

NOTA TÉCNICA

ROTAÇÃO DO MOTOR DE UM TRATOR EM OPERAÇÃO COM ROÇADORAS NA CULTURA DO CAFEIEIRO

Gastão Moraes da Silveira¹, Afonso Peche Filho², Moisés Storino³, Kyoshi Yanai⁴, José Augusto Bernardi⁵

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo demonstrar a aplicabilidade de um sistema automático de aquisição de dados na gestão de informações operacionais, relacionadas ao desempenho de motor em operações agrícolas. Neste caso, focou-se o uso de roçadoras para controle mecânico de mato em área implantada com a cultura do cafeeiro. O sistema foi concebido para determinar a posição do conjunto trator-roçadora, por meio de sistema de posicionamento global (GPS), juntamente com aquisição de dados da rotação do motor. Os trabalhos foram realizados em área pertencente ao Instituto Agrônomo de Campinas – IAC, sendo utilizados um trator MF e uma roçadora marca Baldan modelo RP 1700. O trator trabalhou, dependendo do estado de desenvolvimento da vegetação, em segunda ou terceira marcha reduzida, numa velocidade média de deslocamento de 4,72 km h⁻¹. Após operação, os registros foram processados, sendo obtidos os seguintes valores: rotação média do motor de 1719,92 ± 192,75 min⁻¹, com valor mínimo de 847 min⁻¹ e máximo de 1876 min⁻¹. O mapeamento dos dados permitiu a espacialização de 18,6% de dados com valores até 1752 min⁻¹; 62,54% dos dados de valores cuja rotação variou entre 1752 e 1781 min⁻¹; 16,68% dos dados entre 1781 a 1811 min⁻¹ e 2,17% de dados maiores que 1811 min⁻¹. Concluiu-se que o sistema foi eficiente, demonstrando sua aplicabilidade como ferramenta de automação para gestão administrativa, em operações mecanizadas com roçadoras.

Palavras-chave: mecanização, automação, aquisição de dados.

ABSTRACT

Motor tractor rotation with rotary cutter-mowers in coffee culture

The aim of this study is demonstrate the application of a data acquisition automatic system in the administration of operational information related to the motor performance in agricultural operations, in this case it focused on rotary cutter-mowers use for mechanical control of kill in area implanted with coffee culture. The system was conceived to determine the position of the tractor-rotary cutter-mowers through global positioning system (GPS), besides data acquisition of the rotation of the motor. The works were accomplished in an area belonging to the Agronomical Institute of Campinas – IAC and were used a Massey Ferguson tractor and a rotary cutter-mowers Baldan model RP 1700. The tractor worked, depending on the development stage of the vegetation, in second or third reduced gear, in an average speed of displacement of 4.72 km h⁻¹. After operation, the records were processed and the obtained results were: average rotation motor of 1719.92 ± 192.75 min⁻¹; value min of 847 min⁻¹ and max of 1876 min⁻¹. The mapping of the data allowed for spacialization of 18.6% of data with values up to 1752 min⁻¹; 62.54% of the values data whose rotation varied between 1752 and 1781 min⁻¹; 16.68% of the data between 1781 to 1811 min⁻¹ and 2.17% of data greater than 1811 min⁻¹. It concluded that the used system was efficient, demonstrating its applicability as an automation tool for administrative administration in operations mechanized with rotary cutter-movers.

Keywords: mechanization, automation, data acquisition.

¹ Pesquisador Científico VI, MS, Dr., Livre Docente, Centro APTA de Engenharia e Automação, IAC/SAA/SP Rod. D. Gabriel PBCouto km 65, CP26 CEP 13201-970, Jundiaí, SP Fone (011) 4582-8155, Ramal 137. E-mail: Silveira@iac.sp.gov.br.

