

## DESENVOLVIMENTO DE UM PROGRAMA COMPUTACIONAL PARA PROCESSAMENTO DE DADOS DE FORÇA DE MOBILIZAÇÃO DO SOLO UTILIZANDO A FUNÇÃO AREF

COMPUTER PROGRAM DEVELOPMENT FOR DATA PROCESSING OF FORCE MOBILIZATION SOIL USING THE AREF FUNCTION

Gustavo Kimura Montanha<sup>1</sup> Saulo Philipe Sebastião Guerra<sup>2</sup> Kenshi Sakai<sup>3</sup>,  
Fernando Henrique Campos<sup>4</sup> João Ricardo Favani<sup>5</sup>

### RESUMO

A tecnologia da informação tornou-se primordial para o melhor gerenciamento e competitividade das organizações. O setor agrícola, recentemente, tem se destacado na busca de ferramentas como programas computacionais, sistemas de informações geográficas, sistemas eletrônicos de coleta de dados, sistemas de navegação por satélites, entre outros. Aliados a essas tecnologias, novos modelos de análise de dados temporais baseados na teoria do caos surgem para dar suporte à análise da dinâmica não-linear de operações de mobilização do solo, tais como escarificação e subsolagem. Essas operações requerem elevada demanda energética e, conseqüentemente, altos custos operacionais para o produtor rural, com isso, faz-se necessário melhor avaliação e entendimento da dinâmica dessas operações. O objetivo do trabalho foi desenvolver um programa computacional capaz de processar os dados de forças de mobilização do solo utilizando a análise de dados temporais AREF (Autoregressive Error Distribution Function). Utilizou-se para o desenvolvimento do programa computacional a linguagem VBA (Visual Basic for Applications) incorporada em todos os programas do Microsoft Office. O programa computacional desenvolvido permitiu a criação de gráficos onde foi possível identificar padrões de linearidade nas forças de mobilização do solo bem como identificar os parâmetros da função AREF de  $\alpha$  (intercepto do eixo y) e  $\beta$  (inclinação da curva) que posteriormente puderam ser analisados estatisticamente. O programa computacional apresentou uma interface de simples operacionalidade, podendo ser utilizado por profissionais do setor agrícola com conhecimento básico de informática.

**Palavras-chave:** Informática aplicada, dinâmica não-linear, mecanização agrícola.

<sup>1</sup> Professor da Faculdade de Tecnologia de Botucatu. Av. José Ítalo Bacchi, s/n – Jd. Aeroporto – Botucatu/SP, 18606-851. E-mail: gmontanha@fatecbt.edu.br

<sup>2</sup> Professor da Faculdade de Ciências Agronômicas FCA-UNESP, Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial, R. Dr. José Barbosa de Barros, 1780 CEP 18.610-307, Botucatu/SP, ssguerra@fca.unesp.br;

<sup>3</sup> Professor da Tokyo University of Agriculture and Technology TUAT, Department of Environmental and Agricultural Engineering, 3-8-1 Harumi-cho, Fuchu-shi, Tokyo 183-8538, kensakai@cc.tuat.ac.jp

<sup>4</sup> Professor das Faculdades Integradas de Bauru. Rua José Santiago, Q.15, Jardim Ferraz, Bauru/SP, 17.056-100. E-mail: fernandohenriquecampos@live.com

<sup>5</sup> Professor da Faculdade de Tecnologia de Botucatu. Av. José Ítalo Bacchi, s/n – Jd. Aeroporto – Botucatu/SP, 18606-851. E-mail: rickfavan@gmail.com

