

**APLICATIVO PARA AQUISIÇÃO, PROCESSAMENTO E ARMAZENAMENTO DE  
DADOS DE RECEPTORES GNSS E SENSORES ANALÓGICOS**

**SOFTWARE FOR DATA ACQUISITION, PROCESSING AND STORAGE OF GNSS  
RECEIVERS AND ANALOGICAL SENSORS**

FERNANDO HENRIQUE CAMPOS<sup>1</sup>  
CARLOS ROBERTO PEREIRA PADOVANI<sup>2</sup>  
INDIAMARA MARASCA<sup>3</sup>  
SAULO PHILIPPE SEBASTIÃO GUERRA<sup>4</sup>  
KLÉBER PEREIRA LANÇAS<sup>5</sup>

Recebido em Fevereiro de 2013. Aceito em Abril de 2013.

---

<sup>1</sup> Doutorando em Agronomia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agronômicas, Energia na Agricultura, 014-38157165, [fhcampos@fca.unesp.br](mailto:fhcampos@fca.unesp.br)

<sup>2</sup> Professor, Faculdade de Tecnologia de Botucatu, [cpadovani@fatecbt.edu.br](mailto:cpadovani@fatecbt.edu.br)

<sup>3</sup> Doutoranda em Agronomia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agronômicas, Energia na Agricultura, 014-38157165, [marasca@fca.unesp.br](mailto:marasca@fca.unesp.br)

<sup>4</sup> Professor, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agronômicas, Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial, 014-38157165, [ssguerra@fca.unesp.br](mailto:ssguerra@fca.unesp.br)

<sup>5</sup> Professor, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agronômicas, Departamento Engenharia Rural, 014-38157165, [kplancas@fca.unesp.br](mailto:kplancas@fca.unesp.br)

# **APLICATIVO PARA AQUISIÇÃO, PROCESSAMENTO E ARMAZENAMENTO DE DADOS DE RECEPTORES GNSS E SENSORES ANALÓGICOS**

## **RESUMO**

A tecnologia na área de informática oferece benefícios a diversos ramos de atividade, sendo um deles a agricultura de precisão. A agricultura de precisão pode ser definida como a utilização de tecnologias com o objetivo de reduzir perdas na produção agroflorestal, aumentar o retorno econômico do meio rural e reduzir os impactos ambientais. Nesse contexto, a informática entre outras vantagens, possibilita a aquisição, processamento e o armazenamento informatizado dos dados obtidos no campo. O registro automático de dados proporciona a eliminação de erros humanos de leitura e digitação, redução de perda de dados, combate à falta de sincronismo nas leituras entre vários instrumentos, além de garantir diferentes frequências de leitura assegurando a integridade dos dados. O presente trabalho objetivou o desenvolvimento de um software dedicado a UMAS (Unidade Móvel de Amostragem do Solo) cujas principais funções são realizar a aquisição, processamento e armazenamento dos dados provenientes de sensores analógicos (célula de carga e potenciômetro) e receptores GNSS. O aplicativo foi denominado “PROCOLD” – Programa de Coleta de Dados. Para seu desenvolvimento, foi utilizada a linguagem de programação – Microsoft Visual Basic 2010. Os resultados mostraram que o “PROCOLD” realizou com sucesso a aquisição, processamento e armazenamento dos dados simultâneos de até quatro receptores GNSS independentes e dos sensores analógicos no mesmo instante. O “PROCOLD” gerou informações confiáveis para a elaboração de relatórios, além disso, os dados obtidos através dos receptores GNSS, após processados e armazenados pelo “PROCOLD” puderam ser facilmente aplicados na elaboração de mapas temáticos georreferenciados.