² Pesquisador Científico V, M.S. Centro APTA de Engenharia e Automação, IAC/SAA/SP, E-mail: peche@iac.sp.gov.br

³ Pesquisador Científico II, Centro APTA de Engenharia e Automação, IAC/SAA/SP, E-mail: storino@iac.sp.gov.br

⁴ Pesquisador Científico V, MS, Dr. Centro APTA de Engenharia e Automação, IAC/SAA/SP, E-mail: yanai@sp.gov.br

⁵ Pesquisador Científico V, Centro APTA de Engenharia e Automação, IAC/SAA/SP E-mail: bernardi@iac.sp.gov.br

INTRODUÇÃO

O uso de roçadoras na cafeicultura brasileira é uma prática muito comum, conforme reportado por Thomaziello et al. (1997). Esses autores afirmaram que, na época das águas, o mato deve ser mantido cobrindo o solo do cafezal e controlado por meio de capinas mecânicas. Silveira & Kurachi, (1981) estudaram os efeitos da mecanização em cafezal e indicaram o uso de roçadoras, como forma de manejo adequado do mato.

Almeida (1996) estudou o desempenho de uma roçadora, em função da velocidade de deslocamento e da rotação do rotor, em duas condições de superfície. Utilizou uma máquina montada no engate de três pontos do trator, um sensor fotoelétrico para medir a rotação, uma célula de torque para medir o torque integrado e um comboio de dois tratores: um para imprimir a velocidade de deslocamento ao conjunto e outro para acionar a roçadora via tomada de potência (TDP). Observou que a energia consumida para cortar a vegetação, por unidade de área trabalhada (kWh/ha^{-1}) tendeu a diminuir com o aumento da velocidade e aumentar com o crescimento da rotação do rotor.

Barboza (2000) estudou o desempenho de uma roçadora, acionada pela tomada de potência, variando os tipos de transmissão (direta, por pneu e correia), com e sem defletor em duas alturas de corte. Silveira & Bernardi (2001), estudando o consumo de energia por órgãos ativos de roçadoras concluíram, que tanto o par de correntes quanto as facas novas ou usadas não exerceram influência sobre o tipo de trabalho realizado pelo conjunto trator/roçadora. A corrente com defletor foi o tratamento que consumiu mais energia enquanto o tratamento faça nova sem defletor, o que consumiu menos. As lâminas apresentaram tendência em consumir menos energia do que as correntes. Nos tratamentos com lâminas, o consumo de energia foi semelhante.

Levando em consideração que o levantamento dos dados das operações de campo não é muito difundido, Castelli & Mazzetto (1996) e Mazzetto (1996)

desenvolveram um sistema que realiza o registro automático dos dados em nível de campo, procurando dispor de informações apropriadas para o planejamento e gerenciamento estratégico de todas as atividades e recursos da propriedade. Silveira (2001), baseado no trabalho de Mazzetto (1996), realizou ensaios estáticos estudando os parâmetros de identificação do trator no campo, determinando a velocidade de deslocamento, consumo de combustível e rotação do motor. Storino et al. (2000) estudaram o desempenho do trator, como indicador do estado físico do solo, em agricultura de precisão. Determinaram os principais parâmetros operacionais como a rotação do motor, consumo de combustível e velocidade de deslocamento, bem como a localização do trator no campo, usando "Global Posicional Systems" (GPS). Yule et al. (1999) fizeram o mapeamento, usando GPS, do desempenho de um trator no campo. Determinaram a força de tração do implemento, consumo de combustível e declividade do terreno, caracterizando também os custos operacionais. Todos os dados eram processados e informados ao operador, em tempo real, por meio de um mostrador. Mazzetto & Landonio (1999) desenvolveram um sistema, que caracteriza a posição do trator no campo, usando GPS, bem como a velocidade de deslocamento, consumo de combustível e rotação do motor. Os dados processados foram armazenados no trator e transferidos para um computador central, por meio de cartão usado para o armazenamento de dados.

O controle de qualidade que visa à manutenção do desempenho dos processos é uma técnica que tem sido aplicada, há longo tempo, na indústria e serviços e que deverá ser adotada na agricultura em curto prazo (Milan, 1998).

