

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

JEREMIAS GUIDINE SILVA

**DESENVOLVIMENTO DE PROGRAMA DE COMPUTADOR PARA SELEÇÃO DE
TRATOR E IMPLEMENTO**

**VIÇOSA – MINAS GERAIS
2023**

JEREMIAS GUIDINE SILVA

**DESENVOLVIMENTO DE PROGRAMA DE COMPUTADOR PARA SELEÇÃO DE
TRATOR E IMPLEMENTO**

Relatório final, apresentado a Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências, para obtenção do título de Engenheiro Agrícola e Ambiental.

Orientador: André Luiz de Freitas Coelho

**VIÇOSA – MINAS GERAIS
2023**

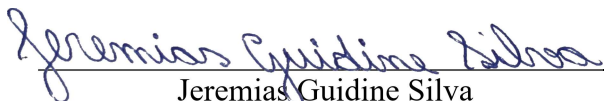
JEREMIAS GUIDINE SILVA

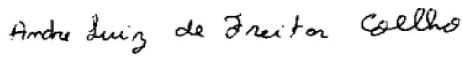
**DESENVOLVIMENTO DE PROGRAMA DE COMPUTADOR PARA SELEÇÃO DE
TRATOR E IMPLEMENTO**

Relatório final, apresentado a Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências, para obtenção do título de Engenheiro Agrícola e Ambiental.

APROVADO: 14 de dezembro de 2023.

Assentimento:


Jeremias Guidine Silva
Autor


André Luiz de Freitas Coelho
Orientador

RESUMO

SILVA, Jeremias Guidine, Universidade Federal de Viçosa, dezembro de 2023. **Desenvolvimento de programa de computador para seleção de trator e implemento.** Orientador: André Luiz de Freitas Coelho.

A agricultura no Brasil, do ponto de vista estratégico, desempenha um papel de destaque na economia e no cenário global. O mundo tem passado por constantes mudanças, e o ambiente agrícola tem demandado soluções que permitam o produtor tomar as melhores decisões. A correta escolha de um trator ou implemento permite um ganho de desempenho da atividade além de evitar sobrecargas, o que tende a prolongar a vida útil dos equipamentos. Objetivou-se com este trabalho desenvolver um programa computacional para apoiar agricultores na escolha eficiente de tratores e implementos para o preparo do solo. A plataforma foi desenvolvida utilizando a linguagem *Python*, por meio do *Spyder*, um Ambiente de Desenvolvimento Integrado (IDE) e utilizando duas bibliotecas, a *Pandas* para o gerenciamento e manipulação dos bancos de dados, e a *Tkinter* para a arquitetura gráfica da interface. Os bancos de dados foram criados a partir do catálogo dos fabricantes de implementos e tratores disponibilizados pelas fabricantes. Para os cálculos foram utilizados a equação, tabela e diagramas propostos na norma ASABE D497.7 MAR2011 (R2020). Como estudo de caso, foi considerado uma frota de tratores e implementos de uma fazenda, buscando-se analisar a compatibilidade entre os tratores e implementos que essa frota possui, realizando uma comparação com os valores recomendados pelo fabricante. O programa desenvolvido se mostrou eficiente em suas telas de visualização, apresentando fácil operação, permitindo a seleção e o dimensionamento apropriado para as relações de tratores e implementos ao usuário. Os resultados demonstraram uma correlação entre as potências sugeridas pelas fabricantes para a operação com seus implementos e os valores calculados seguindo as recomendações apresentadas pela ASAE. O uso desta ferramenta permitiu de forma rápida e visual, uma gestão dos dados de tratores e implementos que possam ser utilizados no preparado do solo, possibilitando também que novos dados possam ser cadastrados ou mesmo excluídos.

Palavras chaves: Ferramenta computacional. Gestão de frota de máquinas. Mecanização agrícola.

ABSTRACT

SILVA, Jeremias Guidine, Universidade Federal de Vicosa, December 2023. **Development of software for tractor and implement selection.** Adviser: André Luiz de Freitas Coelho.

Agriculture in Brazil, from a strategic point of view, plays a prominent role in the economy and on the global stage. The world has been going through constant changes, and the agricultural environment has demanded solutions that allow producers to make the best decisions. The correct choice of a tractor or implement allows for a gain in activity performance in addition to avoiding overloads, which tends to extend the useful life of the equipment. The objective of this work was to develop a computer program to support farmers in the efficient choice of tractors and implements for soil preparation. The platform was developed using the Python language, through Spyder, an IDE (Integrated Development Environment) and using two libraries, Pandas for managing and manipulating databases, and *Tkinter* for the graphical interface architecture. The databases were created from the catalog of implement and tractor manufacturers made available by the manufacturers. For the calculations, the equation, table and diagrams proposed in the ASABE D497.7 MAR2011 (R2020) were used. As a case study, a fleet of tractors and implements from a small farm was considered, seeking to analyze the compatibility between the tractors and implements that this fleet has, making a comparison with the values recommended by the manufacturer. The program developed proved to be efficient on its viewing screens, presenting easy operation, allowing the user to select and appropriately size the relationships between tractors and implements. The results demonstrated a correlation between the powers suggested by manufacturers for operating their implements and the values calculated following the recommendations presented by ASAE. The use of this tool allowed for quick and visual management of data from tractors and implements that can be used in soil preparation, also enabling new data to be registered or even excluded.

Keywords: Computational tool. Machine fleet management. Agricultural mechanization.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por todas as bênçãos e por todos esses dias de constante formação e desenvolvimento, e a Virgem Maria, Mãe de Deus e nossa, por todo o cuidado e intercessão nesses períodos.

Agradeço a minha família, por toda atenção, orientação, cuidado e incentivo nesse período de formação.

Ao meu orientador, professor André Luiz de Freitas Coelho, pela atenção, dedicação, disposição de tempo e ensinamentos que possibilitaram a realização deste trabalho.

Aos meus amigos e colegas de curso, pelo companheirismo nos estudos e projetos.

Agradeço à Universidade Federal de Viçosa, em especial ao Departamento de Engenharia Agrícola - DEA, por proporcionar a realização deste curso.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	9
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
4. CONCLUSÕES	27
REFERÊNCIAS	28

1. INTRODUÇÃO

A agricultura no Brasil, do ponto de vista estratégico, desempenha um papel de destaque na economia e no cenário global, sendo um dos setores mais relevantes para o país (CNA, 2023). Quando se avalia internamente, esse setor desempenha um importante papel na segurança alimentar de uma nação, pois viabiliza o abastecimento da população com alimentos de qualidade (FAO, 2021). Essa capacidade de garantir a segurança alimentar foi viabilizada por meio da adoção e implementação de tecnologias, como melhores sementes, fertilizantes, defensivos agrícolas, bem como máquinas e implementos (SILVEIRA et al., 2005).

Seja pela sua vasta extensão territorial ou mesmo por uma diversidade climática que favorece a produção de uma ampla variedade de culturas, o Brasil se consolidou nos últimos anos como um dos principais produtores e exportadores agrícolas do mundo (LUNA; KLEIN, 2019). O agronegócio brasileiro é uma força motriz da economia nacional, contribuindo significativamente para o Produto Interno Bruto (PIB) nacional, tendo uma participação em torno de um quarto do PIB brasileiro, metade das exportações e um quinto do emprego nacional (FILHO, 2022).

