

Aplicativo Móvel para Cálculos de Semeadura em Lavouras - AgroCálculo

Moisés Alberto Pellegrin, Igor Yepes

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha Linha 7 de Setembro, s/n, BR 386 - KM 40, CEP: 98400-000 - Frederico Westphalen - RS

moisespellegrin@gmail.com, igor.yepes@iffarroupilha.edu.br

Abstract. *This work presents the development of a mobile application designed to assist small and medium-sized farmers in performing essential seeding calculations, including Thousand Seed Weight, plant population, seeds per hectare, and planter calibration. The solution aims to reduce errors from manual calculations and provide greater precision and accessibility in agricultural management. Developed in Kotlin with local SQLite storage, the app also enables consulting previous calculations. Based on the results obtained, the study highlights the importance of accessible digital tools for small farmers, supporting better control of seeding operations and strengthening autonomy in the production process.*

Resumo. *Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um aplicativo móvel para auxiliar pequenos e médios produtores rurais em cálculos essenciais de semeadura, como Peso de Mil Sementes, população de plantas, sementes por hectare e regulagem de semeadoras. A solução busca reduzir erros de cálculos manuais e oferecer maior precisão e agilidade no manejo agrícola. O sistema foi desenvolvido em Kotlin com SQLite para armazenamento local e consulta de cálculos anteriores. Durante o desenvolvimento, evidenciou-se a importância de ferramentas digitais acessíveis para melhorar o controle das operações de semeadura e fortalecer a autonomia do produtor.*

1. Introdução

A agricultura brasileira ocupa posição de destaque no cenário mundial, sendo um dos pilares da economia nacional e responsável por significativa parcela da produção e exportação de grãos. Nos últimos anos, o setor tem vivenciado um processo de transformação impulsionado pelo avanço da tecnologia, que possibilita maior eficiência, precisão e sustentabilidade nas atividades agrícolas [Borém et al. 2022].

Entretanto, essa evolução tecnológica não alcança de forma uniforme todos os produtores. Pequenos e médios agricultores ainda enfrentam desafios relacionados ao acesso a ferramentas digitais. Muitos procedimentos, como os cálculos de semeadura, continuam sendo realizados de forma manual, com base em tabelas ou estimativas empíricas, prática suscetível a erros e que exige conhecimentos técnicos nem sempre disponíveis na realidade do campo [Embrapa 2018].

Entre as principais dificuldades enfrentadas no manejo agrícola, destacam-se a regulagem de semeadoras, que requer cálculos envolvendo variáveis como espaçamento

entre linhas, população de plantas, poder germinativo e características da máquina [Mantovani et al. 2000].

Diante desse cenário, este trabalho tem como objetivo geral desenvolver um aplicativo móvel capaz de auxiliar produtores rurais nos cálculos relacionados à semeadura, automatizando fórmulas de regulação de semeadoras e estimativas de densidade de plantio. Como objetivos específicos, busca-se oferecer uma ferramenta prática e acessível para pequenos e médios produtores, reduzir erros provenientes de cálculos manuais, facilitar o processo de tomada de decisão no campo e permitir o armazenamento dos registros para consultas futuras. Além disso, o aplicativo será validado por meio de testes comparativos com cálculos tradicionais, avaliando sua precisão, aplicabilidade e facilidade de uso em condições reais de trabalho, através do formulário de feedback.

No decorrer do trabalho, serão descritas as etapas de trabalho realizadas. A Seção 2 apresenta a Fundamentação Teórica; a Seção 3 descreve os trabalhos relacionados; a Seção 4 expõe a metodologia adotada; a Seção 5 detalha o projeto do sistema; a Seção 6 mostra os resultados obtidos; e a Seção 7 apresenta as considerações finais e possíveis trabalhos futuros.

2. Fundamentação Teórica

Nesta seção será apresentado o referencial teórico sobre os principais temas abordados neste trabalho, sendo eles Agricultura de Precisão, Digitalização no Campo, Princípios da Semeadura Agrícola, Cálculos Agrícolas, Desenvolvimento Mobile e Aspectos Computacionais do Aplicativo.

2.1. Agricultura de Precisão

A agricultura de precisão surgiu como resposta à necessidade de otimizar as práticas agrícolas em áreas de cultivo cada vez maiores. A mecanização possibilitou a expansão territorial, mas também levou à uniformização das práticas, desconsiderando as variações internas do solo e do ambiente. Nesse cenário, a agricultura de precisão introduziu uma abordagem diferenciada, baseada na aplicação localizada de insumos para alcançar maior eficiência produtiva [Molin 2015].

O princípio central dessa prática está vinculado ao uso de tecnologias avançadas, tanto de hardware quanto de software, para analisar as condições do solo e aplicar sementes, fertilizantes e defensivos de forma ajustada à realidade de cada talhão [Pimentel et al. 2021]. A proposta é substituir recomendações generalistas por decisões orientadas por dados, respeitando a variabilidade espacial e temporal das lavouras e promovendo ganhos em produtividade, qualidade e sustentabilidade.

Apesar de seu potencial, a adoção ainda enfrenta barreiras como custos elevados, ausência de diretrizes claras e fragilidade em recomendações técnicas, sobretudo quando a relação entre causas e efeitos em campo é pouco evidente [Molin 2004]. Soma-se a isso a necessidade de capacitação para interpretar dados e integrar diferentes componentes tecnológicos, o que pode desestimular produtores e levar à descontinuidade de projetos quando o retorno não é percebido de imediato [Molin 2015].

Diante disso, soluções mais simples e voltadas às rotinas práticas, como aplicativos móveis para cálculo e regulação de semeadoras, podem atuar como porta de

entrada para o paradigma da agricultura de precisão, tornando seus benefícios mais acessíveis e progressivos [Pimentel et al. 2021].

2.2. Digitalização no Campo

No período da pandemia da Covid-19, a transformação digital no agronegócio passou por uma rápida aceleração. A tecnologia se consolidou como alternativa eficaz para reduzir distâncias, otimizar o tempo, diminuir custos, conectar diferentes gerações e reforçar a resiliência do setor rural [Sollitto e Venâncio 2020]. Esse avanço não se restringiu à adoção pontual de ferramentas, mas resultou na incorporação cotidiana de soluções digitais nas rotinas produtivas, administrativas e de gestão, impulsionando novos hábitos e competências no campo.

Nesse contexto, a digitalização consolidou-se como vetor de integração entre campo e gestão, com ganhos de eficiência e redução de custos [Borém et al. 2022]. Criase, assim, um ciclo virtuoso em que a disponibilidade de soluções digitais incentiva a adoção de práticas padronizadas, que, por sua vez, ampliam o valor das informações registradas e estimulam a melhoria contínua. Aplicativos móveis voltados a cálculos agrícolas e organização de dados assumem papel estratégico para operacionalizar a agricultura digital, ao oferecer simplicidade, confiabilidade e aderência às condições reais de uso no campo [Sollitto e Venâncio 2020], [Borém et al. 2022].

2.3. Princípios da Semeadura Agrícola

A semeadura é uma das etapas mais críticas do processo produtivo agrícola, pois define a base sobre a qual toda a lavoura irá se desenvolver. Uma distribuição adequada das sementes garante emergência uniforme, melhor aproveitamento da luz, da água e dos nutrientes, além de reduzir a competição entre plantas. Erros nessa fase dificilmente podem ser corrigidos ao longo do ciclo da cultura, impactando diretamente o rendimento final da lavoura [Embrapa 2018].