### ABSTRACT

Information technology has become essential for a better management and competitiveness of organizations. Recently, the agricultural sector has excelled in the search for tools such as computer programs, geographic information systems, electronic data collecting systems, satellite navigation systems, among others. Along with these technologies, new models of temporal data analysis based on chaos theory came to support the nonlinear dynamic analysis of tillage operations such as chiseling and sub-soiling. These operations demand high energy and consequently higher operating costs for farmers. Therefore, it is necessary a better evaluation and understanding of these operation dynamics. The objective of this work was to develop a computer program for processing soil mobilization force datum using temporal data analysis AREF (Autoregressive Error Distribution Function). For development of the computer program it was used the VBA (Visual Basic for Applications) language included into all Microsoft Office programs. Computer program enables charting, what permitted the identification of linear patterns in tillage forces as well as identify the parameters of AREF function  $\alpha$  (y-axis intercept) and  $\beta$  (slope of the curve) which could subsequently be statistically analyzed. It was observed that the computer program has a simple interface for operation and can be used by agriculture professionals with basic computer knowledge.

**Keywords:** Applied Computing, nonlinear dynamics, agricultural mechanization.

## 1 INTRODUÇÃO

No final da década de 80, intensificaram-se pesquisas no desenvolvimento de ferramentas visando à modernização de processos e equipamentos agrícolas. Tecnologias como programas computacionais, sistemas de navegação por satélite (GNSS), sistemas de informações geográficas (SIG) e sistemas eletrônicos de aquisição de dados foram introduzidas nas atividades de campo a fim de oferecer suporte necessário ao melhor entendimento e uso de processos mecanizados na agricultura.

Mantovani et al. (1998) denotam que, nos Estados Unidos e na Europa, pode-se notar uma intensa modificação no meio rural, fruto do uso de tecnologias, visando aumentar a capacidade de trabalho da propriedade e a precisão dos equipamentos, objetivando a racionalização dos recursos naturais. Isto tem sido possível graças ao uso de automação, instrumentação e ferramentas de suporte a decisão.

Guerra (2006) cita que a grande tendência da introdução do uso da eletrônica e informática no meio rural tornou-se um fato que iniciou uma grande modificação nas propriedades agrícolas onde muitos sistemas de aquisição de dados foram e ainda estão sendo desenvolvidos para cada área específica com a finalidade de obter cada vez mais eficácia na coleta de dados.

De acordo com Machado et al. (2002), a gestão da informática se destacou como uma ferramenta indispensável na gerência dos processos administrativos, em que tomadas de decisão, rápidas e seguras, representam condição básica para o sucesso das atividades. Com o rápido desenvolvimento da informática, associados às sensíveis reduções de custos de seus produtos e serviços aumentaram a possibilidade dos computadores ajudarem o empreendedor rural na organização, por meio do armazenamento e processamento das informações. No período de introdução da informática nos empreendimentos rurais, a maior barreira ao crescimento dessa tecnologia estava na falta de programas e soluções específicas.

Montanha (2010) desenvolveu algoritmos para o processamento de dados coletados por sensores de fluxo e células de carga, utilizando a ferramenta de programação *CRBasic* para o programa computacional *Datalogger Support Software* da fabricante *Campbell Scientific*. O programa computacional foi utilizado junto ao sistema eletrônico de aquisição de dados PC400 1.5 e apresentou maior velocidade no processamento dos dados coletados pelos sensores.

Campos (2009) desenvolveu um programa computacional denominado “Aplicativo para Ensaio de Tração – AET”, utilizando a linguagem de programação *Microsoft Visual Basic 6*. O programa foi destinado à aquisição, processamento e armazenamento dos dados provenientes do ensaio de tração de tratores e apresentou economia de tempo para o usuário ao gerar automaticamente os relatórios de ensaio na barra de tração.

Montanha et al. (2009) desenvolveram um programa computacional, utilizando a linguagem de programação VBA (*Visual Basic for Applications*) para realizar o processamento de dados coletados por sensores *Crop Circle ACS-470* e sistema de aquisição de dados *GeoScout GIS GLS 400*. A utilização do programa computacional melhorou o tempo de processamento de dados e reduziu os erros operacionais causados pelos usuários.

