

UMA ABORDAGEM DE DESENVOLVIMENTO DE EXPERIMENTAÇÃO REMOTA BASEADA EM ARQUITETURA ORIENTADA A SERVIÇOS

Roberto Alexandre Dias – roberto@ifsc.edu.br

Everson Osvanir da Silva – everson.osvanirdasilva@gmail.com

Reginaldo Steinbach – reginaldo.ifsc@gmail.com

Instituto Federal de Santa Catarina – IF-SC, Departamento Acadêmico de Metal-Mecânica,
Mestrado Profissional em Mecatrônica

Av. Mauro Ramos, 950

88020-300 – Florianópolis – Santa Catarina

Resumo: Neste trabalho é apresentada uma abordagem de desenvolvimento de Experimentação Remota baseado na Arquitetura Orientada a Serviços. A abordagem se baseia no uso de tecnologia de Serviços Web como camada de intermediação entre um aparato experimental e uma aplicação cliente para monitoramento e controle do mesmo. Com a utilização de uma câmera Web, os alunos podem visualizar remotamente, através da Internet, o resultado dos experimentos.

Palavras-chave: Experimentação Remota, Serviços Web, Arquitetura Orientada a Serviços.

1 INTRODUÇÃO

O emprego da *Internet* como suporte à educação à distância, tem proporcionado novos desafios ao processo de ensino-aprendizagem. A utilização das tecnologias de comunicação e informação (TICs) proporciona um ambiente promissor de intercâmbio de informações entre professor-aluno e entre aluno-aluno, sem barreiras de tempo e espaço.

Dentro deste contexto, um caso particular de ferramenta de suporte à educação a distância, principalmente em cursos de áreas tecnológicas é a possibilidade de execução de experimentos práticos de laboratório de forma remota, o que veio a se denominar *experimentação remota* (TRENTIN & SANTOS, 2000).

Segundo (GOMES & DE SOUZA, 2000) e (WISINTAINER, 1999), um laboratório de experimentação remota consiste de conjunto de instrumentos, kits de desenvolvimento, software de simulação, interligados através de uma rede local de comunicação de dados que pode ser acessada através de uma rede remota através da *Internet*. A Figura 1 ilustra o modelo geral de um laboratório de experimentação remota.

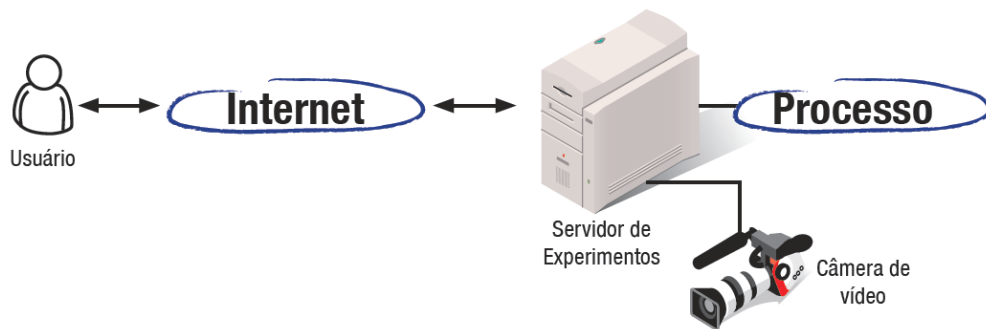


Figura 1 - Modelo Geral de Um Laboratório de Experimentação Remota.

Neste modelo, o **usuário** executa uma aplicação cliente de acesso a um repositório de experimentos, denominada **servidor de experimentos**. No servidor de experimentos são definidas as regras e protocolos de comunicação que possibilitam executar um **processo** (experimento) remotamente através da *Internet*. Além de uma interface gráfica para configuração e execução dos experimentos uma **câmera de vídeo** deve transmitir em tempo real as imagens do processo em execução a fim de proporcionar maior sensação de realidade ao usuário.

