



## **Sistema de Monitoramento a Distância para Unidade de Célula a Combustível**

Fábio de Souza Lima <sup>1</sup>  
Lucas Carvalho Cordeiro <sup>2</sup>  
Rubem Cesar Rodrigues Souza<sup>3</sup>

### **RESUMO**

O objetivo desse artigo consiste em apresentar a arquitetura de um sistema supervisor SCADA (Supervisory Control Data Acquisition) baseado em uma ferramenta Web que pode ser aplicado a qualquer sistema de geração e distribuição de energia elétrica. O objetivo desta arquitetura consistiu em desenvolver uma plataforma Web acessível via internet para a coleta, gerenciamento e análise de dados capaz de produzir indicadores e gráficos para que os usuários possam interagir com o processo e equipamentos do modelo físico via módulos de aquisições de dados, sensores e atuadores. De modo particular, o sistema supervisor desenvolvido utiliza um software open-source e freeware chamado ScadaBR que dá suporte para as informações serem capturadas do módulo de aquisição de dados e serem exibidas na página Web por meio de um servidor Web baseado. O sistema foi configurado para monitoramento de uma unidade geração à célula a combustível instalada na Fazenda Experimental da Universidade Federal do Amazonas (UFAM) no âmbito de projeto financiado pelo CNPq e desenvolvido pelo Centro de Desenvolvimento Energético Amazônico (CDEAM) da UFAM.

**Palavras-chave:** Célula combustível, Sistemas Supervisórios, Internet.

### **ABSTRACT**

The objective of this paper consists to present an architecture of a supervisory system SCADA (Supervisory Control Data Acquisition) based on a web tool that can be applied to any system that aims to generate and distribute electricity such as power plants, dams, battery, solar cell, and other types of generators. The objective of this architecture is thus to develop a web-based platform that is accessible via the Internet to collect, manage and analyze data through graphical components so that users can interact with the process and

<sup>1</sup>Universidade Federal do Amazonas, [fabio.ufam@gmail.com](mailto:fabio.ufam@gmail.com), (92) 9184-5044.

<sup>2</sup>Universidade Federal do Amazonas, [lucascordeiro@ufam.edu.br](mailto:lucascordeiro@ufam.edu.br), (92) 8254-0127.

<sup>3</sup>Universidade Federal do Amazonas, [rubem\\_souza@yahoo.com.br](mailto:rubem_souza@yahoo.com.br), (92)8128-8899.

equipment of the physical model through the data acquisitions modules, sensors and actuators. In particular, our supervisory system is designed using an open-source and freeware software called ScadaBR that captures the information from the data acquisition module and displays them on the website through a web-based server. As a case study, we tested and validated the supervisory system installed in the experimental farm of the Federal University of Amazonas (UFAM) in order to consolidate the methodological process developed here, and to visually monitor a power generation system that is based on fuel cells. This project is part of a research and development initiative from the Center for Energy Development of the Amazon (CDEAM) at UFAM, which is funded by CNPq.

**Keywords:** Fuel cell, Supervisory System, Internet.

## 1. INTRODUÇÃO

O acompanhamento adequado da funcionalidade de equipamentos quando estes se encontram instalados em locais remotos, conduz a custos que o torna proibitivo. Tal cenário é característico no estado do Amazonas, particularmente no que diz respeito ao atual sistema elétrico, composto por centenas de unidades geradoras a óleo diesel. Tendo em vista o processo de universalização do serviço de energia elétrica em todo o território nacional, associada à inviabilidade técnica e econômica de atender consumidores remotos via extensão da rede elétrica existente, particularmente quando se trata da região amazônica, é possível afirmar que o número de sistemas de geração de energia elétrica descentralizados aumentará substancialmente no estado do Amazonas. Há que se buscar, portanto, uma solução confiável e de custo razoável para assegurar a gestão de tais sistemas e, é nesse contexto que se vislumbra a inserção de sistemas supervisórios conectados a internet.

Nesse artigo será demonstrada uma análise onde, a partir dos resultados, foi feito um levantamento de dados dos principais sistemas supervisórios existentes no mercado com a finalidade de identificar quais as características mais relevantes para a escolha de um sistema supervisório, apontando as áreas que os mesmos podem atuar. Também, foram levantadas informações que servirão de apoio para identificar o custo com a implantação de sistemas supervisórios para sistemas de geração de energia em geral. O sistema supervisório proposto neste artigo será então aplicado no monitoramento remoto do processo de geração de energia elétrica a célula combustível que encontra-se atualmente instalado na fazenda Experimental da UFAM (Universidade Federal do Amazonas).

## 2. FUNDAMENTOS E TECNOLOGIAS DE SISTEMAS SUPERVISÓRIOS

Os sistemas supervisórios de processos industriais são também conhecido como SCADA (*Supervisory Control Data Acquisition*) (Melendez et al., 2001). Os primeiros sistemas SCADA, basicamente telemétricos, permitiam informar periodicamente o estado corrente do processo industrial monitorando apenas sinais representativos de medidas e estados de dispositivos por meio de lâmpadas e indicadores, sem que houvesse qualquer interface de aplicação com o operador. Com a evolução da tecnologia, os computadores começaram a ser usados na supervisão dos sistemas, ajudando assim na coleta e disponibilidade dos dados do processo. O acesso remoto aos dados facilita tanto o monitoramento quanto o controle do processo, fornecendo, em tempo útil, o estado atual do sistema através de

gráficos, previsões ou relatórios, viabilizando tomadas de decisões, seja automaticamente ou por iniciativas do operador (Ebata et al., 2000).