Peche Filho et al. (2002) desenvolveram um trabalho para avaliar a qualidade da operação de subsolagem, aplicada a reformulação da lavoura de cana-de-açúcar. Os autores adotaram, como indicador, a profundidade de trabalho e analisaram os resultados por meio da carta de controle. Segundo os autores, o processo demonstrou estar fora de controle estatístico e a operação não manteve a regularidade ao longo do trabalho.

Segundo Molin (2005), a forma de determinação de parâmetros de desempenho utilizando dados georeferenciados provenientes do monitor de colheita pode ser estendida a outras operações agrícolas, como semeadura ou aplicação de defensivos. Para isto, basta dispor de um coletor de dados conectado a um receptor GPS, capaz de armazenar a posição geográfica e o respectivo horário. O trabalho de Grisso et al. (2002) contempla essa idéia aplicada à operação de semeadura. No presente trabalho, utilizaram-se dados georeferenciados da rotação do motor trabalhando com roçadora.

Segundo Milan (2004), em avaliação dos dados apresentados na carta de controle é possível verificar que os resultados são reflexos do processo, o que os operadores não criaram e não podem controlar, ou se os resultados são decorrentes de causas especiais, causas que os operadores podem corrigir.

Neste trabalho, objetivou-se apresentar a aplicabilidade do sistema automático de aquisição de dados, desenvolvido por Silveira (2001), na análise de desempenho de um motor de trator operando no controle mecânico do mato com o uso de roçadoras, na cultura do cafeeiro.

MATERIAL E MÉTODOS

A coleta dos dados de desempenho foi realizada utilizando-se um sistema automático de aquisição de dados, desenvolvido por Silveira et al. (2003). Esse sistema foi instalado em um trator, trabalhando com uma roçadora acoplada no sistema de engate por três pontos, marca Balda, modelo RP 1700. Foram dadas duas passadas por rua, uma na ida e outra na volta. Dependendo do estado de desenvolvimento da vegetação, o trator trabalhou em segunda ou terceira marcha reduzida, na velocidade média de deslocamento de 4,72 km h⁻¹.

Nos registros de dados, foram considerados os seguintes itens: horário de trabalho, velocidade de deslocamento,

rotação do motor, latitude, longitude e consumo de combustível.

No que diz respeito à rotação do motor, os dados obtidos em campo foram processados, com ênfase em três procedimentos:

a) utilizou-se o método da estatística, descritiva buscando as medidas de tendência central e da ocorrência de variabilidade;

b) utilizou-se a metodologia estatística recomendada para análise de controle de qualidade. Assim, foram obtidas as cartas de controle por amplitude e suas variáveis; e

c) os dados também foram processados com base nos métodos utilizados em geoestatística, com a finalidade de verificar a ocorrência de dependência espacial para fins de uso ou não da interpolação na geração de mapas representativos da ocorrência de dados no campo.

No processamento dos dados, empregou-se o Programa MS-Excel e o suplemento WinStat para Excel, que confeccionou as cartas de controle.

Por meio de um sistema de informação geográfica, programa IDRISI 32, foi construído um banco de dados codificados espacialmente. Posteriormente, por meio de vetorização e interpolação dos dados, segundo as classes de rotação do motor, foi elaborado o mapa temático mostrando a distribuição espacial dos valores de rotação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Quadro 1 estão apresentadas as medidas de tendência central (média, moda e mediana) bem próximas, indicando uma concentração dos dados em torno da média, o que pode ser comprovado pelos altos coeficientes da curtose e assimetria como os resultados mostram baixa variabilidade, houve grande uniformidade operacional ao longo do trabalho, o que pode ser comprovado por análise da distribuição de freqüência.