Segundo (SILVA, 2001) e (CHELLA, 2006), as vantagens da utilização da experimentação remota são:

- Permitir interações com o mundo físico, o que garante que os resultados obtidos são os mesmos que se obteria localmente;
- Permite que os usuários tenham acesso a recursos que não possuem localmente;
- Custo reduzido para a realização de experimentos reais, sobretudo quando utilizados com equipamentos e componentes de alto custo;
- Experimentos podem ser realizados a qualquer hora e de qualquer lugar, desde que se tenha um acesso à *Internet*;
- Redução dos requisitos de espaço físico nos laboratórios uma vez que não existe necessidade de presença física dos alunos nos mesmos;
- Redução nas despesas de manutenção dos laboratórios de experimentação;
- Do ponto de vista pedagógico engloba comunicação e conhecimento baseado na liberdade, na pluralidade e na cooperação de forma mais ampla possível.

Alguns autores como (FERREIRA & MUELLER, 2004) defendem ainda que um experimento remoto não deva ser simplesmente uma réplica de um experimento presencial. De fato uma abordagem não substitui a outra, mas ambas devem ter o mesmo objetivo: facilitar o aprendizado.

Uma alternativa de suporte ao ensino a distância em cursos da área tecnológica, de uma maneira geral, seria o emprego de ferramentas de simulação, no entanto, algumas desvantagens desta abordagem podem ser citadas:

- Erros de aproximação entre os modelos de simulação e os sistemas físicos, acarretando diferenças de desempenho entre a experimentação real e a simulação;
- Ausência de efeitos não determinísticos da compatibilidade eletromagnética nos sistemas simulados e que são encontrados em sistemas reais (como susceptibilidade a ruídos eletrônicos, efeitos transitórios);
- Controle total de variáveis, inclusive dos defeitos e imperfeições programáveis nos simuladores, pode gerar no estudante uma possível insegurança ou indeterminação em situações práticas reais.

Através deste conceito, o Núcleo de Redes e Sistemas Distribuídos (NERsD) do Instituto Federal de Santa Catarina (IF-SC), desenvolveu o Ambiente Virtual de Experimentação Remota (AVER), que propunha uma iniciativa de agregar um conjunto de ferramentas

computacionais que auxiliassem o processo de ensino e aprendizagem em disciplinas na área microcontroladores (SILVA & Dias, 2008).

A aplicação direcionada ao uso de microcontroladores alcançava todos os objetivos que haviam sido estabelecidos, mas era uma aplicação proprietária e de utilidade única e não servia para o acesso de vários usuários simultâneos e experimentações de diversas áreas. Para isto seria necessária uma mudança na filosofia do projeto que propiciasse estas características

Através do AVER, foi possível testar o potencial que os Laboratórios Remotos (LabRem) tinham para o estudo na área de microcontroladores, e foi onde surgiu em 2008, logo após o término do projeto AVER, o conceito do desenvolvimento de um *middleware* e de um *hardware* para servir como uma camada de abstração de um novo padrão para o desenvolvimento dos LabRems do Ensino Profissional Tecnológico Virtual (EPT-Virtual).

Segundo Serra *et al.* (2008, p. 126), “O EPT Virtual é um espaço digital destinado a contribuir com a formação, informação, instrumentalização e comunicação de professores, pesquisadores, alunos e interessados em tecnologia educacional aplicada à EPT”.

O EPT Virtual tem por objetivo “Ofertar alternativas tecnológicas voltadas para o ensino-aprendizagem presencial e a distância; propiciar um espaço de colaboração virtual para troca de experiências e materiais; garantir confiabilidade e segurança dos conteúdos digitais e de seus usuários; preservar o princípio dos direitos à propriedade intelectual e, finalmente, incentivar a produção científica em EPT” (SERRA *et al.*, 2008, p. 126).

No trabalho desenvolvido, o *middleware* é uma camada intermediária de *software* que faz a interação entre o LabRem e a Aplicação Cliente (AC). Além disso, é empregado um *hardware* para comunicação com o LabRem e o Serviço *Web*. Esta abordagem segue o padrão do paradigma Arquitetura Orientada Serviços (*Service Oriented Architecture* - SOA).

