativo MistuRe no Google Play Console no dia 25/01/2024.

As subseções a seguir discorrem sobre os resultados da análise de cada seção do novo painel desenvolvido.

¹ <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.mistureapp.misture>

4.1 Análise da seção de usuários

Na análise dos resultados desta seção, fora realizada uma consulta no período compreendido entre os dias 01/09/2023 e 25/01/2024. Ao examinar a Figura 32, é possível inferir, com base na tabela posicionada à esquerda, que a combinação dos princípios ativos *atrazine + mesotrione + imidacloprid* foi a mais requisitada durante esse período, com um total de onze consultas, na qual o segundo elemento utilizado foi um produto comercial chamado Mesotrione 480 SC Proventis. Em seguida, as combinações *halosulfuron-methyl + sulfentrazone* e *atrazine + mesotrione* ficaram ambas com oito consultas.

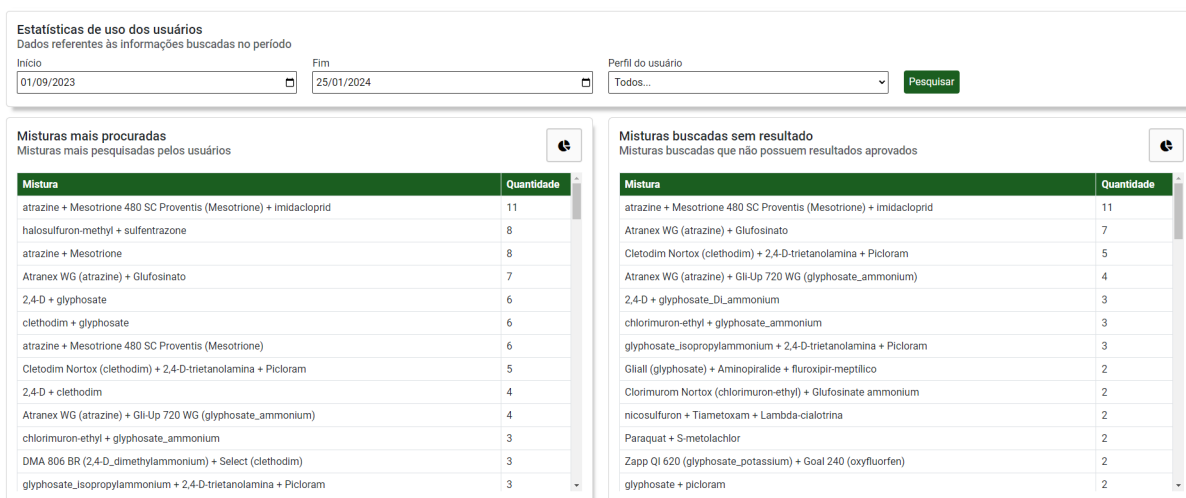


Figura 32 – Misturas mais buscadas no geral pelos usuários do app

A tabela à direita desta seção representa as misturas que foram alvo de busca mas que ainda não obtiveram pelo menos um resultado aprovado na plataforma. Neste contexto, destaca-se a mesma combinação no topo da tabela anterior, composta por de *atrazine + mesotrione + imidacloprid*, com um total de 11 tentativas de pesquisa. Em seguida, encontra-se uma combinação de duas substâncias, na qual a primeira corresponde a um produto comercial denominado *Atranex WG*, contendo o princípio ativo *atrazine*, sendo combinado com o princípio ativo *glufosinato* com sete buscas no total.

Utilizando o filtro de “Perfil do usuário” é possível filtrar apenas as buscas que um grupo específico realizou no período selecionado, explicitando possíveis tendências e interesses por substâncias específicas. A seguir serão discutidos os resultados de três perfis diferentes de usuários da plataforma, sendo eles agricultores, estudantes e pesquisadores.

4.1.1 Buscas realizadas pelos agricultores

A Figura 33 revela através da tabela de “Misturas mais procuradas”, que os usuários do perfil “Agricultor” buscaram a combinação *atrazine + mesotrione + imidacloprid* onze vezes, juntamente com a mistura *halosulfuron-methyl + sulfentrazone* oito vezes. Essas quantidades são exatamente as mesmas exibidas no filtro anterior, na Figura 32. Isso

revela que foram apenas agricultores que se interessaram pelas duas combinações mais buscadas da plataforma, revelando uma tendência de uso dos produtos mencionados por tal grupo de pessoas.

