



## PROGRAMA COMPUTACIONAL PARA GERENCIAR A SUBSTITUIÇÃO DE MÁQUINAS AGRÍCOLAS

EVANDRO ZANATTA<sup>1</sup>; CARLOS ALBERTO ALVES VARELLA<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Aluno do Curso de Graduação em Engenharia Agrícola da UFRRJ, Seropédica, RJ. E-mail: [evandrozanatta@yahoo.com.br](mailto:evandrozanatta@yahoo.com.br).

<sup>2</sup>Professor da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, IT-Departamento de Engenharia. E-mail: [varella@ufrj.br](mailto:varella@ufrj.br).

Apresentado no  
XXXVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola  
30 de julho a 02 de agosto de 2007 – Bonito – MS

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho foi desenvolver um programa computacional para determinar a idade ótima de substituição de máquinas agrícolas. A interface gráfica do programa foi desenvolvida em DELPHI 5.0, e o algoritmo para estimar a idade ótima de substituição teve como base o método do custo anual equivalente.

**PALAVRAS-CHAVE:** Mecanização agrícola, custo anual equivalente, software agrícola.

### COMPUTATIONAL PROGRAM TO MANAGE AGRICULTURAL MACHINERY REPLACEMENT

**ABSTRACT:** The objective of this work was to develop a software to determine the fleet renewal point of agricultural machines. The program graphic interface was developed in Delphi 5.0, and the algorithm to evaluate the age of substitution was based on equivalent annual cost method.

**KEY WORDS:** Agricultural mechanization, equivalent annual cost, agricultural software.

**INTRODUÇÃO:** Segundo SILVEIRA (2006) o custo da mecanização agrícola é de 20-40% do custo total de produção. PACHECO (2000) recomenda que o produtor faça uma análise dos custos das diversas operações agrícolas e afirma que para isso é necessário um controle que permita uma análise econômica de utilização das máquinas agrícolas. Conforme aumenta o número, tamanho e a complexidade das máquinas, mais importante se tornam o impacto do gerenciamento sobre a rentabilidade dos negócios. A renovação do maquinário é uma decisão importante e está relacionada com o custo de utilização da máquina. A questão é qual o momento ideal de substituição dos equipamentos de forma que a máquina recupere o capital investido e tenha retorno econômico. Segundo PETERSON (1976), AUDSLEY (1978) e OLIVEIRA (2000) o método do custo anual equivalente é eficiente na análise da vida econômica de tratores e na determinação do ponto de substituição de frota. Contudo, esse método de análise pode ser difícil de ser utilizado pelo produtor sem auxílio de ferramentas computacionais. Além disso, a mecanização agrícola vem exigindo cada vez mais a utilização de máquinas com tecnologias sofisticadas para atender as diversas demandas da atividade agrícola. Essas máquinas, no entanto apresentam maior valor de mercado e sua substituição deve ser mais criteriosa. Segundo HIRSCHFELD (1992), o desgaste é típico dos equipamentos cuja eficiência decresce gradativamente com o tempo ou com o uso, provocando aumento nos custos operacionais e de manutenção, além de prejudicar a qualidade do serviço realizado e diminuir a eficiência produtiva. Este trabalho teve como objetivo desenvolver um programa computacional para determinar a idade ótima de substituição de máquinas agrícolas com base no método do custo anual equivalente, proposto por OLIVEIRA (2000).

**MATERIAL E MÉTODOS:** O trabalho foi desenvolvido no Departamento de Engenharia do Instituto de Tecnologia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. A interface foi desenvolvida no programa computacional 'DELPHI 5.0'. O algoritmo para estimativa do ponto ótimo

de renovação foi composto por três etapas: 1) geração de planilha de custo operacional; 2) cálculo do fluxo de caixa; 3) cálculo da variação do custo anual equivalente ao longo do tempo, para cada máquina. Para geração das planilhas de custo operacional, considerou-se o método tradicional em custos fixos e variáveis citado por HOFFMANN et al. (1976). Os custos fixos são aqueles que não variam com a quantidade utilizada de uma máquina (juros sobre o capital investido, seguro, depreciação anual, abrigo etc). Os custos variáveis são aqueles que variam com o nível de uso da máquina, compreendendo os gastos com manutenção, reparos e operação. As planilhas de custos operacionais de cada máquina analisada foram compostas pelos seguintes itens: combustíveis, lubrificantes e filtros, graxa, peças, pneus e câmaras, mão-de-obra mecânica, salário do operador e outros materiais. Para o cálculo do fluxo de caixa foram utilizados os dados de OLIVEIRA (2000). Para o cálculo da variação do custo anual equivalente (CAE) utilizou-se a Equação 1 (OLIVEIRA, 2000). O CAE consiste em se formar inicialmente um fluxo de caixa para cada máquina e permite avaliar a rentabilidade do investimento.

