

ARTIGO TÉCNICO

SOFTWARE PARA ESTIMATIVA DO CUSTO OPERACIONAL DE MÁQUINAS AGRÍCOLAS – MAQCONTROL¹

**LIANE PIACENTINI², EDUARDO G. DE SOUZA³, MIGUEL A. URIBE-OPAZO⁴,
LÚCIA H. P. NÓBREGA⁵, MARCOS MILAN⁶**

RESUMO: A seleção e a otimização de sistemas mecanizados são os principais objetivos da mecanização racional. Não é suficiente uma compra adequada do maquinário agrícola se sua utilização não for controlada em aspectos operacionais e financeiros. Neste trabalho, é descrito o desenvolvimento de *software* para estimativa do custo operacional de máquinas agrícolas (MAQCONTROL), utilizando o ambiente de desenvolvimento Borland Delphi e o banco de dados Firebird. Os custos operacionais foram divididos em fixos e variáveis. Nos custos fixos, foram estimadas as despesas com depreciação, juros, alojamento e seguros. Nos custos variáveis, foi dada ênfase aos custos de manutenção como: óleos lubrificantes, filtros, pneus, graxa, combustível, pequenos reparos e troca de peças. Os resultados demonstraram a eficiência do *software* para os objetivos propostos. Assim, o MAQCONTROL pode ser uma importante ferramenta no processo de administração rural, pois reduz os custos da informação e agiliza a determinação precisa dos custos operacionais de máquinas agrícolas.

PALAVRAS-CHAVE: mecanização agrícola, administração rural, sistema de informação.

DEVELOPMENT OF SOFTWARE TO COMPUTE OPERATIONAL COSTS OF FARM MACHINERY - MAQCONTROL

ABSTRACT: The rational mechanization has as main objectives the selection and optimization of mechanized systems. An adequate purchase of agricultural machinery is not sufficient if its use is not controlled in operational and financial aspects. This work describes the development of software to estimate operational costs of agricultural machinery (MAQCONTROL), using Borland Delphi's development environment and Firebird database. The operational costs were divided in fixed and variable. In fixed costs, the expenses with depreciation, interest, storage and insurance were estimated. In variable costs, the emphasis was given to the expenses on maintenance, lubricating oils, filters, tires, grease, fuel, small repairs, and parts replacement. Results have shown the software efficiency for the proposed objectives. Therefore, the MAQCONTROL software proved to be an important tool in the rural management process, because it reduces information costs and accelerate the precise determination of operational costs of farm machinery.

KEYWORDS: agricultural mechanization, rural management, information system.

¹ Extraído da dissertação de mestrado do primeiro autor.

² Tecnóloga em Informática, Prof. do Departamento de Ciências Sociais Aplicadas da Uniguauçu/FAESI e UTFPR/MD, Medianeira - PR, lianepia@gmail.com.

³ Eng^o Mecânico, Prof. Associado, UNIOESTE/CASCADEL/CCET/PGEAGRI/SBA, Grupos de Pesquisa GROSAP e GGEA, Cascavel - PR, eduardo.souza@unioeste.br. Pesquisador de Produtividade do CNPq.

⁴ Eng^a Agrônoma, Profa. Associada, UNIOESTE/CASCADEL/CCET/PGEAGRI/SBA, Grupos de Pesquisa GROSAP e GGEA, Cascavel - PR, lucia.nobrega@unioeste.br. Pesquisador de Produtividade do CNPq.

⁵ Estatístico, Prof. Associado, UNIOESTE/CASCADEL/CCET/PGEAGRI/SBA, Grupos de Pesquisa GROSAP e GGEA, Cascavel - PR, miguel.opazo@unioeste.br. Pesquisador de Produtividade do CNPq.

⁶ Eng^o Agrônomo, Prof. do Departamento de Engenharia de Biosistemas, ESALQ/USP, Piracicaba - SP, macmilan@usp.br.

Recebido pelo Conselho Editorial em: 4-4-2011

Aprovado pelo Conselho Editorial em: 21-12-2011

INTRODUÇÃO

A intensificação do uso da mecanização na agricultura vem exigindo novos investimentos em máquinas com maior potência e tecnologia incorporada para atender às diversas demandas das atividades agrícolas. Do ponto de vista da empresa, à medida que o número, o tamanho e a complexidade das máquinas aumentam, mais importante se torna o gerenciamento da rentabilidade do sistema. Segundo HUNT (1995), o gerenciamento da maquinaria agrícola é a área que tem por interesse a otimização dos estágios mecanizados da produção, cujos princípios são: seleção, operação, manutenção e reposição da maquinaria. O acompanhamento sistemático do desempenho de máquinas agrícolas e os cálculos dos seus custos operacionais são fatores fundamentais para seu uso racional. MILAN (2004) define o custo operacional como a relação entre o custo horário do equipamento ou conjunto e sua capacidade de trabalho. A obtenção do custo operacional de um conjunto motomecanizado é importante não só para tomadas de decisão no momento da seleção dessas máquinas, mas também para dar subsídios no momento da decisão de comprar ou alugar algum equipamento para realizar determinada operação. Outro fator de importância é a manutenção dos tratores agrícolas, conjunto de procedimentos que visa a manter o equipamento nas melhores condições de funcionamento, propiciando aumento da vida útil, evitando danos prematuros, eliminando os já observados e concorrendo para maior segurança no trabalho. Essa conduta, apesar de simples, exige atenção e cuidado semelhante ou até maior quando comparado a outro veículo automotor (REIS et al., 2005).

A aplicação de *softwares* no controle operacional da maquinaria agrícola não deve ser vista apenas como forma de eliminar o problema de controle nas operações, mas sim com a finalidade de oferecer uma ferramenta de qualidade, que traga benefícios ao controle dos custos operacionais executados em uma propriedade agrícola. No entanto, existe uma carência no setor de ferramentas que auxiliem no controle de operações agrícolas, especialmente aquelas relacionadas à tecnologia de informação. Na década de 80, iniciou-se a utilização de programas computacionais no gerenciamento nos setores de administração e planejamento das grandes propriedades e agroindústrias. Entretanto, a informatização da agricultura tem encontrado restrições devido ao alto custo de investimento e manutenção, ao limitado nível tecnológico dos *softwares* deste ramo do mercado e à falta de mão de obra especializada nas propriedades agrícolas capaz de utilizar estes *softwares*. Segundo SILVEIRA (2005), têm-se no mercado programas de computador com as mais diversas finalidades para o uso na propriedade agrícola. Entretanto, trata-se de *softwares* que não são de domínio público, nem contemplam todas as variáveis envolvidas no custo operacional da maquinaria agrícola.

Dentro da iniciativa acadêmica, destaca-se o *software* para selecionar um sistema de mecanização agrícola - SOMA (LOPES et al., 1995), desenvolvido na EMBRAPA/Sete Lagoas, que permite selecionar equipamentos agrícolas que atendem às exigências técnicas, com custo mínimo. Tem-se também o PRAPRAG - *software* para planejamento racional de propriedades agrícolas (MERCANTE et al., 2010), que é uma ferramenta de escolha de máquinas e implementos agrícolas em função do menor custo por área ou por quantidade produzida, bem como, faz o planejamento de aquisição das máquinas para a propriedade agrícola, do ponto de vista técnico e econômico. Entretanto, nenhum deles calcula o custo operacional real dos conjuntos mecanizados e das operações. Outro *software*, o Sistema de Custo de Produção Agrícola - CUSTOS (MARTIN et al., 1994), permite estimar custos de produção em nível de empresas e de organizações de produtores agrícolas. Ainda outros pesquisadores, como ZANATTA & VARELLA (2007), prepararam um *software* para estimar a idade ótima de substituição de máquinas agrícolas com base no custo anual equivalente.

Sendo assim, este trabalho teve como objetivo desenvolver um *software* para determinar o custo operacional da maquinaria agrícola (MAQCONTROL), que calculasse os custos fixos e variáveis, bem como o custo real horário e o custo operacional em uma operação agrícola, usando uma máquina específica ou um conjunto mecanizado.

