

**DESENVOLVIMENTO DE PROGRAMAS
COMPUTACIONAIS VISANDO A OTIMIZAÇÃO
DE OPERAÇÕES AGRÍCOLAS MECANIZADAS**

PABLO PEREIRA CORRÊA KLAVER

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE
DARCY RIBEIRO**

**CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
FEVEREIRO – 2009**

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**DESENVOLVIMENTO DE PROGRAMAS
COMPUTACIONAIS VISANDO A OTIMIZAÇÃO
DE OPERAÇÕES AGRÍCOLAS MECANIZADAS**

PABLO PEREIRA CORRÊA KLAVER

**“Dissertação apresentada ao Centro de Ciências
e Tecnologias Agropecuárias da Universidade
Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro,
como parte das exigências para obtenção do
título de Mestre em Produção Vegetal,
com ênfase em Mecanização Agrícola”**

Orientador: Prof. Ricardo Ferreira Garcia

**CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
FEVEREIRO – 2009**

**DESENVOLVIMENTO DE PROGRAMAS
COMPUTACIONAIS VISANDO A OTIMIZAÇÃO
DE OPERAÇÕES AGRÍCOLAS MECANIZADAS**

PABLO PEREIRA CORRÊA KLAVER

**“Dissertação apresentada ao Centro de Ciências
e Tecnologias Agropecuárias da Universidade
Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro,
como parte das exigências para obtenção do
título de Mestre em Produção Vegetal,
com ênfase em Mecanização Agrícola”**

Aprovada em 17 de fevereiro de 2009.

Comissão examinadora:

Prof. Elias Fernandes de Sousa (D.Sc., Engenharia Agrícola) – UENF

Prof. Silvaldo Felipe da Silveira (D.Sc., Fitopatologia) – UENF

Prof. Gilson Candido Santana (D.Sc., Engenharia Elétrica) – UFRRJ

**Prof. Ricardo Ferreira Garcia (D.Sc., Engenharia Agrícola) – UENF
(Orientador)**

DEDICAÇÃO

Aos meus pais, Nicolau Klaver e Maria Regina Klaver, por todo o apoio emocional e suporte financeiro que se fizeram necessários durante todo o percurso de elaboração dessa dissertação de mestrado em Produção Vegetal.

Ao meu irmão, Teddy Klaver (*in memorium*), e a meus tios e tias, Célia Cristina, Angélica, Sônia Maria Pereira, José Carlos Pereira, Ribamar Bogéa Pereira, pelos conselhos e apoio tão necessários à minha formação acadêmica.

AGRADECIMENTO

À Universidade Estadual do Norte Fluminense e ao Laboratório de Engenharia Agrícola, pela oportunidade de realização deste curso.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor Ricardo Ferreira Garcia, pela orientação, amizade, paciência, respeito, apoio e confiança durante todas as etapas deste trabalho.

Ao professor Geraldo de Amaral Gravina, pelo inestimável auxílio na execução das análises estatísticas, pelos ensinamentos e sugestões.

Aos professores Silvaldo Felipe da Silveira e Carlos Augusto Alencar Fontes, pela amizade, confiança, incentivo e sugestões que enriqueceram este trabalho.

Ao aluno de pós-graduação do curso de Produção Vegetal, José Francisco Sá Vasconcelos Júnior, com o qual sempre pude contar durante a execução deste trabalho.

Aos funcionários do Laboratório de Engenharia Agrícola do Centro de Ciências e Tecnologias Agrárias da UENF, Ana Maria e Júlio Meirelles, pela amizade, companheirismo e ensinamentos.

Aos funcionários da Coordenação de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Patrícia, Luciana e Fátima e ao Coordenador professor Ricardo Ferreira Garcia.

Aos meus pais e meu irmão, pelo amor, pela compreensão e pela ajuda nas horas difíceis.

A todos aqueles que estiveram comigo, durante esta longa jornada, os meus mais sinceros agradecimentos.

E a Deus, pela vida, por sempre estar comigo, tanto nos momentos tristes e, também, nos felizes.

BIOGRAFIA

Pablo Pereira Corrêa Klaver, filho de Nicolau Antônio Corrêa Klaver e Maria Regina Pereira Corrêa Klaver, nasceu em Barra do Piraí, Rio de Janeiro, no dia 09 de abril de 1981.

Em dezembro de 2006, graduou-se em Engenharia Agrônômica pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), em Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro.

Em agosto de 2007, iniciou, na Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), o curso de Mestrado em Produção Vegetal com ênfase em Mecanização Agrícola, defendendo a dissertação em fevereiro de 2009.

SUMÁRIO

RESUMO	.....	vii
ABSTRACT	.....	viii
1. INTRODUÇÃO	.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	.....	5
3. MATERIAL E MÉTODOS	.....	17
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	.....	30
5. CONCLUSÕES	.....	52
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	.....	53
APÊNDICE	.....	56

RESUMO

KLAVER, Pablo Pereira Corrêa, Engenheiro Agrônomo, M.Sc., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, fevereiro de 2009. Desenvolvimento de programas computacionais visando à otimização de operações agrícolas mecanizadas. Orientador: Prof. Ricardo Ferreira Garcia.

O uso de programas computacionais no setor agrícola permite atingir objetivos específicos na área. Dentre esses, um dos mais complexos é a seleção adequada de máquinas e implementos agrícolas, devido, principalmente à grande variedade de equipamentos existentes no mercado e a gama de tarefas e situações de trabalho a que estas são submetidas no campo. Este trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de programas computacionais aplicados à área de Mecanização Agrícola, visando a otimização de operações agrícolas, de modo a reduzir o custo e as perdas, sendo especificamente – avaliação da demanda de potência requerida por máquinas e implementos agrícolas; cálculo de índice de patinação de rodados do trator; seleção de engrenagens para semeadoras de precisão; manutenção preventiva; custo operacional e capacidade operacional. Com o uso dos programas computacionais, desenvolvidos em linguagem PHP, tornou-se possível a execução de tarefas de cálculo na área de mecanização de forma simplificada através da internet.

ABSTRACT

KLAVER, Pablo Pereira Corrêa, Agronomy Engineer, M.Sc., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2009, February. Software development aiming the optimization of mechanized agricultural operations. Adviser: Professor Ricardo Ferreira Garcia.

The use of computer programs in the agricultural sector could achieve specific objectives in the area. Among these, one of the most complexes is the proper selection of machines and agricultural implements, mainly due to the wide variety of equipment on the market, and the range of tasks and work situations that they are subjected in the field. The object of this study was the development of softwares applied to the Agricultural Mechanization area, aiming the agricultural operations optimization, in order to reduce cost and losses, specifically – evaluation of implements and agricultural machines power required; calculation of slippage of tractor driving wheel; selection of precision seeders gears; preventive maintenance; operational costs; and operational capacity. Using the softwares developed, it became possible to carry out tasks of calculation in the mechanization area in a simplified way using the internet.

1. INTRODUÇÃO

Nos primórdios da agricultura, todas as operações agrícolas eram realizadas manualmente. Atualmente estes processos manuais continuam sendo realizados com baixa capacidade operacional e, portanto, viáveis economicamente apenas em pequenas propriedades, onde a finalidade principal da produção é a subsistência do agricultor e de sua família.

Com o aumento das populações com a necessidade de se produzir mais alimentos e com um número cada vez menor de pessoas empregadas na agricultura, as operações agrícolas começaram a ser mecanizadas (Garcia, 1998), e a grande variedade de máquinas agrícolas disponíveis hoje, para realizar estas operações permite ao agricultor uma escolha adequada para atender a sua demanda. Porém, as características de cada modelo variam e podem interferir no desenvolvimento da cultura, negativamente ou positivamente, desde o plantio até a colheita.

Atualmente há a necessidade do aumento da eficiência em todos os setores da economia para a manutenção da competitividade, especialmente no setor agrícola. A otimização do projeto, adequação de maquinário, práticas de irrigação, desenvolvimento de sistemas de informação geográfica e de posicionamento global e muitas outras técnicas estão proporcionando, à agricultura, ganhos crescentes, permitindo aumento da produção com redução de áreas cultivadas, além da redução de insumos e danos ambientais. A informática vem

conquistando espaço no setor agrícola ao oferecer vantagens, com aumentos de produtividade.

O uso dos computadores na agricultura aumentou consideravelmente nos últimos dez anos, período em que ocorreu rápido desenvolvimento na tecnologia, redução no tamanho do equipamento e no seu preço final. Assim, o computador passou a ser mais acessível para o usuário. No caso do produtor rural, o computador auxilia na coleta, armazenamento e processamento de dados e informações, de maneira mais eficiente, nos mais variados processos produtivos do setor agrícola. Assim, a informação passa a ser extremamente valiosa e deve ser considerada como mais um insumo no processo produtivo. Dessa forma, a informática representa um auxílio grandioso à agricultura.

Atualmente, com o surgimento de empresas especializadas e o trabalho dos órgãos governamentais de pesquisa e de assistência técnica, já existe uma quantidade considerável de programas computacionais específicos voltados para o campo.

Segundo Zambalde et al. (2006), a informatização na propriedade agrícola apresenta três estratégias básicas: de longo, de curto e de médio prazo. Na opção de longo prazo, o programa atende a todos os requisitos, mas o custo é alto, tanto de desenvolvimento, como de manutenção. Na opção de curto prazo e de menor custo, os pacotes mais utilizados são planilhas eletrônicas, gerenciadores de banco de dados e editores de texto, que têm aplicação limitada. Na opção de médio prazo, corre-se o risco de aceitar que sejam controlados aspectos não relevantes em detrimento de outros mais relacionados com os objetivos e estratégias da organização.

Na literatura especializada existem dois tipos principais de programas computacionais para fins agropecuários – os aplicativos, em escala local, e os sistemas de informação, com uma abrangência maior. Os aplicativos são programas de computador destinados à resolução de problemas e à automação de processos bem específicos das propriedades rurais, como gerenciamento de rebanhos bovinos de leite ou de corte, controle de culturas e estimativa de custos da produção. Os sistemas de informação têm o objetivo principal de auxiliar na tomada de decisões importantes dentro do processo produtivo e na definição de políticas para o setor agrícola. Utiliza-se das mais modernas técnicas de informação, principalmente redes de comunicação de dados, como a internet, e

que podem ser utilizadas por produtores, extensionistas rurais, cooperativas, prefeituras e demais órgãos interessados num determinado tipo de informação. Exemplos comuns são sistemas para consulta em bancos de dados agrometeorológicos, de técnicas agropecuárias, entre outros (Zambalde et al., 2006).

Segundo Klaver (2006), uma das ferramentas atuais mais usadas para o desenvolvimento de programas de comunicação via internet é o PHP (Personal Home Page Tools). A linguagem PHP, criada em 1994 por Rasmus Lerdorf para seu uso pessoal, permite criar aplicações dinâmicas, possibilitando uma interação com o usuário através de formulários, parâmetros de entrada, entre outras características. A diferença do PHP em relação a linguagens semelhantes, como o Javascript, é que o código PHP é executado no servidor, sendo enviado para o cliente apenas o código HTML (Hypertext Markup Language, ou linguagem de marcação de hipertexto). Desta maneira, é possível interagir com bancos de dados e aplicações existentes nos servidores. O fato do código PHP ser executado no servidor permite que computadores com poucos recursos de processamento executem-no, bastando basicamente um navegador instalado e acesso à internet.

Uma das mais destacadas características do PHP é interagir com uma grande quantidade de banco de dados. Com isto, escrever uma aplicação internet que interaja com um banco de dados é extremamente simples, sendo que um recurso avançado desta linguagem é permitir conexões persistentes de banco de dados, minimizando assim a necessidade de constantes conexões, operações custosas e que aumentam o tempo de resposta das aplicações (Klaver, 2006).

O uso da informática e programas computacionais no setor agrícola permite atingir objetivos específicos na área. Dentre esses, pode-se dizer que um dos mais complexos é a seleção adequada de máquinas e implementos agrícolas, devido, principalmente, à grande variedade de equipamentos existentes no mercado. Na Mecanização Agrícola, por exemplo, a seleção de máquinas e implementos agrícolas adequados ao sistema de produção é um processo bastante complexo e pode ser auxiliado por meio de programas computacionais. Neste contexto, o objetivo do presente trabalho foi elaborar programas computacionais, utilizando a linguagem PHP, aplicados à área de Mecanização Agrícola, com a finalidade de otimizar as etapas de produção, reduzindo os custos

da operação, as perdas e aumentando o lucro do produtor. Especificamente, os programas foram desenvolvidos para: a) avaliação da demanda de potência requerida por máquinas e implementos agrícolas; b) cálculo de índice de patinação de rodados do trator; c) seleção de engrenagens para semeadoras de precisão; d) manutenção preventiva; e) custo operacional; f) capacidade operacional.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Mecanização Agrícola

Com o aumento das populações, com a necessidade de se produzir mais alimentos e com um número cada vez menor de pessoas empregadas na agricultura, as operações agrícolas começaram a ser mecanizadas (Garcia, 1998). Registros históricos informam que os primeiros implementos surgiram com a função de sulcar o solo e se baseavam em artefatos em madeira, acionados inicialmente por fonte de potência humana.