Aliadas à informática, novas metodologias de análise de dados baseadas na teoria do caos surgem como ferramenta para investigação e descrição de sistemas não lineares e complexos presentes em operações na agricultura, proporcionando inúmeras discussões e pesquisas na busca de novas alternativas para análise de dados experimentais em séries temporais.

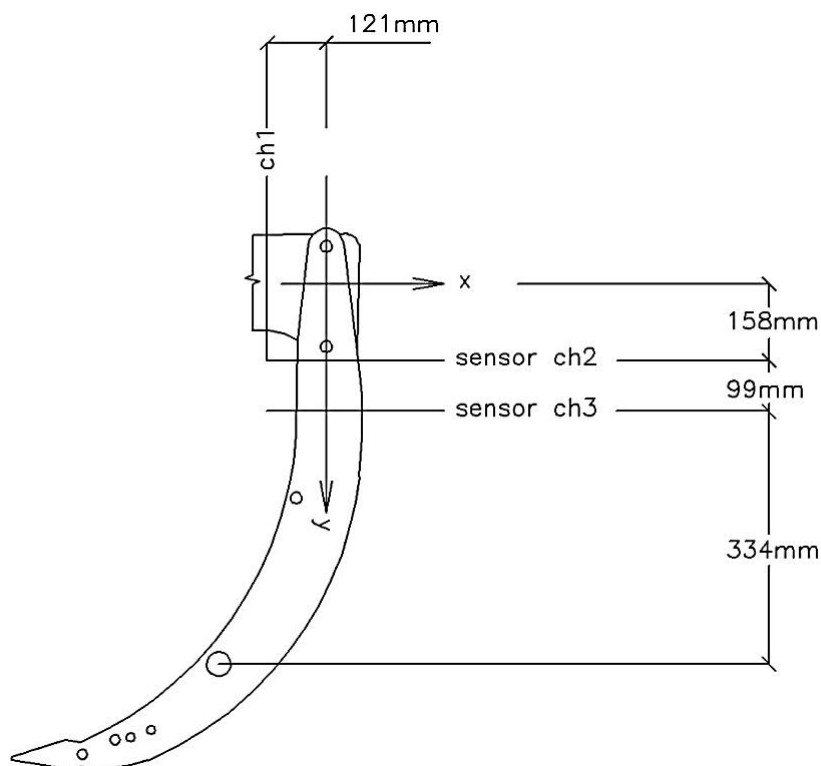
A crescente evolução na capacidade de processamento dos microcomputadores e o surgimento de novas linguagens de programação possibilitaram a utilização e o desenvolvimento de programas computacionais capazes de realizar tais análises e colocar em prática conceitos que anteriormente eram inviabilizados pela falta de tecnologias da informação.

O objetivo do trabalho foi desenvolver um programa computacional capaz de processar os dados de forças de mobilização do solo utilizando a análise de dados temporais AREF (*Autoregressive Error Distribution Function*).

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

Para mensurar os dados de força, foi utilizado um equipamento agrícola de mobilização do solo denominado *plowsoiler* que consistiu de uma plataforma metálica montada junto ao sistema hidráulico de três pontos do trator agrícola. Foram utilizados três extensômetros elétricos de resistência (*strain gages*) modelo *Kyowa KFG-5-350-C1* instalados na haste do equipamento denominados sensor ch1, ch2 e ch3 (Figura 1).