MATERIAL E MÉTODOS

O sistema de informação foi codificado utilizando-se de um microcomputador com sistema operacional Microsoft Windows e com o ambiente de desenvolvimento Borland Delphi. A escolha deve-se à facilidade oferecida na operação e ao suporte das metodologias de desenvolvimento: orientação a objetos e 3Tier. O uso destas metodologias, aliada ao ambiente de desenvolvimento, proporciona maior agilidade, tanto no desenvolvimento como em manutenções a serem realizadas.

O banco de dados utilizado foi o Firebird 1.5, o qual possui alta integração com o ambiente de desenvolvimento Delphi. Os requisitos necessários ao *software* foram determinados pela análise de apontamentos obtidos de operadores de máquinas e implementos agrícolas e por revisão bibliográfica. O aplicativo estima custos operacionais de máquinas e equipamentos agrícolas, fornecendo os custos por operação realizada, eficiência em horas trabalhadas, capacidade de campo operacional do conjunto mecanizado, indicando custos fixos, variáveis e totais, permitindo rápida atualização dos dados.

O ambiente de desenvolvimento Delphi[®] 3 Standard apresenta deficiências quanto a componentes para a emissão de relatórios em modo gráfico, tendo, portanto sido utilizado o componente FreeReport da Fast Reports Inc., publicado sob licença da GNU LIBRARY GENERAL PUBLIC LICENSE, conforme documento disponível em <http://fastreport.com/en/products/free-report-license.html>.

Na Figura 1, é apresentado o fluxo de informações dentro do *software*, podendo-se observar as duas principais funcionalidades: estimativa e determinação do custo real. O software registra manutenção, registra operações e emite listas de relatórios. Quanto ao custo real, ainda não é possível emitir o demonstrativo em máquinas que foram adquiridas depois de um tempo de trabalho, pois a grande maioria teria de passar por uma revisão de trocas de filtros, óleos, pneus, para se ter certeza do custo real da máquina em determinadas operações depois de um tempo de vida. Para o cálculo em máquinas que se acompanha desde novas e se tem o histórico de operações, o sistema verificará a duração da vida útil em cada produto e apresentará a média de horas, que será usada, posteriormente, nos cálculos para os demonstrativos de custos horários.

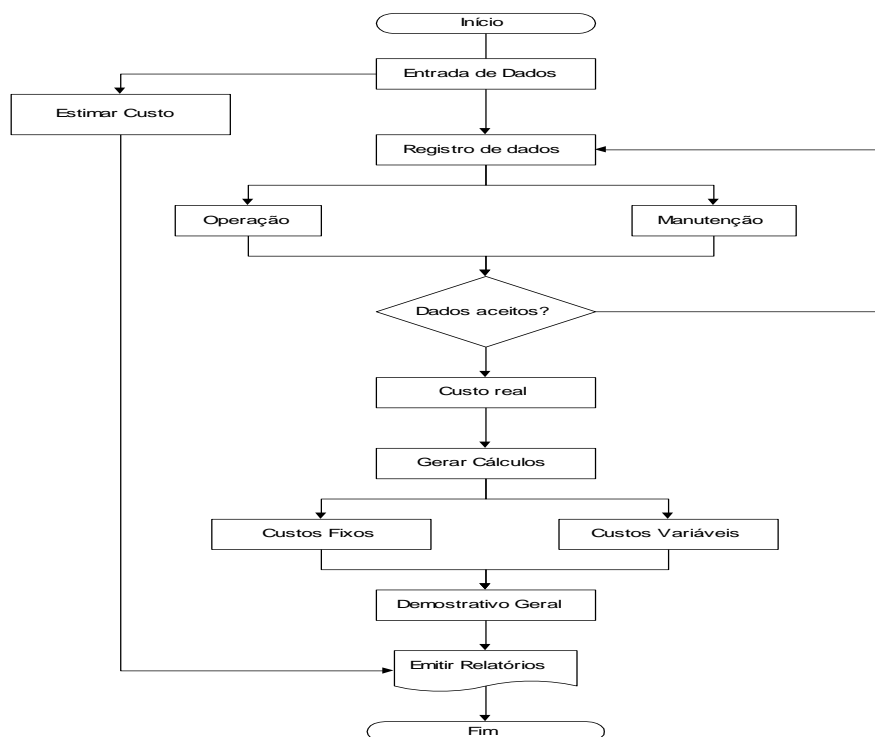


FIGURA 1. Fluxograma simplificado do *software*. **Simplified flowchart software.**

A metodologia utilizada para o desenvolvimento dos módulos do custo operacional baseou-se em MIALHE (1974) e HIRSCHFELD (1984), e, portanto, assume que o custo de utilização de uma máquina agrícola é dividido em custos fixos e custos variáveis. Os custos fixos envolvem os custos que não variam com a intensidade de uso da máquina. Já os custos variáveis são influenciados pela intensidade do uso da máquina e também pelo local de trabalho, habilidade do operador, manutenção e regulagem da máquina (MILAN, 2004). Visando a proporcionar maior facilidade de uso, flexibilidade e aplicabilidade do *software*, foi necessária, em sua elaboração, a incorporação de um grande número de parâmetros, sendo alguns destes fornecidos como padrão, mas que podem ser alterados pelo usuário, obtidos de diversas fontes, tais como BALASTREIRE (1987), HUNT (1995) e ASAE (2003).

Após a entrada de todos os parâmetros solicitados, o *software* permite a visualização de duas variáveis de resultado de grande importância: o custo horário total estimado em (R\$ h⁻¹) e o custo horário estimado em (R\$ ha⁻¹). Outros resultados são relatórios detalhados e resumidos da mão de obra, máquinas ou equipamentos, manutenções e registros de operações e, ainda, um relatório detalhado dos planejamentos realizados. Levou-se em conta a importância de se manter esses dados armazenados para eventuais consultas futuras. O *software* permite o armazenamento de um grande número de dados para futuras comparações e para armazenamento histórico, somente limitado pela capacidade de armazenamento do computador.

Metodologia de cálculo

Custo fixo horário (CFH, Tabela 1): O CFH (eq.(1)) do conjunto mecanizado (máquina e/ou implemento) é calculado sobre o valor médio do bem de capital ao longo da sua vida útil, convertido em custo fixo horário (CFH), através do tempo trabalhado, em horas. Os cálculos realizados para obtenção são: depreciação, juros, alojamento e seguros.

TABELA 1. Equações utilizadas pelo *software* MAQCONTROL para o cálculo dos custos fixos.
Equations used by the software MAQCONTROL for the calculation of fixed costs.

$CFH = DEH + JH + AH + SH$	(1)	$DEH = \frac{DE}{N_U}$	(2)
$DE_A = \frac{VEN - VEU}{NAU}$	(3)	$DE_B = \frac{VEN - VEN \left(1 - \frac{1}{VU}\right)^{NAU}}{NAU}$	(4)
$DE_{C_i} = \frac{(VU - i + 1) VEN}{\frac{(1 + VU) VU}{2}}$	(5)	$DE_{D_i} = \frac{2 VEU_{i+1}}{VU}$	(6)
$DE_E = \frac{VEN}{VU}$	(7)	$J = \frac{(VEN + VEU) j}{2}$	(8)
$JH = \frac{J}{N_U}$	(9)	$A = a VEN$	(10)
$AH = \frac{A}{N_U}$	(11)	$S = p VEN$	(12)
$SH = \frac{S}{N_U}$	(13)		

em que, CFH: custo fixo horário (R\$ h⁻¹); DEH: depreciação horária (R\$ h⁻¹); DE: depreciação anual (R\$); DE_A, DE_B, DE_C, DE_D e DE_E: depreciações (R\$) pelos métodos A, B, C, D e E; N_U: número de horas trabalhadas ao ano (h); VEN: valor da máquina/equipamento novo (R\$); VEU: valor da máquina/equipamento usado (R\$); NAU: número de anos de utilização (ano); VU: vida útil (ano); JH: juros horário (R\$ ano⁻¹); J: juros anuais (R\$); j: juros ao ano (decimal); AH: custo horário com alojamento (R\$ ano⁻¹); A: custo anual com alojamento (R\$ h⁻¹); a: taxa anual de alojamento (%); SH: custo horário com seguro (R\$ h⁻¹); S: custo do seguro do bem de capital (R\$); p: taxa anual de seguro (%).