**PALAVRAS-CHAVE:** Agricultura de precisão. Visual Basic. Software.

## **SOFTWARE FOR DATA ACQUISITION, PROCESSING AND STORAGE OF GNSS RECEIVERS AND ANALOGICAL SENSORS**

### **ABSTRACT**

The informatics technology provides benefits to various branches of activity, being one of them the precision agriculture. Precision Agriculture can be defined as the union of technologies that aim to reduce agroforestry production losses, increase rural economic return and reduce environmental impacts. In this context informatics technology among other advantages, allows the acquisition, processing and storage of data obtained in the field. The automatic data logging helps in the elimination of human error in reading and typing, reduction data loss, combating lack of synchronism between the readings various instruments, besides guaranteeing different frequencies reading ensuring data integrity. This study aimed to develop a software dedicated to UMAS (Mobile Unit Soil Sampling) whose main functions are to accomplish acquisition, processing and storage of data from analog sensors (load cell and potentiometer) and GNSS receivers. The application was called "PROCOLD" (Data Collection Program). For its development was used programming language - Microsoft Visual Basic 2010. The results showed that the "PROCOLD" successfully performed data: acquisition, processing and storing from up to four GNSS receivers simultaneously and of the analog sensors at the same time. The "PROCOLD" generated reliable information for the preparation of reports, and addition, the data obtained by the GNSS receivers, after processed and stored by the "PROCOLD" could be easily applied in the preparation of thematic maps georeferenced.

**KEYWORDS:** Precision Agriculture. Visual Basic. Application.

## **1 INTRODUÇÃO**

Atualmente, quando são discutidas técnicas modernas de gerenciamento voltadas para agricultura, é necessário relacionar a agricultura de precisão. Contudo a agricultura de precisão não é uma técnica atual. Ela teve seu início na década de 30 e passou a ser explorada com mais precisão e menores custos, no final da década de 70, com a criação do Sistema de Posicionamento Global (GPS) que teve como principal objetivo superar as limitações dos sistemas de navegação anteriores.

O uso comensurável desta tecnologia como ferramenta de acompanhamento, permite verificar fatores limitantes da produção dando auxílio ao processo de tomada de decisão, na aplicação de insumos, no cultivo de diferentes culturas e também permitindo a identificação de áreas de cultivo, visando à maximização da produtividade e a minimização dos impactos ambientais.

Analisando estes fatores, verifica-se o gravame contínuo da inovação tecnológica para esse fim, sempre buscando o aperfeiçoamento da agricultura de precisão e criando equipamentos cada vez menores, portáteis, com maior capacidade de processamento e armazenamento e também trabalhar para que sua interface fique cada vez mais simples para a melhor inteligibilidade do usuário.

Tendo em vista essa necessidade ilimitada de inovação de tecnologia para agricultura, esse trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de um aplicativo destinado a registrar dados de sensores analógicos e receptores GNSS.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Agricultura de precisão**

Na agricultura tradicional, as áreas são consideradas homogêneas. Nessas áreas, a necessidade média de utilização dos insumos promove o uso de doses iguais de fertilizantes, desconsiderando a variabilidade espaço-temporal. Como consequência, ocorre o desbalanço na utilização de insumos e defensivos comprometendo o rendimento das lavouras e tornando alto o custo de produção além de causar na área um maior impacto ambiental (MACHADO et al., 2007).

Segundo Motomiya et al. (2011), a agricultura de precisão é uma estratégia de manejo de solo e de culturas que possibilita aos produtores a identificação de variabilidades de determinadas áreas, dessa maneira, é possível realizar a otimização da aplicação de insumos obtendo como possível consequência o aumento da produtividade e a preservação ambiental .

A agricultura de precisão também pode ser definida como um elenco de tecnologias e procedimentos utilizados para que os sistemas de produção agrícolas sejam otimizados, tendo como elemento chave, o gerenciamento da variabilidade espacial da produção e os fatores a ela relacionados, sendo na verdade um sistema de gestão ou gerenciamento (MOLIN, 2000).

## **2.2 Sistemas de Navegação Global por Satélites (GNSS)**

Segundo Rodrigues et al. (2009), Sistema Global de Navegação por Satélite (GNSS – Global Navigation Satellite System) é o nome genérico utilizado para nomear sistemas de navegação por satélite que possibilitam a determinação do posicionamento em qualquer ponto do globo terrestre.

Por intermédio de uma constelação de satélites, torna-se possível identificar com precisão uma determinada localização (latitude, longitude e altitude). A constelação de satélites é a responsável por enviar sinais de rádio que possibilitem a realização desta orientação (RODRIGUES et al., 2009).

Segundo Monico (2008), atualmente existem quatro sistemas GNSS em operação: GPS (Sistema de Posicionamento Global) de propriedade do governo dos Estados Unidos, GLONASS (Sistema de Navegação Global por Satélite) de propriedade do governo da Rússia, GALILEO (nome dado em homenagem ao astrônomo italiano Galileu Galilei) de propriedade da União Europeia e o COMPASS (sem significado específico) de propriedade do governo da China.