A principal máquina utilizada nesse processo é a semeadora, também chamada de plantadeira, responsável por abrir o sulco no solo, dosar e distribuir as sementes, posicioná-las na profundidade correta e recobri-las. Entre os diversos tipos existentes, a semeadora mecânica é a mais utilizada, especialmente por pequenos e médios produtores. Nesse tipo de equipamento, a roda motriz da própria semeadora gira conforme a máquina se desloca, e esse movimento é transmitido por engrenagens, correntes e eixos até os mecanismos dosadores de sementes. Assim, a quantidade de sementes distribuída depende diretamente da distância percorrida pela máquina e da regulagem do conjunto mecânico [Mantovani 2000].

Esse princípio de funcionamento torna a regulagem da semeadora uma etapa essencial antes do plantio. A calibração é feita ajustando-se os mecanismos internos para que, a cada giro da roda, a máquina libere a quantidade correta de sementes. Para isso, são realizados testes práticos, nos quais a roda da semeadora é girada um número conhecido de vezes, simulando um determinado percurso, e as sementes distribuídas são coletadas e contadas. Com base nesse resultado, calcula-se o número de sementes por metro linear e, posteriormente, a quantidade por hectare [Embrapa, 2018].

A partir desses valores, define-se a população de plantas, que corresponde ao número de plantas que irão ocupar uma determinada área. Cada cultura possui uma faixa

ideal de população, na qual a produtividade é maximizada. Quando a densidade é muito alta, ocorre maior competição entre as plantas, resultando em menor desenvolvimento individual, aumento de acamamento e redução do tamanho dos grãos. Por outro lado, populações muito baixas provocam falhas na lavoura e desperdício de área produtiva, reduzindo o potencial de rendimento [Mantovani 2000].

Além disso, a população final de plantas não depende apenas da quantidade de sementes distribuídas, mas também do poder germinativo do lote e das perdas naturais no processo de emergência. Por isso, os cálculos de sementes por hectare e de quilogramas por hectare devem considerar esses fatores, garantindo que o estande desejado seja alcançado no campo [Embrapa 2018].

Nesse contexto, a correta regulagem da semeadora e o uso de cálculos precisos são fundamentais para a eficiência produtiva. A agricultura de precisão busca justamente reduzir incertezas nesse processo, utilizando dados e métodos sistemáticos para melhorar a tomada de decisão no plantio [Molin 2015].

2.4. Cálculos Agrícolas

Tradicionalmente, os cálculos de semeadura são realizados de forma manual, com base em tabelas ou planilhas fornecidas pelos fabricantes de semeadoras. Esse processo exige conhecimento técnico e está sujeito a falhas humanas. Entre as principais variáveis consideradas estão o espaçamento entre linhas, a densidade populacional e o poder germinativo das sementes [Embrapa 2018].

A automatização desses cálculos envolve organizar e tratar corretamente as variáveis utilizadas pelo sistema, garantindo consistência e precisão nos resultados. Conceitos básicos de estruturação de dados, como os apresentados por [Celes, Cerqueira e Rangel 2004], contribuem para transformar operações manuais em rotinas computacionais com maior confiabilidade e precisão nos resultados.

2.4.1 Peso de Mil Sementes (PMS)

O Peso de Mil Sementes (PMS) é uma variável fundamental para determinar a quantidade de semente necessária por área. Ele expressa a massa média de mil unidades de sementes e é utilizado para estimar a taxa de semeadura em função da densidade de plantio desejada. Esse valor pode variar conforme a cultivar e as condições de armazenamento, sendo importante realizar sua medição localmente com a Equação 1.

$$PMS = \frac{1000 \times \text{Peso das sementes}}{\text{Quantidade de sementes}}$$

Equação 1. Peso de Mil Sementes (PMS)

2.4.2 Regulagem da Semeadora

A calibração da semeadora, por sua vez, costuma ser realizada por meio de testes práticos, seja com a máquina em operação no solo ou com a roda motriz suspensa. Nessa etapa, mede-se o diâmetro da roda para calcular seu perímetro e, em seguida, determina-se a distância percorrida em um número pré-estabelecido de giros. As sementes distribuídas

nesse percurso são então contadas, obtendo-se a quantidade média por metro linear conforme a Equação 2:

$$\text{Sementes por metro} = \frac{\text{Número de sementes recolhidas}}{\text{Distância percorrida (m)}}$$

Equação 2. Regulagem da Semeadora

Caso o número de sementes obtido não seja satisfatório, deve-se testar outra configuração da máquina, até obter o resultado desejado.

2.4.3 População de Plantas por Metro Quadrado

A população de plantas por metro quadrado é obtida pela relação entre o número de sementes distribuídas por metro linear e o espaçamento entre linhas, conforme demonstrado na Equação 3. Esse cálculo permite estimar o número de plantas que estarão presentes em cada unidade de área, sendo essencial para ajustar a densidade populacional e garantir o aproveitamento ideal dos recursos do solo, luz e nutrientes.

$$\text{População (m}^2\text{)} = \frac{\text{Sementes por metro linear}}{\text{Espaçamento entre linhas (m)}}$$

Equação 3. População de Plantas por Metro Quadrado

2.4.4 Sementes por Hectare

O cálculo de sementes por hectare apresentado na Equação 4, considera o poder germinativo do lote de sementes, ajustando o número de unidades necessárias para compensar as perdas esperadas durante a germinação. No caso de culturas como o sorgo, a densidade de plantio é definida a partir do estande final desejado, ajustado conforme o poder germinativo e as perdas previstas. [Mantovani et al. 2000].

$$\text{Sementes por hectare} = \frac{\text{População (m}^2\text{)} \times 10000}{\text{Poder germinativo}/100}$$

Equação 4. Sementes por Hectare

2.4.5 Quilogramas por Hectare

A quantidade de quilogramas por hectare (kg/ha), apresentada na Equação 5, indica o peso de sementes que deve ser utilizado por hectare para alcançar a população ideal de plantas. Esse cálculo é geralmente aplicado em sementes miúdas, como trigo, aveia e nabo, nas quais as semeadoras são reguladas para distribuir uma determinada quantidade em kg/ha. O resultado é obtido a partir da combinação entre o peso médio das sementes (PMS) e o número total de sementes necessárias por hectare.

$$\text{kg/ha} = \left(\frac{\text{PMS}}{1000000} \right) \times \text{Sementes por hectare}$$

Equação 5. Quilogramas por hectare

2.5. Desenvolvimento Mobile

O desenvolvimento de aplicativos móveis para o setor agrícola requer soluções eficientes e compatíveis com dispositivos com desempenho limitado e baixa conexão de internet, como smartphones utilizados em áreas rurais. Nesse contexto, a correta modelagem de dados e a escolha de linguagens de programação são fundamentais para o bom funcionamento do sistema.

Para o desenvolvimento nativo no sistema Android, utilizam-se as linguagens Kotlin e Java, ambas compatíveis com o ambiente Android Studio. O Kotlin, criado pela JetBrains, é conhecido por sua sintaxe concisa, maior segurança em tempo de execução e interoperabilidade com código Java, o que o torna uma opção moderna e recomendada para novos projetos [Temirova 2025]. Já o Java continua sendo amplamente utilizado devido à sua maturidade, comunidade ativa e vasta documentação disponível.

No que se refere ao armazenamento local, o SQLite é a principal escolha. Trata-se de um banco de dados leve, relacional e embarcado, ideal para operar sem necessidade de conexão com a internet. Sua simplicidade e compatibilidade com as linguagens mencionadas tornam-no uma opção confiável para o funcionamento offline, permitindo que o usuário registre e consulte informações mesmo em locais sem conectividade [Stojanovic et al. 2021].