- **Depreciação:** o programa possibilita ao usuário a escolha de uma entre cinco formas de cálculo para a depreciação anual (DE), sugeridas por HIRSCHFELD (1984), posteriormente convertidas para depreciação horária (DEH, eq.(2)). Os métodos utilizados foram: Método A: depreciação por quotas constantes ou por forma retilínea (DE_A, eq.(3)); Método B: depreciação por porcentagens constantes (Método de Matheson) (DE_B, eq.(4)); Método C: depreciação por progressão aritmética de razão igual ao primeiro (ou último) termo (Método Cole) - ou depreciação por soma dos dígitos periódicos (DE_C, eq.(5)); Método D: depreciação por declínio em dobro (*Double declining balance method*) (DE_D, eq.(6)); Método E: depreciação proporcional às horas trabalhadas (DE_E, eq.(7)).

- **Juros:** os juros anuais (J) são os encargos resultantes da realização de um eventual empréstimo bancário para aquisição da máquina/equipamento e calculados sobre o valor médio do bem de capital ao longo da sua vida útil (J, eq.(8)) e convertidos em juros horários (JH, eq.(9)). Foi adotada como padrão a taxa de juros anual $i = 15\%$ (BALASTREIRE, 1987).

- **Alojamento:** o custo anual com alojamento (A, eq.(10)) foi calculado sobre o preço de aquisição do bem de capital e porcentagem do valor inicial (a), convertidos em custo horário com alojamento (AH, eq.(11)). Como padrão, adotou-se a taxa anual de alojamento $a = 0,5\%$. HUNT (1995) sugere valores entre 0.2% e 1%, dependendo do tipo de construção do alojamento.

- **Seguro:** o seguro (S, eq.(12)) foi calculado sobre o preço de aquisição do bem de capital e porcentagem do valor inicial (p), convertido em custo horário-seguro (SH, eq.(13)). Como padrão, adotou-se a taxa anual de seguro $p = 1,4\%$.

Custo variável horário (CVH, Tabela 2): o CVH (eq.(14)) é obtido através dos seguintes custos: combustível (CCH, eq.(15)), lubrificantes (COM, COT, COH, eqs.(16), (17) e (18)), graxa (CGR, eq.(19)), pneus (CPN, eq.(20)), filtros (CFIL, eq.(21)), pequenos reparos e/ou troca de peças (CRM, eq.(22)) e mão de obra (CS, eq.(23)). Para o cálculo do CCH, foi adotado o consumo específico médio anual de combustível $CE = 0.223 \text{ L kW}^{-1} \text{ h}^{-1}$ como padrão, sugerido pela ASAE (2003) para trator equipado com motor diesel, operando em solo agrícola. O custo de reparo e manutenção deve considerar os custos associados ao desgaste, à quebra de componentes, a acidentes e à deterioração natural, e depende muito da forma com que a máquina é operada. Na falta de informação específica na literatura, arbitrariamente foi adotada como padrão uma taxa de reparo e manutenção (TRM) de 10% do valor novo da máquina, na Equação 21 e que deverá ser ajustada pelo usuário em função da marca, tipo, modelo da máquina, bem como da região de utilização.

TABELA 2. Equações utilizadas pelo *software* MAQCONTROL para o cálculo dos custos variáveis. **Equations used by the software MAQCONTROL for the calculation of variable costs.**

$CVH = CCH + COM + COT + COH + CGR + CPN + CM + CS + CFIL$		(14)
$CCH = P_C \cdot CE \cdot POT$	(15)	$COM = \frac{P_{OM} \cdot C_C}{T_{OM}}$ (16)
$COT = \frac{P_{OT} \cdot C_T}{T_{OT}}$	(17)	$COH = \frac{P_{OH} \cdot C_H}{T_{OH}}$ (18)
$CGR = P_{GR} \cdot CGX = \frac{P_{GR} \cdot m_{GR}}{T_{GR}}$	(19)	$CPN = \frac{N_{PD} \cdot P_{PD}}{T_{PD}} + \frac{N_{PT} \cdot P_{PT}}{T_{PT}}$ (20)
$CFIL = \frac{N_{FD} \cdot P_{FD}}{T_{FD}} + \frac{N_{FLM} \cdot P_{FLM}}{T_{FLM}} + \frac{N_{FA} \cdot P_{FA}}{T_{FA}} + \frac{N_{FH} \cdot P_{FH}}{T_{FH}}$	(21)	$RM = \frac{TRM \cdot VEN}{100 \cdot N_U}$ (22)
$CS = \frac{SAL \cdot 13,33}{N_U}$	(23)	$CHT = CFH + CVH$ (24)
$CCT = V \cdot L$	(25)	$CCO = \frac{A}{TM}$ (26)
$Ef(\%) = \frac{100 \cdot CCO}{CCT}$	(27)	$COp = \frac{CHSM}{CCO}$ (28)

em que, CVH: custo variável horário (R\$ h⁻¹); CCH: custo horário de combustível (R\$ h⁻¹); P_C: preço do combustível (R\$ L⁻¹); CE: consumo específico de combustível (L kW⁻¹ h⁻¹); POT: potência equivalente no motor (kW); COM: custo horário com óleo lubrificante (R\$ h⁻¹); P_{OM}: preço do óleo lubrificante do motor (R\$ L⁻¹); C_C: capacidade do cárter (L); T_{OM}: período de troca do óleo do motor (h); COT: custo com óleo de transmissão (R\$ h⁻¹); P_{OT}: preço do óleo lubrificante da transmissão (R\$ L⁻¹); C_T: capacidade da transmissão (L); T_{OT}: período de troca do óleo da transmissão (h); COH: custo com óleo hidráulico (R\$ h⁻¹); P_{OH}: preço do óleo lubrificante do sistema hidráulico (R\$ L⁻¹); C_H: capacidade do Sistema hidráulico (L); T_{OH}: período de troca do óleo do sistema hidráulico (h); CGR: custo com graxa (R\$ h⁻¹); P_{GR}: preço da graxa (R\$ kg⁻¹); CGX: consumo de graxa (R\$ kg⁻¹); m_{GR}: massa de graxa utilizada por lubrificação (kg); T_{GR}: período entre duas lubrificações sucessivas (h); CPN: custo com pneus (R\$ h⁻¹); N_{PD}: número de pneus dianteiros; N_{PT}: número de pneus traseiros; P_{PD}: preço do pneu dianteiro (R\$); P_{PT}: preço do pneu traseiro (R\$); T_{PD}: período de troca dos pneus dianteiros (h); T_{PT}: período de troca dos pneus traseiros (h); CFIL: custo com filtros (R\$ h⁻¹); N_{FD}: número de filtros de diesel; N_{FLM}: número de filtros de óleo lubrificante do motor; N_{FA}: número de filtros de ar; N_{FH}: número de filtros do sistema hidráulico; P_{FD}: preço do filtro de diesel (R\$); P_{FLM}: preço do filtro de óleo lubrificante do motor (R\$); P_{FA}: preço do filtro de ar (R\$); P_{FH}: preço do filtro do sistema hidráulico (R\$); T_{FD}: período de troca dos filtros de diesel (h); T_{FLM}: período de troca dos filtros de óleo lubrificante do motor (h); T_{FA}: período de troca dos filtros de ar (h); T_{FH}: período de troca dos filtros de óleo do sistema hidráulico (h); CRM: reparos e manutenção (R\$ h⁻¹); TRM: taxa de reparo e manutenção (%); VEN: valor da máquina/equipamento novo (R\$); NU: número de horas trabalhadas ao ano (h); CS: custo com mão de obra (R\$ h⁻¹); SAL: salário mensal, incluindo os encargos sociais (R\$); CHSM: custo total horário do sistema mecanizado (R\$ h⁻¹); CCT: capacidade de campo teórica (ha h⁻¹); V: velocidade máxima (m s⁻¹); L: largura de trabalho (m); CCO: capacidade de campo operacional (ha h⁻¹); A: área trabalhada (ha); T: tempo gasto (h); EF: eficiência global de campo (%).