Segundo Schönemann et al. (2011), em um futuro próximo, caso haja a integração entre os diversos sistemas de posicionamento por satélite disponíveis, será possível obter um posicionamento mais acurado devido principalmente à grande quantidade de dados.

## **2.3 Sistema de aquisição de dados**

Segundo Garcia et al. (2003), a aquisição de dados é uma atividade em todo tipo de tecnologia e ciência. O objetivo de um sistema de aquisição de dados é apresentar ao observador, os valores das variáveis, ou parâmetros, que estão sendo medidos.

Os dados obtidos através de sensores eletrônicos devem ser processados muitas vezes de forma imediata com o intuito de gerar informações úteis em tempo real, essa necessidade justifica os benefícios da utilização de um microcomputador com um aplicativo específico para a aquisição e processamento de dados no campo (CAMPOS et al., 2009).

Souza et al. (2010) afirma que as ferramentas de software para a aquisição e mineração de dados no meio agrícola tem se mostrado de grande importância para a agricultura de precisão.

## 2.4 Microsoft Visual Basic

O Visual Basic é apenas uma das dezenas de linguagens de programação existentes atualmente, contudo é uma das melhores e mais bem sucedidas. É também uma das mais populares no mundo em diversos setores como empresas e educação (MCKEOWN, 2010).

Segundo Sheldon et al. (2010), o sucesso do Visual Basic provém da sua maior produtividade em comparação com outras linguagens de programação na construção de aplicativos corporativos. Como um adendo, o Ambiente de Desenvolvimento Integrado (IDE), Visual Studio 2010, também aumenta a produtividade da linguagem além fornecer assistência na depuração dos aplicativos, e por este motivo é a ferramenta natural para desenvolvedores que utilizam a linguagem Visual Basic.

Sheldon et al. (2010) e McKeown (2010) afirmam que as várias versões continuaram a proporcionar ainda mais melhorias para a linguagem Visual Basic. Novos recursos foram adicionados e consolidaram esta linguagem como uma verdadeira linguagem orientada a objetos e também proporcionaram a linguagem o acesso a novas e melhores tecnologias.

O Visual Basic está mais poderoso e mais capaz do que nunca, suas funcionalidades estão lado a lado com linguagens de "alto nível" como a linguagem C++ (FOXALL, 2012).

Ainda segundo Foxall (2012), a Interface Gráfica do Usuário (GUI), utilizada para facilitar a interação do usuário com o programa e uma das maiores características do Windows e o Visual Basic 2010, torna mais fácil a criação de menus e objetos em formulários tornando-os mais atraentes e funcionais.

## 3 MATERIAL E MÉTODOS

O desenvolvimento do aplicativo foi realizado na Fazenda Experimental Lageado pertencente à Faculdade de Ciências Agrônomicas – FCA, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, Campus de Botucatu, Estado de São Paulo.

Para o desenvolvimento do programa computacional foi utilizada a linguagem computacional Microsoft Visual Basic 2010, desenvolvido pela Microsoft. Para a execução do software foi utilizado o computador industrial portátil fabricado pela KEE *Technologies Powering Farm Production*, Modelo ZYNX V 2.0 (Figura 1), sendo este apto para aplicações na agricultura devido a sua robustez, portabilidade e conectividade.

Figura 1 – Computador Industrial



Para amplificar as tensões fornecidas pelos sensores analógicos e maximizar a precisão dos dados, foi utilizado um circuito impresso e um amplificador de sinais específicos para utilização em sinais diferenciais (Novus, modelo TxRail). Para realizar a conversão dos dados analógicos para dados digitais possibilitando assim a leitura dos dados por qualquer microcomputador, foi utilizado um conversor analógico/digital de baixo custo (Measurements Computing, modelo PMD-1208LS). Para gerar os dados de posicionamento foi utilizado o receptor GNSS (Trimble, modelo AgGPS 132 FlightBar). Para garantir a alimentação do receptor GNSS e do computador industrial foi utilizada uma bateria automotiva, recarregável de 12Vcc / 70 Ah. Os ensaios para a verificação e validação do aplicativo foram realizados no NEMPA – Núcleo de Ensaios de Máquinas e Pneus Agroflorestais, do Departamento de Engenharia Rural, da Faculdade de Ciências Agrônômicas – FCA, o ensaio teve por objetivo verificar se os sensores analógicos (célula de carga e potenciômetro) e o sinal do receptor GNSS seriam adquiridos, processados e armazenados pelo software. A instrumentação foi instalada na Unidade Móvel de Amostragem de Solo – UMAS (Figura 2).