Os sistemas supervisórios têm se mostrado de fundamental importância na estrutura de gestão das empresas, fato pelo qual deixaram de ser vistos como meras ferramentas operacionais, ou de engenharia, e passaram a ser vistos como relevante fonte de informação. Os sistemas de supervisão de processos industriais automatizados desempenham três atividades básicas: supervisão; operação; e controle que serão descritos em detalhes nas próximas seções.

## 2.2 Estrutura Funcional do Sistema Supervisório

Um sistema de supervisão em um ambiente industrial automatizado é essencialmente composto por quatro elementos (Daneels et al., 1999), descritos a seguir:

**Processo Físico:** é o elemento principal do sistema e representa o objeto da supervisão. Nesse estudo em questão, o processo físico é o associado à máquina de geração de energia elétrica a partir de célula a combustível que é composta por um sistema fotovoltaico, eletrolisador, armazenamento de hidrogênio e célula a combustível.

**Hardware de Controle:** é utilizado na interface física com o processo e o usuário. Neste estudo foi utilizado um servidor para conectar ao processo e exibir informações via supervisório Web.

**Software de Controle:** é responsável pela aquisição, tratamento e distribuição dos dados. No caso em questão existe um módulo de aquisição de dados com um software desenvolvido com o ScadaBR que realiza a coleta de alguns dados tipo corrente, tensão, temperatura e potência.

**Rede de Comunicação:** é responsável pelo tráfego das informações, constituindo-se, geralmente de duas sub-redes denominadas rede de campo e rede local de supervisão. No entanto, o sistema supervisório de geração de energia elétrica se comunica via protocolo *modbus* com a rede de campo.

A rede de campo é responsável pela aquisição dos dados do processo. A fim de conseguir uma comunicação determinística, as redes de campo que, em sua maioria, utilizam uma arquitetura *mestre/escravo*. Neste tipo de rede, os controladores que desempenham a função das estações escravas jamais iniciam a comunicação, respondendo somente as solicitações feitas pelo controlador mestre. Algumas das implementações mais comuns de rede que utilizam esta arquitetura são as redes *modbus* (Modicon, 2003) e *profibus* (Profibus, 2002), onde na arquitetura física e lógica do sistema supervisório foi aplicada a rede *modbus*.

A disposição física dos elementos de um sistema supervisório pode ser observada na Figura 1 dividido em três camadas onde a primeira é responsável pelos dispositivos de campo onde ficam localizados mais precisamente no processo industrial, a segunda camada é responsável pelo controle ou aquisição dos dados que, por sua vez, ficam conectados a terceira camada que é responsável pela supervisão do processo industrial, com isso é possível identificar uma semelhança na arquitetura da Figura 1 com a arquitetura implementada no presente artigo sendo que na segunda camada o CLP (Controlador Lógico Programável) foi substituído por um módulo de aquisição de dados cuja função é coletar dados do processo para serem exibidos no sistema supervisório.

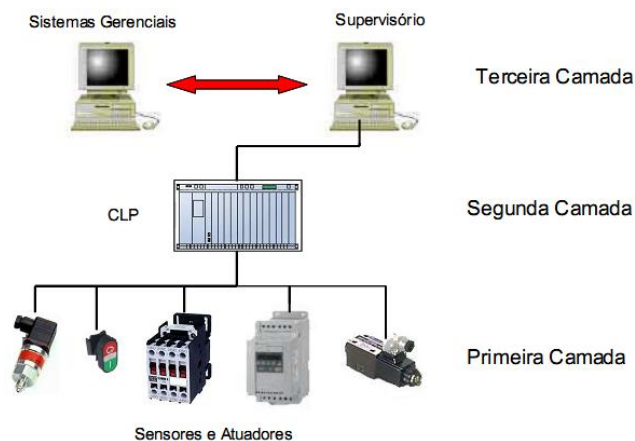


Figura 1 – Estrutura Funcional de Sistema Supervisório em Camadas (SILVEIRA, 1998).

### 2.3 Aquisição de Dados

A aquisição de dados é um procedimento que envolve a coleta e a transmissão de dados desde as instalações industriais, eventualmente remotas, até as estações centrais de monitoramento (Kemplous et al., 1999). O procedimento se inicia com a solicitação de dados do processo por meio de dispositivo mostrado pela Figura 2 utilizado no processo do presente trabalho de geração de energia elétrica a célula a combustível cuja função é coletar os dados dos sensores de corrente, tensão, temperatura, umidade e potência. No entanto, quando a requisição de informações sobre o processo é feita pelo módulo de aquisição de dados DAQ (*Data Acquisition*) do processo, ocorreu uma solicitação local. A visualização de dados consiste na apresentação de informações através de interfaces homem-máquina, geralmente utilizando animações capazes de simular a evolução dos estados do processo controlado na indústria (Ghosh, 1996). Os sistemas SCADA permitem visualizar os dados lidos na fase de aquisição, além de fornecer previsões e tendências do processo produtivo com base nos valores dos dados e valores parametrizados pelo operador, exibindo gráficos e relatórios relativos a dados atuais ou existentes em histórico.