Custo total horário e custo total horário do sistema mecanizado: o custo total horário do sistema mecanizado (CHSM) é obtido pela soma dos custos totais horários (CHT, eq.(24)) de cada componente do sistema mecanizado. Quando se tratar de um implemento, alguns dos itens de custo devem ser desprezados, seguindo o que sugeriu SILVEIRA (2005), que calculou o custo horário de um arado utilizando somente a depreciação, os juros e os reparos/manutenção. Para a obtenção do custo total horário real do sistema mecanizado, são substituídas as horas de utilização estimada pelas realmente utilizadas pelo conjunto. O ciclo de horas é o fator determinante para a obtenção do valor real hora, dado pelos itens de consumo em seu período de troca. O período de troca foi obtido pela diferença da primeira troca (h) menos a segunda troca (h), registradas na base de dados em manutenção da máquina. No cálculo dos custos variáveis reais, foi utilizada, para cada item de consumo, a média dos dois últimos períodos de troca dos produtos. Um período de troca é o período no qual o produto em questão atinge sua vida máxima e é substituído.

Capacidade de campo teórica e operacional e eficiência global de campo: a eficiência global de campo (EF, eq.(27)), também conhecida como rendimento global de campo, é a razão entre a capacidade de campo operacional (CCO, eq.(26)) e a capacidade de campo teórica (CCT, eq.(25)).

Custo operacional: o custo operacional (COp, eq.(28)) é a relação entre o custo horário do sistema mecanizado (CHSM) e a sua capacidade operacional (CCO, eq.(24)), conforme MILAN (2004). O CHSM é fornecido pela somatória do custo horário (CHT, eq.(24)) do trator, da máquina e do implemento. Já a capacidade de campo operacional depende da largura, da velocidade de trabalho e da eficiência utilizados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na execução do *software*, são solicitados diversos parâmetros, sendo que a maioria é fornecida como padrão pelo *software*, podendo ser alterados pelo usuário. Após a entrada de todos os parâmetros solicitados, o *software* permite a visualização do custo horário total estimado e real,

do sistema mecanizado, bem como disponibiliza relatórios detalhados e resumidos da mão de obra e de máquinas ou equipamentos e, ainda, um relatório detalhado dos planejamentos realizados. O *software* permite o armazenamento de um grande número de dados que podem servir para futuras comparações e para armazenamento histórico, somente limitado pela capacidade de armazenamento do microcomputador. O MAQCONTROL conta com cinco módulos: 1) Cadastro de dados; 2) Registro de operação ou manutenção; 3) Custos estimados e reais; 4) Emissão de ficha-controle; e 5) Interface de ajuda.

O módulo de cadastro de dados (Figura 2) envolve: o cadastro dos tipos de máquinas e equipamentos utilizados pelas operações a serem executadas no campo, incluindo dados para o cálculo das respectivas depreciações; a simulação do comportamento de despesas com custos fixos e variáveis; geração de relatórios gráficos com a distribuição relativa dos componentes do custo fixo.

O sistema de informação proposto - MAQCONTROL - parte da escolha da operação ou atividade que a unidade de produção rural (UPR) irá realizar, sendo então fornecidos os dados da operação (tais como: semeadura, aração, gradagem, subsolagem, colheita e transporte). Na tela de registro de operação agrícola (Figura 3), é possível indicar as operações a serem realizadas em campo, definir local, área, data, número de horas de operação e área (ha). Em seguida, é necessário adicionar o conjunto mecanizado que realizou a operação e suas características, largura e velocidade efetiva de trabalho, valores obtidos somente durante a execução da operação para qual a máquina foi projetada.

MaqControl Máquinas

Cálculos | Gráficos

Descrição

Código: 1 | Descrição: Trator | Tipo: [1] Trator | Horímetro [h]: 0 | Nº Patrimônio: 4730 | Potência: 82 | Potência: cv kW

Peso [kg]: 3953 | Modelo: 283 | Marca: [3] Massey Ferguson | Nº Série: 2834202376 | Ano: 2006

Características

Eficiência [%]: | Velocidade máx [km/h]: 5 | Anos de utilização (NAU): 5 | Vida Útil [Vu]: 10 | Largura Oper. [m]: | Número de pneus Dianteiro: 2 | Traseiro: 2 | Capacidade de óleo (L) Carter: 8 | Transmissão: 42 | Hidráulico: 50

Tempo uso [h/ano]: 631 | Valor equip. usado [R\$]: 55000 | Valor equip. novo [R\$]: 72000 | Cons. horar. [L/h]: 14 | Data Aquisição: 14/02/2006

Número de filtros (unidades) Diesel: 1 | Lubrificante: 1 | Hidráulico: 1 | Ar (Segurança): 1 | Ar (Filtrante): 1

Novo | Salvar | Alterar | Excluir | Pesquisar | Simples | Detalhado | Fechar

*** CUSTOS FIXOS ***

Depreciação por quotas constantes

Ano	Quota de dep.	Fundo de dep.	Valor atual
0			72000
1	3400	3400	68600
2	3400	6800	65200
3	3400	10200	61800
4	3400	13600	58400

Formas de Depreciação

Por quotas constantes ou por forma retilínea

Porcentagens constantes (Matheson)

Soma dos dígitos periódicos (Método Cole)

Declínio em dobro (Double declining balance method)

Proporcional às horas trabalhadas

Depreciação (R\$/ano): 3400 | Depreciação (R\$/h): 4.92

Juros [R\$/h]: 9.19 | Taxa anual de juros [%]: 10

Seguro [R\$/h]: 1.459 | Seguro [% PA anual]: 1.4

Alojamento [R\$/h]: 0.521 | Alojamento [% PA anual]: 0.5

*** CUSTOS VARIÁVEIS ***

Salário: Salário mensal [R\$]: | Salário [R\$/h]:

Item consumido: | Valor [R\$/h]:

Manutenção [R\$/h]: 10.42 | Taxa anual rep/manut [%]: 10.00

Graxa: Preço da graxa [R\$/kg]: | Quantidade (kg): | Tempo entre lubrif. (h): | Total [R\$/h]:

Combustível: Preço [R\$/L]: 1.95 | Cons. esp. [L/kWh]: 0.223 | Potência efetiva [kw]: 60.352 | Combustível [R\$/h]: 26.244

Método de cálculo: Método por consumo horário Método por consumo específico

*** TOTAL CUSTO-HORÁRIO ***

Total custos fixos (R\$/h): 16.09 | Total custos variáveis (R\$/h): 0 | Total custo-horário (R\$/h): 16.09

Imprimir relatório custo-horário

FIGURA 2. Tela do cadastro de máquinas e equipamentos. **Register screen of the machinery and equipment.**

MaqControl Registro de Operação

Operação: 64 Data: 20/10/2006 Operação: [4] Plantio Horímetro (h): 420,2 Combust. (R\$/l): 1,75

Local: [15] Talhão 12 Responsável / Funcionário: [2] Joao da Silva Duração (h): 4,8 Área (ha): 7,39 Graxa(R\$/Kg): 12

Observação:

AVISO: Lembre-se de salvar a operação antes de incluir um conjunto mecanizado.

Código	Operação	Funcionário	Propriedade	Área [ha]	Data	Hor. Inicial
171	[4] Plantio	[1] Osmar	[20] Propriedade Rural Meller	47,15	19/5/2011	2000
170	[13] Colheita	[2] Joao da Silva	[8] Talhão 5	11	18/5/2011	1528
169	[13] Colheita	[1] Osmar	[5] Talhão 2	16	18/5/2011	1520
38	[10] Plantio Aveia	[1] Osmar	[19] Talhão 16	6,52	23/5/2007	187,7
168	[13] Colheita	[1] Osmar	[13] Talhão 10	14	18/4/2007	1489
167	[13] Colheita	[1] Osmar	[13] Talhão 10	9,52	17/4/2007	1485
166	[13] Colheita	[1] Osmar	[16] Talhão 13	16	13/4/2007	1478

Para pesquisar, informe o código ou descrição da operação: 64

Conjunto mecanizado

Máquina/Implemento: [1] Trator Adicionar Remover

Tipo: Trator

Item	Eficiência	Velocidade	Larg Oper.
[1] Trator	80	5	2,1
[2] Semeadora	80	5	3,2

Operação

Largura Op (m): 3,2 Eficiência (%): 96,25 Velocidade: 5 Capacidade campo op (CCO): 1,54 Confirmar

Os campos necessários para a determinação da capacidade de campo deve ser salvos utilizando-se do botão confirmar

Os itens consumidos em manutenções durante a operação deverão ser registrados clicando-se no botão Registrar Manutenção

Manutenção	Início	Máquina	Horímetro inicial	Serviço	Produto	Quantidade
12	18/5/2011	Semeadora	0	Troca de peça	Disco de semente	1
12	18/5/2011	Semeadora	0	Troca de peça	Correia	1

FIGURA 3. Tela de registro de operação. **Management record screen.**

Na tela de registro de manutenção (Figura 4), é selecionada a máquina ou implemento em manutenção e são fornecidas as horas do horímetro (máquina) ou horas de utilização (implemento), data de início e fim, funcionário responsável e tipo de manutenção realizada (corretiva ou de rotina). É então realizado o cadastro dos itens de manutenção efetuados na máquina (tipo de serviço, peça ou produto, valor (R\$) e quantidade utilizada na manutenção).