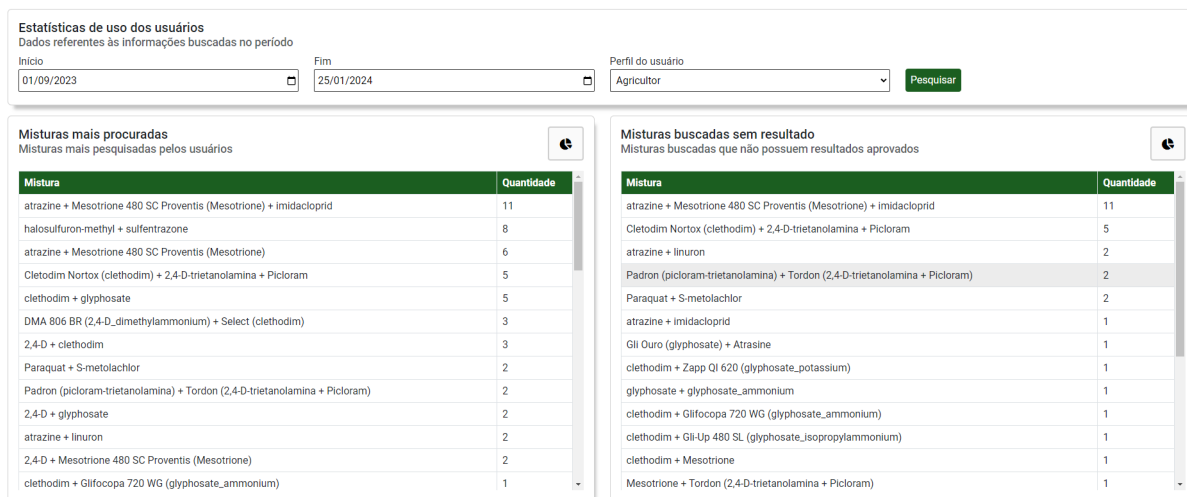


Figura 33 – Misturas mais buscadas pelos agricultores

Além disso é possível notar que as substâncias *clethodim* e *2,4-D* também foram bastante utilizadas pelos usuários deste perfil para compor misturas, com diversas ocorrências nas demais linhas, na qual analisando também a seção ao lado, de “misturas buscadas sem resultado”, nota-se novamente a aparição do princípio ativo *clethodim*, ressaltando ainda mais o interesse deste grupo por essa substância. Outro ponto interessante a ser observado é que as combinações listadas na seção de misturas sem resultados, apareceram também, na seção ao lado. Representando uma atuação direta dos pesquisadores e avaliadores da plataforma que, após obterem esse conhecimento, puderam atuar de forma bastante eficaz e focada em solucionar o problema de buscas vazias deste grupo de usuários.

4.1.2 Buscas realizadas pelos Estudantes

As pesquisas realizadas pelos usuários do perfil “Estudante” encontram-se na Figura 34. É possível notar que a mistura *chlorimuron-ethyl + glyphosate_ammonium* foi a combinação com maior ocorrência em ambas as tabelas, com três buscas realizadas no período filtrado. Além disso, também é possível notar através da análise das substâncias presentes nas demais linhas, que este grupo de usuários se interessam também pelos princípios ativos *glyphosate* e *2,4-D*.

Analisando as seções em conjunto, é visível que a grande maioria das combinações presentes na tabela da direita aparecem também na tabela da esquerda, representando um interesse atendido pelos perfis internos da plataforma. Isso nos revela que um pesquisador ou avaliador da aplicação notou que os usuários deste perfil estavam interessados nestas combinações de produtos, mas ainda não haviam nenhum resultado aprovado. Com tal

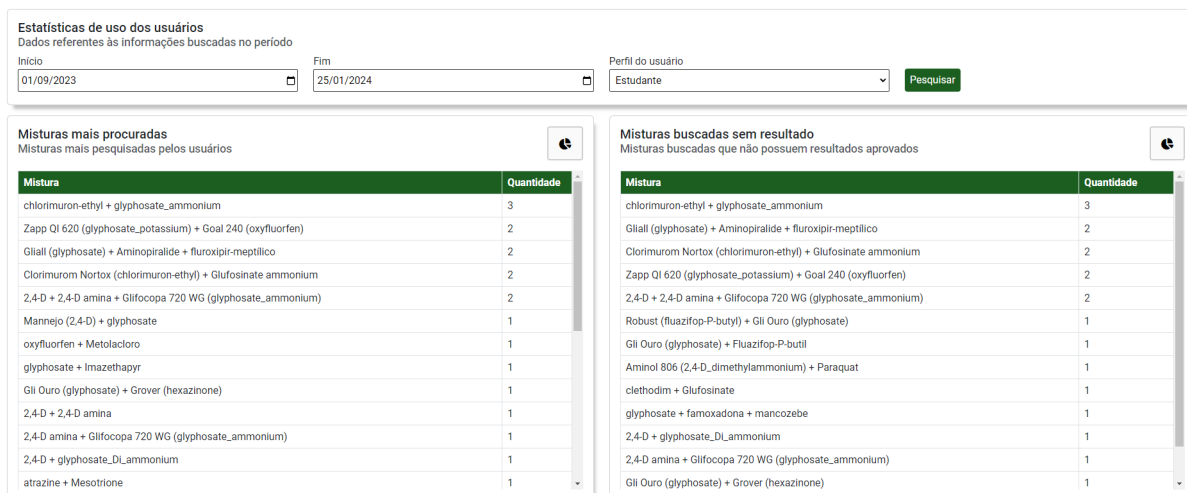


Figura 34 – Misturas mais buscadas pelos estudantes

conhecimento foi possível atuar com eficiência, produzindo novos trabalhos para popular esta lacuna ainda não preenchida na plataforma, atendendo a expectativa deste grupo de utilizadores do aplicativo móvel.