Figura 2 – Unidade Móvel de Amostragem de solo – UMAS



## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O aplicativo desenvolvido foi denominado PROCOLD (Programa de Coleta de Dados). Ao ser inicializado, o aplicativo exibe seu formulário inicial (Figura 3) oferecendo as opções de iniciar a coleta de dados, alterar o idioma do aplicativo (Português, Inglês ou Espanhol) e também a opção “sobre” que exibe informações sobre o aplicativo e seus desenvolvedores.

Figura 3 – Formulário inicial

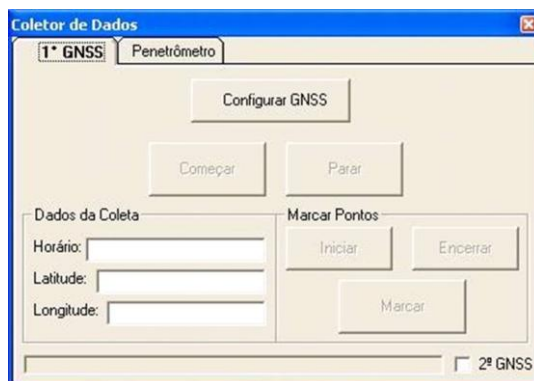


Selecionada a opção “iniciar”, o software exibe o formulário “Coletor de Dados”, este formulário é composto por duas abas: “1º GNSS” e “Penetrômetro”.

Na aba “1º GNSS”, são realizadas as operações pertinentes à configuração e coleta de dados com o GNSS, enquanto na aba “Penetrômetro” são realizadas as operações pertinentes à configuração e coleta de dados dos outros sensores analógicos.

Na aba “1º GNSS” (Figura 4), o usuário pode habilitar o aplicativo a realizar a coleta de até 4 receptores GNSS simultaneamente, para realizar a habilitação da coleta de dados de um novo GNSS, o usuário deve assinalar a opção “2º GNSS” que se encontra no canto inferior direito da tela.

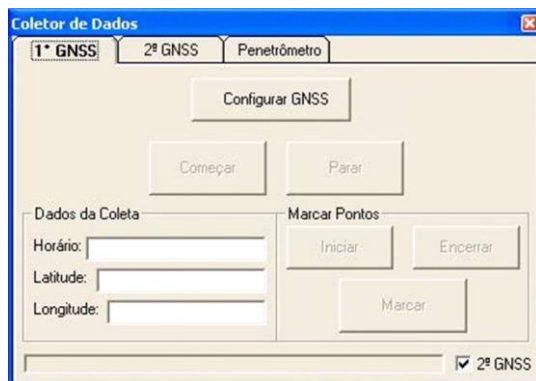
Figura 4 – Formulário “Coletor de Dados”, aba “1º GNSS”.





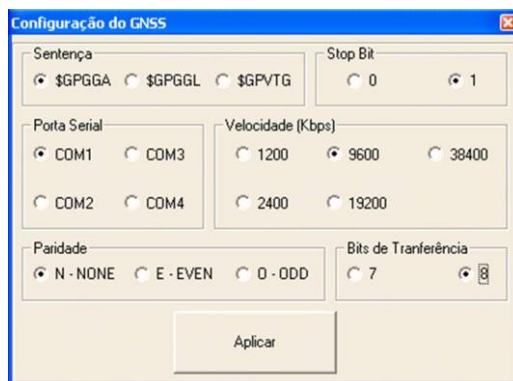
Ao assinalar essa opção, o aplicativo cria uma nova aba denominada “2º GNSS” que possui as mesmas funcionalidades da aba “1º GNSS” (Figura 5). Caso haja a necessidade de coletar dados de mais receptores GNSS, o usuário deve repetir o procedimento.