****MaqControl** Registro de Manutenção**

Código: 15 Data de início: 19/5/2011 Data final: 19/5/2011 Observação:

Máquina/Implemento: [9] Trator 5320

Horas Horímetro / Odômetro: 6000 Responsável / Funcionário: [1] Osmar

Justificativa: Manutenção de rotina Manutenção corretiva

*** O número de horas do horímetro é sugerido automaticamente com base nas operações realizadas

Novo Salvar Listagem Excluir Fechar

Código	Funcionário	Máquina	Início	Fim	Hora
15	[1] Osmar	[9] Trator 5320	19/5/2011	19/5/2011	6000
12	[2] Joao da Silva	[2] Semeadora	18/5/2011	18/5/2011	0
11	[1] Osmar	[2] Semeadora	18/5/2011	18/5/2011	0
14	[1] Osmar	[7] Colhedora 1450	18/5/2011	18/5/2011	1530
10	[1] Osmar	[7] Colhedora 1450	17/4/2007	17/4/2007	1490
9	[1] Osmar	[7] Colhedora 1450	26/3/2007	26/3/2007	1446
8	[1] Osmar	[7] Colhedora 1450	26/8/2006	26/8/2006	1246

Pesquisar manutenção: Para pesquisar, informe o código da manutenção ou a descrição da máquina

AVISO: Lembre-se de salvar a operação antes de incluir as tarefas executadas.

Tarefas executadas:

Serviço: Peça/Produto: Valor unit [R\$]: Quantidade: Total [R\$]:

Observação:

Novo Salvar Excluir Listagem Fechar

Manutenção	Serviço	Produto	Quantidade	Valor unitário

FIGURA 4. Tela de registro de manutenção. **Maintenance record screen.**

O software MAQCONTROL apresenta os seguintes relatórios: 1) Relatório de custo de manutenção (Figura 5); 2) Relatório de operações realizadas por máquina, por período e por funcionário; 3) Relatório de máquinas; 4) Relatório de áreas; 5) Relatório de produtos; 6) Relatório de custo horário por operação.

Preview - Listagem de registros

100%

Relatório de manutenção

Máquina: Semeadora

Início	Fim	Horímetro	Produto	Próx Troca	Serviço	Quantidade	Valor Unit	Funcionário
18/5/2011	18/5/2011	0,00 h	Disco de semente	200,00 h	Troca de peça	1,00	60,00	João da Silva
18/5/2011	18/5/2011	0,00 h	Correia	300,00 h	Troca de peça	1,00	300,00	João da Silva

Máquina: Colhedora 1450

Início	Fim	Horímetro	Produto	Próx Troca	Serviço	Quantidade	Valor Unit	Funcionário
17/2/2005	17/2/2005	646,00 h	Filtro Diesel Colhedora 1450	846,00 h	Troca de filtro	2,00	52,00	Osmar
10/3/2005	10/3/2005	746,00 h	Óleo Hidráulico Colhedora 1450	1.246,00 h	Troca de Óleo	29,00	9,00	Osmar
10/3/2005	10/3/2005	746,00 h	Óleo de Transmissão Colhedora 1450	1.246,00 h	Troca de Óleo	9,60	10,00	Osmar
10/3/2005	10/3/2005	746,00 h	Óleo do Motor Colhedora 1450	996,00 h	Troca de Óleo	20,00	140,00	Osmar
10/3/2005	10/3/2005	746,00 h	Filtro de Ar (elem. Filtrante) Colhedora	1.246,00 h	Troca de filtro	1,00	29,00	Osmar
10/3/2005	10/3/2005	746,00 h	Filtro de Ar (elem. Segurança) Colhedora	1.246,00 h	Troca de filtro	1,00	63,00	Osmar
10/3/2005	10/3/2005	746,00 h	Filtro do sistema Hidráulico Colhedora	1.246,00 h	Troca de filtro	1,00	75,00	Osmar
10/3/2005	10/3/2005	746,00 h	Filtro Lub. Motor Colhedora 1450	996,00 h	Troca de filtro	1,00	80,00	Osmar
28/3/2005	28/3/2005	846,00 h	Filtro Diesel Colhedora 1450	1.046,00 h	Troca de filtro	2,00	52,00	Osmar
27/9/2005	27/9/2005	996,00 h	Óleo do Motor Colhedora 1450	1.246,00 h	Troca de Óleo	20,00	140,00	Osmar
27/9/2005	27/9/2005	996,00 h	Filtro Lub. Motor Colhedora 1450	1.246,00 h	Troca de filtro	1,00	83,00	Osmar
23/10/2005	23/10/2005	1.046,00 h	Filtro Diesel Colhedora 1450	1.246,00 h	Troca de filtro	1,00	54,00	Osmar
26/8/2006	26/8/2006	1.246,00 h	Óleo de Transmissão Colhedora 1450	1.746,00 h	Troca de Óleo	9,60	11,00	Osmar
26/8/2006	26/8/2006	1.246,00 h	Óleo do Motor Colhedora 1450	1.496,00 h	Troca de Óleo	20,00	150,00	Osmar
26/8/2006	26/8/2006	1.246,00 h	Óleo Hidráulico Colhedora 1450	1.746,00 h	Troca de Óleo	29,00	10,60	Osmar
26/8/2006	26/8/2006	1.246,00 h	Filtro de Ar (elem. Segurança) Colhedora	1.746,00 h	Troca de filtro	1,00	30,00	Osmar
26/8/2006	26/8/2006	1.246,00 h	Filtro Lub. Motor Colhedora 1450	1.496,00 h	Troca de filtro	1,00	36,00	Osmar
26/8/2006	26/8/2006	1.246,00 h	Filtro Diesel Colhedora 1450	1.446,00 h	Troca de filtro	2,00	55,00	Osmar

Page 1/2

FIGURA 5. Tela de relatório de manutenção. **Report screen of maintenance.**

Para simular os dados para a obtenção da estimativa do custo operacional (Figura 6), faz-se necessário registrar, na base de dados do sistema, os seguintes parâmetros: a) Manutenção: máquinas e/ou equipamentos, tarefas a serem executadas, número de horas, data e funcionário responsável; b) Operação: operações realizadas em campo, local, área, data, número de horas de operação e outros gastos com produtos na operação. Este módulo permite a seleção de máquinas para determinada operação em face do menor custo apresentado. O usuário poderá imprimir o relatório do cálculo do custo horário (Figura 7), que apresenta dados como: área da operação (ha), duração da operação (h), largura de trabalho (m), eficiência (%), velocidade (km h^{-1}) e a capacidade de campo operacional (ha h^{-1}).

