

Anais do XIV Seminário de Iniciação Científica da Universidade Estadual de Feira de Santana, UEFS, Feira de Santana, 18 a 22 de outubro de 2010

## DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA GERENCIADOR DE AQUISIÇÃO DE DADOS SOLARIMÉTRICOS BASEADO NO FRAMEWORK ROOT

**Anderson Amorim<sup>1</sup>; Paulo César M. A. Farias<sup>2</sup>**

1. Bolsista FAPESB/CNPq, Graduando em Engenharia de Computação, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: [amorim.an@gmail.com](mailto:amorim.an@gmail.com)
2. Orientador, Departamento de Ciências Exatas, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: [pmaf@uefs.br](mailto:pmaf@uefs.br)

**PALAVRAS-CHAVE:** Aquisição de Dados, Energia Solar, ROOT

### INTRODUÇÃO

Nas últimas duas décadas, a rápida evolução de sistemas baseados em fontes renováveis de energia (RES, da sigla em inglês *Renewable Energy Sources*), assim como a demanda crescente por energia "limpa" e sustentável, resultou na instalação de inúmeras estações RES de geração de energia ao redor do mundo, destacando-se os sistemas baseados em energia solar e eólica. Contudo, uma desvantagem de sistemas RES é o seu alto custo de instalação. A redução do custo de instalação normalmente exige emprego de técnicas eficientes de otimização de projeto. Este esforço, por sua vez, requer um conhecimento detalhado do cenário geográfico e meteorológico sobre o local onde cada estação será instalada, devido principalmente ao fato de que a quantidade de energia gerada depende diretamente das condições climáticas do ambiente.

Desta forma, é cada vez mais essencial desenvolver técnicas que facilitem o acesso e a visualização de dados que expressem claramente o potencial energético (e.g. irradiação solar, velocidade de ventos) e o custo de instalação de sistemas RES em um determinado local. Estes dados possibilitam a elaboração de estudos sobre a viabilidade de instalação da infraestrutura necessária, fornecendo também material significativo para fundamentar decisões de projeto e métodos apropriados de otimização.

O objetivo do projeto foi o desenvolvimento de um sistema gerenciamento de aquisição de parâmetros elétricos (e.g. tensão, corrente, etc.) e ambientais (e.g. insolação, temperatura, etc.) de placas fotovoltaicas, baseado no framework de análise de dados ROOT (1) e em microcontroladores Pic18f4550 (2). Como objetivos indiretos estavam: a obtenção de proficiência no manuseio do framework ROOT, com o intuito de capacitar os estudantes para trabalhar com uma das ferramentas mais modernas e utilizadas em análise e tratamento de dados; desenvolver soluções e auxiliar demais pesquisas na área.

### METODOLOGIA

A primeira etapa do projeto consistiu no estabelecimento de metas e prioridades de estudos. O foco desta fase foi o estudo da plataforma ROOT e o desenvolvimento de algumas aplicações de teste. Juntamente com a pesquisa da plataforma ROOT também foram realizados estudos sobre as linguagens de programação C/C++, com enfoque para programação de microcontroladores. O estudo destas tecnologias envolveu pesquisas sobre suas principais funcionalidades, características internas e modelos de aplicações.

Ao final da primeira etapa foram organizados e ministrados minicursos e palestras para os alunos de Física e Engenharia de Computação, como forma de cumprir o objetivo de difundir os conhecimentos adquiridos sobre estas tecnologias. O minicurso intitulado "Introdução ao

Anais do XIV Seminário de Iniciação Científica da Universidade Estadual de Feira de Santana, UEFS, Feira de Santana, 18 a 22 de outubro de 2010

Framework ROOT” contou com a emissão de certificados de participação pelo colegiado do curso de Engenharia de Computação da UEFS.