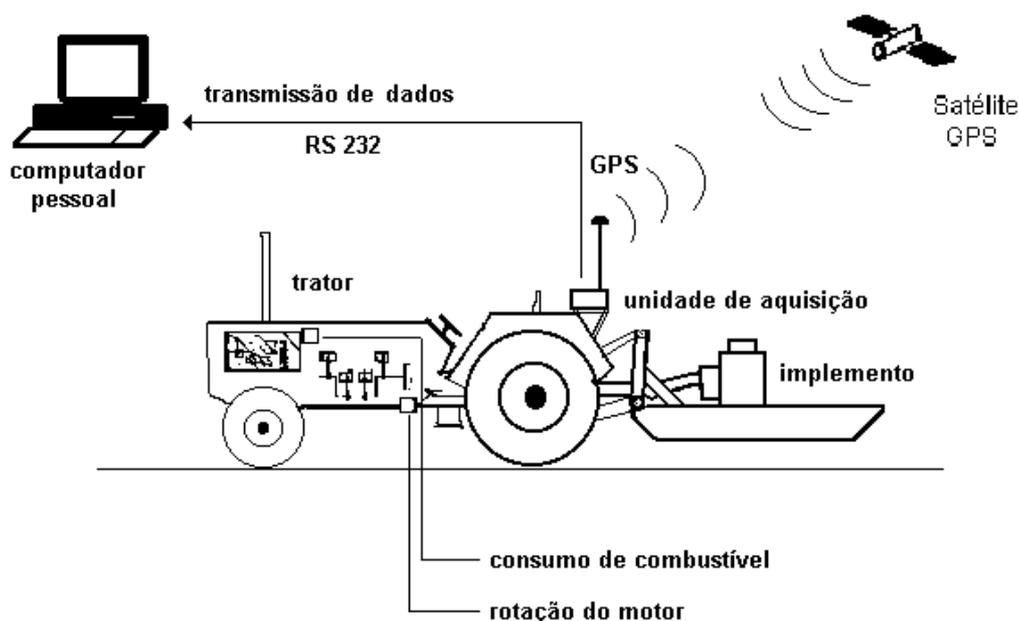


Figura 1. Diagrama geral do sistema automático de aquisição de dados utilizados

Quadro 1. Parâmetros para análise estatística descritiva dos dados

| ROTAÇÃO DO MOTOR | (min ⁻¹) |
|----------------------------|----------------------|
| Média | 1719,92 |
| Erro padrão | 21,83 |
| Mediana | 1759,00 |
| Moda | 1740,00 |
| Desvio padrão | 192,75 |
| Variância da amostra | 37154,23 |
| Curtose | 15,28 |
| Assimetria | -4,04 |
| Intervalo | 1029,00 |
| Mínimo | 847,00 |
| Máximo | 1876,00 |
| Soma | 134154,00 |
| Contagem | 78 |
| Nível de confiança (95,0%) | 43,46 |

Na Figura 2, a carta de controle mostra, claramente, um início de operação com baixa rotação do motor apresentando valores (dois pontos) abaixo da linha do controle estatístico. Em seguida, ocorreu tendência de aumento e, posteriormente, estabilização acima da média, isto é, de 1719 min⁻¹, ao longo da linha de amostragem.

Na Figura 3, nota-se a presença de dois pontos de amostra com características

especiais, pois, estão acima do limite de controle. Segundo Milan (2004), causas especiais são consideradas ocasionais e não fazem parte da variação normal do processo.

A partir do processamento dos dados, por meio de sistema de informação geográfica, foi gerada a Figura 4, que mostra a distribuição espacial dos valores da rotação do motor.