O mundo tem passado por constantes mudanças, e o ambiente agrícola tem demandado soluções que permitam o produtor tomar as melhores decisões diante dos desafios, como a redução na disponibilidade de mão de obra e o aumento na demanda por recursos naturais (FENG, 2019). Dessa forma, os sistemas de produção utilizados estão requerendo cada vez mais um elevado nível de conhecimento técnico, econômico e administrativo para garantir melhores resultados (ARTUZO et al., 2015), sem que haja perda dos recursos, do investimento ou mesmo da produção.

A mecanização agrícola tem uma significativa importância para a competitividade dos produtos agrícolas, uma vez que o custo desta pode ser a segunda maior despesa para a produção agrícola (PAULO; MILAN, 2010). Visando uma melhor performance, dependendo do sistema produtivo, o gasto com máquinas chega a ser cerca de 20% do custo da cultura, podendo ser até maior, evidenciando a importância de se gerenciar as operações nas atividades do campo para uma melhor economia (REZENDE, 2003).

O uso eficiente de máquinas e de seus implementos e acessórios pode gerar uma redução nos custos de produção, necessitando para isso gestão correta das máquinas, além de considerar qualidade das operações agrícolas, segurança dos funcionários e a preservação do meio ambiente (PELOIA, 2010). Independentemente do tamanho da propriedade agrícola, a escolha das máquinas deve ser seguida buscando adequar às características econômicas do

empreendimento e ao calendário da produção, uma vez que, na maioria das vezes, o trator corresponde a principal fonte de potência da fazenda (JARPER; SILVA, 2013)

A escolha correta de um trator ou implemento permite um ganho de desempenho da atividade além de evitar sobrecargas, o que tende a prolongar a vida útil dos equipamentos. O uso de ferramentas computacionais permite uma otimização desta escolha, já que, por meio desses sistemas computacionais, é possível analisar e escolher as máquinas e/ou implementos, com facilidade e economia de tempo, sendo assim uma ferramenta de apoio a tomada de decisão (AKINNULI et al, 2014).

Estudos vêm sendo realizados para desenvolver sistemas de gestão operacional, buscando promover uma melhoria da gestão de máquinas. Erivelton et al. (2010) desenvolveram um software para planejamento racional de máquinas agrícolas, utilizando a linguagem de programação Borland Delphi 3.0, tendo obtido uma ferramenta que proporciona maior rapidez, segurança e confiabilidade ao processo produtivo e econômico das propriedades. Sichonany et al. (2011) avaliaram a escolha do software G-SADA, que coleta dados de desempenho de máquinas agrícolas por meio de sensores que estão na máquina e os transmite, por rede sem fio, para uma central de dados, permitindo monitorar o desempenho e alertar sobre operações que estejam sendo realizadas de forma errada.

Assim, objetivou-se com esse trabalho desenvolver um programa computacional para apoiar agricultores na escolha eficiente de tratores e implementos para o preparo do solo, utilizando linguagem de programação e bibliotecas atualizadas, adicionando a funcionalidade de gerenciar um banco de dados integrado a plataforma.

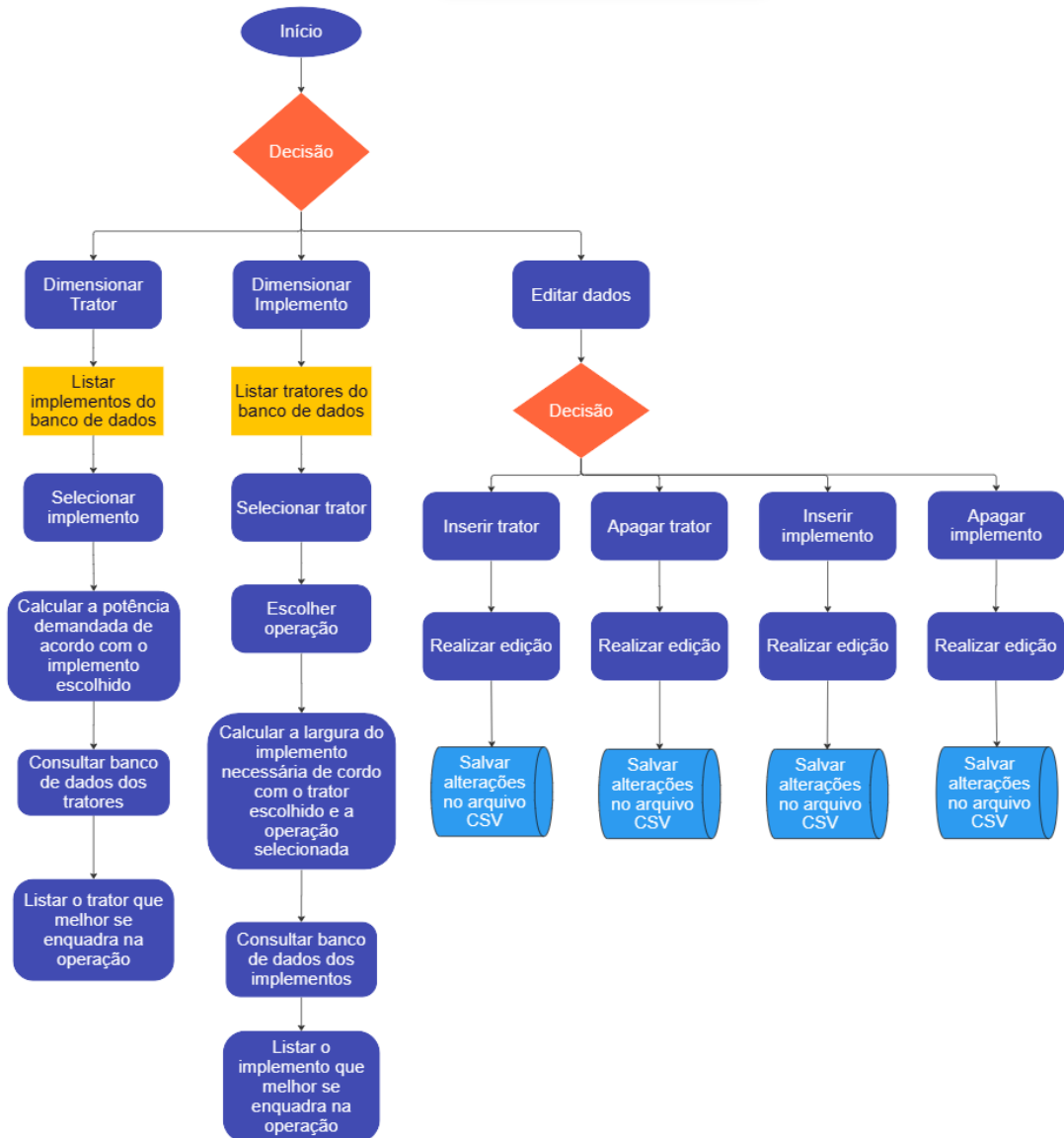
2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Mecanização Agrícola – Departamento de Engenharia Agrícola (DEA/UFV). O programa de computador desenvolvido foi composto por uma interface gráfica, por meio da qual o usuário pode escolher entre duas opções, o dimensionamento de implemento ou trator para a respectiva operação a ser realizada, aração ou gradagem.