O uso da tecnologia de Serviços *Web*, seguindo as definições do paradigma SOA, para desenvolvimento de LabRem, se deve a experiência do NERsD no desenvolvimento de projetos voltados ao gerenciamento de dispositivos via *Web* e sistemas distribuídos, com aplicação na indústria, sobretudo na indústria de utilidades (energia elétrica, gás e água). Além disso, a uso de Serviços *Web* facilita a integração das aplicações pela adoção de uma arquitetura aberta e independente de plataforma, favorecendo a interoperabilidade. Com isso, é possível criar uma camada de abstração entre o LabRem e a aplicação de experimentação cliente.

2 ARQUITETURA ORIENTADA A SERVIÇOS E SERVIÇOS WEB

A *Web* como conhecemos é focada no usuário. Quando buscamos algum serviço na *Internet*, o ser humano deve se registrar no devido site para obter as informações que deseja. Segundo Cerami (2002), a proposta da Arquitetura Orientada a Serviços, é de que este processo de troca de informações não precise ser intermediado pelo ser humano, e sim que as aplicações comuniquem-se diretamente.

Uma forma de prover esse processo de troca de informações é o desenvolvimento de um sistema *ad-hoc* para esse fim. Mas esse tipo de implementação é complicado na medida em que os desenvolvedores do programa cliente não são os mesmo que do programa servidor.

Neste sentido, a Arquitetura Orientada a Serviços tem por maior objetivo a capacidade de conectar uma ampla variedade de sistemas sem uso de programas proprietários, a fim de alcançar a interoperabilidade verdadeiramente aberta. A SOA por si só é somente um conceito. Imaginam-se dois programas que foram escritos em diferentes linguagens de programação e em sistemas operacionais diferentes. SOA vem para facilitar a integração destas aplicações pela adoção de uma arquitetura aberta e independente de plataforma.

Do ponto de vista técnico “a Arquitetura Orientada a Serviços é uma caracterização de sistemas distribuídos, em que as funcionalidades do sistema são expostas via descrição de

uma interface, permitindo a publicação, localização e a invocação por meio de um formato padronizado” (PAPAZOGLU, 2003).

Desta forma, com os Serviços *Web*, que é a tecnologia apoiada nos conceitos de SOA, tornou-se possível a criação de ligações operacionais entre programas distintos usando uma linguagem comum, conhecida como *Extensible Markup Language* (XML).

Os Serviços *Web*, portanto, são aplicativos disponíveis através da *Internet*, compatíveis com a Arquitetura Orientada a Serviços, que usam um sistema padrão EXtensible Markup Language (XML) sobre protocolo SOAP encapsulado no protocolo HTTP, para troca de mensagens e que são independentes do tipo de sistema operacional ou linguagem de programação (CERAMI, 2002).

Em outras palavras, os Serviços *Web* permitem que dois programas instalados em computadores distintos possam trocar mensagens por meio dos protocolos-padrão da *Internet*, como o HTTP, usando uma notação textual similar ao HTML. A vantagem disto é que a comunicação entre estas aplicações fica padronizada e possível de trafegar por meio da *Internet*, sem a necessidade de configurações especiais na rede, uma vez que o tráfego gerado é o mesmo usado para comunicação entre um navegador de *Internet*.

3 TRABALHOS RELACIONADOS

Em (SILVA, 2006) é apresentada a integração da experimentação remota com ambientes colaborativos para suporte à aprendizagem. Neste trabalho, Silva apresenta uma revisão da literatura sobre as teorias pedagógicas de aprendizagem e adota o construtivismo como base de sua proposta de uso da experimentação remota. No desenvolvimento do seu trabalho são apresentadas as várias alternativas de desenvolvimento de laboratórios *on-line* destacando as arquiteturas e tecnologias necessárias. A estrutura do RexLab da UFSC (<http://www.rexlab.ufsc.br>) é usada para comprovação de suas hipóteses.

Em (PALADINI, 2008) apresentou uma proposta de uso de experimentação remota para o ensino de física. Neste trabalho é apresentado um ambiente misto de aprendizagem que combina ensino presencial com tecnologia não presencial, também conhecido como “*blended learning*” ou *b-learning*. A autora relata a sua experiência de uso da *b-learning* no monitoramento e análise dos resultados das atividades realizadas pelas turmas do terceiro ano do ensino médio, da disciplina física em um colégio estadual catarinense. Uma série de experimentos básicos de física foi desenvolvida, como a experimentação dos meios de propagação de calor.