Figura 1 – Instalação dos extensômetros elétricos de resistência na haste

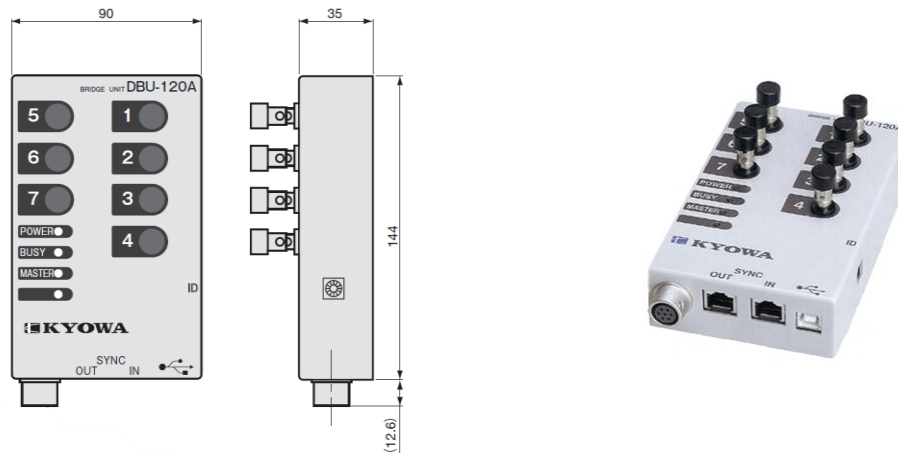


Para a coleta dos dados gerados pelos sensores, foram utilizados três sistemas eletrônicos de aquisição de dados modelo *Kyowa* DBU-120, descritos na Tabela 1 e ilustrados na Figura 2, com frequência de coleta de 100 Hz.

Tabela 1 – Especificações do sistema eletrônico de aquisição de dados

Descrição	Características
Marca	Kyowa
Modelo	DBU-120
Dimensões	144 x 90 x 35 mm
Massa	350 g
Resistência	120 $\Omega$ a 1 k $\Omega$
Alimentação	10 V <sub>DC</sub>
Frequência de coleta	1 Hz a 20 kHz

Figura 2 – Sistema eletrônico de aquisição de dados DBU-120



Um computador industrial da marca Panasonic, apropriado para realização de trabalhos de campo, foi instrumentado junto ao trator agrícola e utilizado para coletar e armazenar os dados em tempo real durante os ensaios. As principais características do computador industrial são descritas na Tabela 2 e ilustradas na Figura 3.

Tabela 2 – Especificações do computador industrial

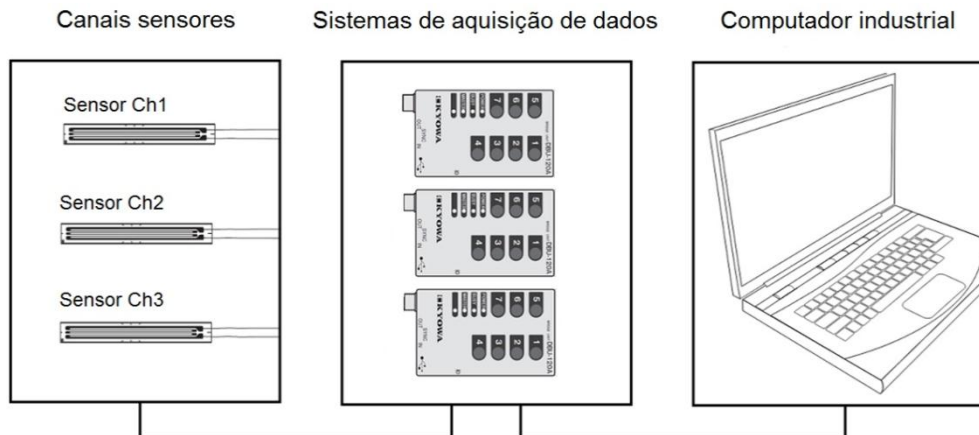
Descrição	Características
Modelo	Toughbook 30
Dimensões (mm)	290 x 300 x 70
Massa (kg)	3,8
Processador	Intel® Core™ 2 vPro™ technology SL9300
Armazenamento	160 GB
Memória	2048 MB SDRAM

Figura 3 – Sistema eletrônico de aquisição de dados DBU-120



Os três sistemas eletrônicos de aquisição, após realizarem a coleta, transferiram os dados em tempo real para o computador industrial por meio de canais de comunicação USB, conforme ilustrado na Figura 4.

