

UM SISTEMA DE APOIO À DECISÃO APLICADO AO GERENCIAMENTO DE SISTEMAS AGRÍCOLAS MOTOMECHANIZADOS – GEMEC

CARLOS E. S. VOLPATO¹, JOELMA C. COSTA², VANDERSON R. DE PAULA³

¹ Engº Agrícola, Prof. Doutor, Depto. de Engenharia, DEG/UFLA, Lavras – MG, (035) 3829-1669 volpato@ufla.br

² Graduanda em Ciência da Computação, Bolsista FAPEMIG, Depto. de Ciência da Computação, UFLA, Lavras - MG

³ Graduando Engº Agrícola, Bolsista do Programa PET Engenharia Agrícola, UFLA, Lavras-MG.

**Escrito para apresentação no
XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola
31 de julho a 04 de agosto de 2006 – João Pessoa- PB**

RESUMO – Um sistema de apoio à decisão aplicado ao gerenciamento de sistemas agrícolas motomecanizados(GEMEC), o qual tem por funcionalidade principal à geração de alternativas ao processo decisório no que se refere á: (a) escolha e alocação do conjunto de tratores e implementos para as atividades de preparo do solo como: semeadura, aplicação de insumos e colheita e, (b) a determinação da alocação de recursos humanos, financeiros e materias e, (c) indicadores da eficiência técnica e econômica da atividade. Para o desenvolvimento do mesmo foi utilizada a técnicas de Pesquisa Operacional que é a simulação computacional de eventos discretos. O sistema foi desenvolvido utilizando o ambiente Borland Delphi e o BDE (Borland Database Engine) do Delphi com o banco de dados local Paradox. Para a validação do GEMEC foram utilizados dados da Cooperativa do Município de Lavras em Minas Gerais.

PALAVRAS-CHAVE - Gerenciamento Agrícola, Planejamento Operacional, Sistema de Apoio à Decisão

A KNOWLEDGE BASED SYSTEM WITH SUPPORT TO THE DECISION-MAKING APPLIED TO THE MANAGEMENT OF AGRICULTURE MOTO-MECHANICAL SYSTEMS – GEMEC

ABSTRACT: This work presents a knowledge based system with support to decision making applied to the management of agriculture moto-mechanical systems (GEMEC), whose the main purposes is the generation of alternative options in the decision process relate to the following items: (a) the choice and allocation of a set of tractors and agriculture implements to the activities of soil preparation as: seeding, application of raw materials and crops), (b) determination of allocation of human, financial and material resources, (c) provide indicators of technical and economical efficiencies of the activity. It was used the techniques of Operational Research to develop this system as a set of discrete events. The system was developed under the Borland Delphi environment and BDE (Borland Delphi Engine) with a Paradox local database. To perform the validation of GEMEC it has been used data sets of a group of agricultures of Cooperativas form the city of Lavras in Minas Gerais (Brazil). **KEYWORDS:** Management of moto-mechanical systems, Operational Research, Knowledge based systems with support to the decision making.

INTRODUÇÃO - Segundo BISPO e CAZARINI(1998), entre as novas ferramentas de tecnologia da informação, estão a gestão integrada da empresa (ERP - Enterprise Resource Planning) e a nova geração de sistemas de apoio à decisão. Um sistema de apoio à decisão (SAD) é uma individualização e orientação para gestor tomar decisões que tenha flexibilidade de adaptação ao estilo pessoal de tomada de decisão do usuário (MITTRA 1986). Além disto, um SAD permite ao gestor recuperar dados e testar soluções alternativas durante a resolução do problema, incorporando ainda uma variedade de modelos na análise (HUIRNE 1990). Muitas decisões podem ser tomadas através de modelos simulados em computadores que servem para analisar e avaliar um amplo conjunto de problemas do mundo real