Em (MENDES, 2008), é apresentada uma análise crítica dos fundamentos pedagógicos que integram às tecnologias educacionais ao currículo escolar. Neste trabalho faz uma breve revisão bibliográfica sobre teorias cognitivas e pedagógicas. Nesta revisão enfatiza o uso de tecnologias cognitivas computacionais para suporte a aprendizagem. No seu trabalho a autora propõe o “Desenho Pedagógico” como um novo horizonte conceitual do ensino. Refere-se ao Desenho Pedagógico como “uma extensiva base de conhecimento em consolidadas teorias e pesquisas sobre a aprendizagem humana para a realização de tarefas, identificação e resolução de problemas. Qualquer atividade de desenho pedagógico resulta em um plano ou cenário que define o formato, os conteúdos, a estrutura do ambiente, os sistemas de distribuição e as estratégias de execução”. Este trabalho tem contribuição significativa para o planejamento e especificação das propostas de ensino auxiliadas pela experimentação remota.

Em (SILVA & DIAS, 2008) é apresentada uma abordagem de desenvolvimento de Laboratórios de Experimentação Remota, baseado em Arquitetura Orientada a Serviços. Nesta proposta os autores apresentam uma arquitetura de gerenciamento remoto de dispositivos empregando a tecnologia de Serviços *Web* a fim de facilitar a integração das aplicações em ambientes heterogêneos (diferentes sistemas operacionais e diferentes linguagens de programação). Para validação de sua proposta, os autores desenvolveram um

laboratório de experimentação remota para ensino da disciplina Sistemas Microprocessados, existente em alguns currículos de cursos da área profissional no IF-SC. A figura 4 mostra a arquitetura do laboratório remoto desenvolvido pelos autores.

4 USO DE SERVIÇOS WEB PARA GERENCIAMENTO DE LABORATÓRIOS REMOTOS

O uso de Serviços *Web* dentro do cenário de Laboratórios Remotos serve como uma camada de abstração entre a aplicação executada do lado do cliente e o experimento a ser executado remotamente. Isto possibilita que o desenvolvedor da aplicação cliente não necessite conhecer os detalhes de implementação da camada física que vai controlar o experimento remoto, pois as funcionalidades estão encapsuladas em forma métodos de serviço. Sendo assim, o desenvolvedor da aplicação cliente precisa somente, invocar esses métodos para interagir com a camada física que irá controlar o experimento remoto. O SOAP é um protocolo leve destinado à troca de informações estruturadas em um ambiente distribuído e descentralizado. Ele é baseado na XML, herdando suas características de independência e flexibilidade. O SOAP pode ser transportado por qualquer protocolo da camada de transporte que suporte texto e é independente de linguagens de desenvolvimento ou plataformas de software (W3C, 2007). A Figura 2 mostra o modelo de operação básico de um Serviço *Web*.

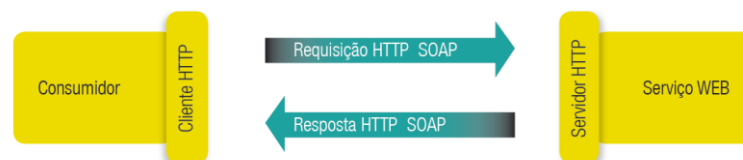


Figura 2 – Modelo básico de Serviço *Web*.

Seguindo esta abordagem a Figura 3 mostra a arquitetura geral de um experimento remoto proposta para este trabalho.

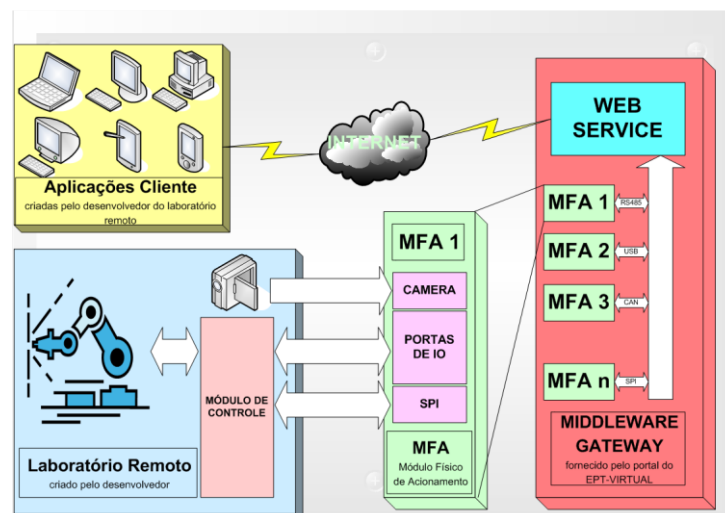


Figura 3 - Arquitetura do Laboratório de Experimentação Remota do IF-SC.