MaqControl Estimativa do custo operacional

Conjunto mecanizado

Operação: [4] Plantio **Total custo-operacional (R\$) 300,068**

Tamanho da área (ha): 5,3 Duração (h): 4

Informe os dados da operação: Largura Op (m): 3,2 Eficiência (%): 75,284 Velocidade (km/h): 5,5 Capacidade campo op (CCD): 1,325

Máquina/Implemento disponível: [3] Arado, [4] Aplicador Lance, [5] Subsolador, [6] Pulverizador, [7] Colhedora 1450, [8] Trator Massey F., [9] Trator F320

Conjunto mecanizado: [1] Trator, [2] Semeadora

Formas de Depreciação: Por quotas constantes ou por forma retilínea, Percentagens constantes (Matheson) (4,5 e 10 anos), Soma dos dígitos periódicos (Método Cole), Declínio em dobro (Double declining balance method), Proporcional às horas trabalhadas

Total custos fixos (R\$/h) 34,624

Item	Juros (R\$/h)	Seguro (R\$/h)	Alojam. (R\$/h)	Deprec. (R\$/h)
[1] Trator	9,190	1,459	0,521	2,460
[2] Semeadora	9,667	1,960	0,700	8,667
Total Conjunto Mecanizado:	18,857	3,419	1,221	11,127

*** Custos Variáveis ***

Óleo hidráulico: Quantidade 50, Troca (h) 750, Total (R\$/h) 0,333

Produto: [36] Óleo Hidráulico Trator, Valor unitário (R\$) 5,00

Combustível: Preço (R\$/L) 1,82, Cons. esp. (L/kWh) 0,2135, Potência efetiva (cv) 82, Combustível (R\$/h) 23,451

Consumo (L/h): Método de cálculo: Consumo (L/h), Consumo (L/kW)

Salário: Funcionário [1] Osmar, Salário (R\$/h) 15,433

Item consumido: [54] Óleo do motor (0,16), [35] Óleo de Transmissão Trator (0,308), [36] Óleo Hidráulico Trator (0,333), Graxa (0,708), Combustível (23,451), Salário (15,433)

Manutenção (R\$/h) 24,42, Taxa anual rep/manut [%] 10,00

Graxa: Preço da graxa (R\$/kg) 8,50, Quantidade (kg) 1, Tempo entre lubrif. (h) 12, Graxa (R\$/h) 0,708

*** Total Custo-Horário e Operacional ***

Total custos fixos (R\$/h)	Total custos variáveis (R\$/h)	Total custo-horário (R\$/h)	Total custo-operacional (R\$/ha)
34,624	40,393	75,017	56,617

Imprimir relatório custo-horário

FIGURA 6. Módulo de estimativa do custo operacional. **Module for estimating the operating cost.**

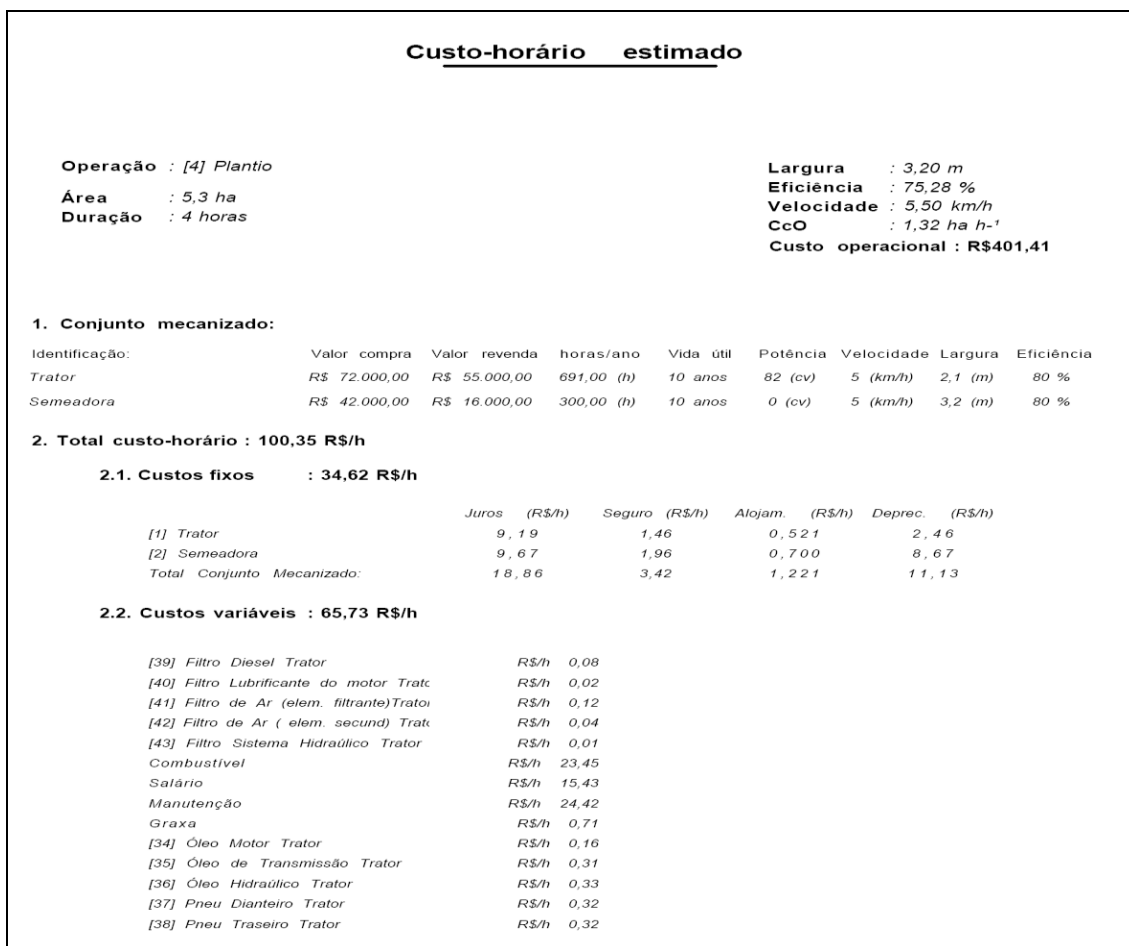


FIGURA 7. Relatório do custo operacional estimado do conjunto mecanizado. **Report of estimated operating cost of mechanized system.**

O software disponibiliza relatórios das operações realizadas (Figura 8) com dados do código da operação, tipo de operação, data, hora inicial, hora final, duração, velocidade, eficiência, largura, capacidade de campo operacional (CCO), propriedade e funcionário.

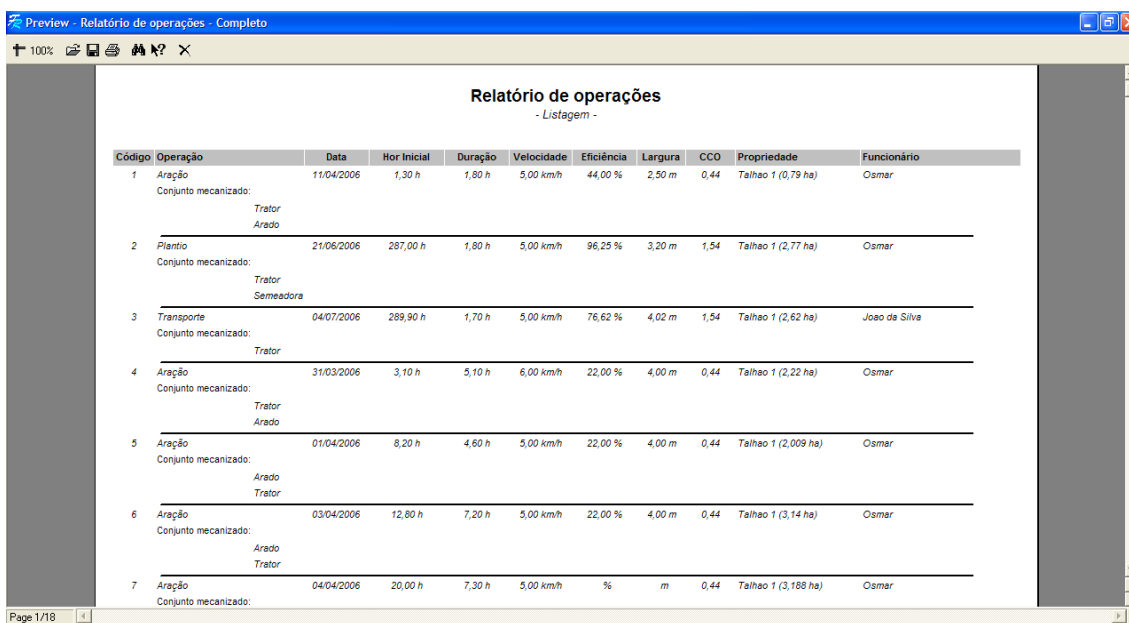


FIGURA 8. Relatório de operações. **Operation report.**

Os registros de manutenção devem ser alimentados em cada troca de item de consumo, sejam os óleos lubrificantes, filtros, pneus e peças e/ou reparos de manutenção, como troca de polias e correias. Os produtos são inseridos no módulo de cadastro na tela de produtos, com as respectivas descrições, previsão de trocas (h) e preço (R\$). Na tela de registro de manutenção (Figura 4), pode-se registrar cada produto no tempo real de troca, pela marcação do horímetro (h) da máquina. Essas horas são controladas e são de suma importância para a obtenção do real período de troca (h) de cada item de consumo. Além de registrar a manutenção, o programa MAQCONTROL fornece a relação das manutenções realizadas no período (Figura 9), que podem ser de rotina ou corretivas.