A plataforma foi desenvolvida utilizando a linguagem *Python*, por meio do *Spyder*, um Ambiente de Desenvolvimento Integrado (IDE) desenvolvida especialmente para *Python*. Com uma combinação de recursos intuitivos e eficientes, o *Spyder* torna o desenvolvimento de Interfaces Gráficas do Usuário (GUIs) em *Python* acessível mesmo para desenvolvedores iniciantes. Para desenvolver a interface gráfica de usuário (GUI) em *Python*, foi utilizada a biblioteca *Tkinter*.

O programa de computador foi desenvolvido conforme o fluxograma apresentado na Figura 1. Na tela inicial, o usuário pode escolher se deseja dimensionar o trator ou se deseja dimensionar o implemento, as duas opções estando como botões na interface. Em seguida foi apresentada na tela uma lista com as opções disponíveis, de tratores ou de implemento, que dependerá da escolha anterior. Selecionando uma das opções apresentadas, foram realizados então os cálculos para se obter os resultados desejados. Além disso, foi adicionada uma terceira funcionalidade para edição dos dados armazenados.

Figura 1 – Fluxograma do programa de computador desenvolvido para seleção de trator e implemento



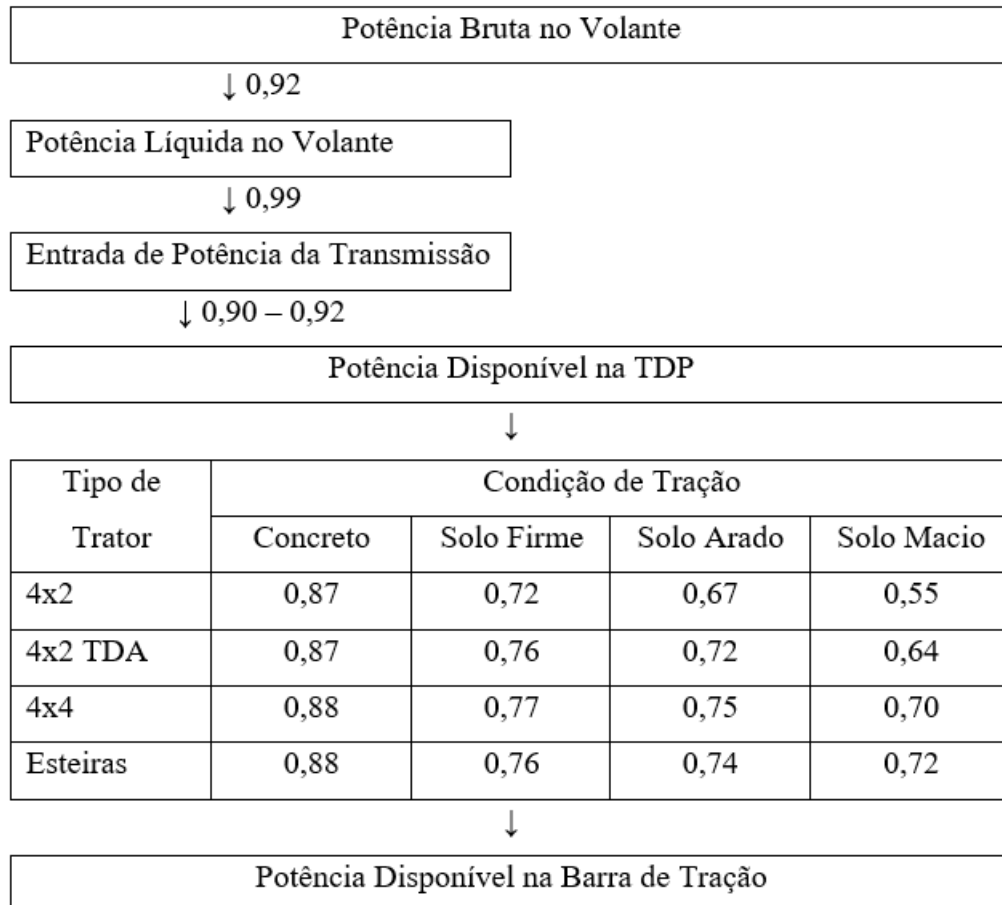
Fonte: Autor.

As informações apresentadas na segunda janela de visualização estavam relacionadas a um banco de dados, que correspondeu a um arquivo CSV no Excel, contendo informações que serão obtidas por meio do catálogo dos fabricantes. Para a leitura do banco de dados, foi utilizada a biblioteca Pandas. Essa biblioteca, facilitou a manipulação e análise de um conjunto de dados complexos, permitindo a organização eficiente e a manipulação de dados, facilitando operações como filtragem, agrupamento e análise estatística.

Para a escolha do trator ou implemento foi necessário calcular a potência demanda pelo implemento em cada situação. Para tal cálculo foram utilizados: equação, tabela e diagramas

propostos pela *American Society of Agricultural and Biological Engineers* (ASABE) na norma ASABE D497.7 MAR2011 (R2020). O fluxograma de relações de potência (Figura 2), permitiu calcular a potência nos vários subsistemas do trator, possibilitando encontrar a potência efetiva disponível para acionar implementos agrícolas, a depender do tipo do trator e condições do solo.

Figura 2 – Fluxograma de relações de potência para tratores agrícolas



Fonte: Traduzido da norma ASABE D497.7 MAR2011 (R2020).

Para se obter a força de tração necessária para realizar o preparo do solo, de acordo com o implemento selecionado, foi utilizada a Equação 1 proposta pela ASABE D497.7 MAR2011 (R2020). Por meio da Equação 1 foi possível identificar, de acordo com o tipo de implemento e suas configurações, profundidade e largura de trabalho, além da velocidade de deslocamento, qual a demanda de força necessária.

$$F_T = F_i(A + Bv + Cv^2)Lp \quad (1)$$

Em que:

F_T = força de tração (N).

F_i = parâmetro dependente da textura do solo (decimal).

A, B, C = parâmetros do implemento (adimensional).

v = velocidade operacional (km h^{-1}).

L = largura do implemento (m).

p = profundidade de trabalho (cm).

Os parâmetros de textura do solo para a operação com arado de discos e de aivecas, e para a grade de discos tandem e *off-set*, também foram definidos pela norma ASABE D497.7 MAR2011 (R2020), e são apresentados na Tabela 1. Os valores de F_1 , F_2 e F_3 correspondem aos solos de textura argilosa, média e arenosa respectivamente. Para a grade, os parâmetros considerados foram aqueles para primeira gradagem, onde a profundidade utilizada foi a apresentada pela fabricante do implemento.

Tabela 1 – Parâmetros de textura de solo para operação de arado e grade

Implementos	L	A	B	C	F_1	F_2	F_3	Erro
Arado de discos	m	520	0	3,9	1,00	0,70	0,45	+/- 40%
Arado de aivecas	m	652	0	5,1	1,00	0,70	0,45	+/- 40%
Grade tandem	m	309	16,0	0	1,00	0,88	0,78	+/- 50%
Grade <i>off-set</i>	m	364	18,8	0	1,00	0,88	0,78	+/- 50%

L: Largura do implemento (m), A, B, C: Parâmetros do implemento (adimensional), F_1 , F_2 e F_3 : coeficientes tabelas para os solos de textura argilosa, média e arenosa respectivamente.

Fonte: ASABE D497.7 MAR2011 (R2020).