A segunda etapa do projeto deu início ao processo de desenvolvimento da ferramenta de gerenciamento de aquisição propriamente dito. As primeiras atividades dessa etapa consistiram na pesquisa e avaliação de trabalhos similares na literatura científica nacional e internacional. O objetivo da pesquisa foi levantar ideias e fundamentar a elaboração do projeto da aplicação, com base em pesquisas similares. Os trabalhos (3), (4), (5) e (6) serviram de base para a elaboração da arquitetura da ferramenta. A partir desta etapa, o processo de desenvolvimento seguiu as etapas tradicionais do projeto de software: análise de requisitos, modelagem, implementação, testes e refatoração.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O sistema proposto possibilita a visualização e análise de grandes volumes de dados coletados e também o armazenamento de séries de amostras em uma base de alto desempenho. O software atende a um conjunto de requisitos estabelecidos em parceria com o Laboratório de Energia Solar (LABENSOL) da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS). Dentre estes requisitos estão a possibilidade de aquisição online de dados, a visualização de gráficos histogramas para cada parâmetro medido, a realização de análises estatísticas sobre algumas das séries de amostras e a possibilidade de gerenciar os dados armazenados em períodos anteriores.

Além destas funcionalidades, o sistema também deveria ser capaz de reconhecer um ou mais módulos de aquisição ligados às portas USB de uma estação de trabalho, possibilitando ao usuário escolher qual módulo de aquisição ele deseja utilizar e permitindo a realização de coletas simultâneas. O sistema se comunica com os módulos de aquisição enviando e recebendo dados ou instruções de controle. Estas instruções determinam desde a ativação ou desativação linhas de aquisição do microcontrolador, até diferentes intervalos de amostragem.

Um resumo dos principais requisitos funcionais e não funcionais estabelecidos para o *software* de monitoramento é mostrado na Tabela 1.

Tabela 1. Principais requisitos de software, estabelecidos em parceria com a equipe do Laboratório de Energia Solar da UEFS

	Requisito	Grupo
1	Aquisição online de dados	Comunicação
2	Reconhecimento automático de módulos de aquisição	Comunicação
3	Comunicação USB entre estação de armazenamento e módulos de aquisição	Comunicação
4	Geração de gráficos e histogramas para cada variável observada	Visualização
5	Armazenamento de amostras em banco de dados	Armazenamento
6	Configuração de variáveis observadas	Configuração
7	Configuração de período de coleta	Configuração
8	Visualização offline de dados coletados previamente	Armazenamento
9	Realização de operações de ajuste, integração e derivação dos sinais amostrados *.	Matemático
10	Realização simultânea de coletas em dois ou mais módulos.	Comunicação

\* Outras operações matemáticas sobre os sinais podem ser adicionadas.

Toda a arquitetura foi desenvolvida para atender as especificações desejadas para o sistema de forma modular e desacoplada, isto é, possibilitando a adição e/ou remoção de requisitos com relativa facilidade. Na Tabela 1, os requisitos são agrupados de acordo com

Anais do XIV Seminário de Iniciação Científica da Universidade Estadual de Feira de Santana, UEFS, Feira de Santana, 18 a 22 de outubro de 2010

seu escopo de atuação (i.e. Comunicação, Armazenamento, Visualização, Matemático e Configuração). Cada grupo de requisitos é implementado por um ou mais módulos específicos da arquitetura do sistema. Foram definidos seis módulos básicos de arquitetura, ilustrados na Figura 1, são eles:

**HID API:** este módulo reúne as classes e artefatos relacionados à comunicação com o hardware de aquisição, dando suporte à implementação dos requisitos do grupo Comunicação indicados na Tabela 1. Os módulos de aquisição são enxergados pelo sistema como dispositivos de interface humana (HID, do inglês Human Interface Device) conectados às portas USB da estação de trabalho. Esta camada é responsável pela detecção de novos dispositivos, abertura e fechamento de conexões, envio e recebimento de mensagens de e para o hardware de coleta, controle de fluxo e tratamento de erros de comunicação. Ela oferece o serviço de comunicação com o hardware aquisição à camada de análise e gerenciamento de dados (Data Analysis and Management).