Figura 5 – Formulário “Coletor de Dados”, com adição da aba “2ºGNSS”



Para realizar a coleta de dados do receptor GNSS, é necessário à configuração da porta de entrada (Porta Serial) do microcomputador, para realizar essa configuração através do aplicativo, o usuário deve clicar sobre o botão “Configurar GNSS” e será exibido o formulário “Configuração do GNSS” (Figura 6).

Figura 6 – Formulário “Configuração de GNSS”

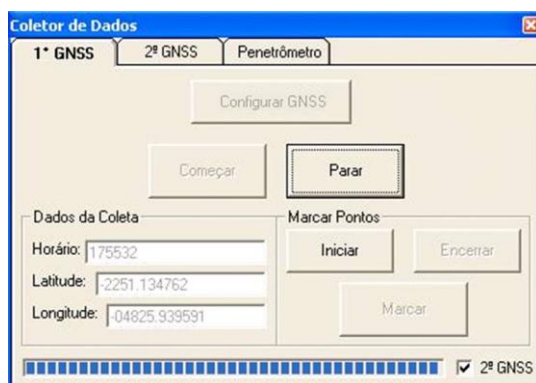


No formulário “Configuração do GNSS”, o usuário deve informar os seguintes parâmetros de configuração: porta serial utilizada para a entrada de dados (COM 1, 2, 3 ou 4); velocidade de transferência dos dados (1200, 2400, 9600, 19200 ou 38400 Kbps); paridade da informação (NONE, EVEN ou ODD); bits de transferência (7 ou 8); o “stop bit” (1 ou 0); e a sentença desejada baseada no protocolo NMEA (\$GPGGA, \$GPGGL ou \$GPVTG).

Depois de informados os valores de configuração, o usuário deve clicar sobre o botão “Aplicar”, validando assim as configurações no aplicativo e o habilitando para receber os sinais do receptor GNSS.

Após a configuração, clicando sobre o botão “Começar”, o aplicativo inicia a coleta dos dados do receptor GNSS e informa em tempo real ao usuário o horário e os dados de latitude e longitude (Figura 7).

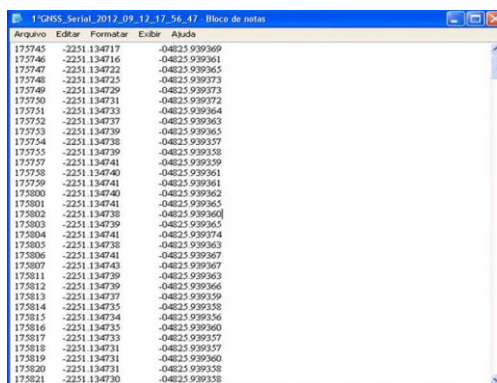
Figura 7 – Aba “1º GNSS” exibindo em tempo real os dados coletados



Os dados registrados pelo software são armazenados em um arquivo texto (\*.txt), gerado automaticamente pelo aplicativo. Todos os arquivos são denominados utilizando a seguinte identificação: Identificação do GNSS\_Serial\_ano\_mês\_dia\_hora\_minuto\_segundo; Ex.: 1ºGNSS\_Serial\_2012\_09\_12\_13\_45\_47.

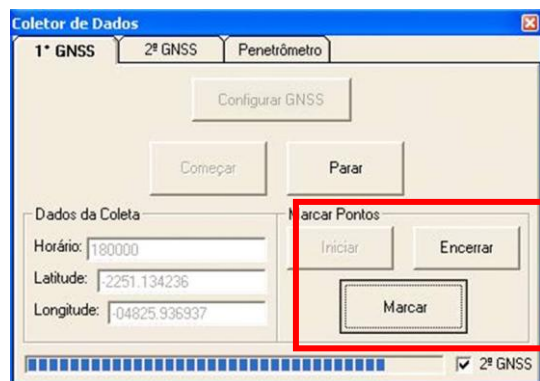
A Figura 8 apresenta um arquivo de texto gerado pelo “PROCOLD”, onde foram armazenados os dados de hora UTC e de posicionamento do receptor GNSS, sendo que cada grupo de informações está separado por colunas (hora, latitude e longitude).

Figura 8 – Arquivo de texto gerado pelo aplicativo com os dados de leitura do receptor GNSS



Ainda na tela “Coletor de dados”, o usuário também dispõe de uma funcionalidade que permite marcar pontos enquanto está sendo realizada a coleta de dados (Figura 9).