4.1.3 Buscas realizadas pelos Pesquisadores

Apesar de possuir a mesma nomenclatura, estes pesquisadores podem ser representados principalmente por entusiastas da área de pesquisa relacionada ao campo e não com o perfil que utiliza o sistema web para cadastrar os trabalhos científicos. Analisando o painel destes usuários, na Figura 35, é possível notar uma concentração bem grande na busca pela mistura *atrazine + Mesotrione*, com seis ocorrências, seguidas pelas combinações com pelo menos um desses produtos em cada linha: *glyphosate* ou *2,4D*.

No outro lado, à direita, é identificado que a presença de algumas combinações que não apareceram na tabela da esquerda, como por exemplo as linhas que contém o princípio ativo *hidróxido de cobre*, indicando uma possível área de interesse destes usuários que ainda não foi atendida. Através de tal conhecimento, os pesquisadores e avaliadores agora possuem embasamento que tais combinações poderiam ser bons pontos de partida na hora de iniciar suas respectivas responsabilidades relacionadas a produção de novos resultados na plataforma.

Em resumo é possível inferir que cada grupo de usuário tem interesse em substâncias e em combinações distintas, porém as substâncias *glyphosate* e *2,4D* se mostraram bastante presentes nas consultas dos perfis “Pesquisador” e “Estudante” apesar de não terem ocupadas posições no topo da tabela. Além disso é possível notar que esses painéis fornecem informações relevantes para a tomada de decisão dos atadores do sistema web, principalmente sobre quais combinações devem ser prioridades para produzir novos trabalhos.

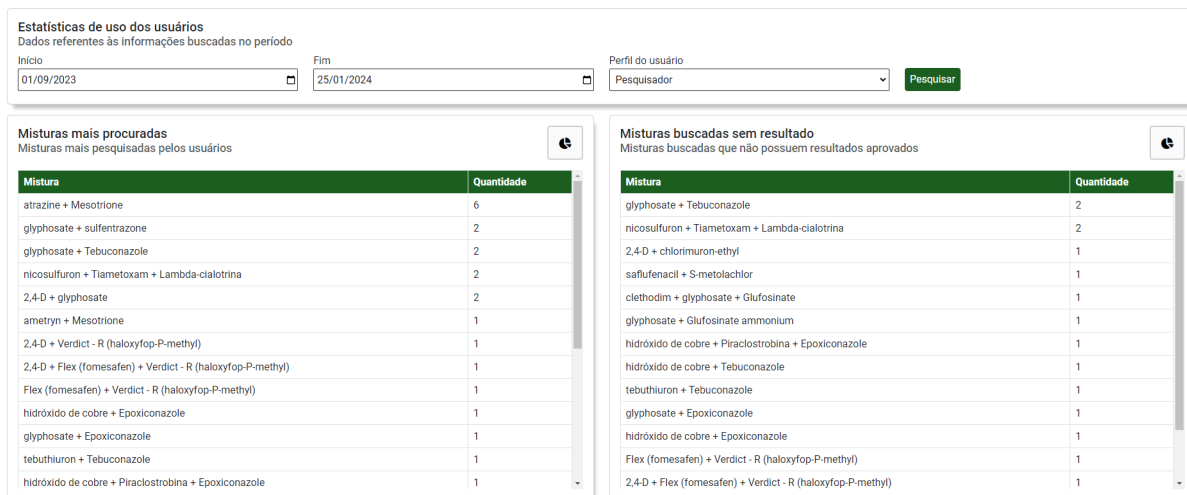


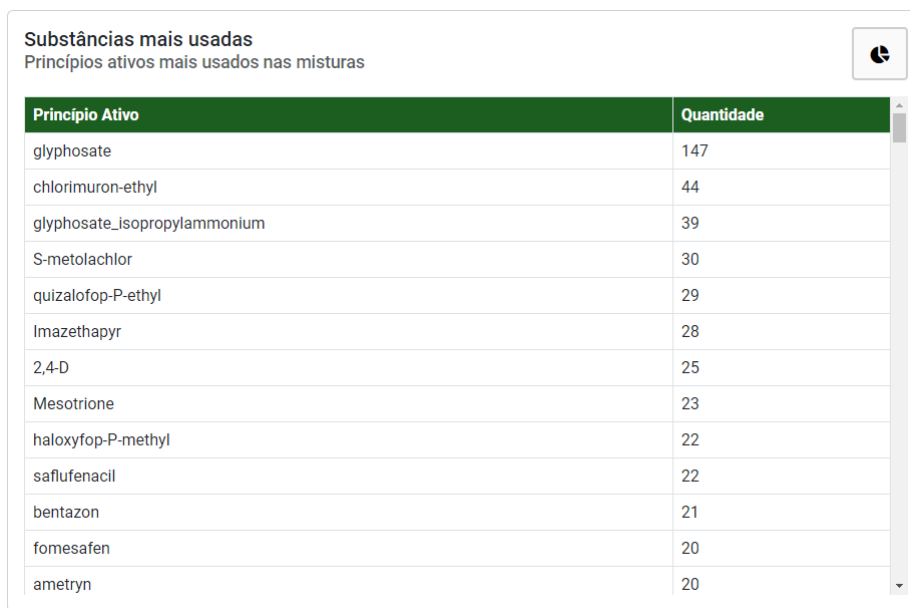
Figura 35 – Misturas mais buscadas pelos pesquisadores