Figura 2- DAQ National 6210 (National, 2011).

### 2.4 Exemplos de Sistemas Supervisórios no Mercado

Cerca de 10 iniciativas SCADA open-source surgiram nos últimos 5 (cinco) anos. (CERTI Finep/Sebrae, 2009).

Alguns projetos apresentam bons pontos-fortes, porém ainda não existe solução completa e competitiva em relação aos softwares proprietários; usualmente faltando o “IDE” (*Integrated Development Environment*), núcleo de alto desempenho ou padrões de Interoperabilidade. (CERTI Finep/Sebrae, 2009).

A Tabela 1 apresenta alguns sistemas supervisórios que foram avaliados. Cada ferramenta foi avaliada levando em consideração as características desejáveis para o desenvolvimento de sistemas supervisórios em ambientes de geração de energia distribuído: *usabilidade e facilidade de instalação, baseado em browser, com capacidade de suportar protocolos, com código fonte limpo e fácil de entender, com capacidade de processar alarmes e gerar relatórios, backup e facilmente escalável*. A avaliação foi baseada no nível de evidências encontrado nas ferramentas analisadas. Este nível de avaliação pode ser classificado como: ++→alto, +→baixo e 0→nenhum.

Método/Critério	ScadaBR	Root	xSCADA	Beremiz	Mango
Usabilidade	++	+	+	+	+
Baseado em Browser	++	0	0	0	++
Protocolos Suportados	++	+	+	+	+
Facilidade de Instalação	++	+	+	+	+
Alarmes Relatórios;	++	+	+	+	++
Backup	++	+	0	+	+
Escalável	++	+	0	+	+

Tabela 1 – Framework de avaliação das principais características de Sistemas Supervisórios

O framework de avaliação representado pela Tabela 1 foi adaptado da dissertação de mestrado<sup>1</sup> (Cordeiro, 2007). Os critérios foram adaptados seguindo a mesma metodologia de avaliação sob investigação sendo analisadas as principais características de metodologias para sistemas de supervisão.

De acordo com a tabela é possível verificar que o sistema supervisório Mango e o ScadaBR são os mais aptos considerando os critérios analisados e pelo potencial para atender uma solução para um sistema de geração ou processo em geral. No entanto o ScadaBR foi escolhido porque é possível desenvolver um sistema de supervisão distribuída com uma aplicação multiplataforma baseada em Java, ou seja, PCs rodando o Windows, Linux e outros sistemas operacionais os quais podem executar o software a partir de um servidor de aplicações.

O ScadaBR pode ser acessado a partir de um navegador de Internet, preferencialmente o Firefox ou o Chrome. A interface principal do ScadaBR é de fácil utilização e oferece visualização das variáveis, gráficos, estatísticas, configurações dos protocolos, alarmes, construções de telas tipo HMI (*Human Machine Interfaces*), tratadores de eventos, funções importar e exportar arquivos, gerar backup do sistema e controle de usuário.

Após configurar os protocolos de comunicação com os equipamentos e definir as variáveis (entradas e saídas) de uma aplicação automatizada, é possível montar interfaces de operador *web* utilizando o próprio navegador. Também é possível criar aplicativos

personalizados, em qualquer linguagem de programação moderna, a partir do código-fonte disponibilizado no site do ScadaBR via internet.

### 3. METODOLOGIA

A partir do conhecimento do problema, que é a sistematização dos dados que compõe as etapas de integração entre o sistema supervisorio e um sistema de geração de energia genérico, passou-se a construção do modelo que representaria a estrutura da ferramenta de forma genérica e completa.

Para a realização do presente trabalho, foi utilizado o aplicativo de sistema supervisorio ScadaBR (ScadaBR, 2009) gratuito e de código aberto, sob licença GNU/GPL, o qual pode ser utilizado e modificado livremente. Além disso, foi utilizado para a estrutura de banco de dados o MySQL (MySQL, 2011), e como Servidor Web, o software Tomcat (Tomcat, 2011).

#### 3.1 Modelo Lógico

A solução para supervisão da unidade de geração deve ser desenvolvida com um conjunto de tecnologias de software embarcada composta por servidor Web, sistema supervisorio ScadaBR e o software do módulo de aquisição de dados da marca *national* com a função de coletar os dados dos sensores de tensão, corrente, potência, umidade e temperatura.

##### 3.1.1 – Sistema Supervisorio Escolhido: ScadaBR

O ScadaBR é uma aplicação multiplataforma baseada em Java, ou seja, computadores com o Windows, Linux e outros sistemas operacionais instalados podem executar o software a partir de um servidor de aplicações. Um exemplo do uso do ScadaBR está ilustrado pela Figura 3 que referencia uma tela de medição de sensores de temperatura e umidade.