Em 1900, produtores rurais representavam 38% da mão-de-obra dos Estados Unidos. No final do século, este número caiu para 3%, fato que representa uma evidência dramática da evolução da agricultura provocada pela mecanização. Iniciando com motores de combustão interna e movimentando com pneus de borracha, que impediam o deslizamento em solos barrentos, a mecanização também proporcionou o desenvolvimento de implementos agrícolas projetados para operações desde o preparo do solo à colheita. O advento da colhedora autopropelida, por exemplo, introduziu uma forma eficiente, economicamente, de colher e separar grãos. No final do século, em torno de 1994, a agricultura de precisão se tornou prática, combinando o conhecimento das formas de cultivo dos produtores com a tecnologia baseada em posicionamento global (National Academy of Engineering, 2009).

Atualmente, o uso de máquinas na agricultura tem duas grandes metas – aumentar a produtividade por agricultor e modificar a feição do trabalho agrário, tornando-o menos árduo e mais atraente. Praticamente todas as operações agrícolas empregadas na instalação de uma cultura, desde o preparo do solo à colheita, podem ser mecanizadas e apresentam grande eficiência e retorno econômico ao produtor, desde que bem conduzidas, empregando tecnologia e maquinário adequado.

Porém, é necessário que o conjunto trator e máquina agrícola esteja bem dimensionado para proporcionar elevada capacidade operacional, redução de custos e tempo. Espera-se, também, redução da compactação do solo e das operações agrícolas envolvidas e otimização do índice de patinagem. Por isto, máquinas e implementos agrícolas, quando utilizados de forma racional, podem contribuir significativamente para elevar o desempenho da agricultura.

A grande variedade de máquinas agrícolas disponíveis hoje para realizar estas operações permite ao agricultor uma escolha adequada para atender a sua demanda. Porém, as características de cada modelo variam e podem interferir no desenvolvimento da cultura.

A utilização de máquinas e implementos agrícolas mal dimensionados, que exceda em dimensões a demanda necessária, como tamanho e potência, para realização das operações acarreta em um aumento considerável do custo final pela subutilização dos equipamentos. Isto porque o custo de mecanização pode incidir em até 40% sobre o custo de produção, sendo então um item de importância na racionalização econômica da produção pelo uso inadequado da mecanização agrícola, isto pode resultar na elevação dos custos e dos preços dos produtos (Cultivar, 2009). Em contrapartida, a redução do sistema mecanizado a uma capacidade abaixo da demandada pode causar a inviabilidade da execução das operações nos prazos estipulados e, conseqüentemente, causar prejuízos na qualidade e/ou quantidade do produto.

O planejamento das operações agrícolas através de modelos de dimensionamento otimiza o aproveitamento do maquinário agrícola, aumentando a produtividade e reduzindo desperdícios. O dimensionamento da frota de máquinas e implementos para as etapas do sistema de produção possibilita aumentar o desempenho do serviço mecanizado, além de reduzir os custos de cada operação, assegurando maior retorno aos investimentos realizados. Muitos

modelos de dimensionamento mecânico já existem, sendo que a grande maioria ainda funciona através de planilhas manuais e não permitem uma flexibilidade de cálculos com mais variáveis determinantes para específicos tipos de produções (Zanoni et al., 2007).

A manutenção preventiva é aquela em que se realiza a manutenção em intervalos regulares, determinados pelo número de horas trabalhadas pelo equipamento. É realizada antes de surgir o defeito ou avaria, visando prolongar a vida útil dos componentes.

A manutenção corretiva é o conjunto de operações realizadas com o intuito de reparar algum defeito ou avaria ocorrida pela falta de manutenção preventiva, por algum acidente, ou pelo uso indevido do equipamento.

A realização da manutenção preventiva possibilita oferecer à máquina condições satisfatórias de operação, ou seja, deixá-la sempre apta ao trabalho. Os cuidados da manutenção preventiva são agrupados em períodos estabelecidos pelo fabricante, podendo ser chamada por isso, de periódica. Em tratores agrícolas, utiliza-se, para este controle, o horímetro, instrumento que registra o número de horas trabalhadas em função da rotação do motor.

2.2 Programas computacionais voltados para a área agrícola

No setor agropecuário existe uma grande quantidade de informação que necessita ser manipulada, acessada de forma rápida e eficiente. O uso dos computadores nesta área aumentou consideravelmente nos últimos anos, tornando-se acessível ao produtor devido, principalmente, à facilidade na aquisição dos equipamentos.

O uso de computadores na agricultura pode contribuir com um aumento significativo na produtividade, porém, uma resistência ainda existe por parte dos agricultores em acolher esta tecnologia. Outro fato que ainda ocorre é que os investimentos em modernização causam, em curto prazo, uma redução na margem de lucros na atividade agropecuária, causando um atraso contínuo na adoção dessa nova tecnologia.

Segundo Paglis (2009), a adoção da informatização na fazenda não é a solução para todos os problemas da propriedade. Se não houver um bom controle na fazenda, ainda que manualmente, através de escrituração adequada, não

adianta nada informatizar. Isso representaria um problema ainda maior, pois as informações geradas seriam oriundas de dados não confiáveis, o que certamente originaria informações imprecisas e de pouca valia ao processo produtivo. Esse tipo de erro já foi cometido muitas vezes no passado e foi, sem dúvida, um dos responsáveis pela falta de credibilidade inicial que os agricultores apresentaram em relação a essa nova ferramenta. Talvez isso explique, em parte, a resistência em sua adoção. Deve-se ter em mente que a informatização da propriedade agrícola é um meio e não um fim.

Mesmo assim, o uso dos computadores em vários segmentos agrícolas tem aumentado nos últimos anos e as principais razões para seu uso, que são relatadas pelos produtores, têm sido a necessidade de um melhor controle das atividades durante o processo produtivo, melhor gerenciamento e organização das empresas e mais agilidade e facilidade na obtenção de informações.

Da mesma maneira que há motivos para sua adoção, muitos produtores relatam a falta de treinamento e assistência técnica, falta de programas adequados e simples, dificuldade na obtenção de dados e custo dos programas computacionais, como problemas ou dificuldades para adoção do uso da informática (Paglis, 2009). A utilização dos computadores na agricultura pode ser um ponto positivo no aumento da produtividade. Porém, seu uso pode trazer vantagens e desvantagens.

Como vantagens se podem mencionar a confiabilidade dos dados obtidos e gerados, armazenamento de informações, velocidade na execução de cálculos, comunicação interna e externa, exigência de um sistema de trabalho bem definido e expansão do potencial da fazenda. Como desvantagens, citam-se o custo de aquisição do sistema computador e programa, a necessidade do sistema ser adequado à demanda do produtor, a necessidade de acompanhamento técnico na elaboração e implementação dos programas, a exigência de pessoal treinado ou o gasto com treinamento de pessoal e a necessidade de um sistema de coleta de dados eficiente.

Durante a etapa de implantação da informática é muito comum haver, em certas circunstâncias, problemas com a utilização do equipamento e dos programas. Vários produtores compram equipamentos certos de que o processo de informatização está resolvido, não tendo, porém, o conhecimento de que sem

programas apropriados o sistema adquirido não funcionará da forma desejada, causando, conseqüentemente, a frustração.

Programas computacionais específicos para a demanda do campo são necessários e um estudo preliminar pode ser feito visando atingir a melhor satisfação e utilização por parte do produtor rural. Tudo em pró dos objetivos finais, que são redução de despesas e aumento de produtividade.

Neste aspecto, o desenvolvimento de programas computacionais tem sido realizado permitindo inúmeros propósitos específicos, e a seleção de máquinas e implementos agrícolas adequados ao sistema de produção é um destes.

A operação de colheita é uma operação crítica que pode sofrer atrasos, resultando em perdas na quantidade e na qualidade do material colhido. Normalmente os produtores empregam colhedoras com reserva de capacidade para concluir a operação no menor prazo possível. Segundo Borges et al. (2006), o excesso de capacidade aumenta os custos fixos, e a falta dela aumenta os custos das perdas por atraso e, em ambos os casos, reduz a renda líquida da operação, ao que se denomina custo de pontualidade. O problema do dimensionamento consiste em ajustar o custo do capital extra investido na capacidade da máquina para garantir a pontualidade e o custo das perdas por atraso, buscando maximizar a renda líquida.

A seleção de pulverizadores agrícolas que se adaptem às necessidades da propriedade é um processo trabalhoso, sendo uma das etapas mais importantes dentro do processo produtivo. Neste sentido, Baio et al. (2004) desenvolveram e utilizaram um modelo de programação linear com o objetivo de auxiliar na seleção de pulverizadores agrícolas de barras, baseado no menor custo horário do equipamento. Foram utilizadas as informações técnicas referentes a 20 modelos de pulverizadores disponíveis no mercado, sendo quatro autopropelidos, oito de arrasto e oito do tipo montado. A análise de sensibilidade dos componentes dos custos operacionais mostrou que as taxas de reparo e depreciação foram os fatores que mais interferiram na variação do custo horário do conjunto trator pulverizador. O modelo matemático desenvolvido facilitou a realização da análise de sensibilidade que foi processada em um tempo muito pequeno.

Com a finalidade de avaliar a influência do atraso no dimensionamento da frota e no custo da operação de colheita, devido à importância da cultura e da

pontualidade, Borges et al. (2006) avaliaram a influência do atraso no dimensionamento da frota e no custo da operação de colheita. Para tanto, desenvolveram um modelo computacional em linguagem Borland® Delphi 5.0, em que a entrada de dados inclui os atributos da região agroclimática, da colhedora e das cultivares de soja. O resultado é a renda líquida como indicador da pontualidade na operação para a colhedora selecionada. O programa foi utilizado para simular cenários numa propriedade na região de Ponta Grossa - PR, e os valores obtidos revelaram que a frota de colhedoras da propriedade opera com capacidade ociosa, produzindo renda líquida abaixo do potencial.

Zanoni et al. (2007) propuseram um trabalho com o objetivo de desenvolver e implementar um sistema computacional orientado a objetos na linguagem Java, capaz de realizar o dimensionamento mecânico de um sistema de produção agrícola, utilizando informações de máquinas e implementos armazenados em um banco de dados. Foi possível, com a utilização do sistema desenvolvido, reduzir o longo tempo que era necessário para efetuar os cálculos para cada operação do sistema de produção agrícola em análise.

Com o objetivo de selecionar um sistema de mecanização agrícola visando atender às exigências técnicas e econômicas de uma propriedade agrícola, Lopes et al. (1995) desenvolveram um programa computacional em linguagem Pascal. Sua viabilidade foi testada em função de dados reais obtidos em sedes de propriedades agrícolas, apresentando resultados satisfatórios nas condições em que foi testado, mesmo utilizando parâmetros para condições diferentes daquelas da agricultura no Brasil, constituindo-se, portanto, em ferramenta de grande utilidade na seleção do sistema de mecanização agrícola. Concluíram que os resultados fornecidos pelo programa minimizaram o custo operacional e atenderam as exigências técnicas impostas pelas propriedades agrícolas.

Narciso (2008) desenvolveu um trabalho com o objetivo de descrever e mostrar a importância de um banco de dados espaço-temporal para a disponibilização de dados sobre a cultura de milho e o sistema de apoio à decisão Pró-Milho, conforme preceitos da agricultura de precisão. Segundo o autor, com a utilização de um banco de dados espaço-temporal, é possível integrar dados referentes a parâmetros físicos, químicos e biológicos do solo, referentes a uma dada cultura, possibilitando ao usuário fazer consultas importantes ou fazer

simulações. Ele afirma ainda que um sistema de apoio à decisão poderá fornecer para o usuário uma previsão da produtividade esperada para área, considerando o máximo de variáveis relevantes que atuam sobre a planta.

Martins et al. (2004) realizaram um trabalho onde se registrou os procedimentos e os resultados obtidos pelo desenvolvimento e implementação de um programa computacional para gestão da logística de captação de leite na Cooperativa Agropecuária Castrolanda, PR. Tal preocupação tem referências na reestruturação experimentada pelo setor e no processo de coleta à granel, que viabilizou a implementação de nova logística. Concomitantemente a isto, os custos de captação têm se elevado substancialmente, com o aumento das distâncias percorridas para a obtenção de volumes crescentes da matéria-prima.