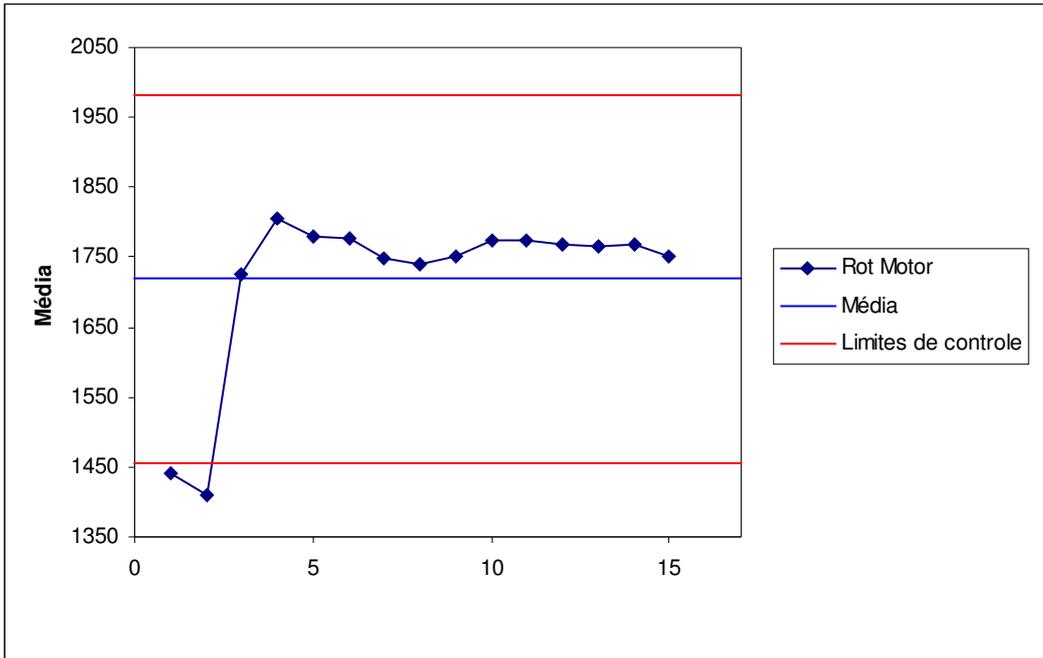


Figura 2. Carta de controle por média para dados de rotação do motor

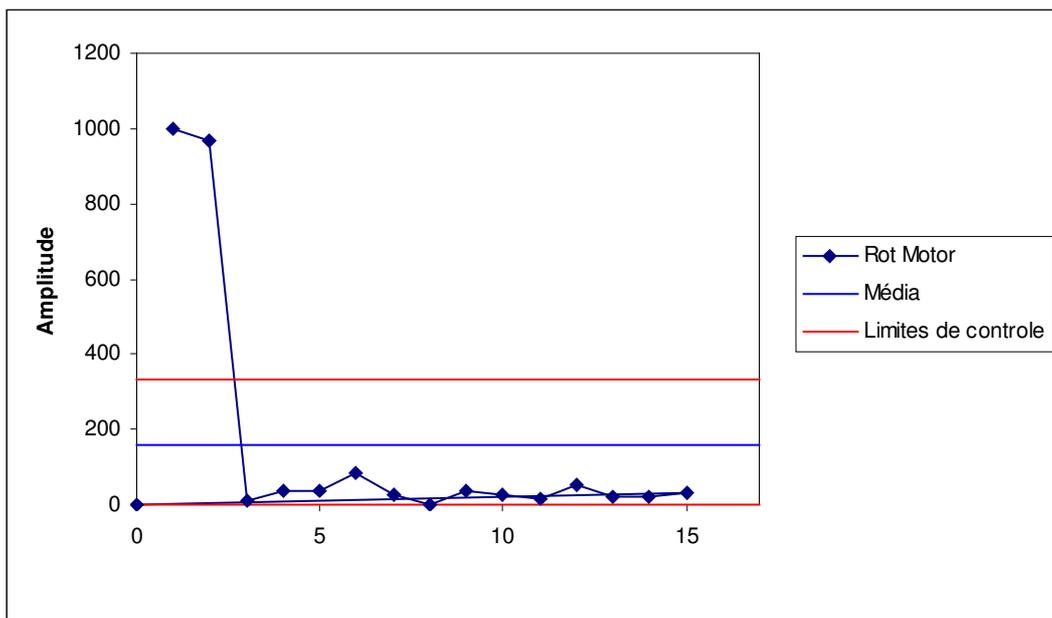


Figura 3. Carta de controle de amplitude para dados de rotação do motor

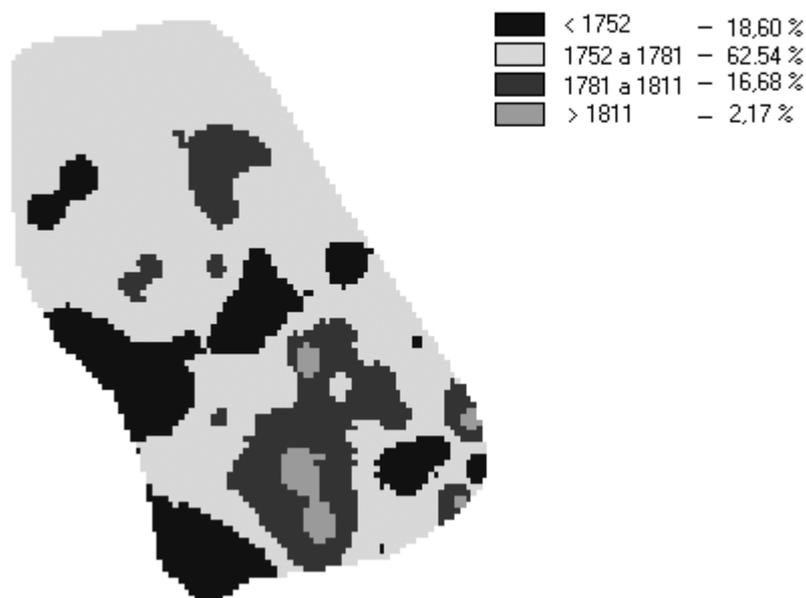


Figura 4. Distribuição espacial da rotação do motor

A investigação das causas que influenciaram a variação espacial da rotação do motor no trabalho com a roçadora pode resultar na descoberta de fatores que influenciaram, pontualmente no talhão, o desempenho do conjunto trator/roçadora, permitindo, em determinados casos, a adoção de medidas visando melhorar o desempenho da operação. Caso se considere como ideal a rotação de 1760 min⁻¹, (área cinza clara), seria necessário pesquisar nas áreas cinza, cinza escura e preta do talhão, a fim de estudar os fatores, que ocasionaram as variações na rotação do motor do trator.

- O sistema mostrou-se eficiente quanto à compatibilidade na aquisição de dados de posição geográfica (GPS) e rotação do motor;

- Foram obtidos os seguintes dados: média de 1.719,92 min⁻¹; desvio padrão de 192,75 min⁻¹; valor mínimo de 847 min⁻¹; e valor máximo de 1786 min⁻¹;

- O mapeamento dos dados possibilitou a espacialização de 18% de dados com valores até 1752 min⁻¹, 62,54% dos dados de valores cuja rotação variou entre 1752 a 1781 min⁻¹, 16,68% dos dados entre 1781 a 1811 e 2,17% de dados maiores que 1811 min⁻¹.

CONCLUSÕES

- A utilização do sistema de coletas automático de dados possibilitou a aplicação da tecnologia SIG para mapear o desempenho do motor do trator em trabalho de roçado;

- A aquisição automática de dados permitiu a obtenção de dados numa frequência de registros, com amostragem que pode ser considerada excelente para a análise operacional do motor baseada em estatística descritiva, nos métodos estatísticos para controle de qualidade e na geoestatística;

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, E.M. **Roçadora: desempenho em função da variação da velocidade de deslocamento e da rotação do rotor.** Faculdade de Ciências Agrônomicas, UNESP - Botucatu, 1996. 126p. (Tese de Doutorado)

BARBOZA, J.P. **Estudo de transmissões em roçadoras com e sem defletor.** Faculdade de Ciências Agrônomicas, UNESP. Botucatu, 2000. 76p. (Dissertação de Mestrado).