Após configurar os protocolos de comunicação com os equipamentos e definir as variáveis (entradas e saídas, ou "TAGS") de uma aplicação automatizada, é possível montar interfaces de operador via Web utilizando o próprio navegador. Também é possível criar aplicativos personalizados, em qualquer linguagem de programação moderna, a partir do código-fonte disponibilizado ou de sua própria API "web-services" (ScadaBR, 2009).

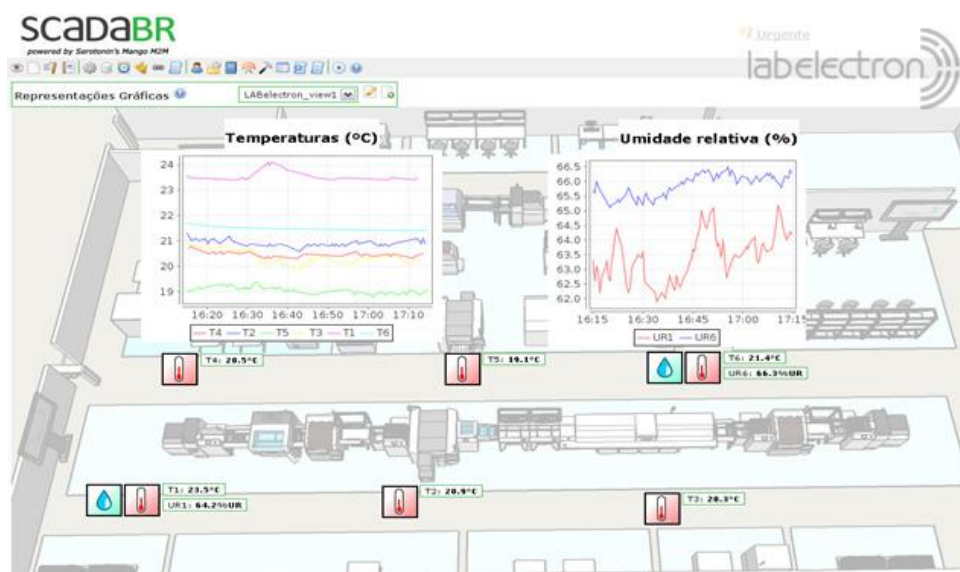


Figura 3 - Sistema supervisorio ScadaBR (ScadaBR, 2011).

### 3.2 Modelo Físico

Na implementação do sistema supervisorio, foi necessário o prévio conhecimento dos componentes físicos do equipamento a serem utilizados, como a faixa de valores transmitida pelos sensores e a forma de controle dos atuadores, indicadores e módulo de aquisição de dados. Tais informações foram coletadas por meio de manuais dos equipamentos e relatório final do projeto de P&D intitulado como "Implementação de um sistema autônomo fotovoltaico, eletrolisador, célula a combustível" desenvolvido pela Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP e pelo Centro de Desenvolvimento Energético Amazônico – CDEAM da UFAM, sob os auspícios da Eletronorte.

## 4. ESTUDO DE CASO

O objetivo principal dessa seção é mostrar o desenvolvimento de uma aplicação web com intuito de fornecer uma visualização para análise de desempenho da máquina de geração de energia a célula combustível e apresentar a arquitetura física e lógica do sistema supervisorio à célula combustível. A visualização dos parâmetros mensurados pelos sensores se inicia a partir da entrada de irradiação solar nos painéis fotovoltaicos. Depois disso, a aplicação *web* coleta os dados do arquivo de texto em intervalos de amostragem pré-definidos pelo o usuário com o intuito de monitorar e analisar periodicamente o desempenho da máquina, assim como as grandezas físicas pressão, irradiação solar, temperatura, tensão, corrente, potência elétrica e outras.

### 4.1 Arquitetura do Sistema de Energia Elétrica à Célula Combustível

O sistema consiste basicamente de 4 (quatro) elementos, quais sejam: painel *fotovoltaico*, *eletrolisador*, *armazenamento de hidrogênio* e *célula a combustível*. A Figura 4 mostra o diagrama em bloco do sistema de célula a combustível.

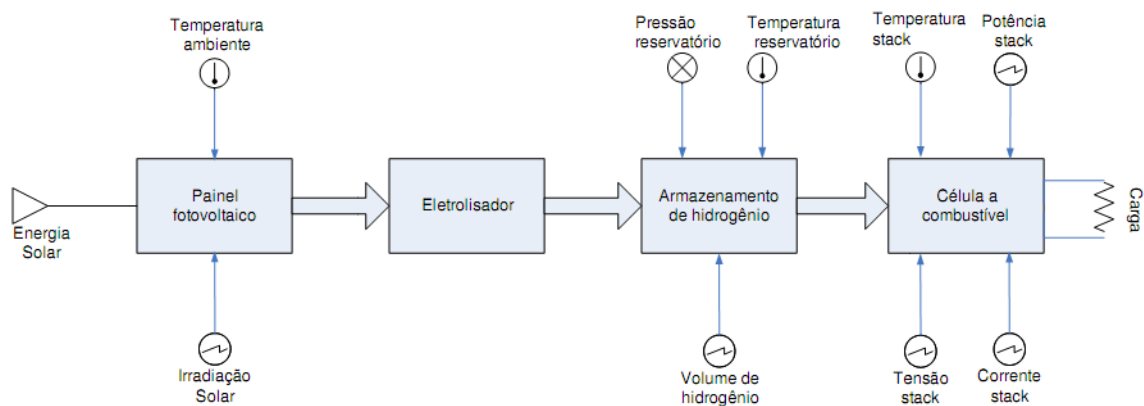


Figura 4 – Arquitetura do sistema de geração célula à combustível (Cordeiro, 2011).