Os produtores avaliados foram agregados em cinco áreas geográficas e o modelo utilizou a heurística das economias de Clarke e Wright, minimizando a distância total percorrida, como uma função dos custos de transporte, sujeita às restrições de produção nas propriedades, capacidade dos tanques, tipo de caminhão acessível nas estradas principais, secundárias e nas vias de acesso. As principais conclusões que podem ser extraídas deste trabalho referem-se às vantagens oferecidas pelo modelo desenvolvido em relação às sistemáticas empíricas e aos modelos comerciais importados, e que foram originalmente desenvolvidos para solucionar problemas de otimização de captação de lixo urbano ou de distribuição de gás de cozinha. Por outro lado, sinalizou-se para a economicidade da coleta à medida que seja ampliada a capacidade de armazenamento nas propriedades e que sejam utilizadas mais carretas na coleta e bi-trens no transporte de longa distância.

Silva et al. (2002) apresentam a concepção de um sistema especialista baseado em regras, que se destina ao auxílio no diagnóstico de doenças que geralmente atacam macieiras e maçãs. O protótipo do sistema utiliza o conceito de ciclo de vida de um programa, conduzido pelas fases da Engenharia de Programas. O trabalho pretende contribuir com o desenvolvimento de aplicações da informática na agricultura para a melhoria da qualidade da produção.

Segundo Pavan (2002), a simulação e modelagem de sistemas, por ser uma das primeiras aplicações da informática na agricultura, apresentaram uma maior quantidade de trabalhos desenvolvidos. Atualmente, os revolucionários avanços tecnológicos na informática e a presença da internet, com sua

conectividade global e a integração com linguagens de programação visual, têm produzido novos conceitos e caminhos a serem ainda explorados na produção e transferência do conhecimento em Fitopatologia.

A utilização dos computadores no acesso a redes, como a internet, tem sido uma poderosa ferramenta para os agricultores. Como um passo natural ao processo de informatização, o produtor passa a ter acesso a informações que antes eram praticamente impossíveis de serem obtidas. Hoje a utilização de portais especializados na área agrícola tornou-se um aliado importantíssimo do agricultor. Neles se pode ter acesso a informações de todo o tipo, desde técnicas até comercialização de produtos agrícolas.

2.3 Avaliação de qualidade de programa computacional educacional

Como acontece com qualquer disciplina de Engenharia, o desenvolvimento de programas requer um mecanismo de medição de retorno e avaliação. A medição é um mecanismo para a criação de uma memória coletiva e uma ajuda na resposta a uma variedade de questões associadas à promulgação de qualquer programa de processo. Ela ajuda a apoiar projetos de planejamento, permitindo determinar os pontos fortes e fracos dos atuais processos e produtos, e fornece uma justificação para a adoção e refinação das técnicas, permitindo avaliar a qualidade dos processos e produtos específicos. A medição também contribui, no decurso de um projeto, para avaliar seus progressos, tomar medidas corretivas com base na presente avaliação e avaliar o impacto de tal ação.

Segundo Basili et al. (1994), de acordo com vários estudos realizados sobre a aplicação de métricas e modelos industriais em ambientes, a medição, a fim de ser eficaz, deve ser centrada em objetivos específicos; ser aplicada a todos os ciclos de vida de produtos, processos e recursos; e ser interpretada baseada na caracterização e compreensão da organização do contexto, ambiente e objetivos.

Isto significa que a medição deve ser definida num modelo de cima para baixo. Deve ser focada com base em objetivos e modelos. Uma abordagem de baixo para cima não vai funcionar porque há muitas características observáveis em programas, como o número de defeitos, complexidade das linhas, código, gravidade das falhas, esforço, produtividade, a densidade do defeito, etc. Mas

qual sistema métrico é utilizado e como ela interpreta isto, não é claro, sem os modelos adequados e metas para definir o contexto.

Segundo Basili et al. (1994), há uma variedade de mecanismos para a definição de objetivos mensuráveis que têm surgido na literatura, entre elas, as abordagens *Quality Function Deployment*, *Goal Question Metric*, e *Software Quality Metrics*.

A utilização de programas computacionais educacionais no ambiente de ensino-aprendizagem tem sido cada vez mais frequente em todos os níveis da educação. No entanto, os professores devem estar atentos a fim de garantir que esses produtos sejam utilizados de forma responsável, com potencialidades pedagógicas realmente verdadeiras. Assim, é fundamental que se coloque em reflexão o tema “Avaliação de Qualidade de Produto de Software Educacional”.

Essa área de trabalho é bastante complexa, pois um produto com essa especificidade deve ser avaliado tendo como base não apenas características técnicas, mas, também, características ligadas à educação. Sendo assim, Gladcheff (2001) apresentou um processo para elaboração de um instrumento, na forma de questionários, que serve para avaliar um programa computacional educacional, tendo como metodologia básica a abordagem *Goal Question Metric*.

2.3.1 GQM – *Goal Question Metric*

A abordagem *Goal Question Metric* (GQM), segundo Basili et al. (1994), é baseada na suposição de que para uma organização para medição em uma maneira propositiva, deve-se primeiro definir as metas para si próprio, seus projetos. Em seguida, devem-se traçar os objetivos para os dados que se destinam a definir os objetivos operacionalmente. Finalmente, o sistema deve gerar um quadro para a interpretação dos dados no que diz respeito aos objetivos declarados. Assim, é importante deixar claro, pelo menos em termos gerais, quais necessidades de informação a organização possui, de modo que estas necessidades de informação possam ser quantificadas, sempre que possível, e os dados quantitativos possam ser analisados para saber se os objetivos foram alcançados.

A abordagem GQM foi inicialmente definida para avaliar defeitos de um conjunto de projetos no ambiente da NASA Goddard Space Flight Center. A

aplicação envolveu um conjunto de estudo de casos experimentais e foi expandida para incluir vários tipos de modelos experimentais de abordagens. Embora a abordagem GQM fosse originalmente usada para definir e avaliar metas para um projeto específico em um determinado ambiente, seu uso tem sido expandido para um maior contexto. Ela é usada como um passo no ajuste da meta no paradigma de desenvolvimento de qualidade de evolução construído para a organização de desenvolvimento de programas computacionais, o *Quality Improvement Paradigm*, dentro de um quadro organizacional, o *Experience Factory*, dedicado a construir competências de programas e fornecendo-lhes aos projetos. O resultado da aplicação da abordagem *Goal Question Metric* é um sistema de medição objetivando um determinado conjunto de questões e um conjunto de regras para a interpretação dos dados da medição. O modelo resultante de medição tem três níveis:

1. Nível conceitual (*Goal*) – onde uma meta é definida para um objeto, para uma variedade de razões, com relação a vários modelos de qualidade, a partir de diferentes pontos de vista, em relação a um ambiente específico. Os objetos da medição são:
 - a. Produtos, como exemplos, artefatos, resultados e documentos que são produzidos durante o sistema de ciclo de vida, por exemplo, especificações, desenhos, programas e suítes de testes;
 - b. Processos, como exemplos, programa relacionado a atividades normalmente associadas com o tempo; por exemplo: especificação, concepção, ensaios, entrevistas;
 - c. Recursos, como exemplos, os itens utilizados pelos processos de forma a produzir os seus resultados; como: pessoal, equipamentos, programas e espaço para escritórios.
2. Nível operacional (*Question*) – onde um conjunto de questões é utilizado para caracterizar a forma de avaliação e realização de um objetivo específico. Neste nível as perguntas devem caracterizar o objeto de medição (produto, processo, recurso), no que diz respeito a uma questão da qualidade selecionada, e determinar a sua qualidade a partir do ponto de vista selecionado.

3. Nível quantitativo (*Metric*): onde um conjunto de dados está associado a cada pergunta a fim de responder a ele de uma maneira quantitativa. Os dados podem ser:
 - a. Objetivos, quando os dados dependem apenas do objeto que está sendo medido e não do ponto de vista de que são tomadas as medições. Por exemplo: o número de versões de um documento, horas de trabalho gastas em uma tarefa e o tamanho de um programa;
 - b. Subjetivos, quando os dados dependem tanto do objeto que está sendo medido como do ponto de vista de que são tomadas. Por exemplo: a legibilidade de um texto e o nível de satisfação do usuário (Basili et al., 1994).

Com o objetivo de avaliar a qualidade do programa computacional educacional, Gladcheff (2001) elaborou um instrumento de avaliação de qualidade de programa educacional, a metodologia *Goal Question Metric*, utilizado em duas fases.

Numa primeira etapa, o sistema de avaliação é utilizado para adquirir conhecimento através de especialistas da área educacional. Na segunda fase, o sistema é utilizado para elaborar o instrumento de avaliação, verificar a qualidade de programas educacionais e obter retorno inicial de professores sobre o instrumento.

A metodologia GQM é usada em muitos projetos de pesquisa em Engenharia de Programas e vem sendo adotada em programas de avaliação de qualidade de programas computacionais. Sua principal característica é a capacidade de adaptação aos objetivos e particularidades do programa de avaliação a ser realizado. O processo GQM se divide em três etapas, conforme mostrado na Figura 1.

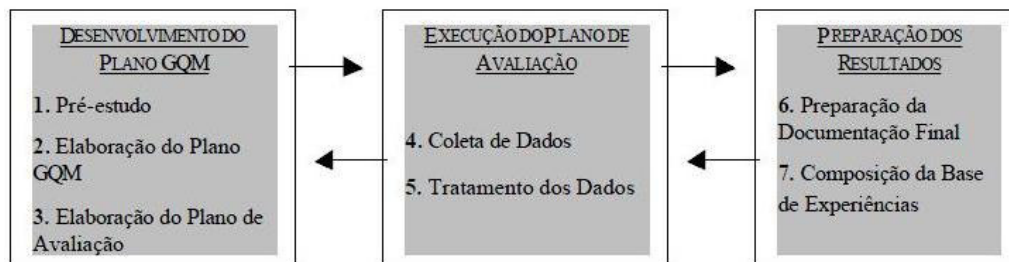


Figura 1. Etapas e fases do processo *Goal/Question/Metric*.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado no Laboratório de Engenharia Agrícola do Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ.

Foram desenvolvidos seis programas computacionais visando a otimização de operações agrícolas mecanizadas. Os programas foram desenvolvidos utilizando-se a linguagem *Hypertext Preprocessor* (PHP) (Figura 2). O PHP é uma linguagem de programação de computadores interpretada, livre e muito utilizada para gerar conteúdo dinâmico na rede de alcance mundial (WWW, ou *World Wide Web*).

Utilizou-se o programa computacional Macromedia Dreamweaver MX para a edição da linguagem de marcação do hipertexto (HTML, ou *HyperText Markup Language*) e PHP dos programas desenvolvidos, sendo utilizado o banco de dados MySQL nos sistemas.

O banco de dados MySQL é um sistema de gerenciamento de banco de dados que utiliza a linguagem SQL (*Structured Query Language*, ou Linguagem de Consulta Estruturada) como interface. É atualmente um dos bancos de dados mais populares, com mais de 10 milhões de instalações pelo mundo.

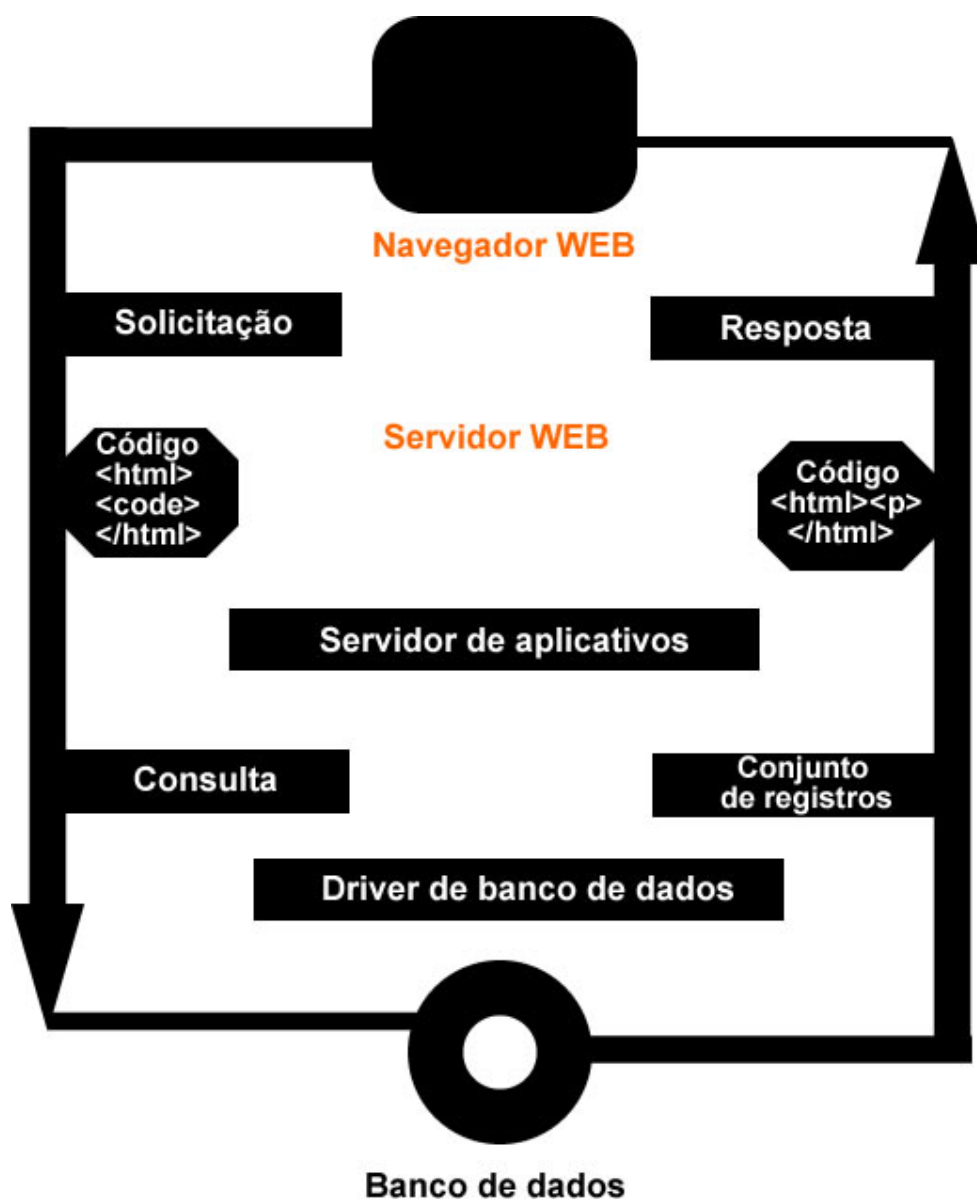


Figura 2. Fluxograma de funcionamento dos aplicativos em PHP.