Figura 4 – Fluxo de aquisição de dados dos sensores para o computador industrial.



Para o processamento dos dados, foi utilizada a função AREF que, segundo Sakai (2009), pode quantificar a complexidade da variabilidade de padrões de força de mobilização do solo identificados pelos sensores instalados na haste do equipamento. A função pode ser descrita como a relação de  $\log [\sigma(\tau)]$  e  $\log [\tau]$  onde a diferença temporal que separa os dados  $\delta (t, \tau)$  é descrita pela Equação 1:

$$\delta (t, \tau) = X(t + \tau) - X(t) \quad (1)$$

onde:

$$\tau = k\Delta t$$

$$k = (1,2,3, \dots, N)$$

$$t = (1,2,3, \dots, N)$$

$$\Delta t = \text{intervalo de coleta (100 Hz)}$$

$$X = \text{dado de força (Nm)}$$

A Equação 2 descreve as variações do desvio padrão  $\sigma(\tau)$  utilizadas para encontrar os parâmetros da função (SAKAI, 2009):

$$\sigma(\tau) = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^N [\delta(t, \tau) - \mu(\tau)]^2}{N}}$$

(2)

onde:

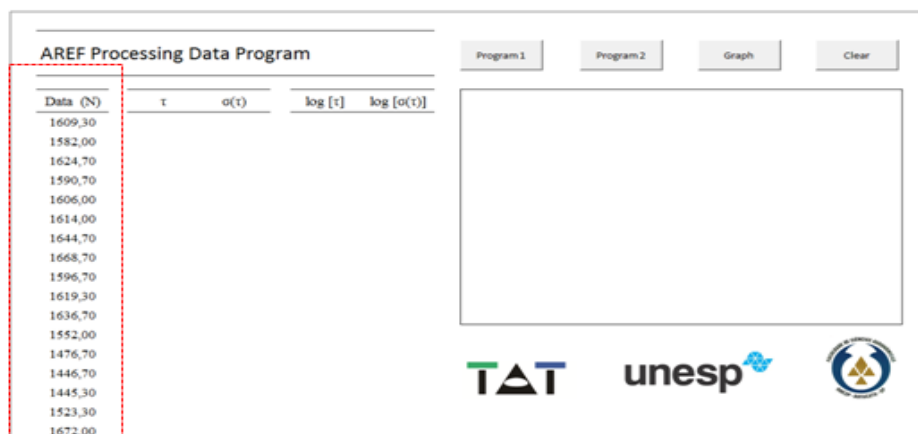
$$\mu(\tau) = \frac{\sum_{t=1}^N \delta(t, \tau)}{N}$$

Para realizar o processamento dos dados pela função AREF, foi desenvolvido um programa computacional específico em linguagem de programação *Visual Basic for Applications* (VBA) da empresa *Microsoft*.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tela operacional do programa apresentou as colunas “Data (N)”, “ $\tau$ ”, “ $\sigma(\tau)$ ”, “log [ $\tau$ ]” e “[ $\sigma(\tau)$ ]”; e os botões “Program 1”, “Program 2”, “Graph” e “Clear”. Para cada tratamento realizado, foram copiados os dados brutos de força gerados pelos sensores e posteriormente colados na coluna “Data (N)” do programa (Figura 5). O trabalho foi constituído por nove tratamentos com três repetições para cada tratamento totalizando vinte e sete parcelas experimentais. Para cada tratamento, foram coletados 12000 dados brutos.

