



Desenvolvimento de um aplicativo para o planejamento e estimativa das perdas na colheita de soja

Rogério R. de Vargas¹, Alexandre Russini², Daniel C. de Souza³, César V. L. Halim²,
Marcelo S. Farias³

¹Centro de Estudos do Mar – Universidade Federal do Paraná
CEP 83255-976 – Pontal do Paraná – PR – Brasil

²Laboratório de Sistemas Inteligentes e Modelagem – Universidade Federal do Pampa
CEP 97650-000 – Itaquí – RS – Brasil

³Núcleo de Ensaios de Máquinas Agrícolas – Universidade Federal de Santa Maria
CEP 97105-900 – Santa Maria – RS – Brasil

contato@rogerio.in

Abstract. *A colheita da soja é realizada de maneira mecanizada, sendo que esta etapa apresenta um custo operacional horário elevado. Na colheita ocorrem perdas decorrentes de diferentes fatores que vão desde à má regulagem da colhedora a forma de operação. Propomos o desenvolvimento de um aplicativo para o auxílio à tomada de decisão no planejamento da colheita mecanizada de soja denominado ColheSoja, apresentando funcionalidades, para realizar o planejamento da colheita mecanizada, além de permitir estimar as perdas e custos da colheita. O aplicativo torna-se uma ferramenta importante para o auxílio à tomada de decisão, por parte de agricultores e técnicos de campo, visando o planejamento e o gerenciamento da colheita mecanizada de soja.*

Resumo. *Soybean harvesting is performed mechanically, and this stage has a high hourly operating cost. During harvesting, losses occur due to different factors ranging from poor harvester adjustment to the way it is operated. We propose the development of an application to assist in decision-making in the planning of mechanized soybean harvesting called ColheSoja, with features to perform the planning of mechanized harvesting, as well as to estimate losses and harvesting costs. The application becomes an important tool to assist in decision-making by farmers and field technicians, aiming at the planning and management of mechanized soybean harvesting.*

1. Introdução

O sistema de produção de soja no Brasil é totalmente mecanizado, contemplando desde a semeadura à colheita. A operação de colheita, se caracteriza por apresentar os maiores

custos em relação as demais operações, por isso, esta precisa ser perfeitamente planejada, com o correto dimensionamento das colhedoras, para se evitar perdas excessivas de grãos ou sementes na colheita de maneira aceitável.

Essas perdas são decorrentes de vários fatores, podendo ocorrer no início da operação de colheita, decorrentes de fatores de um preparo inadequado do solo no momento da sementeira, no espaçamento e na densidade de plantas, na utilização de cultivares que não estão adaptáveis a localidade, no atraso da colheita, na debulha natural da vagem, o clima da região, temperatura, além do teor de água no grão [Gurgacz et al. 2019].

Cabe ressaltar a falta de conhecimento do produtor em métodos simples que podem ajudar a mensurar e monitorar as perdas, como por exemplo, o copo medidor da Embrapa Soja [Silveira et al. 2021]. Outro fator, está relacionado em relação ao operador que conduz a máquina, aos ajustes necessários e muitas vezes reparos [Gurgacz et al. 2019].

As maiores perdas ocorrem nos mecanismos da colhedora, dentre estas no sistema de corte e alimentação, podendo corresponder de 80 à 85% do total de perdas, devido ao posicionamento do molinete em relação à barra de corte e sua velocidade periférica [Aguila et al. 2011].

O sistema de trilha é outro influenciador que provoca perdas na colheita, pois pode provocar quebras em pequenos fragmentos de grãos colhidos [Mesquita et al. 2002]. Colhedoras de sistema de trilha longitudinal ou axial causam menos danos mecânicos aos grãos em relação ao sistema de trilha radial [Mesquita et al. 2002].

De forma geral, existem outras tecnologias que foram desenvolvidas que visam fornecer ferramentas que permitam gerenciar de forma mais assertivas das operações mecanizadas da soja. Essas tecnologias vem passando por um processo de modernização influenciada pela agricultura de precisão [Souza et al. 2020].