Figura 9 – Funcionalidade “Marcar Pontos”



Ao pressionar o botão “Iniciar”, o aplicativo cria um novo arquivo de texto, que registra os pontos na ordem em que são coletados pelo usuário. Dessa maneira, cada vez que o usuário pressiona o botão “Marcar”, o “PROCOLD” insere uma nova linha no arquivo texto com os dados: hora, latitude e longitude. Os arquivos gerados são denominados seguindo a seguinte identificação: Pontos\_Identificação do GNSS\_Serial\_ano\_mês\_dia\_hora\_minuto\_segundo; Ex.: Pontos\_1ºGNSS\_Serial\_2012\_09\_12\_13\_45\_47.

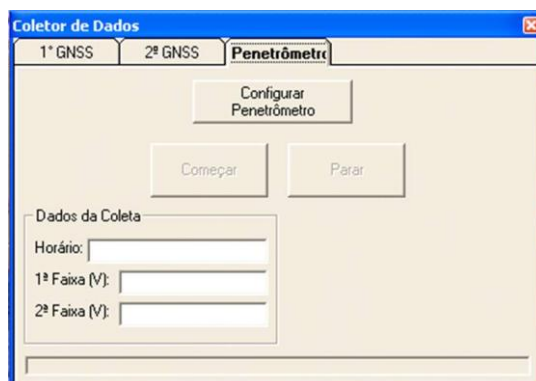
Ao finalizar o registro dos pontos, o usuário deve clicar sobre o botão “Encerrar” para finalizar e fechar o arquivo de texto. Na figura 10, é possível observar o arquivo de texto gerado pelo aplicativo através da funcionalidade “Marcar pontos”.

Figura 10 – Arquivo de texto gerado pelo aplicativo com os dados coletados através da funcionalidade “Marcar Pontos”

Arquivo	Editar	Formatar	Exibir	Ajuda
1º 180415		-2251.134258		-04825.936959
2º 180419		-2251.134262		-04825.936979
3º 180423		-2251.134270		-04825.937008
4º 180427		-2251.134278		-04825.937037
5º 180431		-2251.134279		-04825.937058
6º 180435		-2251.134280		-04825.937079
7º 180439		-2251.134279		-04825.937086
8º 180443		-2251.134277		-04825.937097
9º 180447		-2251.134280		-04825.937096
10º 180451		-2251.134281		-04825.937104

Para realizar a aquisição dos dados referentes aos sensores analógicos instalados na UMAS, o usuário deve selecionar a aba “Penetrômetro” no formulário “Coletor de dados” (Figura 11).

Figura 11 – Formulário “Coletor de Dados”, aba “Penetrômetro”



Para configurar o aplicativo e possibilitar a coleta de dados provenientes dos sensores analógicos, o usuário deve clicar sobre o botão “Configurar Penetrômetro”. Após o clique, será exibido o formulário “Configuração do Penetrômetro” (Figura 12), neste formulário é necessário que o usuário informe os seguintes parâmetros de configuração: Canal de entrada dos sensores no módulo Analógico/Digital (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 ou 7); e a faixa de voltagem para início e termino da coleta (0 à 15 V).

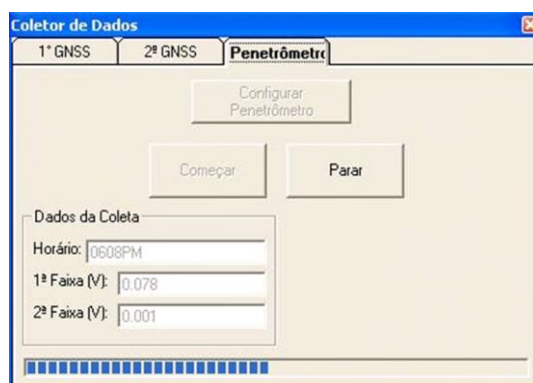
Figura 12 – Formulário “Configuração Penetrômetro”



Informados os valores de configuração, o usuário deve clicar sobre o botão “Aplicar” para validar as configurações no aplicativo e habilitá-lo para iniciar a coleta de dados dos sensores analógicos.