$$CAE_{\rho}(T) = \left\{ \left[ VI + \sum_{t=1}^T \frac{Dt}{(1+\rho)^t} - \frac{VR_t}{(1+\rho)^T} \right] \cdot \left[ \frac{\rho(1+\rho)^T}{(1+\rho)^T - 1} \right] \right\} \quad (1)$$

em que,

- CAE = custo anual equivalente ;
- T = tempo de permanência da máquina na empresa;
- t = ano em que se deseja calcular o CAE;
- $\rho$  = taxa unitária de desconto;
- VI = valor inicial da máquina;
- Dt = despesas totais no ano t;
- VRt = valor de revenda ao final do ano t.

De acordo com OLIVEIRA (2000), o termo do lado direito da Equação 1 é o produto do valor presente do fluxo de caixa multiplicado pelo fator de recuperação de capital. Portanto a Equação 1 permite transformar uma anuidade variável (fluxo de caixa) numa anuidade constante (CAE). Os resultados da equação para cada máquina analisada foram armazenados em um banco de dados mantendo relação com seus respectivos fluxos de caixa. Foram desenvolvidas interfaces interativas para possibilitar ao usuário a construção do banco de dados e a realização de análises financeiras.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A Figura 1 ilustra a interface ‘Renovação de tratores agrícolas de pneus’. Nesta interface é possível visualizar dados de cadastro das máquinas e seus respectivos custos fixos e variáveis. Na parte inferior da janela da Figura 1, a interface apresenta opções para incluir e excluir máquinas do cadastro, processar o cálculo do custo anual equivalente e inserção da taxa unitária de desconto.

Renovação de tratores agrícolas de pneus

Fechar Ajuda Calcular abrigo + seguro

**Cadastro da Frota Referente aos Gastos Anuais**

Máquina.....trator Aquisição (R\$)..... R\$ 26.802,70 Peças (R\$)..... R\$ 0,00  
 Marca/modelo.....mf 296 Abrigo + Seguro (R\$)..... R\$ 536,20 Pneus + Câmaras (R\$)..... R\$ 1.285,31  
 Nº de Frota..... 121 Combustível (R\$)..... R\$ 12.384,12 Mão-de-Obra Mecânica (R\$)..... R\$ 0,00  
 Ano..... 1989 Lubrificantes + Filtros (R\$)..... R\$ 2.593,01 Salário do Operador (R\$)..... R\$ 12.132,96  
 Horas trabalhadas (ano)..... 3297

Confirmar Alterar Incluir Excluir Cancelar Consulta(M/modelo)

Máquina	Marca/modelo	Numero defrota	Ano	Preço de aquisição (R\$)	Abrigo + seguro (R\$)	Combustível (R\$)
▶ trator	mf 296	121	1989	R\$ 26.802,70	R\$ 536,20	R\$ 12.384,12
trator	mf 296	121	1988	R\$ 26.802,70	R\$ 536,20	R\$ 15.222,53
trator	mf 296	121	1987	R\$ 26.802,70	R\$ 536,20	R\$ 19.337,38
trator	mf 296	121	1986	R\$ 26.802,70	R\$ 536,20	R\$ 25.871,98

Incluir Processar (CAE) Excluir Cancelar Limpar Taxa unitária de desconto 0,08

Nº de frota	Ano	Preço de aquisição (R\$)	Abrigo + seguro (R\$)	Combustível (R\$)	Lubrif. + filtros (R\$)	Peças (R\$)	Pneus + câmaras (R\$)	Mão-de-
▶ 121	1998	R\$ 26.802,70	R\$ 536,20	R\$ 2.592,45	R\$ 822,86	R\$ 0,00	R\$ 0,00	
121	1997	R\$ 26.802,70	R\$ 536,20	R\$ 3.288,97	R\$ 995,84	R\$ 0,00	R\$ 0,00	
121	1996	R\$ 26.802,70	R\$ 536,20	R\$ 6.442,05	R\$ 1.692,31	R\$ 0,00	R\$ 701,09	

FIGURA 1. Interface ‘Renovação de tratores agrícolas de pneus’.