A agricultura de precisão permitiu a formação de grandes bancos de dados, que possibilitam que seja realizada uma intervenção de forma localizada nas culturas, mas as vezes essa grande quantidade de informação dificulta a tomada de decisão. Neste contexto, surge a agricultura digital, conhecida como Agricultura 4.0, que permite com maior capacidade de processamento um gerenciamento e tomada de decisões de forma digital, em tempo real.

Desta forma, o agronegócio fica a cada dia mais tecnológico, não apenas para grande propriedades, mas nas médias e pequenas também [Villafuerte et al. 2018], que podem trazer muitas oportunidades para o campo com plataformas que agregam diferentes soluções capazes de fornecer insights aos agricultores em tempo real [Frazatto 2019].

Há alguns aplicativos que foram criados para à tomada de decisão dos produtores. E na sua maioria para sistemas operacionais Android e iOS, nas quais a linguagens de programação correspondem ao Kotlin e Swift, para Android e iOS, respectivamente. Mas, devido à ocorrência desta separação, que dificulta a criação de sistemas para ambas às linguagens, a Google em 2017, lançou o Framework Flutter, justamente com a linguagem de programação Dart, possibilitando desenvolver sistemas para ambas as linguagens e para sistemas integrados [Marinho 2020] e [Araújo 2021]. Dart é uma linguagem otimizada para o cliente desenvolver aplicativos rápidos em qualquer plataforma. Seu objetivo é oferecer a linguagem de programação mais produtiva para desenvolvimento multiplata-

forma, combinada com uma plataforma de tempo de execução flexível para estruturas de aplicativos [Marinho 2020].

Diante do exposto, o presente trabalho teve por objetivo propor o desenvolvimento de um aplicativo para dispositivos móveis para auxílio à tomada de decisão no planejamento da colheita mecanizada de soja.

2. Materiais e métodos

A estrutura de apresentação do aplicativo é composta por dois blocos independentes. No primeiro bloco, descrito como indicadores, informam em tempo real os valores de comercialização da soja, temperatura e cotação da moeda. Já no segundo bloco, são apresentados as funcionalidades do aplicativo para estimativa das perdas na colheita mecanizada de soja, custo horário e capacidade operacional, com base em equações disponíveis na literatura.

Para a construção do bloco de indicadores, foi utilizado o *widget* FutureBuilder, que realiza uma conexão aplicativo e *back-end*, por meio de uma API (*Application Programming Interface*). Uma interface de programação de aplicativo fornece uma abstração para o problema e especifica como os clientes devem interagir com os componentes de software que implementam uma solução para esse problema. Os próprios componentes são normalmente distribuídos como uma biblioteca de software, permitindo que sejam usados em vários aplicativos. Em essência, as APIs definem blocos de construção reutilizáveis que permitem que peças modulares de funcionalidade sejam incorporadas aos aplicativos do usuário final [Reddy 2011].

O indicador soja, apresenta a cotação do mercado de *commodities* da soja, diariamente em 36 pontos de venda e compra. Para obter estes valores foi desenvolvido um Bot (*Robot*), com base em inteligência artificial e programados para agir como uma pessoa real [Glikson and Woolley 2020]. Para esta aplicação, o Bot criado, faz a leitura da cotação de soja de um site e, desta forma o sistema retorna por meio de um arquivo *json* (*Javascript Object Notation*), que se trata de um arquivo em formato aberto que utiliza XML para transferência de dados estruturados entre um servidor web e uma aplicação web e, por possuir uma linguagem mais simples, que requer uma menor codificação tornando o processamento mais rápido [Machado 2017].

Um robô ou “robot” é uma máquina programável capaz de executar uma variedade de tarefas de forma autônoma ou semi autônoma. Existe a possibilidade de criar um robô para coletar dados da internet que pode ser realizada utilizando técnicas de web scraping e programação.

Web scraping [Turland 2019] é uma técnica usada para coletar informações de sites da web de forma automatizada, extrair dados de páginas HTML e transformar esses dados em um formato estruturado para posterior análise. Essa técnica é utilizada para coletar grandes quantidades de informações de forma rápida e eficiente, e é especialmente útil para a análise de dados na área de negócios, marketing, pesquisa de mercado e outras áreas.