Os programas computacionais foram desenvolvidos para serem executados via internet, bastando o usuário ter acesso à rede para entrar no endereço que disponibiliza os diferentes programas. Este tipo de utilização torna mais fácil o uso dos programas uma vez que não existe a necessidade de instalação de arquivos específicos e o usuário pode ter acesso em locais

diferentes, como seu escritório, fazenda ou acesso remoto, utilizando algum dispositivo sem fio de conexão à rede internet.

A rede internet permite a hospedagem de documentos que podem estar na forma de vídeos, sons, hipertextos e figuras. Para visualizar a informação pode-se usar um programa de computador chamado navegador para descarregar informações de servidores e mostrá-los na tela do usuário. O usuário pode então seguir as hiper ligações na página acessada para outros documentos ou mesmo enviar informações de volta para o servidor para interagir com ele.

Os programas computacionais desenvolvidos foram hospedados em um servidor que se encontra em um provedor de serviços de internet nos EUA, que conta com capacidade de 300 MB. Foram desenvolvidos os seguintes programas: – avaliação da demanda de potência de máquinas e implementos agrícolas; determinação de patinagem para otimização do desempenho do trator agrícola; cálculo e seleção de engrenagens para semeadoras de precisão; manutenção preventiva; custo operacional e capacidade operacional.

3.1 Avaliação da demanda de potência de máquinas e implementos agrícolas

Este programa computacional foi desenvolvido em linguagem PHP com o objetivo de avaliar a demanda da potência requerida por máquinas e implementos agrícolas normalmente utilizados na condução de práticas de campo, desde o preparo do solo, tais como arados e grades de discos; até operações de implantação de culturas, tais como semeadoras-adubadoras de precisão.

Desenvolvido em PHP, o programa computacional se baseia na norma ASAE D497.4 (2003a), para calcular a força, e, posteriormente, a potência requerida para puxar implementos de preparo do solo – subsoladores e aplicadores de material orgânico, arados de aivecas, escarificadores, grades de discos de simples ação e de dupla ação (tandem e offset), cortadores de palhada, cultivadores mecânicos e máquinas de semeadura. A força exigida na barra de tração do trator, segundo a norma ASAE D497.4 (2003a), é calculada pela Equação 1.

$$D = F_i \left[A + B(S) + C(S)^2 \right] W.T \quad (1)$$

Em que,

- D - força exigida na barra de tração, N;
- F_i - parâmetro adimensional de ajuste da textura do solo;
- i - 1 para solo argiloso, 2 para solo médio, ou 3 para solo arenoso;
- A, B e C - parâmetros adimensionais específicos da máquina;
- S - velocidade de trabalho, km h^{-1} ;
- W - largura da máquina, m, ou número de peças; e
- T - profundidade de trabalho, cm, para implementos de preparo do solo, ou 1 cm para outros.

De acordo com a força exigida na barra de tração, calculada pela norma ASAE D497.4 (2003a), a potência exigida na barra de tração do trator pelo implemento agrícola é calculada utilizando a Equação 2.

$$P = D.S \quad (2)$$

Em que,

- P - potência exigida na barra de tração, W;
- D - força exigida na barra de tração, N; e
- S - velocidade de trabalho, m.s^{-1} .

Para se determinar a potência exigida no motor do trator, utiliza-se o quadro de relação de potência para tratores agrícolas, segundo a norma ASAE D497.4 (2003a), onde a partir de um ponto conhecido de potência do trator, como potência bruta do motor, potência líquida do motor, potência disponível na entrada da transmissão, potência disponível na tomada de potência (TDP) e potência disponível na barra de tração, é possível estimar a potência em outro ponto do trator através de coeficientes estabelecidos.

O cálculo da potência exigida no motor do trator permite recomendar o melhor trator para realizar a operação agrícola, dimensionando-se, assim, o conjunto trator e implemento mais adequado para a realização do trabalho.

Desta forma, pode-se evitar a utilização de um trator com potência abaixo da demandada pelo implemento, causando a sobrecarga e desgaste prematuro do trator, ou seu super dimensionamento, acarretamento em elevação dos custos

de utilização, compactação do solo, entre outras consequências, quando se utiliza um trator com potência acima da demandada para o serviço agrícola.

3.2 Determinação de patinagem para otimização do desempenho do trator agrícola

Este programa computacional, desenvolvido em linguagem PHP, tem como objetivo determinar a patinagem ideal dos rodados motrizes do trator agrícola na condução de práticas de campo, objetivando a maior eficiência tratória.

O desempenho da tração dos tratores depende, primeiramente, da potência do motor, distribuição de massa nos rodados de motrizes, tipo de acoplamento e tipo de solo. A eficiência tratória é calculada pela relação entre a potência disponível na barra de tração e o eixo de potência do trator.

A eficiência tratória máxima é otimizada conciliando a patinagem do rodado motriz e a resistência ao rolamento, que dependem diretamente do tipo de solo que suporta o maquinário agrícola, condições do rodado e patinagem.

A patinagem, por sua vez, é definida como o deslocamento relativo do rodado de transmissão quando comparado a uma condição sem deslizamento do mesmo. Uma vez calculada a patinagem da operação agrícola em condições reais de trabalho, pode-se sugerir a distribuição de peso no trator de forma a atingir a maior eficiência tratória.

Para cálculo da eficiência tratória, pode-se utilizar a Equação 3, segundo a norma ASAE D497.4 (2003a), substituindo-se valores teóricos de patinagem até obter-se a eficiência tratória máxima, para determinado tipo de solo em que se deseja realizar a operação de campo.

$$ET = (1-s) \cdot \frac{NT}{GT} \quad (3)$$

Em que,

ET - eficiência tratória, adimensional;

s - patinagem do pneu, %;

NT - tração líquida, kN; e

GT - tração bruta, kN.

A tração líquida pode ser considerada como a força paralela em direção ao deslocamento, desenvolvida pelo sistema de transmissão e transferido ao trator. A tração bruta é a soma da força líquida e a resistência ao rolamento. As trações líquida e bruta podem ser calculadas pelas Equações 4 e 5, respectivamente, segundo a norma ASAE D497.4 (2003a).

$$NT = W \left(0,88 \left(1 - e^{-0,1Bn} \right) \left(1 - e^{-7,5s} \right) - \frac{1}{Bn} - \frac{0,5s}{\sqrt{Bn}} \right) \quad (4)$$

$$GT = W \left(0,88 \left(1 - e^{-0,1Bn} \right) \left(1 - e^{-7,5s} \right) + 0,04 \right) \quad (5)$$

Em que,

W - força dinâmica da roda normal à superfície do solo, kN; e

B_n - coeficiente, adimensional.

s - patinagem do rodado motriz, decimal.

O coeficiente B_n , por sua vez, é calculado pela Equação 6, segundo a norma ASAE D497.4 (2003a).

$$Bn = \left(\frac{Cl \, b \, d}{W} \right) \left(\frac{1 + 5 \frac{\delta}{h}}{1 + 3 \frac{b}{d}} \right) \quad (6)$$

Em que,

Cl - índice de cone do solo, kPa;

b - largura da seção do pneu sem carga, m;

d - diâmetro do pneu sem carga, m;

h - altura da seção do pneu, m;

δ - deflexão do pneu, m;

Uma vez calculada e conhecida a patinagem para determinadas condições de trabalho, visando a eficiência tratória máxima, condição ideal de

trabalho, podem-se adotar práticas a fim de evitar problemas de operação e custos desnecessários. Este é o objetivo principal deste aplicativo computacional – informar ao usuário a necessidade de redistribuição, ou não, da massa sobre a estrutura do trator para o controle de tração.

Um trator com excesso de lastro virá a gastar prematuramente seus pneus, gastar mais combustível e sistema de transmissão, e acelerar a compactação do solo.

Em contrapartida, a falta de lastro causa também desgaste prematuro do pneu, além de não permitir, com eficiência, a transferência de potência do rodado ao solo. O consumo de combustível também é superior porque o rodado executa mais revoluções para percorrer a mesma distância, reduzindo também a capacidade operacional. Ocorre, também, uma compactação superficial causada pelo deslizamento relativo entre os pneus motrizes e solo.

Para conhecer a patinagem real dos rodados motrizes em condições de campo, pode-se utilizar a Equação 7, descrita a seguir.

$$s = \frac{A_n - A_l}{A_n} 100 \quad (7)$$

Em que,

s - patinagem do pneu, %;

A_n - avanço em condições sem carga por revolução da roda, m; e

A_l - avanço em condições com carga por revolução da roda, m.

Uma vez calculada a patinagem ideal pelas Equações 3, 4, 5 e 7, e mensurada a patinagem real de operação, pela Equação 7, pode-se compará-las afim de se tomar providências a respeito da distribuição de peso do trator com a finalidade de se trabalhar em condições de eficiência tratória máxima.

3.3 Seleção de engrenagens para semeadoras adubadoras de precisão

O objetivo deste programa computacional, desenvolvido em PHP, é selecionar as engrenagens do sistema de transmissão de uma máquina semeadora adubadora de precisão para regulação da densidade de sementes,

facilitando e tornando, de maneira mais rápida, a determinação das engrenagens a serem utilizadas na máquina.

A semeadora adubadora de precisão conta com um sistema de transmissão de potência do rodado transmitindo ao setor de distribuição de sementes e insumos, acionado por engrenagens dentadas, correntes e eixos. A correta deposição de sementes e insumos no campo, atingido o estande pré-estabelecido, só pode ser atingido através da escolha adequada da relação de transmissão da máquina.

Uma máquina mal regulada pode vir a depositar menos ou mais sementes por metro linear em relação ao esperado, ocasionando em um estande abaixo do esperado, com pouco aproveitamento da área, redução da produtividade final, ou alta competitividade entre plantas com um estande adensado, desperdício de sementes e fertilizantes e aumento dos custos de produção, respectivamente; além da redução da produtividade pela competição de luz, água e nutrientes.

Após a entrada de dados, o programa retornará o resultado das engrenagens a serem utilizadas no sistema de transmissão, de acordo com o modelo de máquina selecionado.

Com a utilização deste programa computacional, buscar-se-á a rapidez na saída de dados, combinado com cálculos precisos de regulagens das engrenagens, tornando-se, assim, uma ferramenta facilitadora de cálculos e consulta a tabelas.

O primeiro modelo de semeadora adubadora de precisão utilizado na avaliação é a SEED-MAX PCR 2226, que apresenta mecanismo de dosagem de sementes do tipo disco perfurado horizontal. O sistema de acionamento do disco de distribuição de sementes é composto por engrenagens, correntes e eixos e é apresentado na Figura 3.

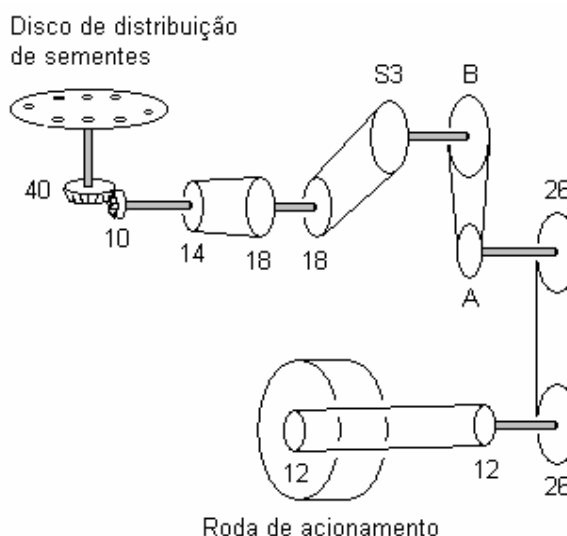


Figura 3. Esquema do sistema de acionamento do disco de distribuição de sementes da semeadora de precisão SEED-MAX PCR 2226.