(FITZPATRICK 1993). Um sistema de produção agrícola é um modelo em que o gestor tem que tomar decisões constantes e rápidas, principalmente no que tange ao subsistema máquinas e equipamentos agrícolas, cujo gerenciamento pode inviabilizar todo o processo. Sistema de produção agrícola pode ser definido como uma combinação dos vários subsistemas requeridos para todas as culturas em uma determinada propriedade. Um subsistema é uma seqüência ordenada de operações de máquinas no campo, desde a produção até a colheita. Neste contexto, o gerenciamento da mecanização será considerado parte de todo um sistema de produção, ou ainda, considerado como sendo um subsistema do sistema de produção agrícola. Assim sendo, cabe ao administrador agrícola, planejar e gerenciar o setor de mecanização agrícola de forma cuidadosa e crítica, procurando sempre a maximização dos recursos e a otimização de atividades para a diminuição dos custos, e, por conseguinte, aumento de receitas. Atualmente, existem sistemas informatizados para o gerenciamento de grandes frotas, entre eles, o sistema computacional PUMA (Planejamento do Uso de Máquinas Agrícolas), que permite selecionar e quantificar as máquinas motoras e implementos e lhes programar o uso, com base no parque pertencente à empresa agrícola, obtendo o plano de trabalho que acarrete o custo mínimo. Este sistema é embasado num modelo matemático que faz uso da programação linear técnica de otimização de funções matemáticas. O PUMA pode ser empregado por usuários não familiarizados com programação linear. Entretanto, no planejamento do uso de máquinas agrícolas para pequenas frotas, são rotineiras as aplicações de tecnologias simplificadas para realizar o planejamento do sistema moto-mecanização. Essas não consideram de maneira global e simultânea os parâmetros: custos operacionais, capital de aquisição e capacidades operacionais dos equipamentos, números de dias convenientes para a execução de trabalho mecânico agrícola, seqüência das operações e jornada de trabalho. Neste âmbito é comum, inclusive, a adoção de procedimentos intuitivos e até aleatórios, que podem implicar em uma utilização ineficiente e anti-econômica da frota. Desta forma, este trabalho teve como objetivo principal apresentar um sistema de apoio à decisão (GEMEC) concebido para auxiliar gestores da área de mecanização agrícola. Basicamente, para a especificação dos requisitos e desenvolvimento do mesmo foi realizada uma pesquisa em artigos científicos relativos, observações “in loco”, tanto do projeto de mecanização agrícola BRAWERS (1975), quanto do processo de levantamento de custos VOLPATO e GRANDI (1994) e, posteriormente, feita a validação do sistema junto a gestores do projeto de mecanização agrícola através da aplicação de um questionário de uso.

MATERIAL E MÉTODOS: Os programas de acompanhamento de manutenção foram desenvolvidos em Delphi usado-se um cronograma de manutenção conforme Volpato e Grandi (1994). Basicamente este cronograma é de acordo com a vida útil estimada em horas dos elementos a serem trocados ou reparados. Estas etapas são: manutenção Diária (8 - 10 horas); manutenção Semanal (40 - 50 horas); manutenção Mensal (150 - 200 horas); manutenção Anual (750 - 1200 horas). Para obtenção dos dados para alimentação dos programas, foram desenvolvidos formulários de acompanhamento para preenchimento manual. Um para cada tempo de manutenção. O MGO é um programa de acompanhamento do gerenciamento operacional também elaborado na linguagem de programação Delphi. Este programa foi desenvolvido se usado a metodologia de gerenciamento operacional proposto por BALASTREIRE (1987) e SAAD (1983). Basicamente estes métodos foram baseados no desempenho e no custo operacional do conjunto trator/implemento: Produtividade da operação [ha/h]; Custo horário conjunto [R\$/ha]; Custo operacional [R\$/ha]; Os programas foram alimentados com as equações para determinação por conjunto (Trator/implemento) do desempenho operacional, custo horário e custo operacional. Foi incorporada a simulação como tecnologia de informação aplicada na utilização de um SAD. Neste caso foi simulado o modelo de gerenciamento de motomecanizados agrícolas desenvolvido por GRANDI e VOLPATO(1997). As alternativas de decisão são analisadas e validadas através da simulação antes que a decisão seja tomada. Este modelo foi construído baseado nas pesquisas bibliográficas e observações in loco do processo de gerenciamento de mecanização agrícola. Segundo este modelo o desenvolvimento do sistema pode ser estruturado da seguinte forma: (1) levantamento das operações a executar; (2) determinação das épocas de realização das operações; (3) estimativa do tempo disponível, dentro das épocas previstas; (4) estimativa do ritmo operacional; (5) estimativa do número de conjuntos motomecanizados; (6) levantamento da capacidade operacional; (7) determinação do número de conjuntos motomecanizados; e (8) escolha das máquinas. A validação foi desenvolvida com a utilização de produtores rurais associados à Cooperativa Alto Rio Grande da cidade de Lavras, no estado de Minas Gerais, e através da participação de especialistas em gestão de

máquinas e mecanização agrícola e pesquisadores na área. Para o desenvolvimento do GEMEC foi utilizada a arquitetura de sistemas de apoio à decisão proposta por SPRAGUE (1991), a qual é composta por três subsistemas básicos: banco de dados, modelo decisório e interface.