- CASTELLI, G. & MAZZETTO, F. Automatic system for monitoring and recording farm field activities. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 4^o., 1996, Cancun, Mexico, **Anais...** Cancun, 1996. p.548-556.
- GRISSE. R.D.; JASA, P.J.; ROLOFSON. D. Analysis of traffic patterns and yield monitor data for field efficiency determination. **Applied Engineering in Agriculture**, v.18, n.2, p.171-178, 2002.
- MAZZETTO, F. L'acquisizione dei datti aziendali in tempo reale. **Genio Rurale**, v.12, n.1, 1996. p.20-30.
- MAZZETTO, F. LANDONIO, S. Hardware and software developments applied to a system for the automatic organization of computerized notebooks. In EUROPEAN CONFERENCE ON PRECISION AGRICULTURE, 2^o., 1999, **Anais...** Odense: SCI Agricultural and Environment Group, 1999. v.1, p.53-54.
- MILAN, M. Controle de qualidade em operações agrícolas. In: CÂMARA, G.M.S. **Soja: tecnologia de produção**. Piracicaba: ESALQ – Depto. de Agricultura, 1998. p.113-120.
- MILAN, M. **Gestão sistêmica e planejamento de máquinas agrícolas**. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – USP - Piracicaba – 2004, 100p. Texto (Livre-Docência)
- MOLIN J.P. **Contribuições a agricultura de precisão no Brasil**. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – USP – Piracicaba – 2005, 110p. Texto (Livre-Docência)
- PECHE FILHO, A.; SILVA. L.C.; BÉN, J.C.; NAGAOKA, A.K. Avaliação da qualidade de subsolagem com base em medidas de profundidade na reformulação de lavoura de cana de açúcar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 30^o., 2002, Salvador, **Anais...** Salvador: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2002, 1 CD-Rom.
- SILVEIRA, G.M. & KURACHI, S.A.H. **Métodos de cultivo em cafezal e a estrutura do solo**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1981. 9p. (Boletim Técnico 70)
- SILVEIRA, G.M. Sistema informativo de operação em campo, baseado na aquisição automática de dados. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.5, n.2, 2001; p.365-368,
- SILVEIRA, G.M. & BERNARDI, J.A.; Estudo do consumo de energia por órgãos ativos de roçadora. **Bragantia**, Campinas – SP. v.60, n.3, p.245-252, 2001.
- SILVEIRA, G.M., SOTRINO, M., PECHE FILHO, A., YANAI, K., BERNARDI, J.A. Sistema de aquisição automática de dados para o gerenciamento da mecanização agrícola e agricultura de precisão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMATICA, 4^o., 2003, Porto Seguro, **Anais...** Porto Seguro, Sociedade Brasileira de Informática Aplicada a Agropecuária e Agroindústria, 2003. v.1, p.1-5.
- STORINO, M.; PIROT, R.; TISSEYRE, B.; SEVILA, F. Performance du tracteur comme indicateur de l'état du sol en agriculture de précision: première approach en riziculture camarguaise. In: AGRICULTURE DE PRECISION: AVANCÉES DE LA RECHERCHE TECHNOLOGIQUE ET INDUSTRIELLE, 1^o., 2000, Dijon. **Anais...** Dijon, Cemagref-ENESAD, 2000. v.1, p. 103-115.
- THOMAZIELLO, R.A.; OLIVEIRA, E.G.; TOLEDO FILHO, J.A; COSTA, T.E. In: **Manual Técnico das Culturas**, Tomo 1; CATI; 2^aedição; Campinas; 1997. 581p.
- YULE, I.J.; KOHNEN, G.; NOWAK, M. In field mapping of tractor performance. In: EUROPEAN CONFERENCE ON PRECISION AGRICULTURE, 2^o., 1999, Odense. **Anais...** Odense: SCI Agriculture and Environment Group, 1999. v.1, p.66-67.