No sistema de transmissão com pares engrenados, considerando-se a ausência de deslizamento entre duas engrenagens acionadas por corrente dentada, ou contato direto, pode-se considerar que a velocidade linear de ambas tem o mesmo valor. Nas engrenagens posicionadas no mesmo eixo, considera-se a mesma frequência entre elas.

No sistema de transmissão de engrenagens, considera-se como relação de transmissão a relação do produto do número de dentes das engrenagens motoras pelo produto do número de dentes das engrenagens movidas.

Sabendo-se que o número de furos que deverão passar pelo ponto de liberação de sementes no mecanismo dosador, para cada volta da roda acionamento, corresponde à relação entre o perímetro da roda e o espaçamento entre sementes, e considerando-se que a relação de transmissão a ser estabelecida pela semeadora é igual ao número de furos, por volta da roda pelo número de furos do dosador, obtém-se a Equação 8, para o cálculo das engrenagens intercambiáveis *A*, *B*, e *S3* a serem utilizadas no processo de semeadura.

$$EES = \frac{p}{nf} \frac{12}{12} \frac{26}{26} \frac{B}{A} \frac{18}{S3} \frac{14}{18} \frac{40}{10} \quad (8)$$

Em que,

EES - espaçamento entre sementes, m;

p - perímetro da roda motriz da semeadora, m;

nf - número de furos do disco dosador, e

A, B e $S3$ - engrenagens do sistema de transmissão.

O espaçamento entre sementes é calculado utilizando-se a Equação 9.

$$EES = \frac{10000}{NS \cdot e} \quad (9)$$

Em que,

NS - número de sementes por área, sementes ha^{-1} ; e

e - espaçamento entre linhas de plantio, m.

O número de sementes por área é calculado utilizando-se a Equação 10.

$$NS = \frac{NP}{G \cdot S \cdot I \cdot E \cdot D} \quad (10)$$

Em que,

NP - número de plantas por área, plantas ha^{-1} ;

G - índice de germinação, decimal;

S - índice de sobrevivência, decimal;

I - índice de impurezas, decimal;

E - índice de enchimento dos discos, decimal, e

D - índice de deslizamento do rodado motriz, decimal.

3.4 Manutenção preventiva

Este programa computacional tem como objetivo a determinação do momento exato da realização da manutenção preventiva em função das horas

acumuladas registradas no horímetro do trator agrícola. Com esta finalidade, foi desenvolvido um programa em PHP, utilizando-se o banco de dados informados no manual do fabricante do trator. Utilizou-se, neste trabalho, a marca AGCO Massey Ferguson série 200.

A partir da entrada de dados, ou número de horas do trator, o programa resulta as operações de manutenção necessárias ao modelo de trator específico tratado pela versão do programa em execução.

3.5 Custo operacional de combustível

Este programa computacional tem como objetivo determinar o custo operacional de combustível para tratores em operações agrícolas, baseado na potência máxima disponível na tomada de potência do trator.

O programa computacional foi desenvolvido em linguagem PHP, baseando-se na norma ASAE EP496.2 (2003b).

Para o cálculo do consumo médio para combustível de motores à gasolina, pode-se utilizar a Equação 11, segundo a norma ASAE EP496.2 (2003b), aproximado dos Dados de Testes de Tratores de Nebraska.

$$Q_{avg} = 0,305 P_{pto} \quad (11)$$

Em que,

Q_{avg} - consumo médio de gasolina, L h⁻¹; e

P_{pto} - potência máxima na tomada de potência, kW.

Segundo a norma ASAE EP496.2 (2003b), um trator à diesel utiliza 73% de combustível em volume de um trator à gasolina, aproximadamente, sendo considerado este fator para corrigir o cálculo para consumo de combustível diesel.

A obtenção do valor de potência máxima na tomada de potência (P_{pto}) do trator é fornecido pelo fabricante, e normalmente, representa 83% da potência bruta do motor, segundo a norma ASAE EP496.2 (2003b), podendo ser obtido também através desta relação.

3.6 Capacidade operacional

Este programa computacional tem como objetivo determinar a capacidade operacional, através da estimativa do número de dias em que a operação agrícola pode ser realizada, considerando a eficiência de campo de cada operação, segundo a Tabela 3, da norma ASAE D497.4 (2003a). O resultado do cálculo da capacidade operacional é a área trabalhada em função do tempo.

O tempo requerido para cada operação agrícola pode ser calculado de acordo com a Equação 12.

$$T = \frac{A \cdot 10}{L \cdot S \cdot Ef} \quad (11)$$

Em que,

T - tempo de operação, h;

A - área de trabalho, ha;

L - largura nominal do implemento, m;

S - velocidade de operação do implemento, km h⁻¹; e

Ef - eficiência de operação, decimal.

Este resultado permitirá ao produtor estimar o tempo necessário e o custo de produção, associando ao programa de custo operacional, para executar o trabalho de campo, otimizando seu tempo para cada operação agrícola e planejando cada etapa de campo visando fechar o ciclo de produção em tempo hábil. O programa computacional foi desenvolvido em PHP, utilizando-se as normas ASAE D497.4 (2003a) e ASAE EP496.2 (2003b).

Neste cálculo, não estão sendo consideradas operações agrícolas utilizadas simultaneamente como dois conjuntos mecanizados realizando aração ao mesmo tempo.

3.7 Avaliação dos programas desenvolvidos

Para a avaliação dos seis programas computacionais desenvolvidos, utilizou-se a metodologia GQM (Goal Question Metric).

Foram disponibilizados a 31 alunos dos cursos de Agronomia e Zootecnia, da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, um endereço eletrônico na internet permitindo o acesso livre para executar os programas. Todos os alunos avaliadores haviam concluído as disciplinas de Mecânica Aplicada e Mecanização Agrícola.

Todos os alunos, após fazerem uso dos programas, responderam questionários de avaliação dos mesmos, contendo os seguintes tópicos: funcionalidade, objetivo, projeto visual, compatibilidade, aplicabilidade, confiabilidade e usabilidade. As opções de resposta eram sim, médio ou não, com espaço para respostas adicionais, quando necessárias.

Com base nos dados coletados através dos formulários respondidos, realizou-se uma avaliação estatística, utilizando-se o teste t de student.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

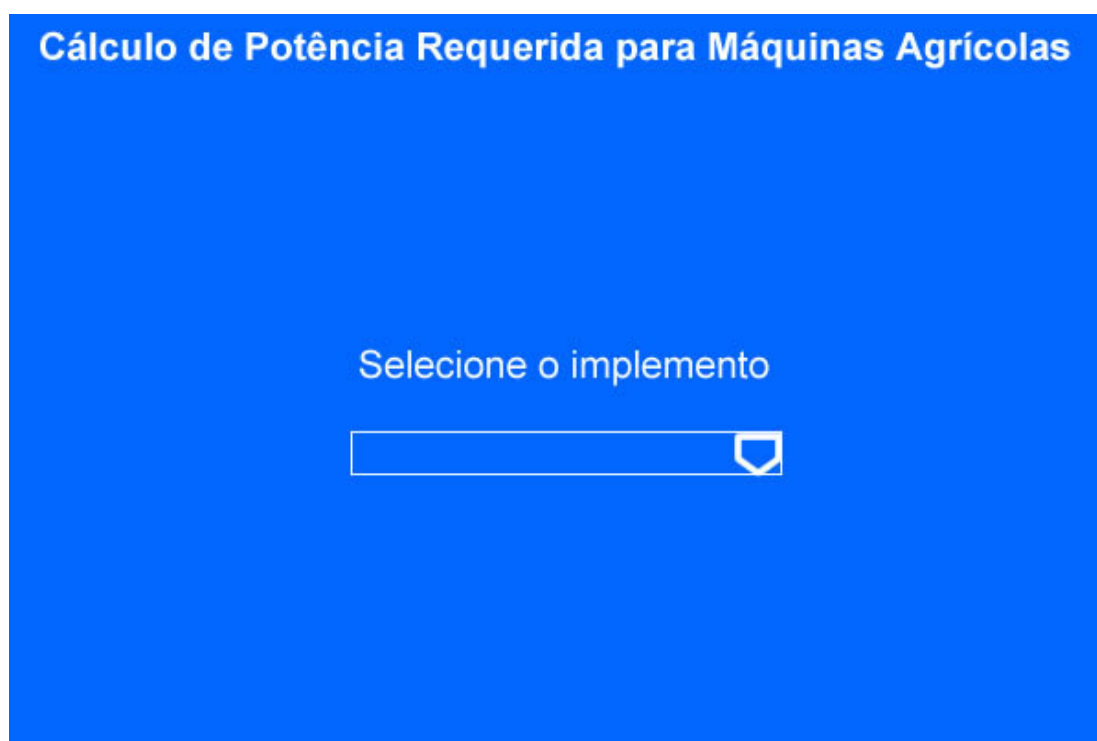
O usuário pode acessar os programas em locais diferentes, como seu escritório, fazenda ou algum dispositivo remoto sem fio de conexão à rede internet.

Todos os programas permitem livre acesso a qualquer usuário que interessar, não possuindo senha ou regra para sua execução, porém os códigos fontes dos programas são indisponíveis aos usuários, protegendo os direitos autorais dos desenvolvedores.

Os programas foram bem aceitos entre os alunos avaliados, porém sob o ponto de vista técnico, ainda precisam ser realizadas algumas adaptações, das quais foram bem visíveis a necessidade de alteração de cores de letras e a impressão dos resultados finais em tela.

4.1.1 Avaliação da demanda de potência de máquinas e implementos agrícolas

O programa computacional para avaliação da demanda de potência desenvolvido apresenta para o usuário uma tela inicial, onde o usuário faz a seleção da operação agrícola e implemento utilizado (Figura 4).



Cálculo de Potência Requerida para Máquinas Agrícolas

Selecione o implemento




Figura 4. Tela de seleção da operação agrícola e implemento utilizado.

Em seguida, deve ser escolhido o modelo de trator – 4x2, 4x2 TDA, 4x4 ou de esteiras, e tipo de solo, velocidade de operação, largura e profundidade de trabalho do implemento (Figura 5).

Cálculo de Potência Requerida para Máquinas Agrícolas

Selecione o trator e o tipo de solo

Velocidade (km/h)

Largura (m)

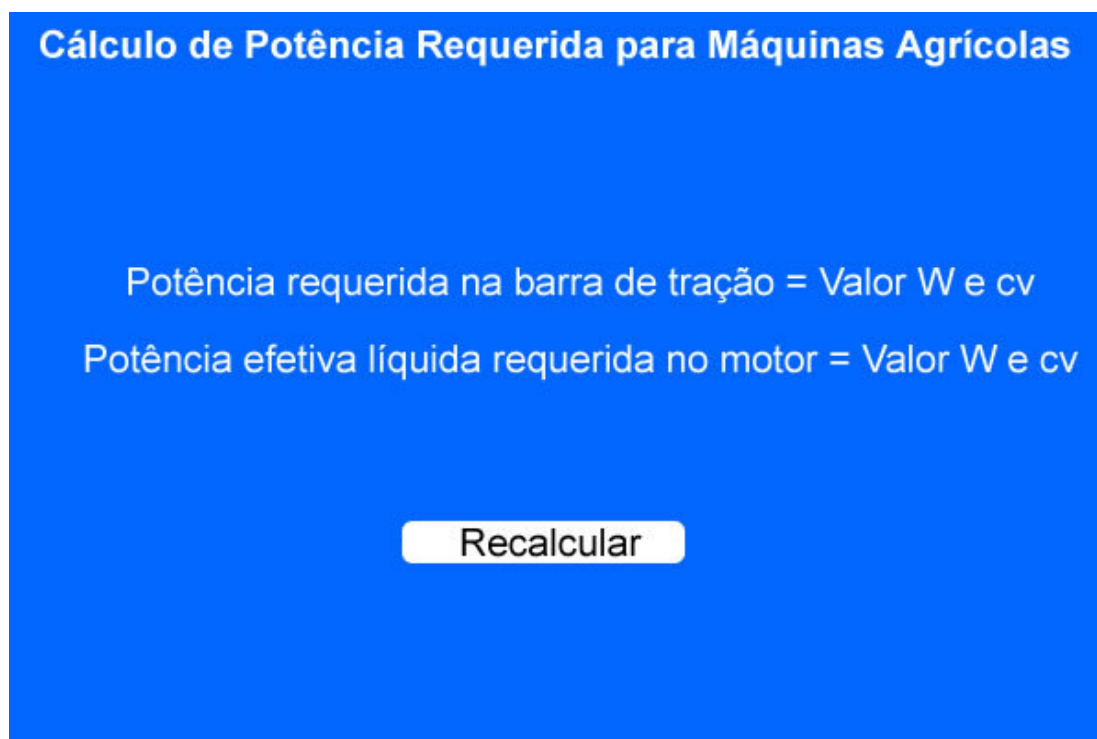
Profundidade (cm)

Calcular

Menu principal

Figura 5. Tela de seleção do trator, solo, velocidade de operação, largura e profundidade de trabalho.