Dessa forma, o programa realizou os cálculos de forma automatizada visando correlacionar a potência disponibilizada pelo trator na barra de tração, por meio do fluxograma de relações de potência (Figura 2), e a demandada pelo implemento, obtida por meio da Equação 1 e Tabela 1. Com os valores obtidos, o programa realizou uma busca no banco de dados para identificar o conjunto, trator e implemento, que permita realizar a operação de preparo de solo onde não ocorra nem superdimensionamento, nem subdimensionamento.

Como estudo de caso, foi considerada a frota de tratores e implementos de uma fazenda. A partir de pesquisas nos sites dos fabricantes de tratores agrícolas John Deere e Massey Ferguson, construiu-se um banco de dados contendo informações de marca, modelo e potência

nominal do motor (Tabela 2). Para este trabalho foram escolhidos 5 tratores agrícolas de pneus 4x2 com tração dianteira auxiliar (TDA), com potência nominal entre 60 e 250 cv.

Tabela 2 – Banco de dados dos tratores agrícolas construído para validar o programa de computador desenvolvido

Marca	Modelo	Potência nominal (cv)
John Deere	6125J	125
John Deere	5090E	90
John Deere	5060E	60
Massey Ferguson	MF 7725 Dyna-6	250
Massey Ferguson	MF 4408	79

Fonte: Autor.

Já para os implementos utilizados no preparo convencional de solo, construiu-se banco de dados a partir de pesquisas no site da fabricante Tatu Marchesan (Tabela 3) contendo informações de tipo (arado ou grade), marca, modelo, potência demanda (informada pelo fabricante), largura e profundidade de trabalho (informada pelo fabricante), classificação (arado: disco ou aiveca, grade: tandem ou *off-set*), além dos coeficientes F_i , A, B e C da equação 1 (ASABE D497.7 MAR2011 (R2020).), e a velocidade de operação (v) recomendada pela cartilha do Serviço Nacional de Aprendizagem Rural - SENAR (SENAR, 2020). Foi selecionado uma grade aradora e uma destorroadora-niveladora, a fim de se obter diferentes relações massa por disco, e conseqüentemente diferentes potências demandadas. Por simplificação e por representar a situação crítica quanto à demanda de potência, para esse trabalho foi considerado preparo de solo argiloso ($F_i=1,0$). O banco de dados de implementos construído continha 2 arados e 2 grades, com potência no motor demandada informada pelo fabricante entre 70 e 250 cv, tendo sido considerado o valor médio para as faixas apresentadas nos catálogos.

Tabela 3 – Banco de dados dos implementos construído para validar o programa de computador desenvolvido

Tipo	Marca	Modelo	Potência (cv)	L (m)	p (cm)	A	B	C	Fi	v (km/h)	Classe
Arado	TATU	AARP	250	2,88	28,8	652	0	3,9	1	6	Aiveca
Arado	TATU	AFL	55	1,0	20	520	3,9	3,9	1	6	Disco
Grade	TATU	GH2	70	2,59	20	309	16	0	1	6	Tandem
Grade	TATU	GAPCR	220	4,0	32,5	364	18	0	1	6	Off set

L: Largura do implemento, p: Profundidade de trabalho do implemento, A, B, C: Parâmetros do implemento, F_1 , F_2 e F_3 : coeficientes tabelas para os solos de textura argilosa, média e arenosa respectivamente, v: Velocidade de operação,

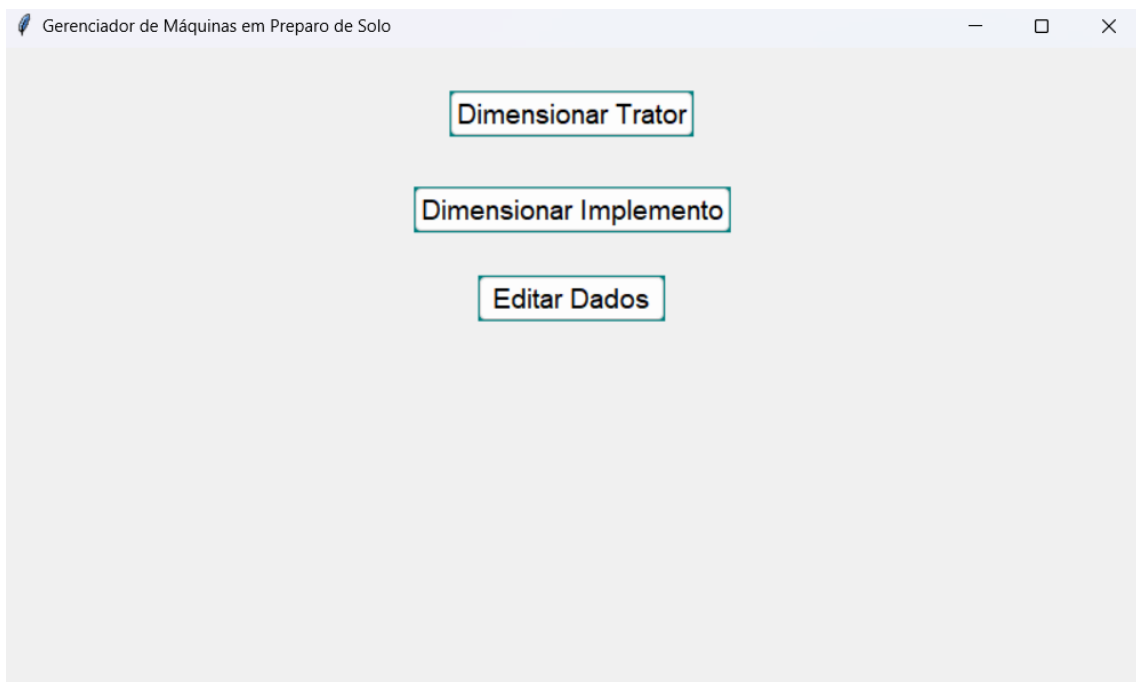
Fonte: Autor.

O programa de computador desenvolvido foi utilizado para analisar a compatibilidade entre as máquinas que essa frota possui, realizando uma comparação com os valores recomendados pelos fabricantes utilizando cenários para verificar o desempenho do mesmo em situações em que haveria grande diferença nas potências entre tratores e implementos, inseridos nos bancos de dados. Essa abordagem não apenas testou a execução de cálculos corretos pelo sistema, mas também assegura que as recomendações do programa sejam confiáveis em uma variedade de condições, promovendo uma utilização segura e eficiente em diferentes contextos operacionais.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