A descrição dos principais componentes deste diagrama é feita a seguir:

- O painel fotovoltaico (modelo Kyocera KC130) é essencialmente responsável pelo fornecimento de energia elétrica para o eletrolisador. Este painel fornece uma potência pico de 130 W, tensão e corrente de máxima potência de 17,6 V e 7,39 A, respectivamente. As variáveis de processo que são monitoradas no painel



fotovoltaico são temperatura ambiente e irradiação solar (medido através de um piranômetro).

- O eletrolisador (modelo (Baby Piel) é responsável pela geração de hidrogênio de até 0,4 m<sup>3</sup>/h a uma pressão máxima de 1,5 bar e consumo de energia máximo de 3 kWh. Durante este processo, nenhuma variável de processo é propriamente monitorada pelo sistema de aquisição de dados.
- O sistema de armazenamento de hidrogênio é responsável por armazenar os gases em vasos de pressão (ou reservatórios). Durante este processo, as variáveis de processo que são monitoradas incluem a pressão e temperatura no reservatório assim como o volume de hidrogênio.
- A célula a combustível (modelo *Nexa*) é responsável pela reconversão do hidrogênio em energia elétrica. Esta célula fornece uma potência máxima de saída de 1,2 kW sob uma tensão de operação de 22 a 50 V com um consumo de hidrogênio menor do que 0,925 m<sup>3</sup>/kWh. Além disso, esta célula possui uma faixa de temperatura em condições normais de operação no valor de 3° a 40° C. As variáveis de processo que são monitoradas na célula a combustível incluem temperatura, corrente, tensão e potência.

#### 4.2 Arquitetura Física do Sistema Supervisório

Para interligar o sistema ao processo de geração de energia elétrica é necessário o uso de dispositivos que interconectem o meio físico as HMIs do supervisório. Estes podem ser os CLPs (Controladores Lógicos Programáveis) ou um DAQ (*Data Acquisition*). No trabalho realizado utilizou-se um DAQ da marca *National* modelo 6210 que permite fazer a leitura dos sinais dos transdutores em entrada (sensores) posicionados em diversos pontos do processo conforme ilustrado na Figura 5.

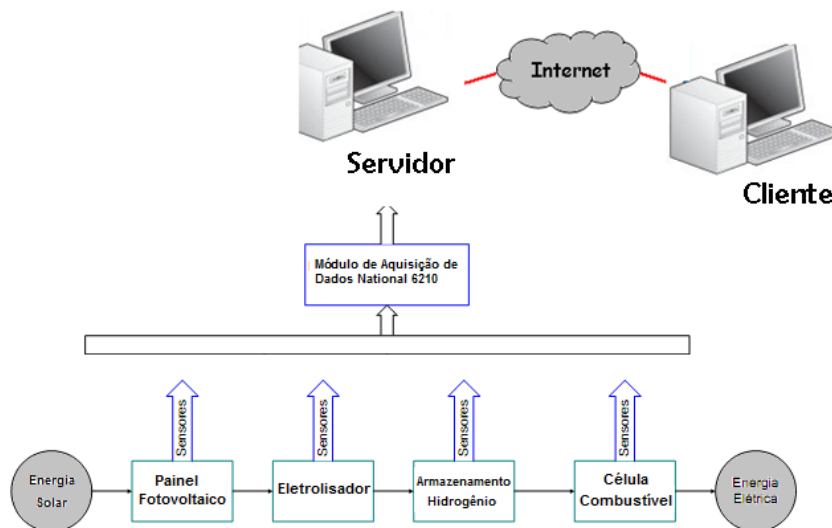


Figura 5 – Diagrama em bloco do sistema supervisório.

No presente trabalho, o supervisório inicia a comunicação, via TCP/IP, com um servidor de dados Apache Tomcat que executa continuamente no computador (servidor) e se comunica com o processo via a interface RS-485/RS-232 por meio de um módulo de aquisição de dados interligado a uma máquina de geração de energia elétrica à célula combustível. Assim, temos uma conexão para troca de informações entre o servidor e o cliente com



intuito de mostrar as variáveis dos gráficos. O sistema web desenvolvido em ScadaBR, por meio de um operador envia comandos e gera eventos, enquanto o servidor envia resultados *on-line* do processo de geração de energia a célula combustível como mostra a Figura 6.