Figura 5 – Inserção dos dados brutos no programa computacional

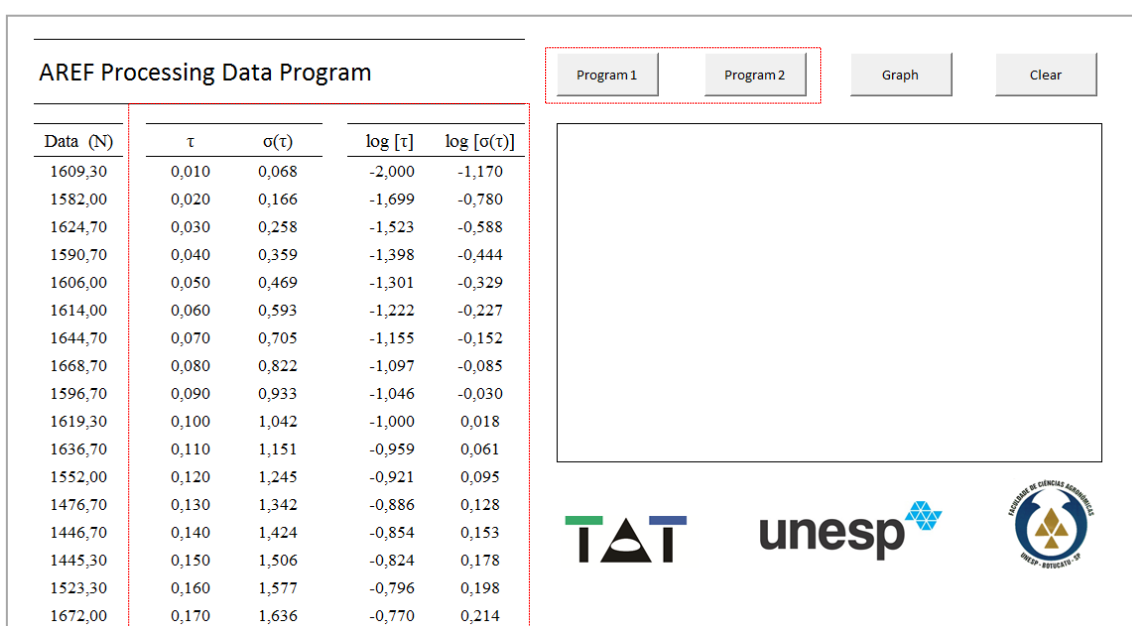




Após a inserção dos dados, os botões “Program 1” e “Program 2”, executaram algoritmos desenvolvidos em linguagem VBA armazenados em macros do *Microsoft Excel 2010*.

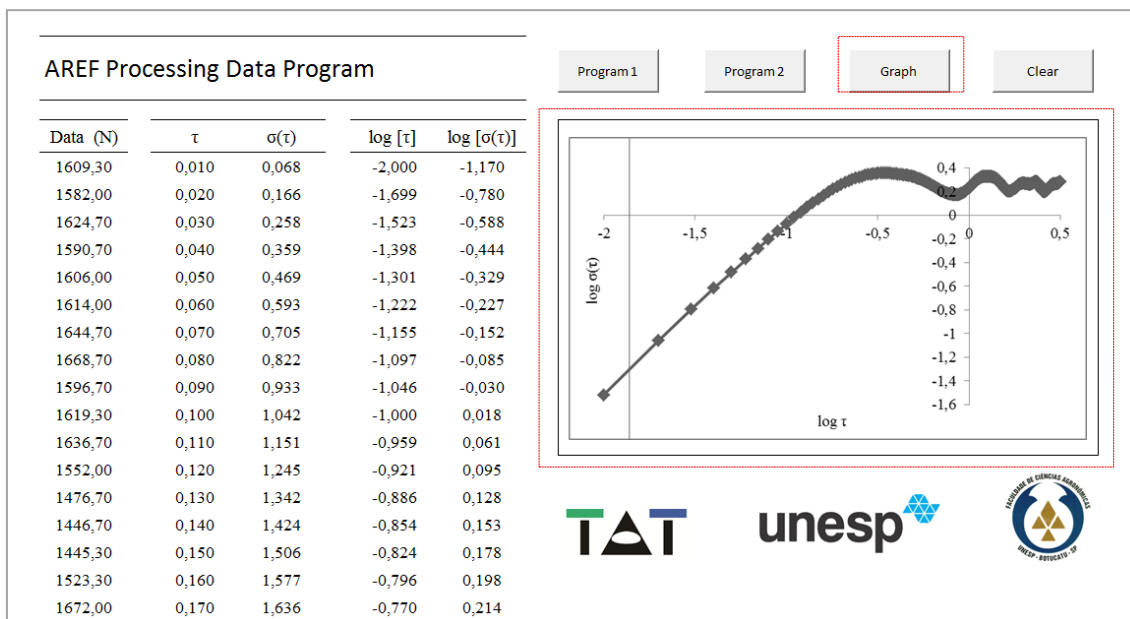
O algoritmo do botão “Program 1” gerou os resultados apresentados nas colunas “ $\tau$ ” e “ $\sigma(\tau)$ ” e o algoritmo do botão “Program 2” gerou os resultados apresentados nas colunas “ $\log [\tau]$ ” e “ $[\sigma(\tau)]$ ” (Figura 6), de acordo, respectivamente, com as equações 1 e 2 (SAKAI, 2009).