Na figura o *Middleware* é a camada de intermediação implementada por Serviços *Web* composto de duas subcamadas:

- a) De alto nível: que fornecem métodos para o desenvolvimento da aplicação-cliente;

b) De baixo nível: que estabelece a comunicação com o laboratório (aparelho experimental).

O **Módulo Físico de Acionamento (MFA)**: fornece suporte ao *hardware* do Laboratório Remoto através de portas de entrada e saída, de câmeras e de interfaces de comunicação padronizadas, como a comunicação serial industrial no padrão RS-485 e RS-232 ou até mesmo ethernet.

O **Laboratório Remoto (LabRem)** é o *hardware* do objeto de aprendizagem no qual o *middleware* irá efetuar comandos de escrita e leitura. Normalmente dispõe de monitoramento de uma câmera via *Web*.

A **Aplicação-Cliente (AC)** é um *software* executado em uma máquina *desktop* ou uma página *Web*. Na terminologia de Serviços *Web*, ela se enquadraria como um consumidor de serviço e deve ter as funcionalidades visuais adequadas para serem usadas pelos alunos de educação à distância ao acessar o Laboratório Remoto (LabRem).

5 RESULTADOS

Como resultado do uso de Serviços *Web* dentro do cenário de laboratórios de experimentação remota, o NERsD, núcleo de pesquisa vinculado ao Instituto Federal de Santa Catarina, desenvolveu alguns laboratórios dos quais se destacam os descritos abaixo.

5.1 Laboratório remoto para ensino de microcontroladores

Como comentado anteriormente, este laboratório foi uma evolução do projeto AVER ao qual foi adaptado para a abordagem de uma camada de abstração baseada em Serviços *Web*. Para validar a solução foi desenvolvido um laboratório remoto e uma aplicação cliente para o estudo de microcontroladores. A Aplicação Cliente foi desenvolvida em C# usando o .NET *Framework* da Microsoft e o laboratório remoto consiste em um gravador de AT89S8253 conectado a um *kit* de desenvolvimento.

Neste projeto espera-se que o aluno desenvolva a sua aplicação, e depois de compilá-la, poderá gravá-la no microcontrolador remotamente para poder observar as portas de entrada e saída, registradores internos, trocar valores de entrada e utilizar um *display* de cristal líquido alfanumérico, visualizar os processos através da câmera de vídeo, bem como visualizar em gráficos as formas de onda de saída dos processos em uma Aplicação Cliente.

A Figura 4 mostra as duas telas da Aplicação Cliente para o LabRem de ensino de microcontroladores: a primeira para inserir o arquivo binário e gravar o microcontrolador remotamente e a segunda para visualizar e controlar o LabRem.