Embora o desenvolvimento nativo tenha sido adotado neste projeto, é importante ressaltar a existência de alternativas multiplataforma amplamente utilizadas, como Flutter, React Native e Xamarin. Estudos comparativos, como o de Mammounim e Bahloul (2022), indicam que, apesar de oferecerem boa produtividade e facilidade de manutenção, essas soluções podem impor restrições de desempenho e no gerenciamento eficiente de memória. Considerando que a aplicação proposta demanda alta responsividade e estabilidade, optou-se pelo desenvolvimento nativo em Kotlin para mitigar tais limitações.

2.6 Aspectos Computacionais do Aplicativo AgroCálculo

O aplicativo AgroCálculo foi desenvolvido como uma solução computacional aplicada ao contexto agrícola, incorporando conceitos de organização de software, processamento de dados e persistência de informações. Esses elementos são fundamentais para garantir confiabilidade, eficiência e adequação ao uso em dispositivos móveis utilizados no meio rural.

A estrutura do sistema foi organizada de forma modular, com separação entre interface do usuário, lógica de processamento e persistência de dados. Essa abordagem contribui para a clareza do código, facilita a manutenção e permite a ampliação futura da aplicação com novos cálculos e funcionalidades, mantendo a estabilidade do sistema. A lógica de processamento dos cálculos foi implementada utilizando a linguagem Kotlin, adotada oficialmente para o desenvolvimento Android, enquanto a interface gráfica foi construída por meio de arquivos XML, responsáveis pela definição visual das telas e dos componentes de interação.

O processamento computacional dos cálculos agrícolas é realizado a partir dos dados fornecidos pelo usuário, os quais passam por validações antes da aplicação das fórmulas matemáticas. Essas validações e operações são tratadas na camada lógica desenvolvida em Kotlin, reduzindo erros decorrentes de entradas inválidas e

possibilitando maior precisão numérica em comparação aos cálculos manuais, aumentando a confiabilidade dos resultados apresentados.

A persistência das informações é realizada por meio do banco de dados SQLite, um sistema relacional leve e embarcado amplamente utilizado em aplicações móveis [Stojanovic et al. 2021]. A modelagem adotada permite armazenar parâmetros e resultados de forma estruturada, possibilitando a consulta ao histórico de cálculos e a comparação entre diferentes cenários de plantio.

A interface do aplicativo foi desenvolvida com foco em simplicidade e clareza, considerando o ambiente de uso em campo e o perfil dos usuários. A utilização de layouts definidos em XML, aliada à separação da lógica de negócio em Kotlin, contribui para uma experiência de uso intuitiva, reduzindo erros de operação e tornando o sistema mais acessível no dia a dia do produtor rural.

Dessa forma, o AgroCálculo caracteriza-se como uma aplicação computacional estruturada, que integra processamento de dados, persistência local e interface adequada, oferecendo suporte técnico confiável às atividades de semeadura no contexto do agronegócio.

3. Trabalhos Relacionados

A aplicação Dr. Agro (2024), criado pelo Professor Dr. Marcos Fava Neves, oferece uma solução digital para a produção agrícola, com funcionalidades como ferramentas para calcular semeadura, conversor de unidades, planejamento e organização de talhões, análise de solo, geração de relatórios em PDF, mapeamento de áreas e previsão do tempo. Além disso, contém as principais cotações utilizadas pelo técnico e produtor rural.

O aplicativo Zarc – Plantio Certo que foi desenvolvido pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), disponibiliza informações do Zoneamento Agrícola de Risco Climático (Zarc) de forma acessível. O aplicativo orienta o produtor sobre as melhores épocas de plantio com base nas taxas de risco associadas a eventos climáticos adversos, abrangendo 43 culturas em todos os municípios brasileiros. Também oferece dados sobre cultivares habilitadas pelo Registro Nacional de Cultivares (RNC) e análises climáticas recentes, sendo útil para o planejamento da produção, crédito e seguro rural.

Fertisystem (2021) desenvolveu o aplicativo Dose Certa, que calcula a dosagem ideal de fertilizantes por hectare com base na granulometria real do adubo e nas configurações da máquina. Gratuito e funcional offline, o aplicativo evita desperdícios e aumenta a precisão na aplicação de insumos agrícolas.

Esses aplicativos representam avanços importantes no apoio à agricultura, mas cada um possui enfoques distintos. O Dr. Agro destaca-se pelas funções de gestão e pela inclusão de cotações do mercado, mas não realiza cálculos específicos para a regulação prática de semeadeiras. O Zarc – Plantio Certo é excelente como ferramenta de planejamento baseado em dados climáticos, mas também não executa simulações práticas de aplicação de insumos. Já o Dose Certa possui foco no cálculo de fertilizantes, e não realiza cálculos para a semeadura de sementes.

O aplicativo proposto neste trabalho diferencia-se ao permitir simulações práticas para regulação de plantadeiras, com base no número de voltas das rodas em um percurso

definido, indicando com precisão a quantidade ou peso de sementes coletadas por linha. Além disso, traz o armazenamento dos cálculos realizados, para uma consulta de dúvidas futuras, que o torna mais prático e acessível para o pequeno produtor.

4. Metodologia

O fluxograma apresentado na Figura 1 descreve as etapas planejadas e definidas para a execução deste trabalho. Na sequência, são detalhadas as fases que compõem o processo metodológico adotado.

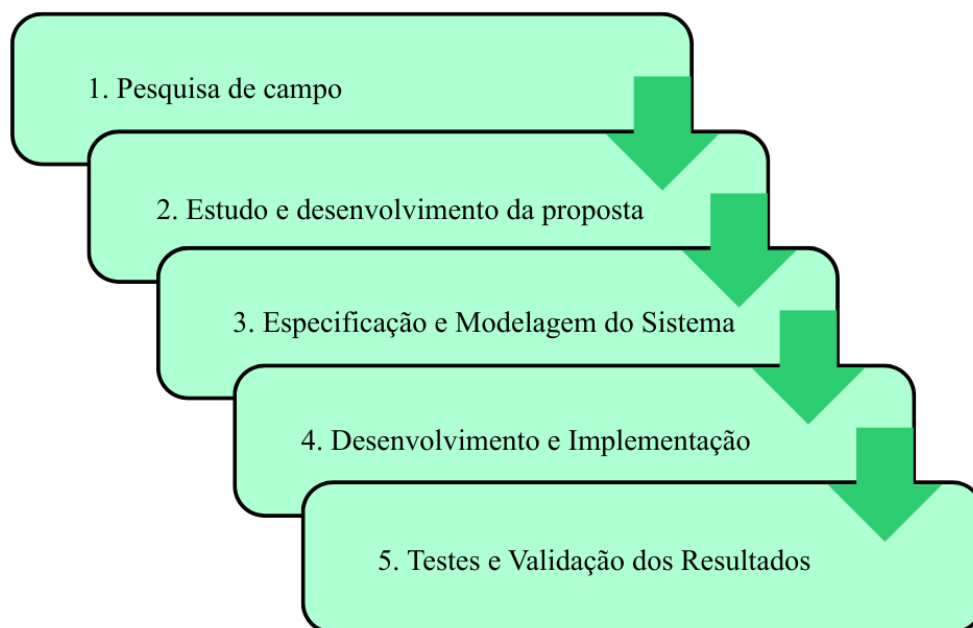


Figura 1. Metodologia definida para o trabalho

Pesquisa de Campo: Entrevistas com produtores e técnicos para identificar dificuldades na realização de cálculos manuais e regulagem de semeadeiras.

No total, participaram um técnico formado em agronomia e três agricultores, ambos residentes no interior de Frederico Westphalen – RS.

As entrevistas foram conduzidas de maneira informal, levantando os requisitos do sistema ao decorrer da conversa, entre junho e agosto de 2025, de forma presencial.