Após a entrada dos dados, o programa exibe o resultado da potência exigida na barra de tração e no motor do trator (potência bruta), nas unidades de kW e cv (Figura 6).



Cálculo de Potência Requerida para Máquinas Agrícolas

Potência requerida na barra de tração = Valor W e cv

Potência efetiva líquida requerida no motor = Valor W e cv

Recalcular

Figura 6. Tela de resultados.

Na avaliação do programa computacional, conforme a Tabela 1, em relação à sua característica de funcionalidade, foi observado que 100% dos entrevistados aprovaram o programa.

Na avaliação do programa computacional, em relação à sua característica de objetivo, foi observado que 100% dos entrevistados aprovaram o programa.

Na avaliação do programa computacional, em relação à sua característica de projeto visual, foi observado que 92,38% dos entrevistados aprovaram o programa.

Na avaliação do programa computacional, em relação à sua característica de compatibilidade, foi observado que 81,63% dos entrevistados aprovaram o programa.

Na avaliação do programa computacional, em relação à sua característica de aplicabilidade, foi observado que 94,78% dos entrevistados aprovaram o programa.

Na avaliação do programa computacional, em relação à sua característica de confiabilidade, foi observado que 100% dos entrevistados aprovaram o programa.

Na avaliação do programa computacional, em relação à sua característica de usabilidade, foi observado que 100% dos entrevistados aprovaram o programa.

		Programa															
Característica	Opinião	P. Eficiência			P. Capacidade			P. Custo			P. Manutenção		P. Potência		P. Seleção		
funcionalidade	Sim	100,00% ±	6% a	100,00% ±	9% a	100,00% ±	9% a	89,85% ±	16% a	100,00% ±	11% a	92,38% ±	15% a				
	Médio	9,54% ±	6% b	15,24% ±	9% b	15,24% ±	9% b	29,29% ±	13% b	15,24% ±	9% b	29,29% ±	13% b				
	Não	-	± -	c*	±	c*	± -	c	20,25% ±	11% c	9,54% ±	6% b	15,24% ±	9% b			
objetivo	Sim	99,09% ±	12% a	100,00% ±	11% a	100,00% ±	9% a	78,72% ±	17% a	100,00% ±	6% a	100,00% ±	9% a				
	Médio	15,24% ±	9% b	15,24% ±	9% b	9,54% ±	6,30% b	33,49% ±	14% b	9,54% ±	6% b		± -	b**			
	Não	15,24% ±	9% b	9,54% ±	6,30% b	9,54% ±	6,30% b	33,49% ±	14% b	9,54% ±	6% b	15,24% ±	9% c				
projeto visual	Sim	89,85% ±	16% a	94,78% ±	14,13% a	94,78% ±	14,13% a	89,85% ±	16% a	92,38% ±	15% a	89,85% ±	16% a				
	Médio	41,46% ±	16% b	15,24% ±	9% b	24,89% ±	12% b	33,49% ±	14% b	33,49% ±	14% b	29,29% ±	13% b				
	Não	-	± -	b	24,89% ±	12% b	15,24% ±	9% c	15,24% ±	9% c	9,54% ±	6% b	20,25% ±	11% b			
compatibilidade	Sim	37,54% ±	15% a	37,54% ±	15% a	37,54% ±	15% a	48,98% ±	17% a	37,54% ±	15% a	37,54% ±	15% a				
	Médio	20,25% ±	11% b	20,25% ±	11% a	9,54% ±	6,30% b	24,89% ±	12% a	20,25% ±	11% b	20,25% ±	11% a				
	Não	84,46% ±	17% c	84,46% ±	17% b	89,85% ±	16% c	72,64% ±	18% b	81,63% ±	17% c	84,46% ±	17% b				
aplicabilidade	Sim	87,21% ±	16% a	97,03% ±	13% a	99,09% ±	12% a	94,78% ±	14% a	94,78% ±	14% a	94,78% ±	14% a				
	Médio	45,27% ±	16% b	24,89% ±	12% b	20,25% ±	11% b	29,29% ±	13% b	29,29% ±	13% b	29,29% ±	13% b				
	Não	-	± -	c*	9,54% ±	6,30% c	9,54% ±	6,30% b	9,54% ±	6% b	9,54% ±	6% b	9,54% ±	6% c			
confiabilidade	Sim	100,00% ±	-	a*	100,00% ±	9% a	100,00% ±	9% a	99,09% ±	12% a	100,00% ±	6% a	100,00% ±	9% a			
	Médio	-	± -	b	9,54% ±	6,30% b	9,54% ±	6,30% b	15,24% ±	9% b	9,54% ±	6% b	15,24% ±	9% b			
	Não	-	± -	b	9,54% ±	6,30% b	9,54% ±	6,30% b	15,24% ±	9% b	-	± -	c*	± -	c**		
usabilidade	Sim	100,00% ±	-	a*	100,00% ±	6,30% a	100% ±	-	a*	89,85% ±	16% a	100,00% ±	6% a	99,09% ±	12% a		
	Médio	-	± -	b	9,54% ±	6,30% b	-	± -	b	33,49% ±	14% b	9,54% ±	6% b	24,89% ±	12% b		
	Não	-	± -	b	-	± -	c*	± -	b	15,59% ±	9% c	-	± -	c*	± -	c**	

*. Percentuais seguidos por pelo menos uma mesma letra na coluna de cada característica do mesmo programa não diferem entre si pelo intervalo de confiança t de Student a 5% de probabilidade.

Tabela 1. Avaliação dos seis programas computacionais desenvolvidos.

4.1.2 Determinação de patinagem para otimização do desempenho do trator agrícola

O programa computacional para determinação de patinagem para otimização do desempenho do trator agrícola desenvolvido apresenta para o usuário uma tela inicial, onde o usuário faz a seleção do tipo de solo em que a operação agrícola será realizada (Figura 7).

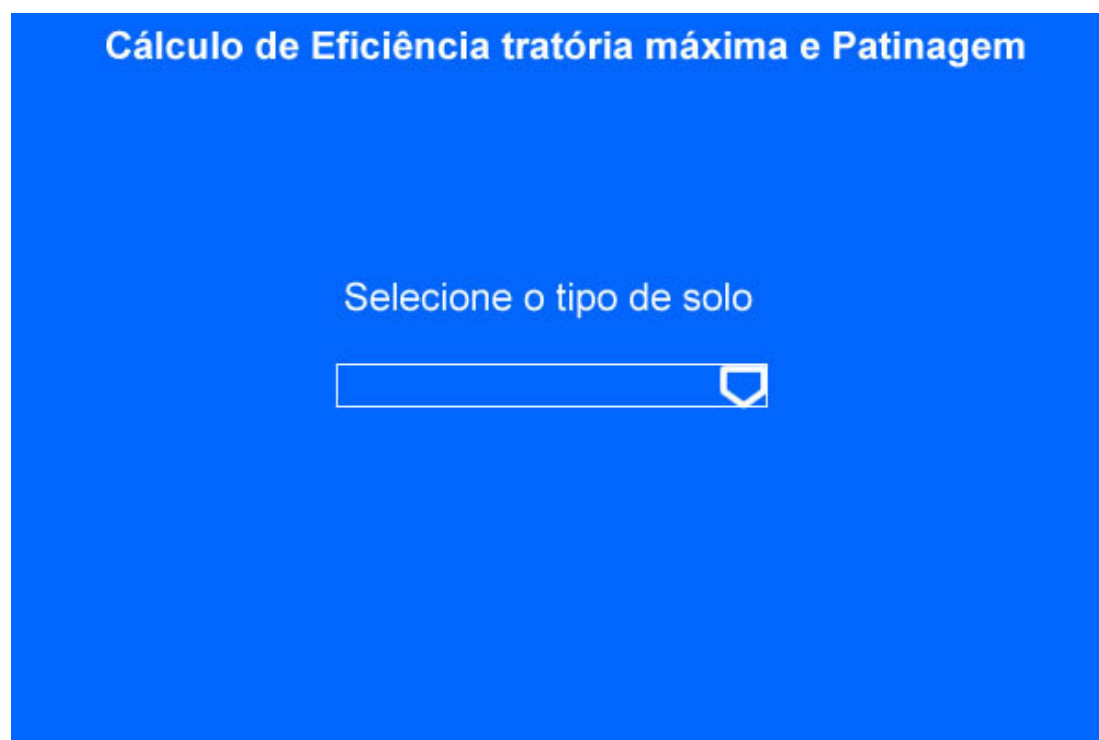
A imagem mostra uma interface de usuário com um fundo azul sólido. No topo, o título "Cálculo de Eficiência tratória máxima e Patinagem" está escrito em branco. Abaixo dele, o texto "Selecione o tipo de solo" também em branco. No centro, há um campo de entrada retangular branco com uma borda azul. À direita do campo, há um ícone de uma seta curva apontando para cima e para a esquerda, indicando uma lista suspensa.

Figura 7. Tela de seleção do tipo de solo.

Após a entrada dos dados, o programa exibe o resultado da eficiência tratória máxima e o valor da patinagem ideal para a operação agrícola no solo escolhido (Figura 8).



Figura 8. Tela de resultados.

Conforme Tabela 1, na avaliação do programa computacional, em relação à sua característica de funcionalidade, foi observado que 100% dos entrevistados aprovaram o programa.

Na avaliação do programa computacional, em relação à sua característica de objetivo, foi observado que 99,09% dos entrevistados aprovaram o programa.

Na avaliação do programa computacional, em relação à sua característica de projeto visual, foi observado que 89,85% dos entrevistados aprovaram o programa.

Na avaliação do programa computacional, em relação à sua característica de compatibilidade, foi observado que 84,46% dos entrevistados aprovaram o programa.

Na avaliação do programa computacional, em relação à sua característica de aplicabilidade, foi observado que 87,21% dos entrevistados aprovaram o programa.

Na avaliação do programa computacional, em relação à sua característica de confiabilidade, foi observado que 100% dos entrevistados aprovaram o programa.

Na avaliação do programa computacional, em relação à sua característica de usabilidade, foi observado que 100% dos entrevistados aprovaram o programa.

4.1.3 Seleção de engrenagens para semeadoras adubadoras de precisão

O programa computacional para seleção de engrenagens para semeadoras adubadoras de precisão apresenta para o usuário uma tela inicial, onde o usuário faz inserção dos índices normalmente utilizados na regulagem da máquina semeadora, como densidade de plantas por área recomendada, e índices de germinação, pureza, sobrevivência, deslizamento do rodado da semeadora, enchimento dos discos, e o espaçamento entre linhas de semeadura (Figura 9).

Cálculo de Engrenagens de Semeadoras de Precisão

Pop

POP = população de sementes recomendada para a área, plantas/ha

G

G = índice de germinação, decimal

P

P = índice de pureza, decimal

S

S = índice de sobrevivência, decimal

D

D = patinagem, decimal

E

E = índice de enchimento, decimal

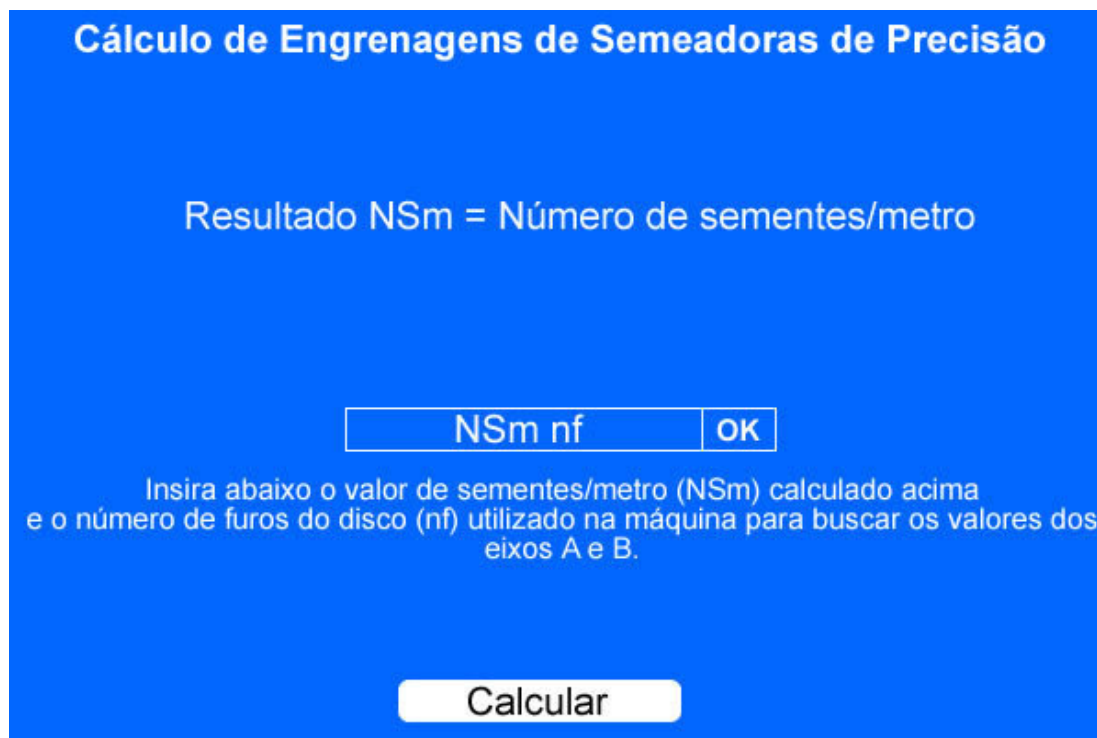
e

e = espaçamento entre linhas, m

Calcular

Figura 9. Tela de inserção dos índices empregados na regulagem da semeadora.