A Figura 2 ilustra a interface de resultados da análise da idade ótima de substituição para um trator agrícola. O custo anual equivalente mínimo foi obtido aos 4 anos de idade da máquina. O CAE foi de R\$ 14,47 por hora, com 12.067 horas de trabalho acumuladas. No entanto o valor R\$ de 14,47 é o CAE do ano dividido pelo número de horas trabalhados no mesmo ano. Cabe ressaltar que para uma mesma empresa é importante formar grupos de máquinas com as mesmas características para avaliar a idade de substituição.

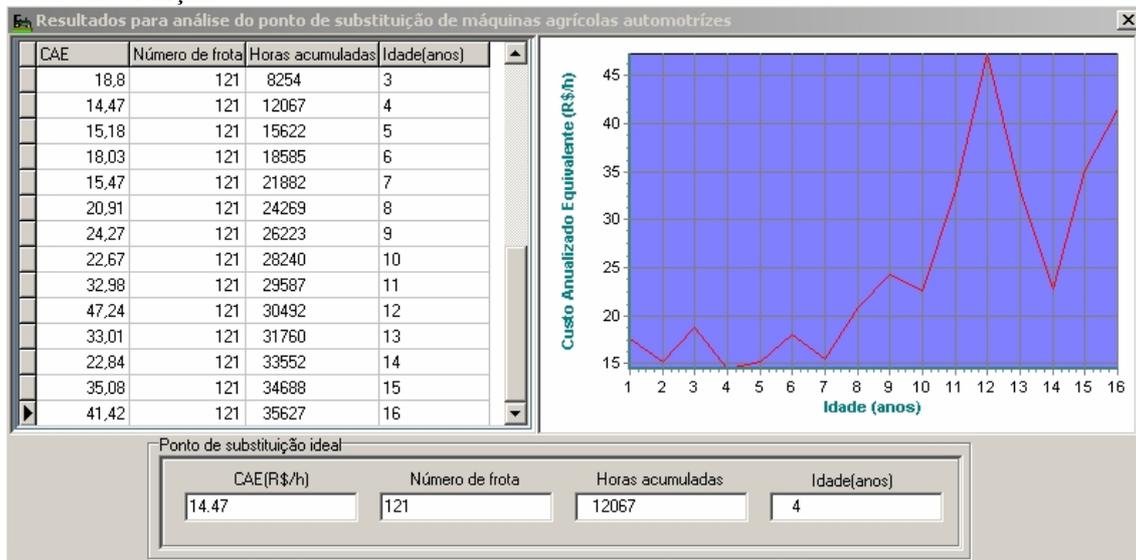


FIGURA 2. Interface de resultados da análise da idade ótima de substituição para um trator agrícola.

**CONCLUSÕES:** O programa computacional apresentou os mesmos resultados obtidos por OLIVEIRA (2000). Os resultados foram apresentados em forma de gráficos e tabelas, o que facilitou a análise e tomada de decisão pelo usuário. Apresentou ser uma ferramenta computacional que pode auxiliar no gerenciamento de máquinas agrícolas.



## REFERÊNCIAS

- AUDSLEY, E.; WHEELER, J. The annual cost machinery calculated using actual cash flows. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v.23, p.189–201, 1978.
- HIRSCHFELD, H. **Engenharia econômica e análise de custos**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 1992. 465p.
- HOFFMANN, R.; SERRANO, O.; NEVES, E.M.; et al. **Administração da empresa agrícola**. São Paulo: Pioneira, 1976. 323p.
- NORONHA, J.F. **Projetos agropecuários: Administração financeira, orçamento e viabilidade econômica**. São Paulo: Atlas, 1981. 274p.
- OLIVEIRA, M. D. M. **Custo operacional e ponto de renovação de tratores agrícolas de pneus: avaliação de uma frota**. Piracicaba: 2000. 150p. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- PACHECO, E. P. **Seleção e custo operacional de máquinas agrícolas**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2000. 21p (Embrapa Acre, Documentos, 58).
- PETERSON, C.L.; MILLIGAN, J.H.; Economic life analyses for machinery replacement decisions. **Transactions of the ASAE**. v.19, n.5, p.819 – 822, 1976.
- SILVEIRA, G.M. **Custo horário das máquinas agrícolas**. IAC – Campinas. 4p. 2006.