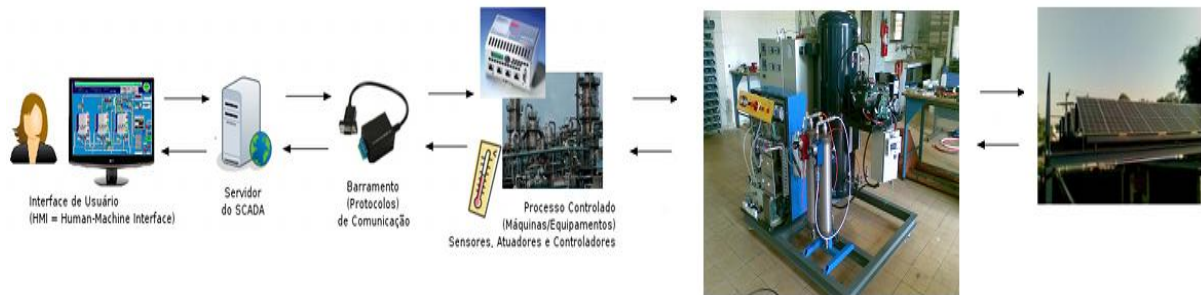


Figura 6 – Arquitetura básica de funcionamento do sistema supervisório.

Com este supervisório pode-se realizar *multicasting* de informações através da internet, em que vários clientes têm acesso aos resultados dos processo de forma visual conforme ilustrado na Figura 7.

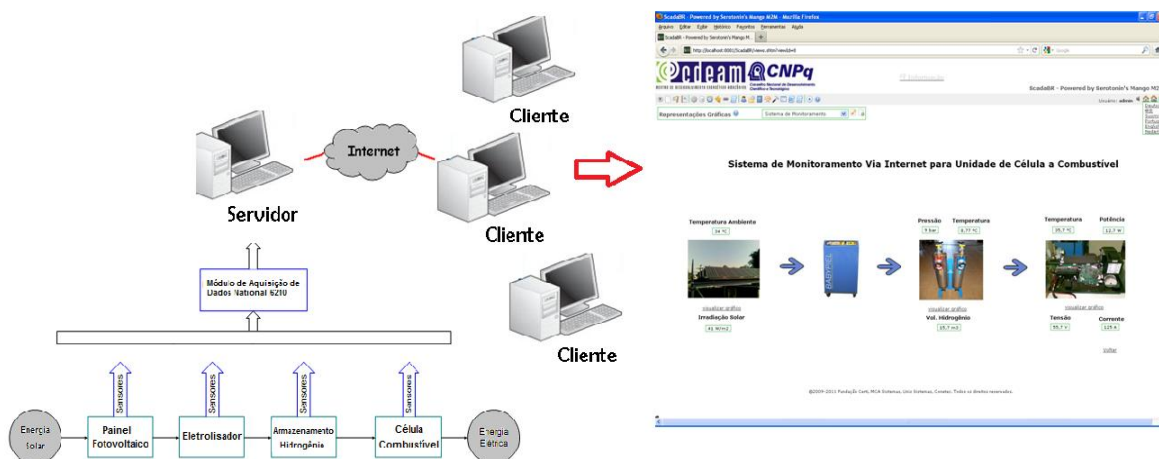


Figura 7 – Diagrama de funcionamento do sistema supervisório *multicasting*.

### 4.3 Arquitetura Lógica do Sistema Supervisório

Esta seção tem por finalidade apresentar a arquitetura do sistema supervisório. Para tal fim, utilizou-se diagramas UML (Unified Modeling Language) (UML, 2012). Devido a falta de espaço, nessa modelagem foi utilizado somente um tipo de diagrama UML para representar o sistema, denominado diagrama de sequência. Este representa a ordem temporal em que as mensagens são trocadas entre os objetos envolvidos em um determinado processo. Para a criação desse diagrama, utilizou-se o software JUDE Community 5.1 (JUDE, 2012). A descrição dos diagramas é apresentada a seguir:

#### A) Visualização dos Parâmetros

O diagrama de sequência para a visualização dos parâmetros mostra todos os passos necessários para que seja realizada a leitura das variáveis de processo envolvidas no sistema. A Figura 8 mostra que o usuário estabelece uma conexão e depois disso solicita o monitoramento do sistema. Desta forma, os sensores acoplados ao sistema fornecem a

leitura da variável de processo ao módulo de aquisição de dados e logo em seguida o valor mensurado é fornecido para o usuário do sistema.