4.2 Análise da seção de substâncias

A seção dedicada às substâncias concentra-se na apresentação de informações relacionadas aos produtos predominantemente empregados na constituição dos resultados da base de dados. Conforme demonstrado na Figura 36, é possível observar que o herbicida *glyphosate* encontra-se em primeiro lugar, com sua presença evidenciada em 147 resultados aprovados. Cabe ressaltar a notável diferença na frequência de ocorrências entre este composto e o segundo colocado na tabela, o *chlorimuron-ethyl*, que conta com 44 registros. Este fenômeno sugere uma ênfase na produção de trabalhos que abordam o *glyphosate* nesta fase inicial da plataforma, que é uma tendência justificada por se tratar de um produto de significativa importância e ampla utilização global no âmbito do controle de plantas daninhas em áreas agrícolas.

Por outro lado, nesta fase inicial da aplicação houve vários produtos que ainda não tiveram participação em, pelo menos, um resultado aprovado. A situação atual compreende um total de 216 princípios ativos na base de dados, dentre os quais apenas 102 foram contemplados em resultados aprovados. Esta informação implica que 114 substâncias, equivalendo a aproximadamente 53% do total, permanecem desprovidas de presença em qualquer resultado aprovado na aplicação. Tal cenário denota uma necessidade de esforços adicionais para alcançar uma representação abrangente de todas as combinações potenciais, gerando uma base mais robusta e representativa sobre misturas de produtos fitossanitários em tanque.

Este contexto ressalta a exigência de um esforço contínuo para expandir a cobertura dos resultados, considerando a significativa quantidade de possíveis misturas distintas. A decisão estratégica acerca da priorização de novas investigações deve, portanto, integrar não apenas a busca por preencher lacunas existentes, mas também considerar as demandas e interesses dos usuários da aplicação. Tal metodologia visa otimizar o tempo



Substâncias mais usadas
Princípios ativos mais usados nas misturas

Princípio Ativo	Quantidade
glyphosate	147
chlorimuron-ethyl	44
glyphosate_isopropylammonium	39
S-metolachlor	30
quizalofop-P-ethyl	29
Imazethapyr	28
2,4-D	25
Mesotrione	23
haloxyfop-P-methyl	22
saflufenacil	22
bentazon	21
fomesafen	20
ametryn	20

Figura 36 – Substâncias mais usadas nos resultados aprovados

dedicado pelos pesquisadores e avaliadores na plataforma, assegurando uma abordagem mais direcionada e alinhada com as necessidades específicas dos usuários, evitando a produção de trabalhos que pouquíssimos ou nenhum usuário irá realizar uma busca através do aplicativo mobile.

4.3 Análise da seção de culturas

Observando a Figura 37, nota-se que a opção Não definido (ND), ocupa a posição de primeiro lugar com 198 ocorrências. Tal fato indica que a maioria dos artigos científicos usados para popular os trabalhos da aplicação não informaram em qual cultura a combinação de substâncias foi testada. Isso é uma consequência da predominância de resultados cadastrados na base que estão relacionados a combinações de compostos da classe herbicida, que são substâncias agrotóxicas destinadas ao controle de plantas, na qual, a aplicação deste tipo de produto procura neutralizar espécies danosas à produção.

Nesse contexto, é compreensível que se conduzam testes de misturas sem a presença de uma cultura específica na área, focando exclusivamente em plantas daninhas, que não possuem opções para serem selecionadas ao cadastrar um novo trabalho na plataforma MistuRe. Este procedimento é justificado pela natureza dos herbicidas, cujo propósito primordial é a eliminação seletiva de vegetação indesejada, demandando uma avaliação que não envolva a presença de uma cultura agrícola específica.

De maneira análoga à análise da seção anterior, nesta fase inicial do projeto, observa-se uma cobertura mais restrita no que tange à incorporação de culturas presentes na base de dados em resultados aprovados. Ao examinar o restante da tabela exemplificada, nota-se



Culturas com mais resultados
Culturas mais utilizadas na base

Mistura	Quantidade
ND	198
Soja	72
Feijão	30
Arroz_resistente a quizalofop	29
Algodão	24
Girassol	16
Milho	16
Café	15
Cana-de-açúcar	15
Trigo	11
Soja_STS	10
Arroz	9
Milho_Syn Supremo VIP3	8

Figura 37 – Culturas mais usadas nos resultados aprovados

a existência de 94 culturas distintas disponíveis na aplicação, na qual 74 delas ainda não registraram ocorrências em resultados aprovados, enquanto que apenas 20 apresentam essa característica.