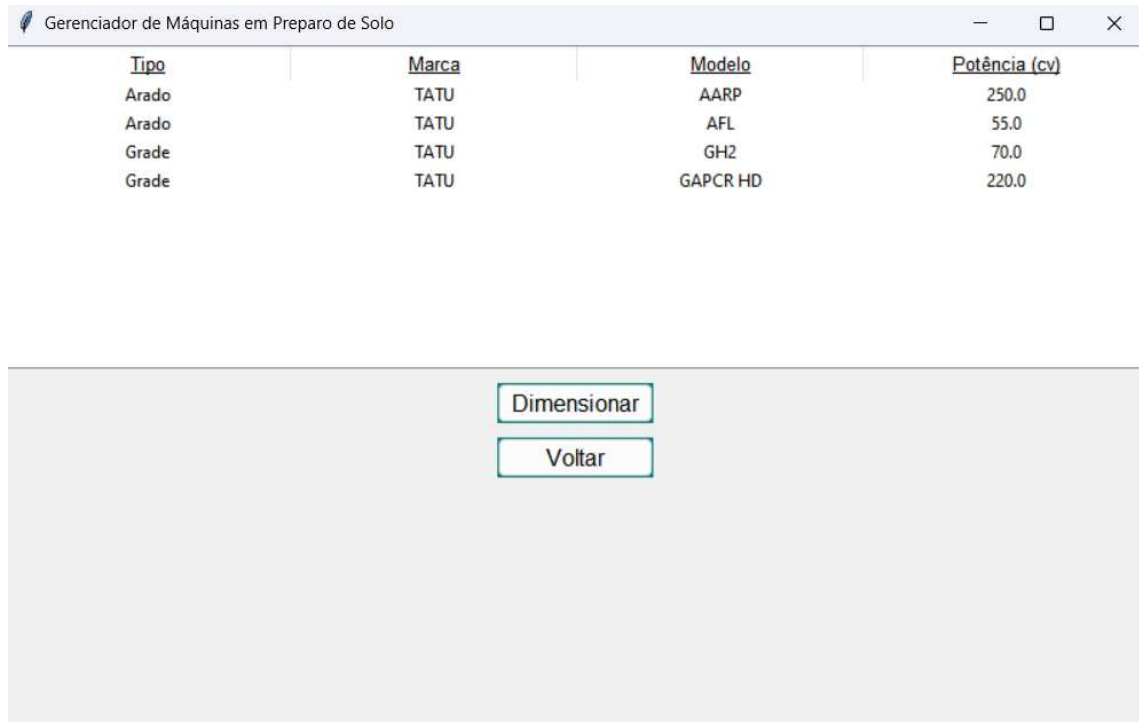
O programa de computador desenvolvido, denominado de “Gerenciador de Máquinas em Preparo de Solo”, possuiu três botões na tela inicial (Figura 3). O primeiro botão chamado de “Dimensionar Trator”, permitiu obter o trator mais adequado para a operação em uma segunda tela (Figura 4), mediante a seleção do implemento desejado. Como resultado, além das informações do trator dimensionado, foi apresentado também os dados do implemento selecionado. Em todas as telas estava disponível a opção de retorno, por meio do botão "Voltar", para a tela inicial.

Figura 3 – Tela inicial do programa Gerenciador de Máquinas em Preparo de Solo com os três botões



Fonte: Autor.

Figura 4 – Tela para dimensionamento do trator para o implemento a ser escolhido



<u>Tipo</u>	<u>Marca</u>	<u>Modelo</u>	<u>Potência (cv)</u>
Arado	TATU	AARP	250.0
Arado	TATU	AFL	55.0
Grade	TATU	GH2	70.0
Grade	TATU	GAPCR HD	220.0

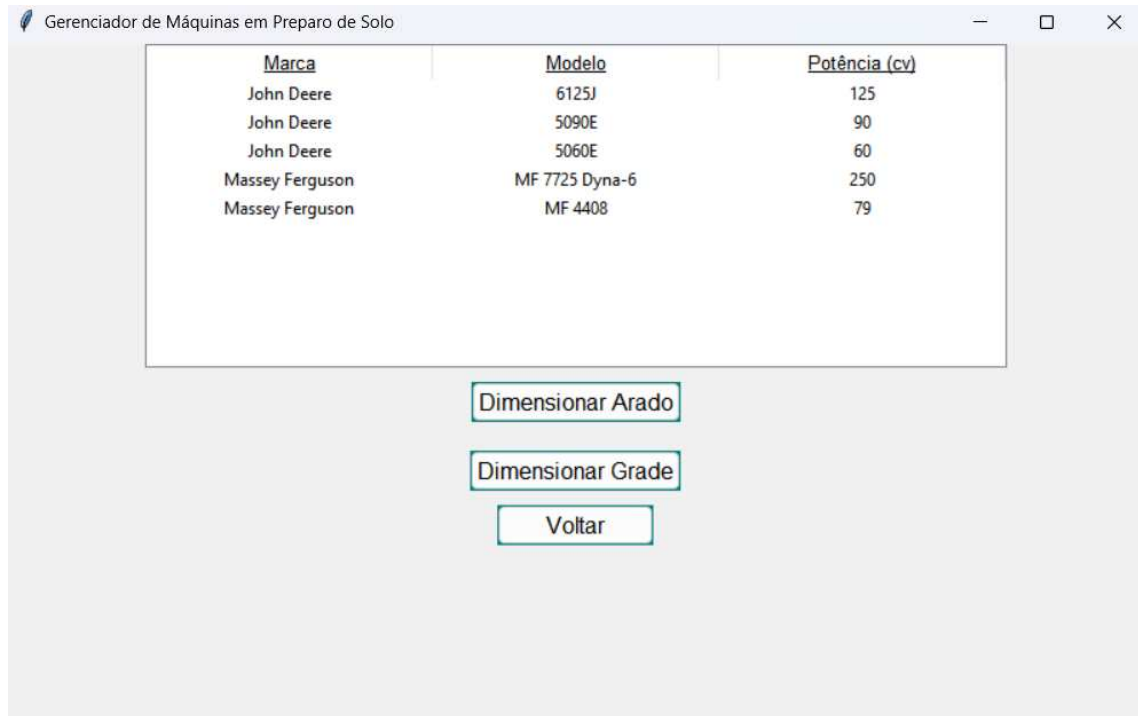
Dimensionar

Voltar

Fonte: Autor.

O segundo botão denominado "Dimensionar Implemento" da tela inicial (Figura 3), semelhante à funcionalidade do botão "Dimensionar Trator", exibe uma nova tela contendo a tabela dos tratores disponíveis (Figura 5). Agora, para prosseguir, além de escolher o trator desejado, foi necessário determinar o tipo de implemento desejado - seja a grade ou o arado - por meio de dois botões específicos embaixo da tabela. Após a seleção do trator e do tipo de implemento, obteve-se as informações do implemento dimensionado e também os dados do trator selecionado.