Em seguida, o programa apresenta o resultado do número de sementes por área que a máquina deve soltar, e disponibiliza a opção para inserção do número de furos do disco dosador de sementes (Figura 10).



Cálculo de Engrenagens de Semeadoras de Precisão

Resultado NSm = Número de sementes/metro

NSm nf OK

Insira abaixo o valor de sementes/metro (NSm) calculado acima e o número de furos do disco (nf) utilizado na máquina para buscar os valores dos eixos A e B.

Calcular

Figura 10. Tela de resultado da densidade de sementes e inserção do valor de furos do disco dosador.

Após a entrada dos dados, o programa exibe o resultado do número de sementes por metro que a máquina semeadora deve soltar, e os valores das engrenagens que o usuário deve escolher para atingir determinado número de sementes, calculado pelo programa (Figura 11).

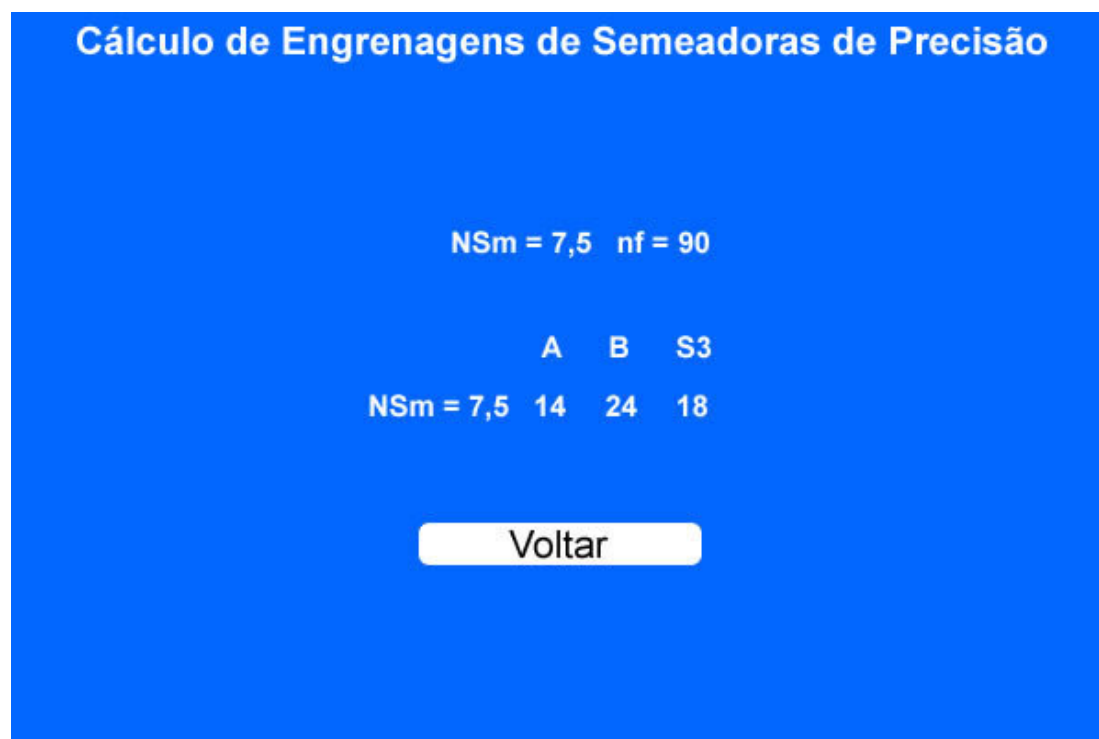


Figura 11. Tela de resultados.

Conforme Tabela 1, na avaliação do programa computacional, em relação à sua característica de funcionalidade, foi observado que 92,38% dos entrevistados aprovaram o programa.

Na avaliação do programa computacional, em relação à sua característica de objetivo, foi observado que 100% dos entrevistados aprovaram o programa.

Na avaliação do programa computacional, em relação à sua característica de projeto visual, foi observado que 89,85% dos entrevistados aprovaram o programa.

Na avaliação do programa computacional, em relação à sua característica de compatibilidade, foi observado que 84,46% dos entrevistados aprovaram o programa.

Na avaliação do programa computacional, em relação à sua característica de aplicabilidade, foi observado que 94,78% dos entrevistados aprovaram o programa.

Na avaliação do programa computacional, em relação à sua característica de confiabilidade, foi observado que 100% dos entrevistados aprovaram o programa.

Na avaliação do programa computacional, em relação à sua característica de usabilidade, foi observado que 99,09% dos entrevistados aprovaram o programa. Não foram computados votos de desaprovação do programa neste quesito.

4.1.4 Manutenção preventiva

O programa computacional para manutenção preventiva apresenta para o usuário uma tela inicial, onde o usuário tem as opções de inserir e pesquisa (Figura 12).

No ambiente inserir, é permitido ao usuário do programa adicionar alguma manutenção periódica ao banco de dados do programa, como o número de horas e sua respectiva manutenção. Enquanto isto, no ambiente de pesquisa, o usuário é conduzido a outra opção permitindo acessar a manutenção periódica estabelecida para as horas acumuladas de trabalho.



Figura 12. Tela de inicial do programa.

Em seguida, o programa apresenta a tela de inserção do número de horas do trator registrado em seu horímetro. (Figura 13).

Programa de Manutenção de Tratores Agrícolas

Inserir **Pesquisa**

Buscar

Insira o valor do horímetro nesse formato: .valorh - Ex.: 100 hs = .100h

Figura 13. Tela de inserção do número de horas do trator.

Após a entrada dos dados, o programa exibe o conjunto de manutenções que o operador deve realizar, de acordo com a recomendação do fabricante do trator, informando o setor do trator e a operação específica (Figura 14).

Programa de Manutenção de Tratores Agrícolas

Inserir **Pesquisa**

Buscar

Parte	Periodicidade	Operação
Sistema elétrico	100h	Limpe as baterias

Figura 14. Tela de resultados.

Conforme Tabela 1, na avaliação do programa computacional, em relação à sua característica de funcionalidade, foi observado que 89,85% dos entrevistados aprovaram o programa.

Na avaliação do programa computacional, em relação à sua característica de objetivo, foi observado que 78,72% dos entrevistados aprovaram o programa.

Na avaliação do programa computacional, em relação à sua característica de projeto visual, foi observado que 89,85% dos entrevistados aprovaram o programa.

Na avaliação do programa computacional, em relação à sua característica de compatibilidade, foi observado que 72,64% dos entrevistados aprovaram o programa.

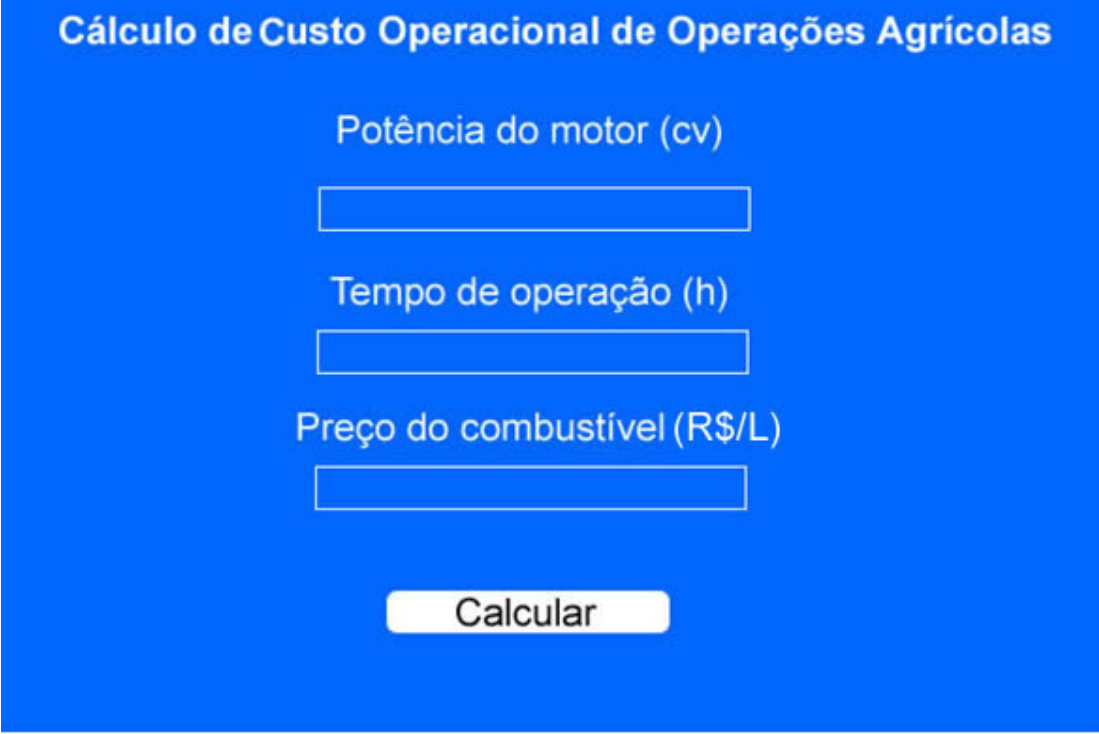
Na avaliação do programa computacional, em relação à sua característica de aplicabilidade, foi observado que 94,78% dos entrevistados aprovaram o programa.

Na avaliação do programa computacional, em relação à sua característica de confiabilidade, foi observado que 99,09% dos entrevistados aprovaram o programa.

Na avaliação do programa computacional, em relação à sua característica de usabilidade, foi observado que 89,85% dos entrevistados aprovaram o programa. Não foram computados votos de desaprovação do programa neste quesito.

4.1.5 Custo operacional de combustível

O programa computacional para cálculo do custo operacional de combustível apresenta para o usuário uma tela inicial, onde o usuário tem as opções de inserir a potência bruta do motor, normalmente informado no seu manual fornecido pelo seu fabricante, o tempo gasto na operação agrícola e o preço atual do óleo combustível (Figura 15).



Cálculo de Custo Operacional de Operações Agrícolas

Potência do motor (cv)

Tempo de operação (h)

Preço do combustível (R\$/L)

Calcular

Figura 15. Tela de inserção de potência, tempo e custo do combustível.

Após a entrada dos dados, o programa exibe ao usuário o valor do custo operacional do combustível e o consumo horário de combustível em litros por hora (Figura 16).



Cálculo de Custo Operacional de Operações Agrícolas

Custo operacional = Valor R\$ Consumo = Valor (L/H)

Recalcular

Figura 16. Tela de resultados.

Conforme Tabela 1, na avaliação do programa computacional, em relação à sua característica de funcionalidade, foi observado que 100% dos entrevistados aprovaram o programa.

Na avaliação do programa computacional, em relação à sua característica de objetivo, foi observado que 100% dos entrevistados aprovaram o programa.

Na avaliação do programa computacional, em relação à sua característica de projeto visual, foi observado que 94,78% dos entrevistados aprovaram o programa.

Na avaliação do programa computacional, em relação à sua característica de compatibilidade, foi observado que 89,85% dos entrevistados aprovaram o programa.