Esses dados indicam que aproximadamente 79% das opções de culturas ainda não foram contempladas em nenhum trabalho que pode ser retornado aos usuários do aplicativo, sinalizando a necessidade de um esforço para aumentar a representatividade da base de dados a respeito de mais combinações de misturas que citam as culturas em que foram aplicadas nos artigos científicos, caso houver.

4.3.1 Visualização de dados

A utilização de gráficos de setores no painel da plataforma MistuRe, permitiu um entendimento rápido e facilitado a respeito das proporções e tendências de cada seção, levando em consideração os 10 itens mais relevantes de cada. Na primeira seção, denominada aplicativo, foi possível compreender quais foram as 10 misturas mais buscadas com e sem resultados. Nas duas últimas seções foi possível extrair o conhecimento a respeito das substâncias e culturas mais e menos presentes nos resultados da plataforma.

Após realizada uma análise exploratória dos elementos da interface e no valor em que esses gráficos agregam para o contexto da aplicação, foi descoberto que para os utilizadores da plataforma, os pesquisadores e avaliadores, talvez fosse mais interessante a disponibilização de um panorama de visualização de dados mais abrangente do que apenas os 10 mais relevantes de cada seção. O gráfico mais indicado para possibilitar uma visualização comparativa de mais registros de uma só vez sob a análise de uma única característica, como por exemplo, a quantidade de buscas de uma mistura, seria o gráfico de barras.

Em muitas das vezes, a visualização tabular agregou mais valor, principalmente quando o objetivo era compreender um escopo maior a respeito de todos os registros, ou até mesmo sobre uma fatia um pouco maior que apenas dez itens.

O gráfico de barras é frequentemente escolhido em detrimento do gráfico de setores para análises que envolvem grandes quantidades de dados ou quando é necessária uma comparação precisa entre diferentes categorias. A estrutura dos gráficos de barras facilita a leitura de valores exatos e permite comparações diretas e claras entre itens, algo que é mais complexo em gráficos de setores, onde os valores são representados por áreas e ângulos. Além disso, gráficos de barras são adaptáveis a diferentes escalas de dados e podem incorporar eixos Y duplos para apresentar conjuntos de dados variados sobre o mesmo eixo X, aumentando sua flexibilidade e precisão em análises detalhadas. Portanto, em situações que exigem clareza na apresentação e precisão nas comparações, os gráficos de barras são mais adequados do que os gráficos de setores.

Conclui-se, portanto, que enquanto os gráficos de setores inicialmente proporcionaram uma visão simplificada das proporções para os dez itens mais relevantes de cada uma das seções do painel da plataforma MistuRe, exige a necessidade de abordagens mais versáteis e detalhadas para atender às demandas dos pesquisadores e avaliadores da plataforma. O gráfico de barras, dada sua capacidade de facilitar comparações exatas e manipular grandes volumes de dados, emergiu como uma ferramenta superior em contextos que requerem uma análise mais granular e abrangente. Tal análise ressalta a importância de escolher o tipo de visualização de dados mais adequado com base nas necessidades específicas dos utilizadores, natureza dos dados tratados e também a respeito das informações e conhecimentos que se deseja extrair.

Conclusão

No decorrer deste trabalho, foi abordada a importância da mistura de produtos fitossanitários na agricultura, evidenciando os desafios e riscos associados a essa prática. A fundamentação teórica apresentada destacou a complexidade das interações entre diferentes produtos e ressaltou a necessidade de uma abordagem embasada em informações científicas para orientar práticas seguras e eficazes no agronegócio. Logo, a proposta de um aplicativo que sugere a utilização de misturas de produtos fitossanitários surge como uma resposta às lacunas identificadas nas soluções existentes, na qual a busca por informações confiáveis e abrangentes, que considerem a diversidade de produtos utilizados no Brasil, motivou o desenvolvimento dessa ferramenta.

Ao explorar trabalhos relacionados, foram identificadas limitações nas soluções existentes, como a restrição de produtos, complexidade de uso, falta de transparência nas fontes de informação e necessidade de realizar algum investimento financeiro inicial para ter acesso à mesma. Nesse contexto, a proposta do aplicativo MistuRe foi desenvolvida com o objetivo de oferecer melhorias em todos esses pontos, oferecendo uma ferramenta abrangente, de fácil utilização, gratuito e totalmente transparente quanto às fontes científicas utilizadas para embasar suas recomendações. Sendo assim, o MistuRe surgiu para ser um grande aliado para promoção de práticas agrícolas seguras e eficientes, contribuindo para a otimização das operações, economia de recursos e, principalmente, para a segurança dos profissionais envolvidos e do meio ambiente. A plataforma surgiu através do trabalho colaborativo entre pesquisadores e avaliadores visando a criação de uma base bem representativa a respeito de mistura de produtos fitossanitários em tanque.