O *Simple HTML DOM Parser* é uma biblioteca que permite acessar e manipular elementos HTML em páginas da web usando PHP. Com essa biblioteca, é possível extrair dados de tags HTML, bem como percorrer a árvore de elementos HTML de uma página.

Com relação ao indicador Tempo, este apresenta as condições meteorológicas no local aonde o usuário faz uso do aplicativo. Essas informações são obtidas por meio de uma API, também, gerada pelo site Open Weather API [Homepage 2023], que disponibiliza às informações de forma gratuita.

Para o indicador Moeda, se fez uso da Awesome API [AwesomeAPI 2023], que disponibilizada de forma gratuita, tornando possível apresentar a cotação de várias moedas, disponibilizamos no aplicativo: Dólar, Libra, Euro, Peso Uruguaio e Peso Argentino.

No que tange o bloco funcionalidades, para melhor compreensão, optou-se para que o usuário selecione a função desejada. As funcionalidades foram divididas em: Perdas, Custo Horário e Capacidade Operacional.

Para o planejamento, foram considerados fatores como a velocidade, largura de plataforma de corte e eficiência operacional, obtendo-se a capacidade operacional ou a capacidade requerida por hora de trabalho, considerando o tamanho da área a ser colhida. A capacidade efetiva de colheita de uma colhedora, pode ser calculado conforme proposto por [Mialhe 1974] e discutido em [Souza et al. 2020].

Referente às perdas de plataforma, sistema de trilha e separação, bem como as equações de dimensionamento existentes na literatura, o aplicativo foi desenvolvido com a utilização de um ambiente desenvolvimento VScode disponibilizado pela Microsoft. Para o desenvolvimento em multiplataforma empregou-se o *framework* Flutter com a linguagem de programação Dart. Através do Flutter o desenvolvimento surge dos *widgets* que são as estruturas do aplicativo, tornando assim mais prático o seu desenvolvimento [Marinho 2020].

Optou-se pela utilização do Flutter devido aos *widgets*, utilizando texto, imagem, coluna, entre outros infinitos. São responsáveis pela determinação da estrutura do aplicativo, possuindo dois estados padrões: *Stateless* e *Statefull*. O padrão *Stateless* não possui estado para gestão, não podendo ser alterado por ações no aplicativo. Por outro lado, o *Statefull* possui estado que permite definir alterações como, por exemplo, ao clicar em um determinado botão, atualiza uma descrição de texto. No aplicativo, a organização ocorreu em forma de hierarquia, sendo que os layouts no Flutter formaram uma árvore de *widgets* [Marinho 2020].

Devido ao Flutter ser um *framework open-source*, permite a criação de pacotes para auxiliar o desenvolvimento da linguagem. Cada pacote possui uma função, desde árvores de *widgets* até pacotes que podem fazer comunicação *bluetooth*. Esses pacotes ajudam os desenvolvedores enriquecendo o *framework* por trazerem inúmeras funcionalidades prontas [Machado 2017].

O aplicativo funciona da seguinte forma, a) Usuário: este é responsável pela inserção das informações solicitadas pelo aplicativo; b) Dados: informações que serão inseridas no aplicativo; c) Aplicativo Móvel: uma aplicação móvel desenvolvida em multiplataforma, no caso Flutter, para realizar cálculos e gerar relatórios por meio de telas, disponíveis no aplicativo e, obtendo-se resultados detalhados; d) Resultados: um relatório gerado pelo aplicativo.

Este aplicativo foi desenvolvido usando o Framework Flutter v2.5 para os códigos nativos dos sistemas Android e iOS, juntamente com o ambiente virtual de desenvolvi-

mento Virtual Studio Code. O equipamento para o desenvolvimento deu-se em um Macbook Pro 2019 com 8 GB de RAM, SSD 128 GB com Processador de 1,4 GHz Quad-Core Intel Core i5.