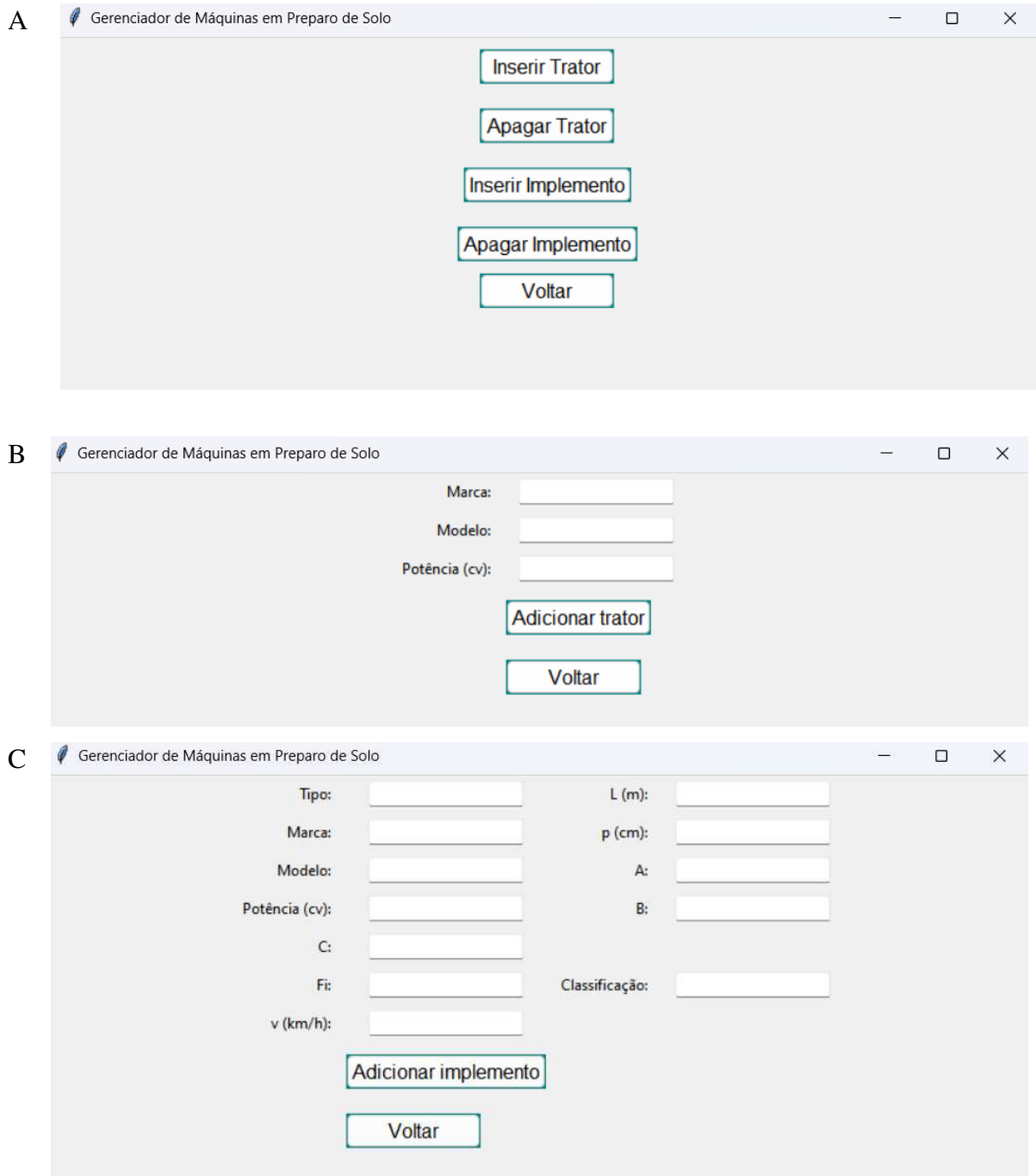
Figura 5 – Tela de dimensionamento do implemento para o trator a ser escolhido



Fonte: Autor.

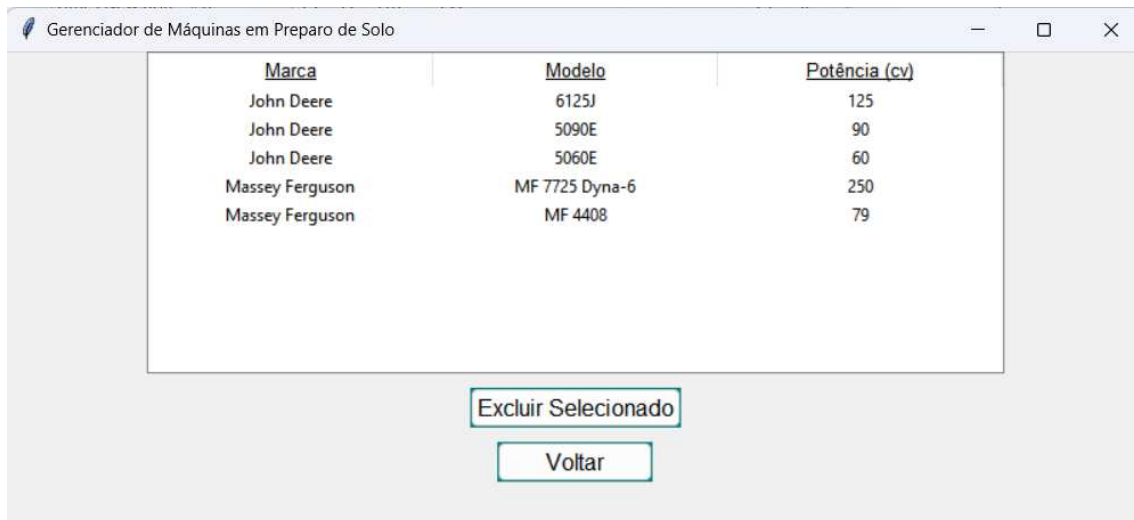
O terceiro botão na janela inicial (Figura 3), intitulado "Editar Dados", ofereceu a funcionalidade de inserir novas informações referentes a implementos ou tratores (Figura 6A). Ao escolher esta opção, foi solicitado ao usuário preencher os dados necessários em uma nova tela, conforme exemplificado nas Figuras 6B e 6C. Adicionalmente, foi possível excluir um implemento ou trator existente, como exemplificado na Figura 7 para exclusão de um trator. Vale ressaltar que essas modificações podem ser realizadas diretamente no banco de dados, o qual foi construído no Excel. Essa abordagem permitiu a abertura das tabelas para realizar edições, destacando-se como uma das razões para a escolha desse modelo de armazenamento.

Figura 6 – Imagens das telas do programa desenvolvido com os botões disponíveis para a edição de dados (A), para adicionar as informações de um novo trator (B) e para adicionar as informações de um novo implemento (C)



Fonte: Autor.

Figura 7 – Tela para excluir um trator do banco de dados



Fonte: Autor.

Ao dimensionar um arado para o menor trator, o John Deere 5060E de 60 cv, obteve-se como resposta o modelo AFL (Figura 8A), que apresentou uma faixa de potência recomendada pelo fabricante do implemento, para o trator, de 50 a 60 cv. Ao dimensionar uma grade para o referido trator, o programa não recomendou nenhuma daquelas existentes no banco de dados (Figura 8B). Tal resultado foi coerente, pois a menor grade disponível exigiu um trator com potência nominal mínima de 70 cv, conforme recomendado pelo fabricante. Importante ressaltar que tal resultado estava diretamente vinculado à velocidade de deslocamento, e profundidade de trabalho, considerada pelo programa de computador. Ao reduzir a velocidade de deslocamento e profundidade de trabalho seria possível, sim, que o trator John Deere 5060E de 60 cv tracione a menor grade, o modelo GH2.

Figura 8 – Imagens das telas do programa desenvolvido com o dimensionamento de um arado (A) e de uma grade (B) para o menor trator disponível

A

Gerenciador de Máquinas em Preparo de Solo

Marca	Modelo	Potência (cv)
John Deere	6125J	125
John Deere	5090E	90
John Deere	5060E	60
Massey Ferguson	MF 7725 Dyna-6	250
Massey Ferguson	MF 4408	79

Dimensionar Arado

Dimensionar Grade

Voltar

Informações do trator escolhido:
 >Marca: John Deere
 >Modelo: 5060E
 >Potência do Trator (cv): 60

Informações do arado dimensionado:
 >Marca: TATU
 >Modelo: AFL
 >Largura de trabalho (m): 1.0
 >Profundidade de trabalho (cm): 20.0

B

Gerenciador de Máquinas em Preparo de Solo

Marca	Modelo	Potência (cv)
John Deere	6125J	125
John Deere	5090E	90
John Deere	5060E	60
Massey Ferguson	MF 7725 Dyna-6	250
Massey Ferguson	MF 4408	79

Dimensionar Arado

Dimensionar Grade

Voltar

Não há grades disponíveis para o trator selecionado. Recomenda-se potência mínima de 70.0 cv para a menor grade disponível, o modelo GH2 da marca TATU.