Estudo e Desenvolvimento da Proposta: Levantamento teórico-técnico dos cálculos e definição de um aplicativo móvel para automatizá-los com precisão e praticidade.

Especificação e Modelagem do Sistema: Definição de requisitos, modelagem lógica do banco de dados em SQLite para armazenagem dos cálculos, mapeamento do fluxo de cálculos de semeadura e regulagem de semeadeiras.

Desenvolvimento e Implementação: Construção do aplicativo no Android Studio usando as tecnologias Kotlin e SQLite, implementação das fórmulas e interface intuitiva com validações.

Testes e Validação: A etapa de Testes e Validação teve como objetivo verificar o funcionamento correto das funcionalidades implementadas, comparar os resultados do

aplicativo com cálculos manuais tradicionais e avaliar a usabilidade do sistema sob a perspectiva de usuários com um formulário de feedback disponibilizado no aplicativo. Essa fase buscou garantir que o aplicativo fosse preciso, confiável e adequado ao uso.

5. Projeto do Sistema

Nesta Seção serão apresentados o diagrama de caso de uso e a modelagem lógica do banco de dados.

5.1 Diagrama de Caso de Uso

O diagrama de caso de uso, apresentado na Figura 2, descreve as interações entre o usuário e o aplicativo. O sistema foi modelado para atender às necessidades do produtor rural no cálculo de semeadura, assim possibilitando o registro, o processamento e a visualização dos resultados de forma prática e intuitiva.

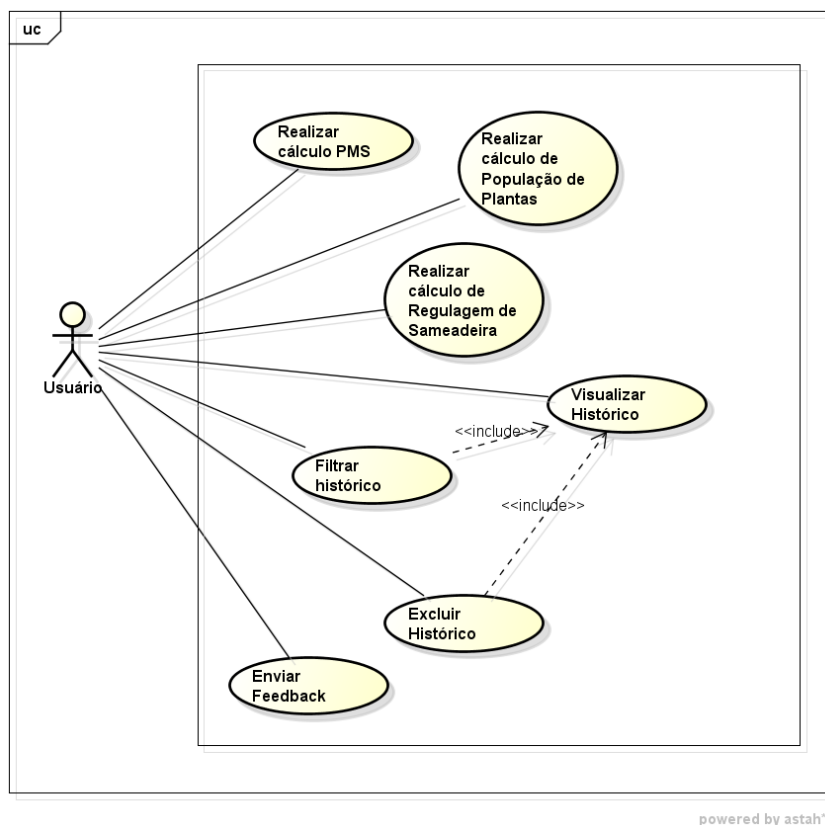


Figura 2. Diagrama de caso de uso do aplicativo

O ator **Usuário** representa o produtor ou técnico agrícola que utiliza o aplicativo. Ele possui acesso direto nas funcionalidades do sistema:

Realizar cálculo de PMS: permite o cálculo do Peso de Mil Sementes, a partir da entrada do número e peso das sementes coletadas em amostra;

Realizar cálculo de População de Plantas: executa os cálculos de densidade populacional e quantidade de sementes por hectare;

Realizar cálculo de Regulagem de Semeadeira: possibilita a realização do cálculo da calibração da semeadeira com base nos parâmetros coletados em campo;

Visualizar Histórico: permite consultar registros de cálculos realizados anteriormente. A partir deste caso de uso, o usuário também pode **filtrar** ou **excluir** itens do histórico, funcionalidades representadas como *include* no diagrama, pois dependem da visualização do histórico para serem executadas.

Enviar Feedback: possibilita ao usuário encaminhar comentários, sugestões ou relatos de problemas diretamente pelo aplicativo.

5.2 Modelo de Dados

O modelo de dados do aplicativo foi desenvolvido com base nos cálculos essenciais para a regulação de semeadoras, população de plantas e sementes por hectare. O banco de dados foi modelado utilizando o SQLite, por ser um banco de dados simples e eficiente, ideal para aplicativos móveis. Permitindo armazenar informações diretamente no celular do usuário, sem depender de conexões, garantindo que o aplicativo funcione mesmo em áreas mais remotas.

O modelo lógico é composto por três principais entidades: **PMS**, **Populacao** e **RegSemeadora**, conforme apresentado na Figura 3.

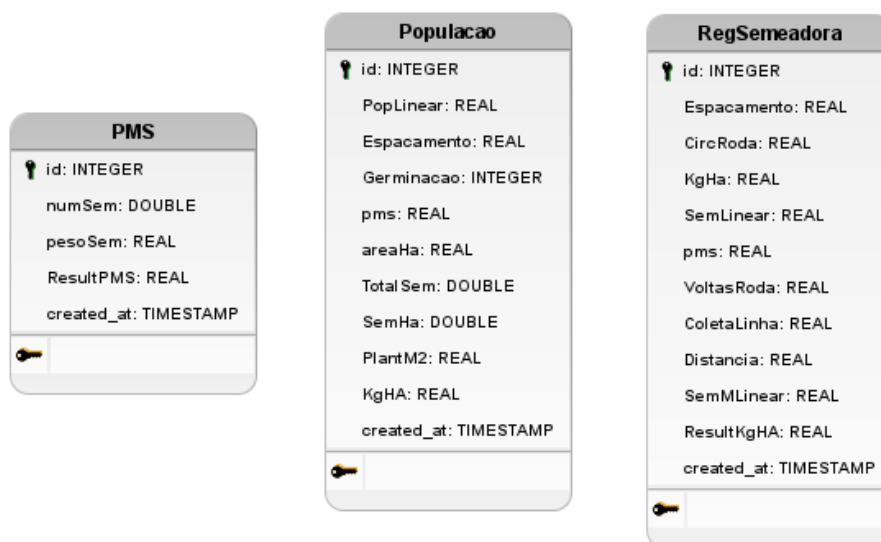


Figura 3. Modelo lógico do banco de dados

A tabela **PMS** (Peso de Mil Sementes) armazena os dados utilizados no cálculo do peso de mil sementes, variável essencial para a estimativa da quantidade de sementes necessárias por área.

- id:** identificador único do cálculo;
- numSem:** número de sementes da amostra;
- pesoSem:** peso total da amostra (em gramas);
- resultPMS:** resultado do cálculo do peso de mil sementes;
- created_at:** data e hora de criação do registro.

A tabela **População** concentra os dados referentes à densidade de plantas e à quantidade de sementes utilizadas por hectare, considerando parâmetros como espaçamento e poder germinativo.