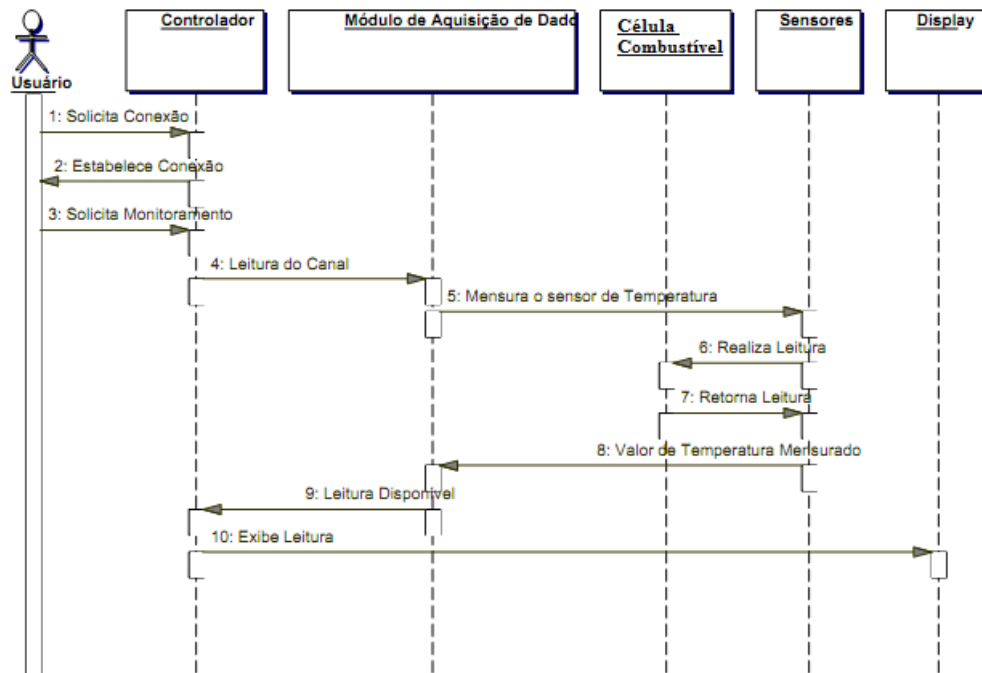


Figura 8 – Diagrama de sequência da visualização dos parâmetros.

## B) Visualiza Parâmetros Mensurados

O diagrama de sequência para a visualização dos parâmetros mensurados mostra todos os passos necessários para que seja realizada a visualização de todas as leituras armazenadas no arquivo texto gerado no processo (representado por valores mensurados). A Figura 9 mostra o usuário estabelecendo uma conexão e solicitando os valores mensurados no banco de dados do sistema. Depois disso, os valores são pesquisados em um arquivo texto e retornados no *Display* que representa a interface gráfica web desenvolvida no ScadaBR para que possam ser visualizados pelo usuário do sistema Web.

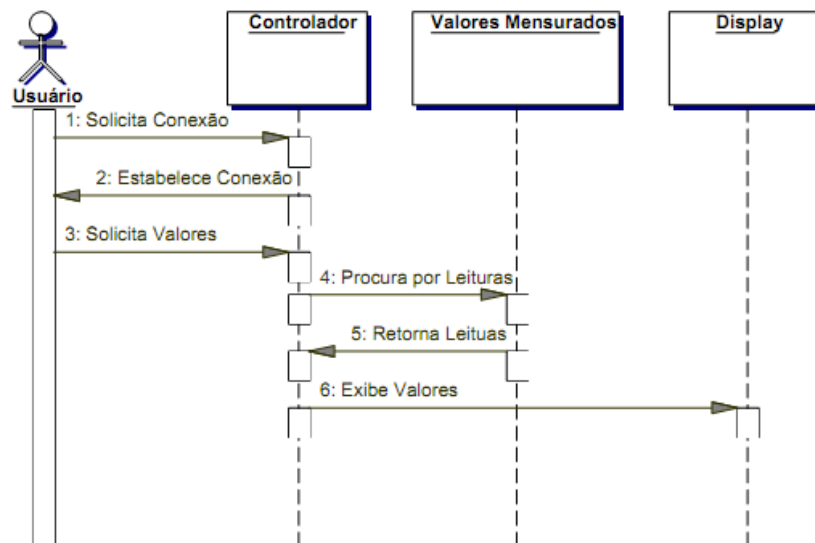


Figura 9 – Diagrama de sequência dos parâmetros mensurados do sistema supervisório.

## 5. RESULTADOS OBTIDOS

O sistema foi desenvolvido valendo-se das ferramentas do sistema supervisorio SCADA (*Supervisory Control Data Acquisition*), o qual tem sido utilizado em diversas situações tanto nas indústrias, residências, geração de energia, petrolíferas e até mesmo em pequenos processos para realizar tarefas de gerenciamento e controle.

Neste sentido, montou-se uma arquitetura com o intuito de suprir as necessidades de gerenciar e monitorar os dados de um sistema de geração de energia distribuído *multicasting* (isto é, um ou mais clientes podem acessar as informações) através da internet conforme mostrado na Figura 10.