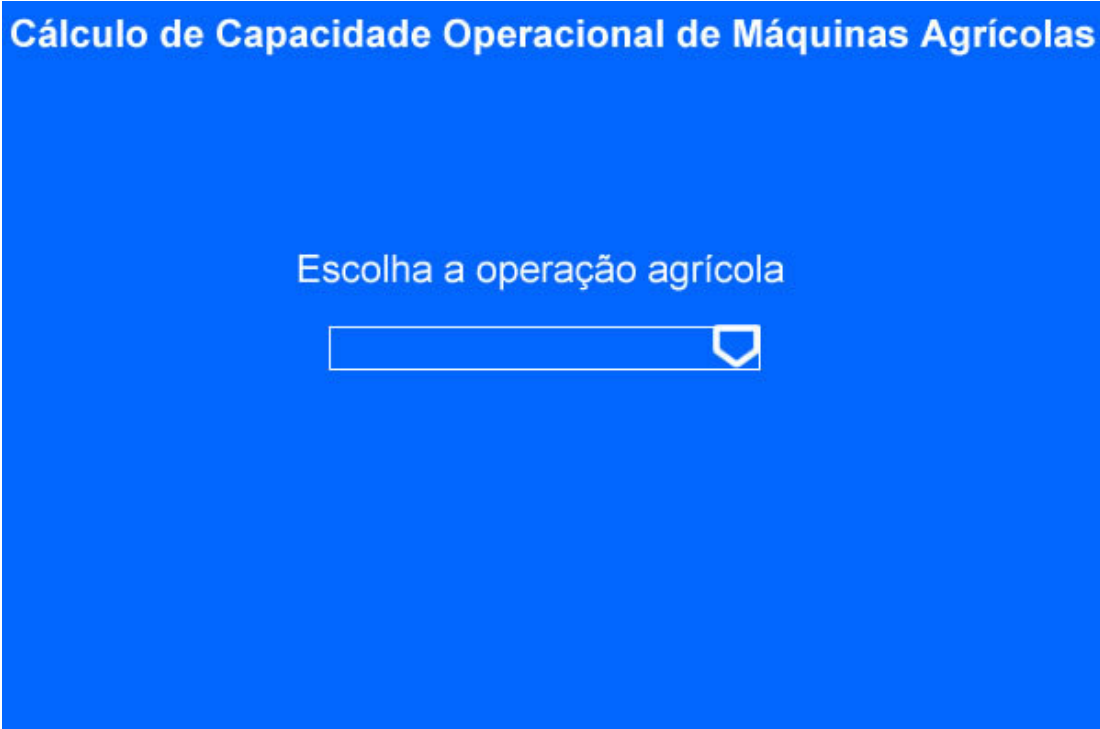
Na avaliação do programa computacional, em relação à sua característica de aplicabilidade, foi observado que 99,09% dos entrevistados aprovaram o programa.

Na avaliação do programa computacional, em relação à sua característica de confiabilidade, foi observado que 100% dos entrevistados aprovaram o programa.

Na avaliação do programa computacional, em relação à sua característica de usabilidade, foi observado que 100% dos entrevistados aprovaram o programa.

4.1.6 Capacidade operacional

O programa computacional para cálculo da capacidade operacional apresenta para o usuário uma tela inicial, onde o usuário tem a opção de inserir a opção agrícola que será realizada (Figura 17).



A screenshot of a software interface with a solid blue background. At the top, the title "Cálculo de Capacidade Operacional de Máquinas Agrícolas" is displayed in white text. In the center, the instruction "Escolha a operação agrícola" is shown in white text. Below this instruction is a white rectangular input field with a small white downward-pointing arrow icon on its right side, indicating a dropdown menu.

Figura 17. Tela inicial de inserção do tipo de operação agrícola.

Após a entrada dos dados, o programa apresenta ao usuário uma tela para inserção do tipo de implemento a ser utilizado, a área total trabalhada, a largura teórica do implemento e a velocidade teórica de trabalho (Figura 18).

A imagem mostra uma interface de usuário com um fundo azul. No topo, o título "Cálculo de Capacidade Operacional de Máquinas Agrícolas" está em branco. Abaixo dele, o texto "Selecione o implemento" precede um menu suspenso com uma seta para baixo. Seguem-se três campos de entrada brancos, cada um precedido por um rótulo: "Área de trabalho (ha)", "Largura teórica do implemento (m)" e "Velocidade teórica de trabalho (km/h)". Na base da interface, há dois botões brancos com bordas arredondadas: "Calcular" e "Menu principal".

Figura 18. Tela inicial de inserção do tipo de implemento, área, largura e velocidade de operação.

Após a entrada dos dados, o programa apresenta ao usuário uma tela de resultados informando o tempo total que será gasto na operação desejada (Figura 19).

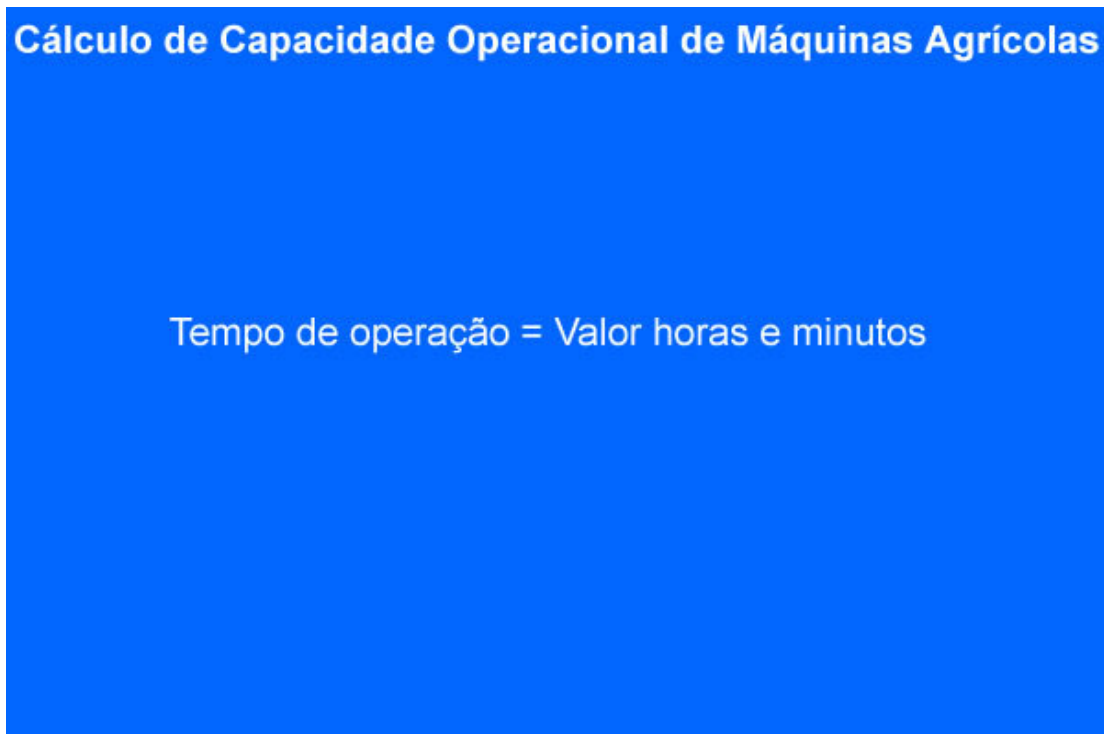


Figura 19. Tela de resultados.

Conforme Tabela 1, na avaliação do programa computacional, em relação à sua característica de funcionalidade, foi observado que 100% dos entrevistados aprovaram o programa.

Na avaliação do programa computacional, em relação à sua característica de objetivo, foi observado que 100% dos entrevistados aprovaram o programa.

Na avaliação do programa computacional, em relação à sua característica de projeto visual, foi observado que 94,78% dos entrevistados aprovaram o programa.

Na avaliação do programa computacional, em relação à sua característica de compatibilidade, foi observado que 89,85% dos entrevistados aprovaram o programa.

Na avaliação do programa computacional, em relação à sua característica de aplicabilidade, foi observado que 99,09% dos entrevistados aprovaram o programa.

Na avaliação do programa computacional, em relação à sua característica de confiabilidade, foi observado que 100% dos entrevistados aprovaram o programa.

Na avaliação do programa computacional, em relação à sua característica de usabilidade, foi observado que 100% dos entrevistados aprovaram o programa.

5. CONCLUSÕES

A partir dos programas computacionais desenvolvidos, tornou-se possível a execução de tarefas para cálculos de avaliação da demanda de potência de máquinas e implementos agrícolas; determinação de patinagem para otimização do desempenho do trator agrícola; cálculo e seleção de engrenagens para semeadoras de precisão; manutenção preventiva; custo operacional e capacidade operacional de forma automatizada, com eficiente economia de tempo.

Os programas computacionais desenvolvidos foram avaliados obtendo boa aprovação em itens específicos como funcionalidade, objetivo, projeto visual, compatibilidade, aplicabilidade, confiabilidade e usabilidade. Apresentam a vantagem de serem oferecidos sem a necessidade de arquivos de instalação, bastando o usuário ter acesso a rede internet. Porém, há a versão de instalação remota no modo PHP-GTK, caso o usuário não tenha acesso a internet.

Pretende-se dar sequência a este projeto no doutorado, construindo um portal que, além dos programas já existentes e melhorados na sua interface com utilização do software Flash entre outros softwares mais voltados para animação, design gráfico e interação entre o programa e o usuário; também irá contar com aulas virtuais “youtube da mecanização”, acréscimo de mais programas com outras normas, setores de notas dos alunos, disponibilização de material para estudo e muitas outras funções que estão sendo desenvolvidas em forma de plugins, que irão sendo incorporadas no decorrer do projeto de tese do doutorado.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASAE (2003a) American Society of Agricultural Engineers: Agricultural machinery management data – ASAE Standards D497.4. St. Joseph: 373-380.

ASAE (2003b) American Society of Agricultural Engineers: Agricultural machinery management – ASAE Standards EP496.2. St. Joseph: 367-372.

Baio, F.H.R., Antuniassi, U.R., Balastreire, L.A., Caixeta Filho, J.V. (2004) Modelo de programação linear para seleção de pulverizadores agrícolas de barras. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, 24 (2): 355-363.

Basili, V.R., Caldiera, G., Rombach, H.D. (1994) The Goal Question Metric Approach. *In: Encyclopedia of Software Engineering*, Wiley.

Borges, I.O., MACIEL, A.J.S., MILAN, M. (2006) Programa computacional para o dimensionamento de colhedoras considerando a pontualidade na colheita de soja. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, 26 (1): 131-141.

Cultivar – Critérios de Seleção:
<http://www.grupocultivar.com.br/artigos/artigo.asp?id=525> em 21/01/2009
 página mantida pelo Grupo Cultivar.

- Garcia, R.F. (1998) *Otimização do projeto de componentes de uma colhedora de forragem*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Viçosa – MG, Universidade Federal de Viçosa – UFV.
- Gladcheff, A.P. (2001) *Um Instrumento de Avaliação da Qualidade para Software Educacional de Matemática*. Dissertação (Mestrado) – São Paulo – SP, Departamento de Ciência da Computação, Instituto de Matemática e Estatística da Universidade de São Paulo.
- Klaver, P.P.C. (2006) *Fórum eletrônico de discussão sobre clínica fitossanitária no Brasil*. 2006. Monografia (Bacharelado em Engenharia Agrônoma) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF.
- Lopes, J.D.S., Mantovani, E.C., Pinto, F.A.C., Queiroz, D.M. (1995) Desenvolvimento de um programa computacional para selecionar, economicamente, um sistema de mecanização agrícola. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 30 (4): 537-542.
- Martins, R.S., Lobo, D.S., Rocha Júnior, W.F., Oliveira, H.F. (2004) *Desenvolvimento de uma ferramenta para a gestão da logística da captação de leite de uma cooperativa agropecuária*. Monografia – Toledo – PR, Universidade Estadual do Oeste do Paraná.
- National Academy of Engineering. Agricultural Mechanization Timeline – Greatest Engineering Achievements of the Twentieth Century: <http://www.greatachievements.org> em 21/012009 página mantida pela National Academy of Engineering.
- Narciso, M.G. Banco de dados georeferenciado e sistema de apoio a decisão para a cultura de milho: <http://www.agrosoft.org.br> em 19/06/2008 página mantida pela Agrosoft.

Paglis, C.M. Internet na Agropecuária. Fito 123 – Informática na Agricultura: http://www.dag.ufla.br/MODAGP/_private/Internet_Agropec.pdf em 19/01/2009 página mantida pela Dag.

Pavan, W. (2002) Novas tecnologias computacionais aplicadas à modelagem e simulação de patossistemas agrícolas. *XXXVII Congresso Brasileiro de Fitopatologia*. Fitopatologia Brasileira, 29-27.

Silva, D.R., Pozzebon, E., Almeida, M.A.F. (2002) *SEMAÇA - Sistema especialista para auxílio no diagnóstico de doenças da maçã e macieiras*. Monografia – Lages – SC, Universidade do Planalto Catarinense.

Zambalde, A.L., Segre, L.M., Jesus, J.C.S. (2006) Considerações estratégicas sobre o processo de informatização das empresas/propriedades rurais. *Revista Agrosoft*, Juiz de Fora, 32-35.

Zanoni, A.P., Borges, J.C.N., Ribeiro, L.G.C. (2007) *Dimensionamento em software do sistema agrícola mecanizado*. Monografia (Engenharia de Computação) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)