- id:** identificador único do cálculo;
- popLinear:** população de plantas por metro linear;

espacamento: espaçamento entre linhas (em metros);
germinacao: poder germinativo das sementes (em porcentagem);
pms: valor de referência do peso de mil sementes (chave estrangeira);
areaHa: área total considerada (em hectares);
totalSem: quantidade total de sementes calculadas;
semHa: número de sementes por hectare;
plantM2: número de plantas por metro quadrado;
kgHa: quantidade de sementes em quilogramas por hectare;
created_at: data e hora da criação do registro.

Essa estrutura possibilita o armazenamento e a consulta do histórico de cálculos de densidade de semeadura, permitindo comparações entre cultivares e condições distintas de plantio.

A tabela **RegSemeadora** (Regulagem da Semeadora) é responsável por armazenar os parâmetros e resultados obtidos durante os testes práticos de regulagem da semeadora.

id: identificador único do cálculo;
espacamento: espaçamento entre linhas;
circRoda: circunferência da roda motriz da semeadora;
kgHa: quantidade de sementes aplicadas por hectare;
semLinear: número de sementes por metro linear;
pms: valor de referência do peso de mil sementes (chave estrangeira);
voltasRoda: número de voltas da roda no teste;
coletaLinha: número de sementes coletadas por linha;
distancia: distância percorrida durante o teste;
semMLinear: resultado em sementes por metro linear;
resultKgHa: resultado final do cálculo em quilogramas por hectare;
created_at: data e hora de criação do registro.

Essa entidade permite o registro dos resultados obtidos em campo, viabilizando o acompanhamento e a validação dos ajustes realizados nas semeadoras.

6. Resultados

Nesta Seção serão apresentadas as telas do aplicativo e descrições das funcionalidades de cada uma delas. As telas foram desenvolvidas no Android Studio, visando uma interface simples, intuitiva e compatível com o uso em campo.

6.1 Tela Inicial e Menu Principal

A Figura 4 apresenta a tela inicial do aplicativo, que exibe o logotipo do sistema, o título e as informações institucionais do trabalho de conclusão de curso. O botão **Entrar** direciona o usuário ao menu principal do aplicativo.

Essa interface tem por objetivo introduzir o aplicativo e identificá-lo como produto final do projeto de TCC, além de servir como base para um projeto futuro de tela de login, apresentando visual limpo e compatível com dispositivos de diferentes tamanhos de tela.

Na sequência, a Figura 5 apresenta a tela de menu principal, na qual o usuário seleciona a funcionalidade desejada. São disponibilizadas quatro opções: **PMS**, **População de Plantas**, **Regular Semeadora** e **Histórico**.

O menu centraliza a navegação do sistema e oferece acesso rápido às principais rotinas de cálculo. Um botão adicional localizado no canto inferior direito permite o envio de feedbacks e sugestões sobre o aplicativo.

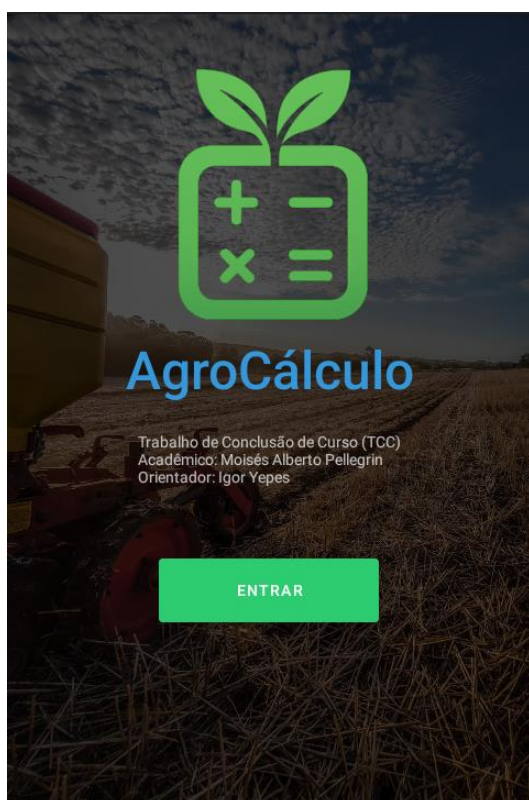


Figura 4. Tela inicial

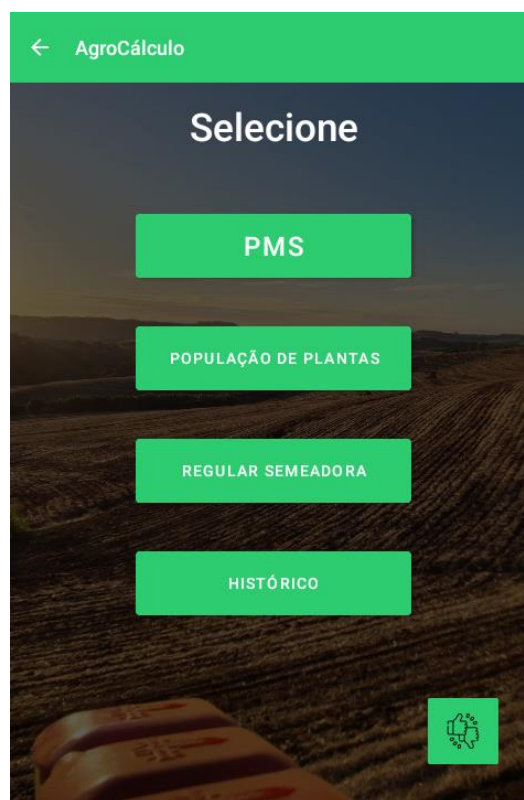
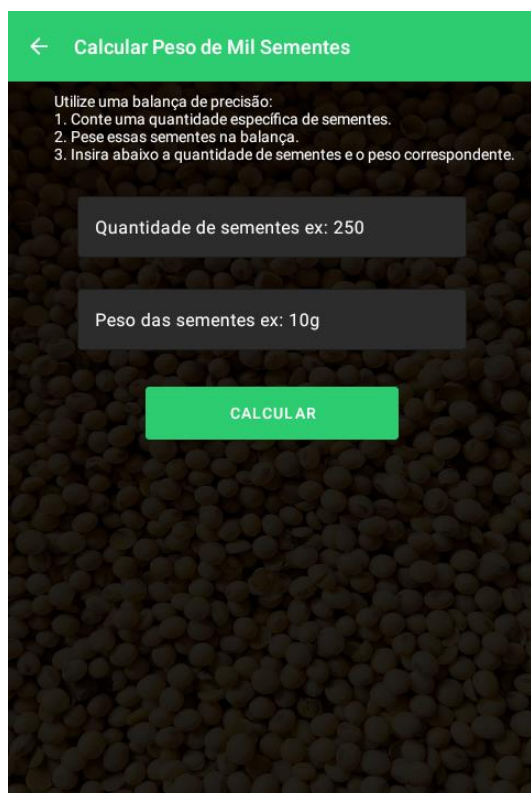


Figura 5. Menu principal

6.2 Cálculo do Peso de Mil Sementes (PMS)

A Figura 6 ilustra a tela destinada ao cálculo do **Peso de Mil Sementes (PMS)**. Nessa interface o aplicativo orienta o usuário quanto ao procedimento de pesagem, indicando que se deve contar uma quantidade específica de sementes, pesá-las e inserir os valores nos campos correspondentes.



← Calcular Peso de Mil Sementes

Utilize uma balança de precisão:
1. Conte uma quantidade específica de sementes.
2. Pese essas sementes na balança.
3. Insira abaixo a quantidade de sementes e o peso correspondente.