Diante da compreensão de que o longo trabalho dos pesquisadores e avaliadores necessitava de otimização para atender de forma mais eficaz às crescentes demandas dos usuários da aplicação, foi concebido um painel iterativo. Este painel foi desenvolvido com o propósito de aprimorar a compreensão do comportamento desses usuários finais e de suas preferências. A nova funcionalidade no sistema web oferece aos responsáveis por adicionar novos trabalhos, uma base mais sólida sobre as combinações de produtos mais requisitadas e aquelas que ainda carecem de resultados. Isso permite concentrar esforços

na criação de trabalhos que abordam precisamente as misturas mais relevantes para os usuários finais. Portanto, o painel revelou-se um componente decisivo para elevar a satisfação tanto dos usuários finais, aprimorando a qualidade do resultado de suas buscas, quanto do pessoal interno da plataforma, capacitando-os a direcionar com mais precisão suas iniciativas para atender às demandas das misturas mais solicitadas pelos usuários do aplicativo.

No âmbito das tecnologias utilizadas, tanto no sistema web quanto no aplicativo móvel, foram adotadas abordagens que visam oferecer uma experiência de usuário eficiente, de alta qualidade e escalável para atender às necessidades futuras. A escolha de utilizar PHP no back-end para construir a API-REST e manipular o banco de dados da plataforma demonstrou ser uma decisão assertiva, proporcionando um desenvolvimento ágil e descomplicado. Além disso, a adoção da biblioteca reCharts juntamente com jQuery no front-end também desempenhou um papel crucial. Essas tecnologias contribuíram significativamente para permitir uma visualização simplificada e de fácil entendimento dos dados retornados pela API em gráficos e tabelas. Nesse contexto, a área de visualização da informação emergiu como uma disciplina importante neste projeto, revelando a importância de se compreender as necessidades dos utilizadores da plataforma juntamente com as informações que se deseja extrair para transformá-las em conhecimento, para então, escolher de forma assertiva, a melhor maneira de se dispor os dados na interface. Por fim, destaca-se também a escolha assertiva da tecnologia Flutter para o desenvolvimento do aplicativo para os usuários finais. Tal decisão, proporcionou eficiência na geração do app nativo para Android que foi publicado na Google Play Store.

Nas seções subsequentes, serão abordadas as principais contribuições do MistuRe, suas limitações identificadas e as perspectivas para trabalhos futuros.

5.1 Principais Contribuições

A introdução da nova página de dashboard na plataforma MistuRe representa um marco significativo, proporcionando aos perfis de pesquisadores e avaliadores uma série de ferramentas e recursos inovadores. Estas contribuições fundamentais não apenas aprimoram a experiência do usuário, mas também fornecem insights valiosos para a tomada de decisões e o desenvolvimento contínuo da plataforma, na qual dentre as principais contribuições, é possível citar:

- ❑ **Mecanismo para Auxiliar na Tomada de Decisões sobre Trabalhos Faltosos:** A implementação de um mecanismo dedicado no dashboard permite que os responsáveis pela geração de novos resultados identifiquem de maneira eficiente quais trabalhos estão faltosos na plataforma. Essa funcionalidade simplifica o processo de gestão de tarefas e contribui para a eficácia geral da aplicação, assegurando que os perfis responsáveis por manter a base de dados estejam cientes e sempre

engajados a agir prontamente em relação às pendências existentes entre misturas que os usuários finais estão interessados e ainda não tiveram um trabalho aprovado na plataforma.

- ❑ **Análise de Perfis de Usuários e Padrões de Comportamento:** A capacidade de analisar o que cada perfil de usuário pesquisa proporciona uma visão abrangente dos interesses e comportamentos individuais. Essa funcionalidade não apenas enriquece a compreensão dos pesquisadores e avaliadores, mas também permite a identificação de padrões de comportamento, possibilitando uma adaptação mais precisa das funcionalidades da plataforma às necessidades específicas de cada usuário.
- ❑ **Visualização de Substâncias e Culturas Mais e Menos Utilizadas:** O dashboard oferece aos usuários a capacidade de visualizar quais substâncias e culturas são mais e menos utilizadas na plataforma. Essa análise de tendências fornece informações valiosas sobre padrões de uso, destacando áreas de maior e menor interesse. Além disso, a identificação de lacunas na base de dados para determinadas substâncias ou culturas oferece oportunidades para pesquisas futuras e aprimoramento contínuo da plataforma.

Essas contribuições combinadas refletem não apenas avanços na usabilidade da aplicação MistuRe, mas também fornecem ferramentas analíticas poderosas que ampliam a utilidade da plataforma além da otimização de misturas de produtos fitossanitários. Ao capacitar os usuários com informações detalhadas e insights estratégicos, o aplicativo MistuRe se posiciona como uma ferramenta abrangente e de alto valor agregado no campo da pesquisa agrícola e gestão fitossanitária.