Fonte: Autor.

Ao analisar a seleção de um implemento para o trator de maior porte, o Massey Ferguson modelo MF 7725 Dyna-6, de 250 cv, o programa indicou para o arado o modelo AARP (Figura 9A), sendo que o fabricante recomendou uma faixa de potência entre 240 e 260 cv para o trator

na operação. Quanto à grade, o programa recomendou o modelo GAPCR HD (Figura 9B), para o qual a fabricante sugere uma potência mínima de 220 cv para o trator.

Figura 9 – Imagens das telas do programa desenvolvido com o dimensionamento de um arado (A) e de uma grade (B) para o maior trator disponível

A

Marca	Modelo	Potência (cv)
John Deere	6125J	125
John Deere	5090E	90
John Deere	5060E	60
Massey Ferguson	MF 7725 Dyna-6	250
Massey Ferguson	MF 4408	79

Informações do trator escolhido:
 >Marca: Massey Ferguson
 >Modelo: MF 7725 Dyna-6
 >Potência do Trator (cv): 250

Informações do arado dimensionado:
 >Marca: TATU
 >Modelo: AARP
 >Largura de trabalho (m): 2.88
 >Profundidade de trabalho (cm): 28.8

B Gerenciador de Máquinas em Preparo de Solo

Marca	Modelo	Potência (cv)
John Deere	6125J	125
John Deere	5090E	90
John Deere	5060E	60
Massey Ferguson	MF 7725 Dyna-6	250
Massey Ferguson	MF 4408	79

Informações do trator escolhido:

- >Marca: Massey Ferguson
- >Modelo: MF 7725 Dyna-6
- >Potência do Trator (cv): 250

Informações da grade dimensionada:

- >Marca: TATU
- >Modelo: GAPCR HD
- >Largura de trabalho (m): 3.716
- >Profundidade de trabalho (cm): 32.5

Fonte: Autor.

Avaliando o dimensionamento de um trator para o implemento de menor porte, o arado AFL da fabricante Tatu, o programa indicou o modelo 5060E (Figura 10), atendendo à recomendação da fabricante que solicita para implemento, um trator com faixa de potência entre 50 a 60 cv. Além disso, o valor calculado utilizando as recomendações da norma da ASABE D497.7 (2011) para a potência nominal no motor (P_m) foi de 47,45 cv.

Figura 10 – Tela com o dimensionamento de um trator para o implemento de menor porte

Gerenciador de Máquinas em Preparo de Solo

Tipo	Marca	Modelo	Potência (cv)
Arado	TATU	AARP	250.0
Arado	TATU	AFL	55.0
Grade	TATU	GH2	70.0
Grade	TATU	GAPCR HD	220.0

Dimensionar

Voltar

Informações do Implemento Escolhido:

- >Marca: TATU
- >Modelo: AFL
- >Largura de trabalho: 1.0
- >Profundidade de trabalho (cm): 20.0
- >Velocidade (km/h): 6.0
- >Potência do fabricante (cv): 55.0
- >Potência calculada (cv): 47.45

Informações do Trator Dimensionado:

- >Marca do Trator: John Deere
- >Modelo do Trator: 5060E
- >Potência do Trator (cv): 60

Fonte: Autor.

Ao dimensionar um trator para um dos implementos de maior porte, tendo selecionado a grade GAPCR HD como exemplo, o modelo MF 7725 Dyna-6 da Massey Ferguson, com 250 cv, foi indicado (Figura 11), alinhando-se às recomendações da fabricante que solicita para este implemento um trator com faixa de potência entre 250 a 260 cv. Entretanto, nessa seleção, o valor prescrito pela norma da ASABE D497.7 MAR2011 (R2020) foi inferior, com uma potência nominal no motor (P_m) de 204,77 cv.

Figura 11 – Tela com o dimensionamento de um trator para um dos implementos de maior porte

<u>Tipo</u>	<u>Marca</u>	<u>Modelo</u>	<u>Potência (cv)</u>
Arado	TATU	AARP	250.0
Arado	TATU	AFL	55.0
Grade	TATU	GH2	70.0
Grade	TATU	GAPCR HD	220.0

Dimensionar
Voltar

Informações do Implemento Escolhido:

- >Marca: TATU
- >Modelo: GAPCR HD
- >Largura de trabalho: 3.716
- >Profundidade de trabalho (cm): 32.5
- >Velocidade (km/h): 6.0
- >Potência do fabricante (cv): 220.0
- >Potência calculada (cv): 204.77

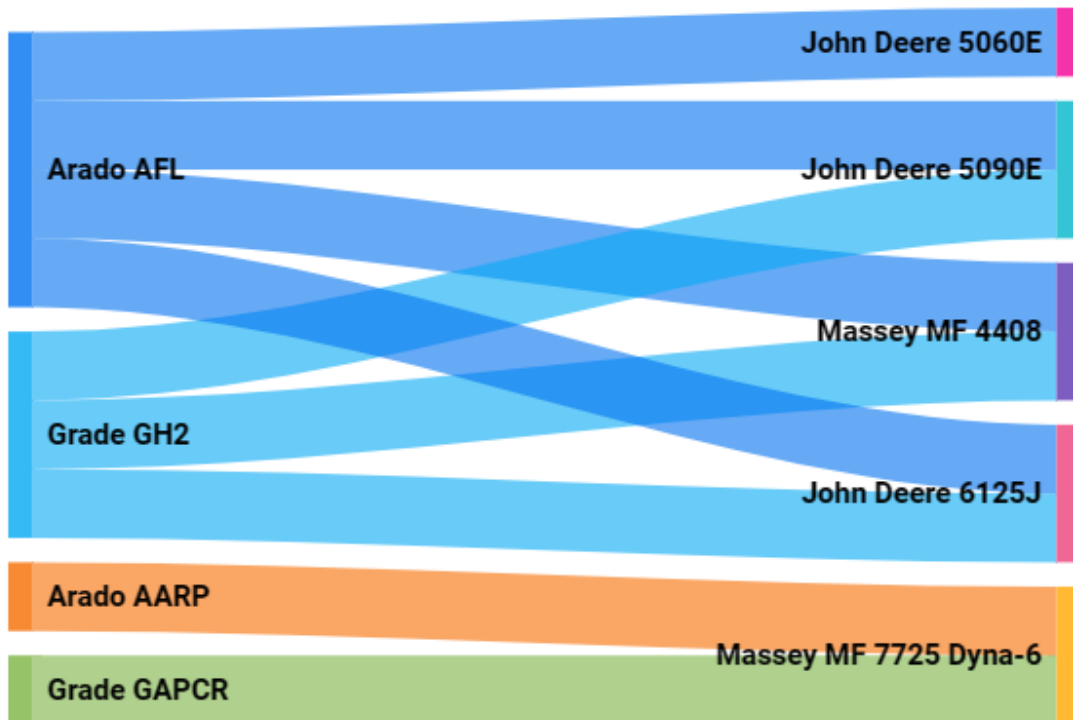
Informações do Trator Dimensionado:

- >Marca do Trator: Massey Ferguson
- >Modelo do Trator: MF 7725 Dyna-6
- >Potência do Trator (cv): 250

Fonte: Autor.