Quantidade de sementes ex: 250

Peso das sementes ex: 10g

CALCULAR

Figura 6. Tela de cálculo do PMS



← Calcular Peso de Mil Sementes

Utilize uma balança de precisão:
1. Conte uma quantidade específica de sementes.
2. Pese essas sementes na balança.
3. Insira abaixo a quantidade de sementes e o peso correspondente.

Quantidade de sementes ex: 250
250

Peso das sementes ex: 10g
10

Resultado
PMS: 40,00g

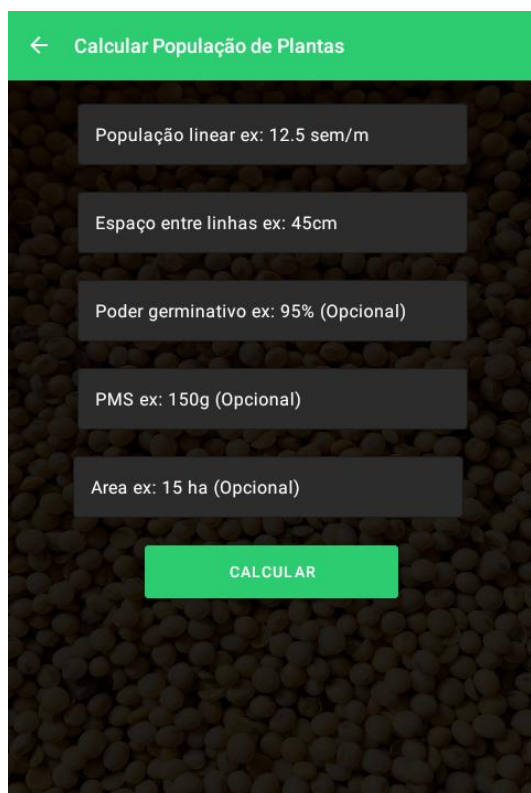
FECHAR

Figura 7. Janela modal de resultado do cálculo do PMS

Após o preenchimento, o botão **Calcular** executa a fórmula do PMS e apresenta o resultado em uma janela modal, conforme mostrado na Figura 7, indicando o valor calculado em gramas. Além disso, o valor obtido é armazenado pelo aplicativo e utilizado automaticamente em outros cálculos do sistema que dependem do PMS, possibilitando o preenchimento automático de campos e reduzindo a necessidade de reinserção manual das informações.

6.3 Cálculo de População de Plantas

A Figura 8 apresenta a tela de cálculo da **População de Plantas**, na qual o usuário insere valores de espaçamento e sementes por metro linear. O aplicativo realiza automaticamente os cálculos de população por metro quadrado, sementes por hectare, total de sementes e peso correspondente em quilogramas por hectare.



← Calcular População de Plantas

População linear ex: 12.5 sem/m
12.5

Espaço entre linhas ex: 45cm
45

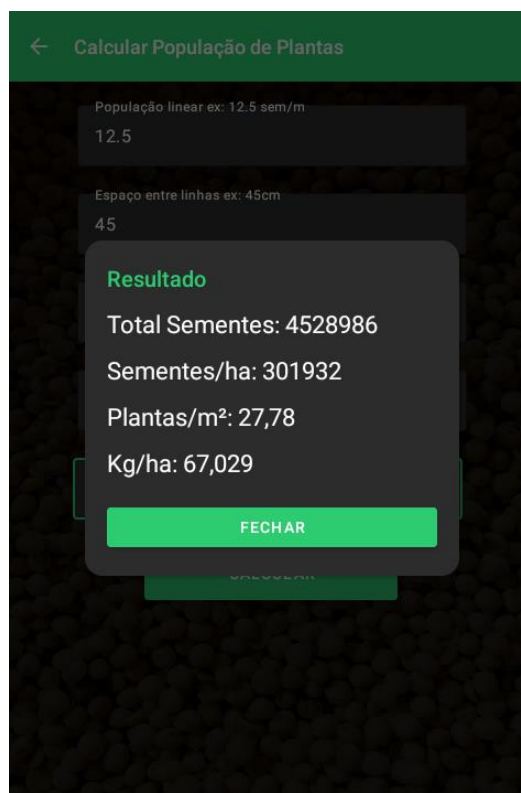
Poder germinativo ex: 95% (Opcional)

PMS ex: 150g (Opcional)

Area ex: 15 ha (Opcional)

CALCULAR

Figura 8. Tela de cálculo de população de plantas



← Calcular População de Plantas

População linear ex: 12.5 sem/m
12.5

Espaço entre linhas ex: 45cm
45

Resultado

Total Sementes: 4528986

Sementes/ha: 301932

Plantas/m²: 27,78

Kg/ha: 67,029

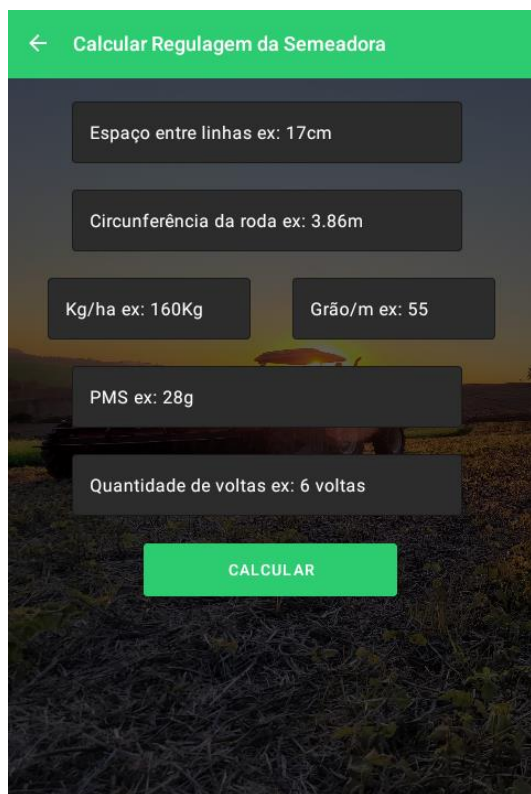
FECHAR

Figura 9. Janela modal do resultado do cálculo de população de plantas

Após a execução, o resultado é exibido em uma janela modal (Figura 9) contendo o número total de sementes da área e por hectare, população de plantas por metro quadrado e o peso em quilogramas por hectare.

6.4 Cálculo de Regulagem da Semeadora

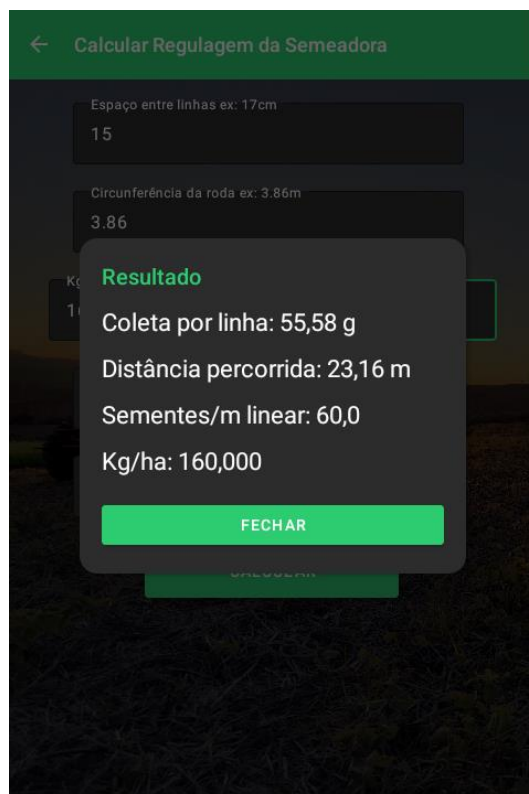
A Figura 10 apresenta a tela responsável pela **regulagem da semeadora**, utilizada para calcular a quantidade de sementes distribuídas em campo a partir de parâmetros práticos coletados pelo operador.