3. Resultados e discussão

A inicialização da ferramenta ocorre no SplashScreen onde é carregado para a memória os parâmetros das variáveis e uma animação do logotipo do projeto. Foram utilizados dois pacotes de animação: AnimatedText, que anima o nome do aplicativo (ColheSoja) e a animação de uma imagem foi dada pelo pacote Animator. Após a inicialização, é mostrado os indicadores (Figura 1) e as funcionalidades do aplicativo.



Figura 1. Bloco indicadores do aplicativo

São apresentados os indicadores de cotação da Soja em 36 cidades considerando a cotação do dia anterior ao da abertura do aplicativo a geolocalização do usuário. Além disso, tem-se a informação referente ao indicador Tempo, que trazem as informações meteorológicas. Por fim, o indicador Moeda apresenta a cotação em 5 tipos de moedas. Todos esses indicadores são obtidos por meio de APIs, nos quais seus códigos estão disponíveis livremente [Glikson and Woolley 2020], [Machado 2017], [AwesomeAPI 2023] e [Homepage 2023].

A visualização só é possível selecionando cada indicador, nos quais os links estão na base do aplicativo. Não é possível a visualização dos três indicadores ao mesmo tempo. A critério de exemplo, a Figura 2 apresenta a visualização de um dos indicadores selecionado.

No bloco de funcionalidades, são apresentados três módulos, nos quais o usuário pode selecionar obtendo-se os resultados que deseja. Neste, estão disponíveis as funcionalidades de Perdas, Custo Horário e Capacidade Operacional (Figura 3).

No bloco, nos quais são apresentados as três Funcionalidades, ao selecionar a função de Perdas, uma nova tela será carregada na qual o usuário deverá inserir dados que são solicitados pelo aplicativo, sendo que após uma nova tela é mostrada com os seguintes resultados: Perdas na Plataforma de Corte, Perdas do Sistema de Trilha e as Perdas Totais. Os resultados permitem conhecer quais foram as perdas de grãos em uma determinada área de amostragem. Ainda, torna possível saber a perda total de toda uma área colhida. A Figura 4 mostra as telas de Perdas, Resultados, Custo Horário, Custos Variáveis, Custo Horário e Custo por hectare, visualizados pelo usuário.



Figura 2. Bloco indicadores, visualização do indicador Soja, 1 - selecionado pelo usuário.



Figura 3. Bloco Funcionalidades, visualização, 2 é a seleção pelo usuário.

No módulo Capacidade Operacional, sob o bloco de Funcionalidades, assim como nos outros módulos, o usuário fornece dados para se obter a informação sobre a Capacidade Operacional (Figura 5),

Outras aplicações podem ser incluídas para aperfeiçoar o aplicativo. No aplicativo ColheArroz [Vargas et al. 2019], que demonstra as mesmas funções que o ColheSoja, além desses três módulos, é possível se obter estimativas de Perdas e de Área Mínima para obtenção de uma Colhedora [Bottega et al. 2015], desenvolvido na mesma plataforma Framework em Flutter. Mas, no caso do aplicativo ColheArroz, foram obtidos dados de coleta de dados referente as perdas do arroz irrigado. O ColheSoja, está em desenvolvimento, sendo que em breve poderá apresentar esta função além o módulo de Área Mínima. Neste momento, o aplicativo ColheSoja, pode contribuir como uma ferramenta para auxiliar na obtenção dos módulos apresentados e, ajudar produtores e profissionais do setor, obter informações na tomada imediata de decisão para operação de colheita de soja. Reduzindo as perdas de grãos, além, de ajudar com os parâmetros de planejamento de utilização da colhedora, com dados de custos fixos, variáveis e horário. Mesmo com outras ferramentas disponíveis pela Embrapa, como o Copo Medidor [Silveira et al. 2021], este pode ser outro método disponível na palma da mão dos produtores, de uma maneira mais rápida e eficiente de obtenção das perdas.

4. Conclusões

O conhecimento dos parâmetros operacionais como, custo horário, perdas e capacidade operacional é fundamental para o planejamento da colheita mecanizada da soja. O apli-



Figura 4. Bloco Funcionalidades, visualização do módulo perdas e resultados.