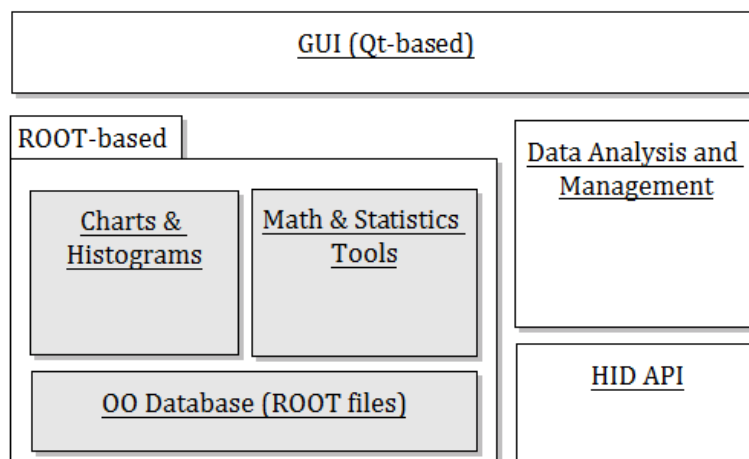
**Data Analysis and Management:** módulo responsável pelo gerenciamento e formatação dos dados transmitidos entre a estação de trabalho e o hardware de coleta. Coordena, por exemplo, quando os dados devem ser apresentados em histogramas na interface de usuário ou quando eles devem seguir direto para o banco de dados, dependendo das configurações recebidas. Todos os demais módulos oferecem serviços a esta camada (e.g. comunicação, geração de histogramas, armazenamento, configuração de comportamento e operações matemáticas). Seu comportamento é determinado pelas configurações recebidas da camada de interface usuário.

**Charts and Histograms:** reúne classes e modelos de histogramas e gráficos gerados pela aplicação. Implementa os requisitos do grupo Visualização indicados na Tabela 1.

**Math and Statistics Tools:** reúne ferramentas matemáticas diversas para o tratamento estatístico dos dados coletados. Implementa os requisitos do grupo Matemático.

**OO Database (ROOT files):** reúne classes de acesso e controle do banco de dados OO baseado em arquivos .root. Tarefas como abertura e fechamento de conexões, persistência e recuperação de dados e organização dos arquivos de coleta no disco são algumas das responsabilidades desta camada.

**GUI (Qt-based):** camada de interface de usuário que dá suporte aos requisitos de Configuração da Tabela 1. A interface de usuário reúne os formulários de abertura e configuração de coletas, assim como o acesso às ferramentas de tratamento matemático e armazenamento de dados.



Anais do XIV Seminário de Iniciação Científica da Universidade Estadual de Feira de Santana, UEFS, Feira de Santana, 18 a 22 de outubro de 2010

Figura 1. Módulos arquiteturais do sistema

No contexto deste trabalho, optou-se pelo uso de comunicação USB entre a estação de trabalho e os módulos de aquisição. Além de vantagens essenciais como escalabilidade, alta compatibilidade com diversos dispositivos e sistemas operacionais e altas taxas de transmissão, possui relativamente baixo custo energético, uma vez que alimentação do módulo de aquisição pode ser feita através do próprio cabo USB. Além disso, o padrão USB possibilita distâncias de até cinco metros entre os dispositivos, podendo ainda ser estendida com o uso de repetidores.

Todo o desenvolvimento foi realizado em plataforma livre Linux, devido especialmente a maior disponibilidade de documentação do framework ROOT para este ambiente, bem como numa série de outras facilidades para programação em linguagens C/C++.

## REFERÊNCIAS

1. ROOT Homepage. *ROOT Data Analysis Framework*. [Online] <http://root.cern.ch/drupal/>.
2. PIC18F2455/2550/4455/4550 Datasheet. *Microchip*. [Online] <http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/39632d.pdf>.
3. Rosiek, S e Batlles, F J. A microcontroller-based data-acquisition system for meteorological station monitoring. *Energy Conversion and Management*. 49, 2008.
4. Mirinejad, H et al. Design and Simulation of an Automated System for GreenHouse using LabView. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Society*. 2008.
5. Forero, N, Hernández, J e Gordillo, G. Development of a monitoring system for a PV solar plant. *Energy Conversion and Management*. 47, 2006.
6. Aneur, S, Laghrouche, M e Adane, A. Monitoring a greenhouse using a microcontroller-based meteorological data- acquisition system. *Renewable Energy*. 24, 2001.