Depois da configuração, ao clicar sobre o botão “Começar”, o aplicativo inicia a coleta dos dados provenientes dos sensores analógicos (Figura 13).

Figura 13 – Aba “Penetrômetro” exibindo em tempo real os dados coletados



Durante a coleta dos dados, os valores registrados são exibidos em tempo real para o usuário e estes mesmos dados são armazenados em um arquivo formato texto, gerado automaticamente pelo software.

Todos os arquivos foram denominados utilizando a seguinte identificação: USB\_ano\_dia\_mês\_hora\_minuto\_AM/PM; Ex.: USB\_2012\_09\_12\_13\_49\_48.

Os dados gerados pelos sensores foram armazenados pelo aplicativo em uma frequência de três informações por segundo (3,33 Hz). O arquivo texto gerado apresenta, na primeira coluna, a hora da coleta; na segunda coluna os valores da célula de carga (Volts); e, na terceira coluna, os valores do potenciômetro (Volts). A Figura 14 apresenta o arquivo texto gerado pelo “PROCOLD”, armazenando os dados da célula de carga e do potenciômetro.

Figura 14 – Arquivo de texto gerado pelo aplicativo com os dados coletados dos sensores analógicos



## 4 CONCLUSÃO

O objetivo proposto neste trabalho foi atendido, visto que o aplicativo desenvolvido “PROCOLD”, coletou, processou e armazenou corretamente os dados dos receptores GNSS, deixando-os prontos para o uso em qualquer Sistema de Informações Geográficas – SIG. O software apresenta ainda uma função de registro de coordenadas geográficas independentes, para análise posterior. Além dos dados dos receptores GNSS, o aplicativo coletou e armazenou corretamente os dados obtidos pelos sensores analógicos utilizados, além de permitir que o usuário visualize em tempo real os dados obtidos e processados pelo “PROCOLD”.

## 5 REFERÊNCIAS

CAMPOS, F. H.; GUERRA, S. P. S.; LANÇAS, K. P. Aplicativo computacional para aquisição, processamento e armazenamento de dados de ensaio de desempenho de tratores agrícolas na barra de tração. **Energia na Agricultura**. v. 24, n. 4, p. 33-49, 2009.

FOXALL, J. **Sams teach yourself Visual Basic 2012 in 24 hours**. 1. ed. Indianápolis: Sams Publishing, 2012. 528 p.

GARCIA, R. F. et al. Programa computacional para aquisição de dados para a avaliação de máquinas agrícolas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 7, n. 2, p. 375-381, 2003.

MACHADO, L. O. et al. Variabilidade espacial de atributos químicos do solo em áreas sob sistema plantio convencional. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**. v. 31, p. 591-99, 2007.

MCKEOWN, J. **Programming in Visual Basic 2010**. 1. ed. New York: Cambridge University Press, 2010. 784 p.

MOLIN, J. P. Agricultura de precisão: fundamentos e estado atual da arte. In: CÂMARA, G. M. **Soja: Tecnologia da Produção II**. Piracicaba: ESALQ, Departamento de Produção Vegetal, 2000. p. 423-437.

MONICO, J. F. G. **Posicionamento pelo GNSS: descrição, fundamentos e aplicações**. 2. ed. São Paulo: Editora Unesp, 2008. 433 p.

MOTOMIYA, A. V. DE A. et al. Variabilidade espacial de atributos químicos do solo e produtividade do algodoeiro. **Agrarian**, Dourados, v. 4, n. 11, p.01-09, 2011.

RODRIGUES, M.; CUGNASCA, C. E.; FILHO, A. P. Q. **Rastreamento de veículos**. Oficina de Textos, 2009.

SCHÖNEMANN, E.; MATTHIAS, B.; SPRINGER, T. A new Approach for GNSS Analysis in a Multi-GNSS and Multi-Signal Environment. **Journal of Geodetic Science**. v. 1, n. 3, p.204-214, 2011.

SHELDON, B. et al. **Professional Visual Basic 2010 and .NET 4**. 1 ed. Indianápolis: Wiley Publishing, 2010. 1320 p.

SOUZA, Z. M. et al. A. Análise dos atributos do solo e da produtividade da cultura de cana-de-açúcar com o uso da geoestatística e árvore de decisão. **Cienc. Rural**, v. 40, n. 4, 2010.