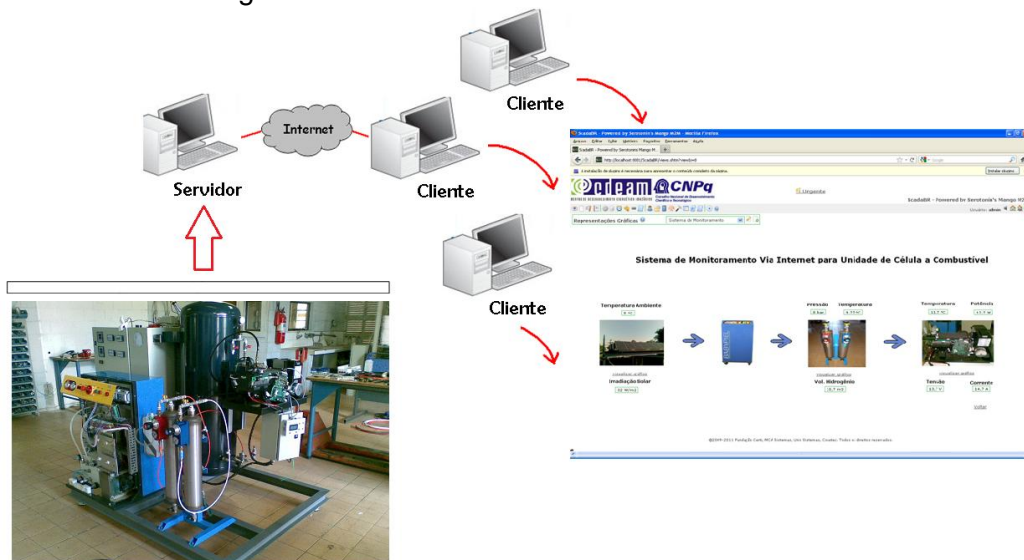


Figura 10 – Arquitetura do Sistema de Geração Energia a Célula Combustível

O sistema é composto basicamente dos seguintes elementos, que são: painel fotovoltaico, eletrolisador, armazenamento de hidrogênio, célula a combustível, servidor *web*, módulo de aquisição de dados e sensores que são responsáveis por capturar as variáveis do processo tais como parâmetros de temperatura, pressão, irradiação solar, corrente, potência e tensão. Tais variáveis podem ser visualizadas por meio da interface representada pelo diagrama em bloco do sistema de geração de energia a célula combustível localizado no lado direito da Figura 10.

## 6. CONCLUSÕES

A arquitetura proposta apresenta várias vantagens para o desenvolvimento de sistemas supervisorios *web* descentralizado, pois oferece basicamente a visualização das variáveis do processo, gráficos, uma grande quantidade de configurações dos protocolos e alarmes em um ambiente multiplataforma. Além disso, o sistema é *freeware* e *open-source*, com isso o sistema visa atender as necessidades de grandes implementações de supervisão tanto para as indústrias quanto para as empresas do setor energético que tenham o intuito de monitorar e gerenciar as informações dos processos de geração de energia, não somente alicerçados em célula a combustível, a fim de proporcionar economia e uma solução eficaz de monitoramento de informações via sistemas distribuídos *web*. Como trabalho futuro, nós pretendemos então aplicar a arquitetura proposta neste artigo em outros sistemas de geração de energia elétrica.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTONIO, R. Marco. Automação Industrial 5ª edição. Tek Treinamento & Consultoria. 2005.
- Apache Tomcat, disponível em Apache Tomcat, <http://www.tomcat.com/>, 2011.
- AXEL DANEELS AND WAYNE SALTE. What is SCADA? In International Conference on Accelerator and Large Experimental Physics Control System, Trieste, Italy, October 1999.
- FINEP/SEBRAE ScadaBR - 1º Mini – Workshop  
[https://sites.google.com/a/certi.org.br/certi\\_scadabr/](https://sites.google.com/a/certi.org.br/certi_scadabr/), 2009.
- GNU/GPL, disponível em GNU, <http://www.gnu.org/>, 2012
- JOAQUIM MELENDEZ, JOAN COLOMER, AND JOSEP LUIS DE LA ROSA. Expert supervision based on cses. In 8<sup>th</sup> IEEE Internacional Conference on Emerging Technologies and Factory Automation, 2001.
- JUDE, disponível em JUDE Community, <http://jude.change-vision.com>, 2012
- Lucas Carvalho Cordeiro. TXM: Uma Metodologia de Desenvolvimento de HW/SW ágil para Sistemas Embarcados. 2007. Dissertação (Mestrado em Informática) - Universidade Federal do Amazonas. *Orientador: Raimundo Barreto.*
- MORAES, Cícero Couto. Engenharia de Automação Industrial.2. ed. - Rio de Janeiro: LTC, 2007.
- MySQL, disponível em Apache MySQL, <http://www.mysql.com/>, 2011
- Modicon Industrial Automation System. Modbus protocol reference. disponível em Modicon. <http://www.eecs.umich.edu/~modbus>, 2003.
- NATIONAL, disponível em National Instruments, [www.ni.com/pdf/manuals/371931f.pdf](http://www.ni.com/pdf/manuals/371931f.pdf), 2011.
- PROFIBUS. Descrição técnica profibus 2002. <http://www.profibus.org.br/>. 2002.
- RYSZARD KEMPLOUS, BARBARA LYAKOWSKA, AND JAN NIKODEM. A data acquisition and processing system. In IEEE AFRICON'99, 1999.
- ScadaBR - Sistema Open-Source para Supervisão e Controle Manual do Software, Outubro de 2010. Disponível em <http://www.scadabr.org.br/>, 2010.
- SILVEIRA, Paulo Rogério. Automação e Controle Discreto. São Paulo. Érica 1998
- SUOMIRTRA K. GHOSH. Changing role of SCADA in manufacturing plant. In Thirty-First IAS Annual Meeting, 1996.
- UML, disponível em UML (Unified Modeling Language), <http://www.uml.org/>, 2012
- YOSHIO EBATA, HIDEKI HAYASHI, YOSHIKI HSEGAWA, SATOSHI KOMATSU, AND KUNIAKI SUZUKI. Development of the intranet-based SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition System) for power system. In IEEE Summer Meeting, 2000.