A tela de cálculo da regulagem da semeadora apresenta um formulário com os seguintes campos e valores:

- ← Calcular Regulagem da Semeadora
- Espaço entre linhas ex: 17cm
- Circunferência da roda ex: 3.86m
- Kg/ha ex: 160Kg
- Grão/m ex: 55
- PMS ex: 28g
- Quantidade de voltas ex: 6 voltas
- CALCULAR

Figura 10. Tela de cálculo da regulagem da semeadora



A janela modal do cálculo da regulagem da semeadora apresenta os seguintes resultados:

- ← Calcular Regulagem da Semeadora
- Resultado
- Coleta por linha: 55,58 g
- Distância percorrida: 23,16 m
- Sementes/m linear: 60,0
- Kg/ha: 160,000
- FECHAR

Figura 11. Janela modal do cálculo da regulagem da semeadora

O aplicativo oferece flexibilidade no modo de cálculo, que permite o usuário inserir o valor de quilogramas por hectare (**kg/ha**) ou o valor de sementes por metro linear (**grãos/m**).

Quando o usuário insere apenas o valor de **grãos/m**, o sistema calcula automaticamente a quantidade correspondente em **kg/ha**, com base no PMS e nos parâmetros da máquina.

E quando é informado somente o valor de **kg/ha**, o aplicativo realiza o cálculo inverso, determinando a quantidade de sementes por metro linear.

Caso ambos os campos sejam preenchidos, o sistema prioriza o valor de **grãos/m** e realiza o cálculo de **kg/ha**, garantindo consistência e evitando redundâncias nos resultados.

Ao acionar o botão **Calcular**, o aplicativo processa as fórmulas correspondentes e apresenta os resultados em uma janela modal (Figura 11), com os valores de coleta por linha, distância percorrida, sementes por metro linear e quilogramas por hectare.

6.5 Histórico

A figura 12 mostra o módulo **Histórico**, que permite o usuário visualizar todos os cálculos já realizados, com data, tipo de operação e resultados. Essa funcionalidade facilita o acompanhamento de desempenhos de plantio e o reaproveitamento de dados em futuras operações agrícolas.



Figura 12. Tela do histórico



Figura 13. Janela modal do filtro de pesquisa do histórico

Para facilitar a visualização, foram adicionados dois botões no canto superior direito da tela: um destinado à filtragem dos cálculos e outro para a exclusão de todo o histórico registrado.

A filtragem permite que o usuário visualize apenas os registros de um tipo específico de cálculo **PMS**, **Regulagem de Semeadeira** ou **População de Plantas** conforme demonstrado na janela de diálogo da Figura 13.

6.6 Comparação de uso do sistema com métodos manuais

Para avaliar o ganho de eficiência proporcionado pelo aplicativo, foram realizados testes comparativos entre as três operações principais, **Peso de Mil Sementes (PMS)**, **População de Plantas** e **Regulagem da Semeadeira** como apresentado na Tabela 1. Cada operação foi calculada com método manual, utilizando papel, caneta e calculadora, e método digital, utilizando o aplicativo desenvolvido.

Os cálculos manuais foram executados pelo mesmo operador, seguindo as fórmulas recomendadas pela literatura [Embrapa 2018], [Mantovani et al. 2000]. Já no aplicativo, o tempo contabilizado inclui apenas a inserção dos dados e o acionamento do botão Calcular.

Tabela 1. Comparação de tempo e resultado do aplicativo com o método manual

Operação	Tempo manual	Tempo no aplicativo	Diferença	Resultado Manual	Resultado do aplicativo
PMS	45 s	10 s	35 s	39	39,06
População de Plantas	2 min 44 s	14 s	2 min 30 s	4.210.526	4.210.526
Regulagem da Semeadora	2 min 50 s	18 s	2 min 32 s	49,7	49,75

Os resultados indicam reduções significativas no tempo necessário para a realização dos cálculos. Em média, o aplicativo foi 88% mais rápido do que o processo manual. A maior diferença ocorreu na operação de população de plantas, que passou de 2 min 44 s para apenas 14 s, evidenciando a redução do número de etapas intermediárias e o cálculo automático das fórmulas.

Observa-se que os valores calculados pelo aplicativo são equivalentes aos obtidos manualmente, confirmando que o sistema implementa corretamente as fórmulas técnicas utilizadas na prática agrícola. As pequenas diferenças observadas nos resultados de PMS e da Regulagem da Semeadora decorrem do maior número de casas decimais utilizadas no processamento digital, o que confere maior precisão numérica ao aplicativo em comparação às aproximações comuns em cálculos feitos à mão.

Além disso, o uso do aplicativo reduz significativamente o risco de erro humano, que é elevado em operações manuais que envolvem múltiplas etapas de multiplicação, divisão e conversão de unidades. No ambiente de campo, onde há pressão, distrações e condições adversas de anotação, esses erros podem passar despercebidos e resultar em regulagens incorretas da semeadora e em populações de plantas fora do ideal.

Dessa forma, o principal valor agregado pelo AgroCálculo não está apenas na rapidez, mas na confiabilidade, repetibilidade e precisão dos cálculos, oferecendo ao produtor rural maior segurança na tomada de decisão e na execução das operações de semeadura.

6.7 Testes Realizados com Usuários

Para avaliar a usabilidade e o desempenho do aplicativo em condições reais, um link para um formulário de feedback anônimo do *Google Forms* foi disponibilizado dentro do próprio sistema.

6.7.1 Perfil dos Participantes

A avaliação contou com 10 participantes, incluindo agricultores e técnicos da área agrícola. Todos os participantes utilizam o sistema Android, sendo que 80% possuem mais de 5 anos de experiência com o sistema operacional.

O Gráfico 1 mostra o nível de familiaridade com cálculos agrícolas, onde 10% declararam possuir conhecimento alto, 50% nível médio e 40% nível baixo.

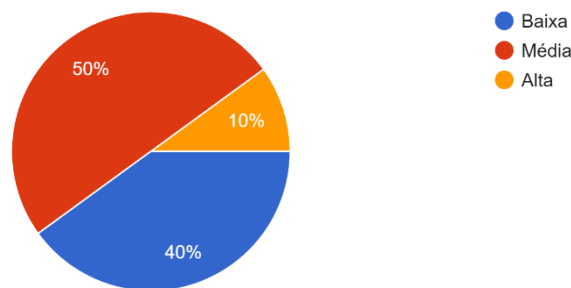


Gráfico 1. Nível de familiaridade com cálculos agrícolas

6.7.2 Avaliação de Usabilidade

A usabilidade geral do aplicativo foi avaliada por meio de uma escala Likert. Os resultados apontam que a maioria dos usuários concordou ou concordou totalmente com as afirmações conforme apresentado no Gráfico 2.