A interface para a determinação do custo real (Figura 10) fornece o custo real de cada operação e conta com uma tabela para que o usuário faça a seleção das operações, ordenadas previamente pela operação realizada na data mais recente. Ressalte-se que, para o sistema apresentar dados corretos, é necessário que se registre o que realmente ocorre nas operações de campo, bem como os dados de tamanho de área (ha), tempo de duração (h), marcação do horímetro (h), quantidades e produtos gastos.

Relatório de manutenção

Máquina: Semeadora

Início	Fim	Horímetro	Produto	Próx Troca	Serviço	Quantidade	Valor Unit	Funcionário
18/5/2011	18/5/2011	0,00 h	Disco de semente	200,00 h	Troca de peça	1,00	60,00	Joao de Silva
18/5/2011	18/5/2011	0,00 h	Correia	300,00 h	Troca de peça	1,00	300,00	Joao de Silva

Máquina: Colhedora 1450

Início	Fim	Horímetro	Produto	Próx Troca	Serviço	Quantidade	Valor Unit	Funcionário
17/2/2005	17/2/2005	646,00 h	Filtro Diesel Colhedora 1450	846,00 h	Troca de filtro	2,00	52,00	Osmar
10/3/2005	10/3/2005	746,00 h	Óleo Hidráulico Colhedora 1450	1.246,00 h	Troca de Óleo	29,00	9,00	Osmar
10/3/2005	10/3/2005	746,00 h	Óleo de Transmissão Colhedora 1450	1.246,00 h	Troca de Óleo	9,60	10,00	Osmar
10/3/2005	10/3/2005	746,00 h	Óleo do Motor Colhedora 1450	996,00 h	Troca de Óleo	20,00	140,00	Osmar
10/3/2005	10/3/2005	746,00 h	Filtro de Ar (elem. Filtrante) Colhedora	1.246,00 h	Troca de filtro	1,00	29,00	Osmar
10/3/2005	10/3/2005	746,00 h	Filtro de Ar (elem. Segurança) Colhedora	1.246,00 h	Troca de filtro	1,00	63,00	Osmar
10/3/2005	10/3/2005	746,00 h	Filtro do sistema Hidráulico Colhedora	1.246,00 h	Troca de filtro	1,00	75,00	Osmar
10/3/2005	10/3/2005	746,00 h	Filtro Lub. Motor Colhedora 1450	996,00 h	Troca de filtro	1,00	80,00	Osmar
28/3/2005	28/3/2005	846,00 h	Filtro Diesel Colhedora 1450	1.046,00 h	Troca de filtro	2,00	52,00	Osmar
27/9/2005	27/9/2005	996,00 h	Óleo do Motor Colhedora 1450	1.246,00 h	Troca de Óleo	20,00	140,00	Osmar
27/9/2005	27/9/2005	996,00 h	Filtro Lub. Motor Colhedora 1450	1.246,00 h	Troca de filtro	1,00	83,00	Osmar
23/10/2005	23/10/2005	1.046,00 h	Filtro Diesel Colhedora 1450	1.246,00 h	Troca de filtro	1,00	54,00	Osmar
26/8/2006	26/8/2006	1.246,00 h	Óleo de Transmissão Colhedora 1450	1.746,00 h	Troca de Óleo	9,60	11,00	Osmar
26/8/2006	26/8/2006	1.246,00 h	Óleo do Motor Colhedora 1450	1.496,00 h	Troca de Óleo	20,00	150,00	Osmar
26/8/2006	26/8/2006	1.246,00 h	Óleo Hidráulico Colhedora 1450	1.746,00 h	Troca de Óleo	29,00	10,60	Osmar
26/8/2006	26/8/2006	1.246,00 h	Filtro de Ar (elem. Segurança) Colhedora	1.746,00 h	Troca de filtro	1,00	30,00	Osmar
26/8/2006	26/8/2006	1.246,00 h	Filtro Lub. Motor Colhedora 1450	1.496,00 h	Troca de filtro	1,00	36,00	Osmar
26/8/2006	26/8/2006	1.246,00 h	Filtro Diesel Colhedora 1450	1.446,00 h	Troca de filtro	2,00	55,00	Osmar
26/8/2006	26/8/2006	1.246,00 h	Filtro do sistema Hidráulico Colhedora	1.746,00 h	Troca de filtro	1,00	75,00	Osmar

FIGURA 9. Relatório de manutenção. **Maintenance report.**

Depois de selecionada a operação, o sistema localiza o conjunto mecanizado responsável pela execução da operação e realiza o cálculo dos itens consumidos nos custos variáveis e custos fixos. Os produtos cadastrados são então exibidos, demonstrando se houve ou não o consumo na operação (Figura 10). Em relação aos itens de consumo, o sistema apresentará o número de unidades, o valor gasto e o número de horas de vida útil desse produto. Para cada produto, o custo variável real é baseado na determinação dos dois últimos períodos de troca.

Quando esses dados estiverem presentes, o sistema verificará a duração da vida útil em cada produto e apresentará a média de horas, que será usada, posteriormente, nos cálculos para a determinação da despesa. Quando houver somente uma troca, o sistema, em vez de exibir os dados pertinentes, exibirá o caractere '#', indicando que não houve resposta para aquela solicitação.

Quando não houver, no mínimo, uma troca de determinado produto, seu custo será determinado pelas horas estimadas de vida na tela de cadastro de produtos.

Pode-se, ainda, visualizar os custos fixos e alterar a forma de depreciação do conjunto. Esses custos - fixos e variáveis - são agrupados na guia custo-horário (Figura 11), que apresenta os itens de uma maneira agrupada e estruturada. Depois de verificados os valores apresentados na tela, o usuário pode selecionar a opção de criar o relatório de custo real (Figura 12).

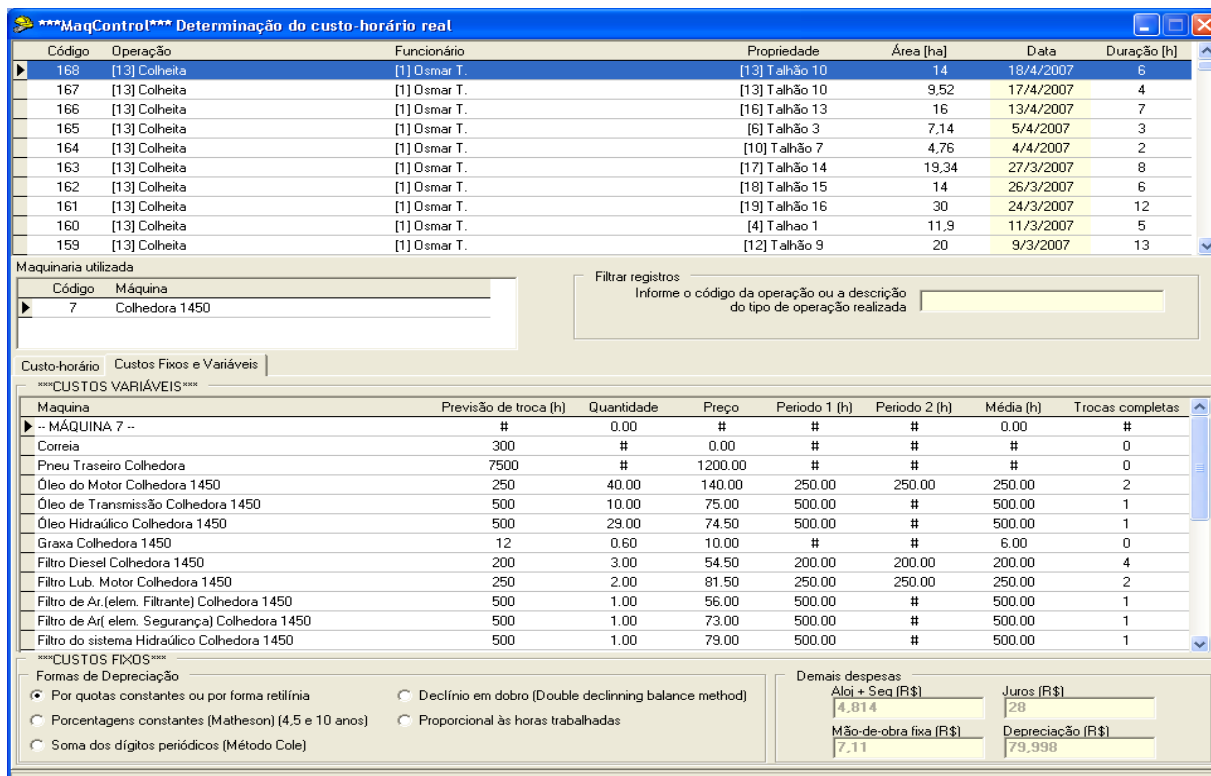


FIGURA 10. Interface para a determinação do custo real. **Interface for determining the actual cost.**