Figura 6 – Geração dos resultados do processamento dos dados da função AREF



Após a geração dos resultados nas colunas “ $\tau$ ” e “ $\sigma(\tau)$ ” e “ $\log [\tau]$ ” e “ $[\sigma(\tau)]$ ”, utilizou-se o botão “Graph” para a elaboração de gráficos, conforme ilustrado na Figura 7. A partir da criação dos gráficos, foi possível identificar padrões de linearidade nos resultados obtidos e extrair os parâmetros da função AREF de  $\alpha$  (intercepto do eixo y) e  $\beta$  (inclinação da curva) com auxílio de outros programas computacionais.

Figura 7 – Geração do gráfico da função pelo programa computacional



#### 4 CONCLUSÃO

O programa computacional apresentou boa usabilidade no processamento de dados experimentais temporais não-lineares, utilizando a função AREF para operações de mobilização do solo.

A interface simples e intuitiva permitiu a utilização do programa computacional por profissionais da área de ciências agrárias com conhecimentos básicos de informática.

#### REFERÊNCIAS

CAMPOS, F. H. **Desenvolvimento de um programa computacional destinado à unidade móvel de ensaio na barra de tração (UMEB) para a avaliação do desempenho de tratores.** 2009. 81 f. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura)-Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2009.

GUERRA, S. P. S. **Desenvolvimento de um sistema informatizado de menor custo para aquisição e armazenamento de dados de sensores analógicos e receptor GPS.** 2006. 91 f. Tese (Doutorado em e Energia na Agricultura) Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2006.

MACHADO, J. G. C. F.; NANTES, J. F. D.; ROCHA, E. C. O processo de informatização das propriedades rurais: um estudo de multicaso na pecuária de corte. **Revista Brasileira de Agroinformática**, Viçosa, MG, v. 4, n. 1, p. 28-46, 2002.

MANTOVANI, E. C., QUEIROZ, D. M., DIAS, G. P. Máquinas e operações utilizadas na agricultura de precisão. In: SILVA, F. M. **Mecanização e agricultura de precisão**. Poços de Caldas: SBEA, p.109-157. 1998.

MONTANHA, G. K., GUERRA, S. P. S., ANDRADE, S. P., HEUN, J. Desenvolvimento de uma planilha eletrônica para processamento de dados adquiridos por sensores ópticos na agricultura de precisão In: 7º CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROINFORMÁTICA, 2009, Viçosa. SBI Agro 2009 : **Anais 7º Congresso Brasileiro de Agroinformática**, 2009.

SAKAI, K. Nonlinear Dynamics in Tillage Studies. In: UPADHYAYA, S. K. **Advances in Soil Dynamics Volume 3**, ASABE, St. Joseph, 2009. v.3, n. 4, 378-398.