5.2 Limitações

A plataforma MistuRe, embora represente um avanço significativo na gestão de misturas de produtos fitossanitários, apresenta algumas limitações que devem ser consideradas para uma avaliação abrangente de suas capacidades e aplicações. Estas limitações são discutidas a seguir:

- ❑ **Ausência de Aplicativo Mobile para Dispositivos iOS:** Até o momento da elaboração deste artigo, a plataforma não dispõe de um aplicativo dedicado para dispositivos iOS. Isso pode restringir a acessibilidade e a conveniência para usuários que utilizam exclusivamente dispositivos Apple, bloqueando completamente o acesso às funcionalidades da plataforma em ambientes móveis. A ausência dessa versão mobile pode impactar a usabilidade e a adoção por uma parcela significativa de usuários que dependem de dispositivos desta marca de aparelhos em específico.

- ❑ **Representatividade de outras classes de produtos e dependência de dados atualizados:** A aplicação concentra-se principalmente em misturas de produtos fitossanitários da classe herbicida, deixando de abranger outras classes igualmente relevantes, como pesticidas e fungicidas por exemplo. A falta de uma base representativa para essas classes pode limitar a aplicabilidade da plataforma em contextos agrícolas mais abrangentes. Diferentes categorias de produtos fitossanitários demandam considerações específicas e formulações únicas, o que implica na necessidade de uma base de dados ampla e diversificada para abordar efetivamente as diferentes necessidades dos usuários. Além disso, a precisão das recomendações depende significativamente da disponibilidade e atualização contínua de dados sobre os produtos fitossanitários publicados na íntegra. A ausência de informações atualizadas pode em algum momento comprometer a eficácia das análises realizadas pela plataforma por se tornarem obsoletas quando comparadas a possíveis técnicas descobertas que ainda não tiveram muitos artigos científicos publicados. Ademais, é de suma importância notar a dependência da mão de obra dos perfis de "Pesquisador" e "Avaliador" no sistema web, e que sem o trabalho desempenhado por ambas as figuras, a base de dados, ao longo do tempo, deixará de ser populada se não for realizado nenhum trabalho de automação de suas respectivas funções
- ❑ **Limitações na Quantificação de Efeitos Sinérgicos e Antagonistas:** A abordagem utilizada para classificar o efeito resultante das misturas, embora valiosa na identificação de possíveis interações entre produtos fitossanitários, pode apresentar limitações na quantificação precisa dos efeitos sinérgicos e antagonistas nas misturas. A complexidade das interações químicas em determinadas combinações destes compostos pode dificultar a previsão exata dos efeitos resultantes, o que pode impactar a eficácia das recomendações fornecidas pela plataforma que optou por utilizar uma representação simplificada apenas em dois estados, positivo e negativo.
- ❑ **Falta de coleta de feedbacks dos usuários:** Outra limitação identificada na aplicação foi a ausência de coleta de feedbacks por parte dos usuários. Tal ação é crucial para o desenvolvimento e aprimoramento contínuo da tecnologia, uma vez que a percepção e experiência dos utilizadores desempenham um papel fundamental na eficácia e aceitação da aplicação. Para abordar essa lacuna, torna-se imperativo implementar um mecanismo estruturado de coleta de feedbacks. Uma abordagem recomendada seria a submissão do projeto ao conselho de ética e pesquisa, seguindo os protocolos estabelecidos para garantir a integridade e confiabilidade dos dados coletados. Além disso, a realização de avaliações por meio de testes de usabilidade se revela essencial para identificar possíveis obstáculos na interação do usuário com a aplicação, bem como para compreender a efetividade de suas funcionalidades. A coleta destes retornos não apenas contribuirá para o refinamento da aplicação, mas

também proporcionará uma compreensão aprofundada das necessidades práticas dos usuários, possibilitando o desenvolvimento de soluções mais alinhadas às suas demandas.

Embora a MistuRe represente uma ferramenta promissora na otimização de misturas de produtos fitossanitários, é crucial reconhecer e abordar suas limitações para promover o desenvolvimento contínuo e aprimoramento da plataforma. O foco em melhorias nas áreas mencionadas pode contribuir significativamente para a expansão de sua utilidade e aceitação em diversos contextos agrícolas.

5.3 Trabalhos Futuros

Ainda existem diversas áreas que os autores do projeto desejam explorar com a plataforma MistuRe, tanto relacionado a novas funcionalidades para o sistema quanto melhorias nas já existentes. Dentre elas pode-se citar a disponibilização de uma nova seção no painel para visualizar a quantidade de usuários finais por perfil e por localidade, com o objetivo de possibilitar novos insights relacionados aos tipos de produtos mais e menos buscados em determinada região bem como o engajamento da mesma.