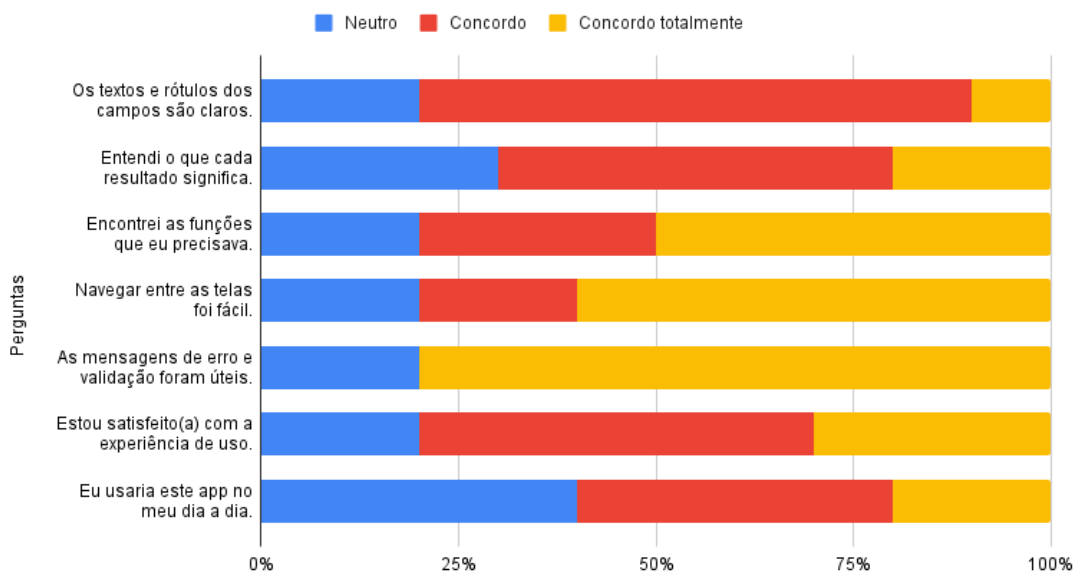


Gráfico 2. Escala Likert da avaliação de experiência com o aplicativo

6.7.3 Problemas Relacionados

Dos participantes, apenas dois relataram dificuldades durante o uso do aplicativo, ambos mencionando dúvidas relacionadas à interpretação de alguns campos da interface. E nenhum usuário reportou travamentos, lentidão, falhas inesperadas ou erros de funcionamento, demonstrando estabilidade e bom desempenho geral do sistema durante o uso.

6.7.4 Prioridades para a Próxima Versão

Os participantes também avaliaram quais aspectos deveriam receber maior atenção nas próximas versões do aplicativo. A maioria das respostas, aproximadamente 80%, indicou como principal demanda a inclusão de novos cálculos agrícolas. O restante destacou a necessidade de aperfeiçoar a clareza dos campos e resultados da interface.

6.7.5 Comentários Abertos

Um participante sugeriu adicionar a quantidade de sacos de sementes na tela de resultados de população de plantas. Outros indicaram interesse em novos cálculos, como regulagem de pulverizadores e implemento de lança como espalhadores de insumos sólidos. Todas as sugestões foram consideradas importantes e poderão ser adicionadas em versões futuras.

7. Considerações Finais

O desenvolvimento do aplicativo permitiu confirmar que soluções digitais simples podem contribuir significativamente para o manejo agrícola, sobretudo entre produtores que ainda dependem de cálculos manuais. As funcionalidades implementadas (PMS, população de plantas e regulagem da semeadora), atenderam aos objetivos definidos no início do trabalho, apresentando resultados consistentes com os métodos tradicionais e reduzindo de forma expressiva o tempo necessário para a execução das operações.

Os testes com usuários reforçaram a estabilidade e a utilidade prática do sistema, embora algumas dúvidas pontuais sobre a interface indiquem oportunidades de refinamento. Ainda assim, o aplicativo demonstrou ser uma alternativa viável para ampliar a precisão e diminuir erros humanos, oferecendo maior segurança ao produtor no processo de tomada de decisão.

A opção pelo desenvolvimento nativo em Kotlin, combinada ao armazenamento local em SQLite, mostrou-se adequada. Embora existam frameworks multiplataforma discutidos na literatura, optou-se pelo desenvolvimento nativo pela maior estabilidade e controle sobre o desempenho, alinhando-se às observações de Mammounim e Bahloul (2022) sobre as diferenças entre essas abordagens.

Diante dos resultados e evidências obtidos, conclui-se que o aplicativo cumpriu sua finalidade e representa uma ferramenta promissora para apoiar a semeadura em pequenas e médias propriedades. Como continuação natural do trabalho, sugere-se ampliar o conjunto de cálculos disponíveis e aprimorar elementos de interface apontados pelos usuários, fortalecendo ainda mais o papel da ferramenta no apoio às atividades agrícolas.

Referências

- Borém, A. et al. (ed.). Agricultura digital. São Paulo: Oficina de Textos, 2022.
- Celes, W.; Cerqueira, R.; Rangel, J. L. Introdução a estruturas de dados: com técnicas de programação em C. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.
- Dr. Agro. Aplicativo de gestão agrícola completa. 2024. Disponível em: <https://doutoragro.com/doutor-agro/>. Acesso em: 9 maio 2025.
- Embrapa. Recomendações técnicas para o cultivo de grãos. Brasília, DF: Embrapa Milho e Sorgo, 2018.
- Embrapa. Visão 2014–2034: o futuro do desenvolvimento tecnológico da agricultura brasileira. Brasília, DF: Embrapa, 2014. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agropensa>. Acesso em: 24 maio 2025.

- Fertisystem. App Dose Certa: a tecnologia ideal para a dosagem de fertilizantes. 2021. Disponível em: <https://www.fertisystem.com.br/m/blog/60d3834099bc6431265911a6/app-dose-certa-a-tecnologia-ideal-para-a-dosagem-de-fertilizantes>. Acesso em: 9 maio 2025.
- Mammounim, A.; Bahloul, A. Comparative study of cross-platform mobile application development frameworks: Flutter, React Native and Xamarin. *Journal of Computer Sciences*, v. 18, n. 1, p. 56–67, 2022.
- Mapa – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Zarc – Plantio Certo: aplicativo de apoio ao zoneamento agrícola de risco climático. Brasília, DF: MAPA, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt/br/assuntos/sustentabilidade/zoneamentoagricola/zarc-plantio-certo>. Acesso em: 9 maio 2025.
- Mantovani, E. C. Plantio e semeadura – cultivo do sorgo. In: EMBRAPA. Sistema de produção: sorgo. 2. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2000. Disponível em: <https://www.embrapa.br/milho-e-sorgo>. Acesso em: 6 maio 2025.
- Molin, J. P. Tendências da agricultura de precisão no Brasil. Piracicaba: ESALQ/USP, 2004. Disponível em: https://www.agriculturadeprecisao.org.br/wpcontent/uploads/2020/01/cgr_2004-08.pdf. Acesso em: 6 maio 2025.
- Molin, J. P.; Amaral, L. R.; Colaço, A. F. Agricultura de precisão. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.
- Pimentel, E. et al. Inovação e tecnologia na formação agrícola: agricultura de precisão. [S.l.: s.n.], 2021. Disponível em: https://www.flfrevista.pt/wp-content/uploads/2021/02/Diapositivos_Agricultura_de_Precisao.pdf. Acesso em: 6 maio 2025.
- Queiroz, D. M. de. Agricultura digital. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2021.
- Sollitto, A. S.; Venâncio, R. Pandemia acelera a digitalização do campo. Plant Project, 2020. Disponível em: <https://plantproject.com.br/pandemia-acelera-digitalizacao-do-campo/>. Acesso em: 7 maio 2025.
- Stojanovic, I. et al. Comparative analysis of frameworks for cross-platform mobile development. *IEEE Access*, v. 9, p. 123456–123467, 2021.
- Temirova, A. B. Comparative analysis of frameworks for mobile application development: Native, hybrid or cross-platform solutions. *Herald of Dagestan State Technical University Technical Sciences*, abr. 2025. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/379558224_Comparative_analysis_of_frameworks_for_mobile_application_development_Native_hybrid_or_cross-platform_solutions. Acesso em: 10 maio 2025.