Figura 5. Bloco Funcionalidades, visualização do módulo Capacidade Operacional e Resultados.

cativo ColheSoja, é uma proposta, já desenvolvida, como uma ferramenta de auxílio aos agricultores, aos consultores que prestam serviços para produtores e até mesmo para pesquisadores em várias áreas. Visto que se trata de um aplicativo desenvolvido para fins acadêmicos, em software livre (*open-source*), no qual troca de informações para conhecimento podem ser agregados para melhorar as novas versões do aplicativo. Desta forma, o aplicativo desenvolvido pode ajudar aos usuários a obter um melhor dimensionamento das colhedoras, ajustado as velocidades de trabalho, para se obter o menor índice de perdas na colheita. Com os dados que serão obtidos com relação às perdas, um novo indicativo será desenvolvido. Esta segunda fase, será apresentada posteriormente, em outros trabalhos e em uma atualização do aplicativo.

Referências

- Aguila, L. S. H., Aquila, J. S., and Theisen, G. (2011). Perdas na colheita na cultura da soja. Technical report, Embrapa.
- Araújo, E. C. (2021). *Aprofundamento em Flutter: desenvolva aplicações dart com widgets*. Casa do Código.
- AwesomeAPI (2023). Awesomeapi homepage.

- Bottega, E. L., Renosto, L. D., Bettio, C. A., and Fey, E. (2015). Aquisicao de uma colhedora combinada de graos: estudo de viabilidade para a regio de farol, pr, no ano agricola de 2012. *Scientia Agraria Paranaensis*, 14:82–88.
- Frazatto, R. (2019). Aumento de startups no agronegócio reflete maturidade no campo. *Revista Cultivar*.
- Glikson, E. and Woolley, A. W. (2020). Human trust in artificial intelligence: Review of empirical research. *Academy of Management Annals*, 14(2):627–660.
- Gurgacz, F., Renosto, L. D., Bettio, C. S., and Fey, E. (2019). Avaliação de perdas e quebra de grãos em função da velocidade de colheita mecânica da cultura da soja. *Revista Técnico-Científica do CREA-PR*, ed. Especial:1–12.
- Homepage, O. (2023). Frequently asked questions: general overview.
- Machado, F. T. S. (2017). Um processo para extração de esquemas conceituais em fontes de dados json baseado em técnicas de similaridade de texto. Master's thesis.
- Marinho, L. H. (2020). *Iniciando com Flutter Framework: Desenvolva aplicações no Dart Sidel*. Casa do Código.
- Mesquita, C. M., Costa, N. P., Pereira, J. E., Maurina, A. C., and Andrade, J. G. M. (2002). Perfil da colheita mecanizada da soja no brasil: safra 1998/1999. *Revista Engenharia Agrícola*, 22(3):398–406.
- Mialhe, L. G. (1974). *Manual de mecanização agrícola*. Ceres.
- Reddy, M. (2011). *API design for C++*. Elsevier, Inc.
- Silveira, J. M., Conte, O., and Mesquita, C. M. (2021). Manejo integrado da colheita: determinação das perdas de grãos na colheita da soja usando o copo medidor da embrapa. Technical report, Embrapa.
- Souza, D. C., Russini, A., Vargas, R. R., Bottega, E. L., Schlosser, J. F., and Farias, M. S. (2020). Determinação de área mínima para aquisição de colhedora para a colheita do arroz irrigado na fronteira oeste do rio grande do sul. *Tecno-Lógica*, 24(2):208–214.
- Turland, M. (2019). *Web Scraping with PHP, 2nd Edition: A Php[architect] Guide*. PHP[Architect].
- Vargas, R. R., Russini, A., Martins, L. D. N., De Souza, D. C., and Halim, C. V. L. (2019). Desenvolvimento de um aplicativo para planejamento da colheita do arroz irrigado. In *Anais do EATI-Encontro Anual de Tecnologia da Informação*, volume 9, pages 38–45.
- Villafuerte, A., Valadares, F. G., Camplina, G. F., and Silva, M. G. P. (2018). Agricultura 4.0: estudo de inovacao disruptiva no agronegócio. In *Proceeding of ISTI/SIMTEC 9*, pages 150–162.