Outro trabalho futuro que está no radar é a promoção de campanhas de marketing e divulgação da aplicação mobile por meio de anúncios em redes sociais e em sites e revistas relacionadas à área agrícola, para promover um maior fluxo de downloads na PlayStore e consequentemente gerar mais dados a serem analisados e transformados em conhecimento. Ainda sobre esse assunto, também é de grande interesse a disponibilização da versão iOS da aplicação, para que usuários de dispositivos apple também consigam ter acesso as mesmas funcionalidades que os usuários que utilizam dispositivos Android.

Por último, é possível citar a disponibilização de duas novas funcionalidade no aplicativo, a primeira ideia é sobre um cenário em que o utilizador pudesse selecionar primeiramente qual praga deseja combater e em qual cultura, e ao submeter essa pesquisa a plataforma retornasse combinações de produtos fitossanitários indicados para tal filtro. Tal funcionalidade seria algo que poderia agregar bastante valor tanto para a plataforma em si, quanto aos usuários finais. A segunda proposta, seria uma maneira do utilizador avaliar o resultado retornado pela plataforma após realizada a sua busca, conseguindo assim gerar novos insights a respeito da qualidade daquilo que é apresentado ao usuário final e sobre o comportamento do mesmo em relação a separar o que é relevante daquilo que não é.

Referências

- AGROFIT. **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento/Secretaria de Defesa Agropecuária/Coordenação-Geral de Agrotóxicos e Afins. 2019. Disponível em: <<http://agrofit.agricultura.gov.br>>. Citado 2 vezes nas páginas 12 e 16.
- ANDREW, I. K. S.; STORKEY, J.; SPARKES, D. L. A review of the potential for competitive cereal cultivars as a tool in integrated weed management. **Weed Research**, v. 55, n. 3, p. 239–248, 2015. Citado na página 12.
- APARICIO, M.; COSTA, C. J. Data visualization. **Communication design quarterly review**, ACM New York, NY, USA, v. 3, n. 1, p. 7–11, 2015. Citado 2 vezes nas páginas 21 e 23.
- BHAGAT, S. A. et al. Review on mobile application development based on flutter platform. **International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology**, v. 10, n. 1, p. 803–809, 2022. Citado na página 20.
- CHAVES, M. S. et al. The importance for food security of maintaining rust resistance in wheat. **Food Security**, v. 5, p. 157–176, 2013. Citado na página 12.
- DAS, S. K. Scope and relevance of using pesticide mixtures in crop protection: A critical review. **International Journal of Environmental Science and Toxicology Research**, Symbiosis Open Access, v. 2, p. 119–123, 2014. Citado 3 vezes nas páginas 12, 16 e 17.
- ENGBRETSSEN, M.; KENNEDY, H. **Data visualization in society**. [S.l.]: Amsterdam university press, 2020. Citado na página 21.
- GARCIA, M. B.; YOUSEF, A. M. F. Cognitive and affective effects of teachers' annotations and talking heads on asynchronous video lectures in a web development course. **Research and Practice in Technology Enhanced Learning**, v. 18, p. 020–020, 2023. Citado na página 18.
- GAZZIERO, D. Misturas de agrotóxicos em tanque nas propriedades agrícolas do Brasil. **Planta Daninha**, scielo, v. 33, p. 83–92, 03 2015. ISSN 0100-8358. Citado 2 vezes nas páginas 12 e 16.

- KISHORE, K. et al. Performance and stability comparison of react and flutter: Cross-platform application development. In: IEEE. **2022 International Conference on Cyber Resilience (ICCR)**. [S.l.], 2022. p. 1–4. Citado na página 20.
- QUARESMA, L.; NETO, L. N.; SOUZA Ênio. Desenvolvimento do aplicativo “melhor plantio” para recomendação de calagem e adubação de culturas agrícolas. In: **Anais do XIV Congresso Brasileiro de Agroinformática**. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2023. p. 1–7. ISSN 2177-9724. Disponível em: <<https://sol.sbc.org.br/index.php/sbiagro/article/view/26534>>. Citado na página 25.
- SADIKU, M. et al. Data visualization. **International Journal of Engineering Research And Advanced Technology (IJERAT)**, v. 2, n. 12, p. 11–16, 2016. Citado na página 22.
- TRAN, L. Javascript vs jquery and react in web development. 2020. Citado na página 18.
- WESTWOOD, J. H. et al. Weed management in 2050: Perspectives on the future of weed science. **Weed Science**, Cambridge University Press, v. 66, n. 3, p. 275–285, 2018. Citado na página 12.
- ZAHRA, H. A.; ZEIN, S. A systematic comparison between flutter and react native from automation testing perspective. In: IEEE. **2022 International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies (ISMSIT)**. [S.l.], 2022. p. 6–12. Citado na página 20.
- ZANDONADI, C. H. S. et al. TANK MIXTURE OF PESTICIDES FOR *Spodoptera frugiperda* CONTROL IN MAIZE WITH TRIFLUMURON. **Bioscience Journal**, EDUFU, v. 33, p. 31–40, 2017. Citado na página 16.