RESULTADOS E DISCUSSÃO - Para a fase de validação do sistema GEMEC obtivemos o auxílio de vários agricultores da Cooperativa Agropecuária da cidade de Lavras e gestores do projeto de mecanização. Para a validação da simulação do modelo VOLPATO e GRANDI(1997) as análises de dados do projeto de mecanização agrícola da literatura foram de grande importância, como também a experiência de especialistas da área, pois um modelo pode ser definido como “representação do mundo real” (GOLDBARG 2000), logo temos que fazer com que o comportamento da representação seja o mesmo (ou mais próximo possível) da realidade em questão, sob determinadas condições especificadas. Para isso foram feitos testes de campo e análises comparativas dos resultados obtidos pelo GEMEC pelos da literatura. Os resultados se mostraram condizentes com as situações reais, demonstrando assim a eficiência da simulação do modelo de VOLPATO e GRANDI(1997) aplicado ao projeto de mecanização. Posteriormente foi feito o levantamento de custos que os resultados da simulação geram. A validação deste depende mais do usuário do que do sistema, pois depende apenas que o usuário entre com o preço de mercado do óleo diesel, lubrificantes, operador de máquinas entre outros, para que o sistema a partir do resultado gerado na simulação calcule o seu custo. Portanto, se o usuário entrar com os preços certos o sistema terá um bom resultado no levantamento de custos. Na fase de otimização e análise dos resultados, o sistema busca dentre as soluções geradas as mais viáveis e retorna ao usuário as alternativas para que ele se apóie e decida qual das soluções seria a melhor para o seu projeto de máquinas, levando em conta a sua experiência ou a sua intenção particular de se decidir por essa ou aquela proposta. A validação da interface do GEMEC foi desenvolvida com a participação de potenciais usuários (acadêmicos e profissionais) do sistema, que após receberem instruções sobre o funcionamento, o utilizaram com intuito de verificar a facilidade de uso e a índice de acerto do mesmo. O GEMEC demonstrou, a partir de relatos dos usuários na fase de validação, ser um sistema de boa usabilidade, pois é simples de usar, e a pessoa não precisa saber muito sobre o uso de um computador para conseguir utilizar o sistema; tem uma boa tolerância a erros, pois a entrada de dados elimina possibilidades errôneas; leva em conta a ordem de execução das etapas de um projeto de mecanização, facilitando aos usuários que já tem uma certa experiência com o projeto de mecanização. O sistema GEMEC também tem um banco de dados com varias fotos dos tratores e implementos, bem como as características destes que servem tanto para informar, quanto para facilitar o usuário com a entrada de dados. Por todos estes motivos, acreditamos que o GEMEC tem uma boa interface.

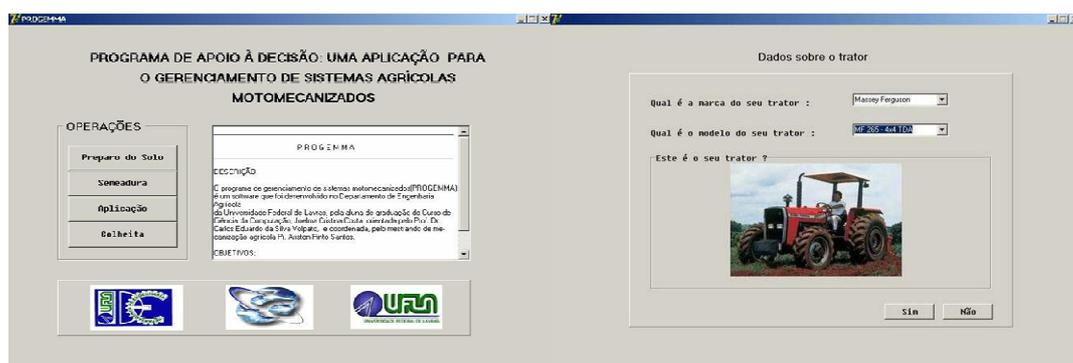


Figura 1: Representação básica da interface do sistema GEMEC com o usuário

CONCLUSÕES – 1º) Obtenção de um sistema de apoio à decisão que é ao mesmo tempo uma ferramenta acessível e prática ao gerenciamento operacional e da manutenção para pequenas frotas de tratores agrícolas 2º) Obtenção de um sistema de apoio ao usuário simples e de fácil utilização; 3º) Obtenção de um sistema que permite a máxima relação custo/benefício da maquinaria agrícola. 4º) Obtenção de um sistema que otimiza a aplicação dos equipamentos e insumos, melhorando seus índices de produtividade e conseqüentemente, aumentando os lucros do sistema produtivo

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AWAD, E. M. **Management information systems**. Benjamin-Cummings. (1988). 120p.
- BALASTREIRE, L.A. **Máquinas agrícolas** ED. Manole LTDA. São Paulo. 1987 307p.
- BISPO, C.A.F. & CAZARINI, E.W. **Uma Análise da nova geração de sistemas de apoio à Decisão**. (1998) 44p.
- BRAWERS, W. **Machiney management. Moline**. Jhon Deere Service. (1975) 182 p.
- FITZPATRICK, K.E., BAKER, J.A R. E DAVE, D.S. An application of computer simulation to improve scheduling of hospital operating room facilities in the united states, **International Journal Of Computer Applications In Technology**. (1993)
- GOLDBARG, M.C.; PACCA LUNA, H. **Otimização combinatória e programação linear**. Ed. Campus, 2000. 24p.
- HUIRNE, P. G. **Decision support systems: a research perspective**. Data base, 12 (1/2), 1990 p.15-25.
- MITTRA, S. S. **Decision support systems tools and techniques**. John Wiley & Sons 1986 56p.
- VOLPATO, C. E. S. & GRANDI, L. A. **Manutenção de máquinas e implementos agrícolas**. ESAL/COORDEX 1994 25 p.
- VOLPATO, C. E. S. & GRANDI, L. A. **Máquinas agrícolas**. UFLA/COOPESAL 1994, 19p.
- SPRAGUE, R.; WATSON, H. **Sistemas de apoio à decisão: colocando a teoria em prática**. Rio de Janeiro, Ed. Campus,1991 28p.