Com o intuito de proporcionar uma visão abrangente de todas as escolhas geradas pelo programa, foi desenvolvido o diagrama apresentado na Figura 12, o qual permite a análise das interconexões entre os implementos e tratores durante o processo de dimensionamento. Nota-se, por exemplo, que o menor implemento, o arado modelo AFL, não foi atribuído ao maior trator, o modelo MF 7725, uma vez que havia um arado maior disponível. Além disso, o maior implemento, o arado AARP, não foi associado aos tratores de menor porte. Essa representação visual oferece uma compreensão intuitiva das decisões tomadas pelo programa, contribuindo para uma análise mais aprofundada das escolhas de implementos em relação aos tratores disponíveis.

Figura 12 – Diagrama com todas as escolhas dimensionadas pelo programa



Fonte: Autor.

A análise dos resultados obtidos no programa, tanto ao selecionar um arado para o menor trator, quanto na escolha de um implemento para o trator de maior potência, o dimensionamento feito pelo programa ficaram dentro das recomendações fornecidas pela fabricante. No dimensionamento inverso, ao selecionar um trator para o implemento de menor porte, a proximidade entre a potência no motor calculada pelo programa, tendo como base a norma da ASABE D497.7 MAR2011 (R2020), e o valor recomendado pela fabricante, reforçou tanto uma efetividade da interface desenvolvida quanto a proximidade nos padrões de teste das empresas. Masiero et al (2011) verificou ao determinar o rendimento dinâmico na barra de tração de diversos tratores agrícolas com tração dianteira auxiliar (4x2 TDA) em pista de solo firme e compará-los com os dados teóricos e práticos da bibliografia, como os apresentados pela ASABE D497.7 MAR2011 (R2020), uma proximidade nas informações.

Para o dimensionamento de um trator para um implemento de maior porte, tendo escolhido a grade GAPCR HD como exemplo, houve diferença entre a potência no motor calculada pelo programa e o valor recomendado pela fabricante. Essa diferença pode ser atribuída a variações normais, como o erro percentual apresentado na Tabela 1, e fator de segurança adicional que os fabricantes podem aplicar em suas recomendações. Essa observação

ressalta a importância de considerar as especificidades dos fabricantes em conjunto com as normas técnicas no dimensionamento de softwares.

A importância de não superdimensionar nem subdimensionar o trator para um dado implemento, é crucial para otimizar a eficiência operacional e garantir a segurança do equipamento. Um trator superdimensionado para um implemento pode resultar em subutilização de sua capacidade, levando a um aumento desnecessário nos custos operacionais e no consumo de combustível. Por outro lado, um trator subdimensionado pode enfrentar sobrecarga, causando desgaste prematuro, menor eficiência e, potencialmente, situações perigosas durante a operação.

4. CONCLUSÕES

O programa desenvolvido se mostrou prático em suas telas de visualização, sendo possível a seleção pelo usuário de um trator ou implemento que esteja no banco de dados, e entrega pela plataforma de uma escolha apropriada das máquinas para a operação a ser realizada. O uso desta ferramenta permitiu de forma rápida e visual, uma gestão dos dados de tratores e implementos que possam ser utilizados no preparado do solo, permitindo que novos dados possam ser cadastrados ou mesmo excluídos.

Na seleção de tratores para implementos, e também de implementos para tratores, verificou-se um comportamento adequado nos estudos de caso apresentados, onde não ocorreu subdimensionamento nem superdimensionamento. Os valores das potências calculadas utilizando as recomendações da norma foram coerentes com os valores recomendados pela fabricante, onde as pequenas diferenças observadas podem ter ocorrido devido a fatores de segurança adicionais utilizadas pelas fabricantes e aos valores de profundidade de trabalho e velocidade de operação que foram considerados.

Para trabalhos futuros sugere-se: (i) transformação do programa de computador em aplicativo para dispositivos móveis; (ii) inserção de maior número de tratores, incluindo tratores 4x2, 4x4 e de esteira; (iii) inserção de maior número de implementos, incluído outros tipos como semeadoras, enxada rotativa, subsoladores e escarificados, e (iv) possibilidade de alteração de velocidade e profundidade de trabalho, além do tipo de solo.

REFERÊNCIAS

- AKINNULI, B. O. et al. Model developed for farm tractors and implements selection for optimum utilization. **Journal of Emerging Trends in Engineering and Applied Sciences**, v. 5, n. 4. p. 248-255. 2014.
- AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. Agricultural machinery management data ASAE D497.4. In: **ASAE standards 1999: standards engineering practices data**. St. Joseph, 1999. p. 359–366.
- ARTUZO, F. D. et al. Tomada de decisão a partir da análise econômica de viabilidade: Estudo de caso no dimensionamento de máquinas agrícolas. **Custos e agronegócio online**, 11(3), 183-205. 2015.
- CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL (CNA). **Agro 4.0: Fundamentos, Realidades e Perspectiva para o Brasil, 2023**. Rio de Janeiro. p. 305. 2023.
- ERIVELTO, M. et al. PRAPRAG - software para planejamento racional de máquinas agrícolas. **Engenharia Agrícola, Jaboticabal**, v. 30, n. 2. p.322-333. 2010.
- FENG, Z. **Constructing rural e-commerce logistics model based on ant colony algorithm and artificial intelligence method**. Soft Computing, v. 8, 2019.
- FILHO, J. E. R. V.; RIBEIRO, J. E. **O desenvolvimento da agricultura do Brasil e o papel da Embrapa**, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). Rio de Janeiro. N. 2748. 2022
- JASPER, P. J.; PAULO, S. R. A. Estudo comparativo do custo operacional horário da mecanização agrícola utilizando duas metodologias para o estado de São Paulo. **Nucleus**, v.10, n. 2. p. 119-123. 2013.
- LUNA, F. V.; KLEIN, H. S. Transformações da agricultura brasileira desde 1950. **História Econômica & História de Empresas**, v. 22, n.2. p. 277-307. 2019.
- Masiero, F. C. et al. (2011). Determinação do rendimento na barra de tração de tratores agrícolas com tração dianteira auxiliar (4x2 TDA). **Energia na Agricultura**, v.26, n. 4, p. 55–73. 2011
- OCDE/FAO. **Agricultural Outlook 2021-2030**, Paris. 2021.
- PELOIA, P. R.; MILAN, M. Proposta de um sistema de medição de desempenho aplicado à mecanização agrícola. **Engenharia Agrícola, Jaboticabal**, v.30, n.4, p.681-691. 2010
- REZENDE, G. C. **Estado, macroeconomia e agricultura no Brasil**. UFRGS/ IPEA. 246p. Porto Alegre. 246 p. 2003.
- SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL (SENAR). **Operação e manutenção de arados e grades**. Curitiba. p. 102. 2020.
- SICHONANY, O. R. A. O et al. Sistema computacional de gerenciamento para acompanhamento de desempenho de máquinas agrícolas instrumentadas com sensores. **Ciência Rural**, v. 41, n. 10. 2011.

SILVEIRA, J. M. F. J. D. et al. **Biotecnologia e agricultura:** Da ciência e tecnologia aos impactos da inovação. São Paulo em Perspectiva,19(2), p. 101-114. 2005.