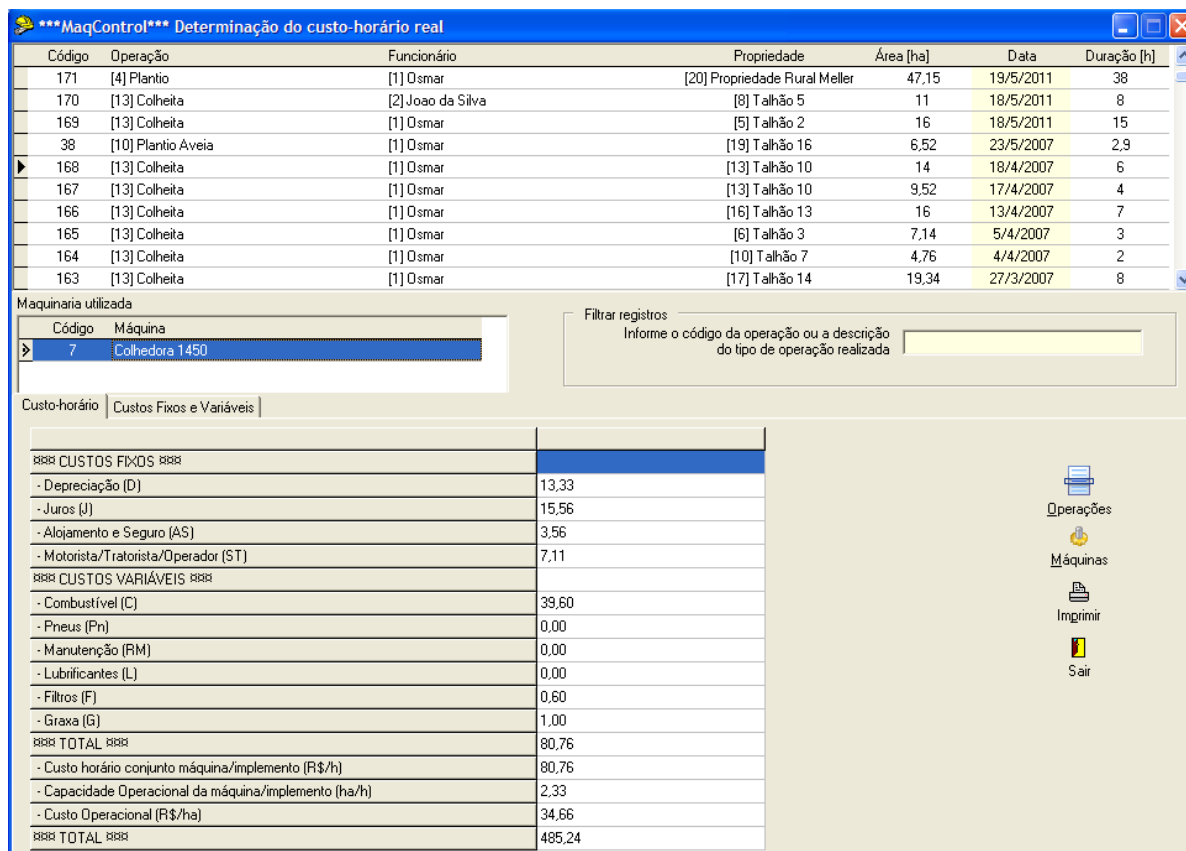


FIGURA 11. Custos reais de uma operação. **Actual costs of an operation.**

Identificação:	horas/ano	Vida útil	Potência	Velocidade	Largura	Eficiência
Colhedora 1450	1.500,00 (h)	10 anos	180 (cv)	5,5 (km/h)	4,8 (m)	80 %

Costos fixos	
- Depreciação (D)	: 13,33 R\$/h
- Juros (J)	: 15,56 R\$/h
- Alojamento e Seguro (AS)	: 3,56 R\$/h
- Motorista/Tratorista/Operador (ST)	: 7,11 R\$/h
Costos variáveis	
- Combustível (C)	: 39,60 R\$/h
- Pneus (Pn)	: 0,00 R\$/h
- Manutenção (RM)	: 0,00 R\$/h
- Lubrificantes (L)	: 0,00 R\$/h
- Filtros (F)	: 0,60 R\$/h
- Graxa (G)	: 1,00 R\$/h
Total	: 80,76 R\$/h
- Custo horário conjunto máquina/implemento	: 80,76 R\$/h
- Capacidade Operacional da máquina/implemento	: 2,33 ha/h
- Custo Operacional	: 34,66 R\$/ha
TOTAL	: 485,24 R\$

FIGURA 12. Relatório de custo real. **Report of actual cost.**

CONCLUSÕES

O *software* MAQCONTROL permitiu estimar os custos de uma operação agrícola, fornecendo com agilidade e precisão a capacidade de campo operacional de cada conjunto mecanizado e os custos fixos e variáveis envolvidos, e fornecer relatórios específicos por operação.

REFERÊNCIAS

- ASAE. AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERING. *ASAE Standards 2003. Agricultural machinery management. ASAE EP496.2*. St. Joseph, ASAE. p.366-372.
- BALASTREIRE, L. A. *Máquinas agrícolas*. 3.ed. São Paulo: Manole, 1987. 307 p.
- HIRSCHFELD, H. *Engenharia econômica*. 3.ed. São Paulo: Atlas, 1984. 440 p.
- HUNT, D.R. *Farm power and machinery management*. 9.ed. Ames: Iowa University Press, 1995. 365 p.
- LOPES, J.D.S.; MANTOVANI, E.C.; PINTO, F.A.C.; QUEIROZ, D.M. Desenvolvimento de um programa computacional para selecionar, economicamente, um sistema de mecanização agrícola. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.30, p.537-542, 1995.
- MARTIN, N.B.; SERRA, R.; ANTUNES, J.F.G.; OLIVEIRA, M.D.M.; OKAWA, H. Custos: sistema de custo de produção agrícola. *Informações Econômicas*, São Paulo, v.24, p.97-122, 1994.
- MERCANTE, E.; SOUZA, E.G.; JOHANN, J.A.; GABRIEL FILHO, A.; URIBE-OPAZO, M.A. PRAPRAG - *Software* para planejamento racional de máquinas agrícolas. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.30, n.2, p.322-333, 2010.
- MIALHE, L.G. *Manual de mecanização agrícola*. São Paulo: Agronômica Ceres, 1974. 301 p.
- MILAN, M. *Gestão sistêmica e planejamento de máquinas agrícolas*. 2004. 100 f. Tese (Livro-Docência) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

REIS, G.N.; LOPES, A.; FURLANI, C.E.A.; GROTTA, D.C.C.; CAMARA, F.T.; SILVA, R.P. Manutenção de tratores agrícolas e condição técnica dos operadores. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.25, n.1, p.282-290, 2005.

SILVEIRA, G.M. Mecanização: custo horário das máquinas agrícolas. *DBO Agrotecnologia*, São Paulo, p.26-29, 2005.

ZANATTA, E.; VARELLA, C.A.A. Programa computacional para gerenciar a substituição de máquinas agrícolas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 36., 2007, Bonito. *Anais...* Jaboticabal: Associação Brasileira de Engenharia Agrícola, 2007. 1 CD-ROM.