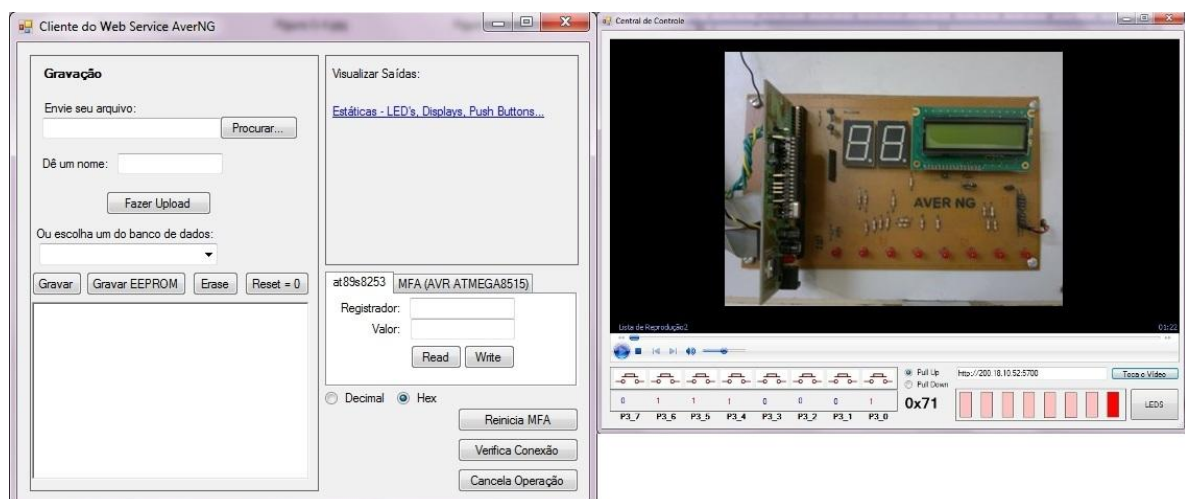


Figura 4 – Telas da Aplicação Cliente do LabRem de microcontroladores.

Na Figura 5 pode ser observado o *hardware* do laboratório remoto pronto.

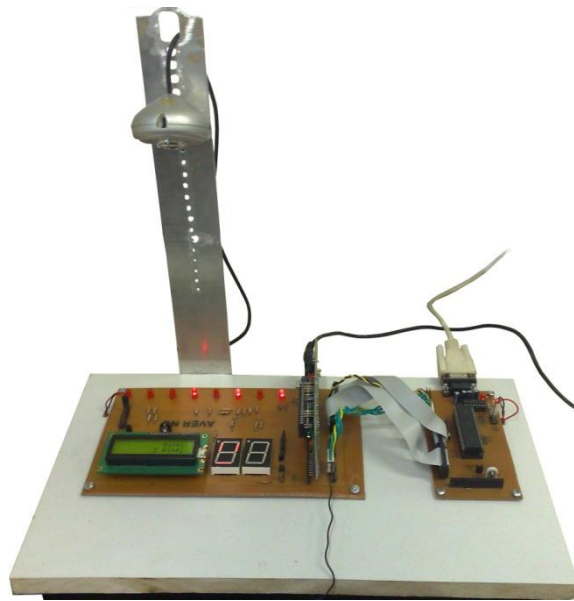


Figura 5 – *Hardware* do laboratório remoto de microcontroladores.

5.2 Experimento de eletricidade básica

Em 2010, a equipe do NERsD foi convidada a participar do Programa de Fomento ao Uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (Pró-TICs), para ministrar uma capacitação sobre Laboratórios de Experimentação Remota.

O Pró-TICs é um programa que foi organizado em resposta ao chamado do Ministério de Educação e Cultura pelo Departamento de Educação a Distância do IF-SC, vinculado a Pró-Reitoria de Ensino, para criar um programa de capacitação para disseminação das tecnologias educacionais aplicadas em educação a distância. O principal objetivo é disseminar o uso das tecnologias educacionais utilizadas em educação à distância no ensino presencial e capacitar principalmente os professores do ensino de graduação presencial de todos os campi do IF-SC.

O curso do Pró-TICs foi estruturado de maneira interdisciplinar em seis módulos, dentre eles Laboratórios Remotos. Com isso, a equipe do NERsD desenvolveu um livro e um experimento remoto sobre eletricidade básica para servir de exemplo para ministrar a aula na etapa presencial.

Para o experimento foram desenvolvidos o aparato físico (LabRem), a Aplicação-Cliente (AC) e o Serviço *Web*. O experimento consiste em verificar as leis de Ohm através de um circuito de associação de resistores série e paralelo, pelo monitoramento da corrente e tensão elétrica no circuito, através de um voltímetro e um amperímetro. Na AC o usuário é capaz de ativar e desativar resistores no circuito, através de chave virtuais que irão invocar o serviço *Web* que controlará o LabRem. O sistema de visualização é feito por uma câmera apontada para o LabRem e um multímetro, sendo possível fazer a comparação entre as equações do modelo matemático e o comportamento real do circuito apresentado na interface da AC. A Figura 6 mostra a interface da AC.

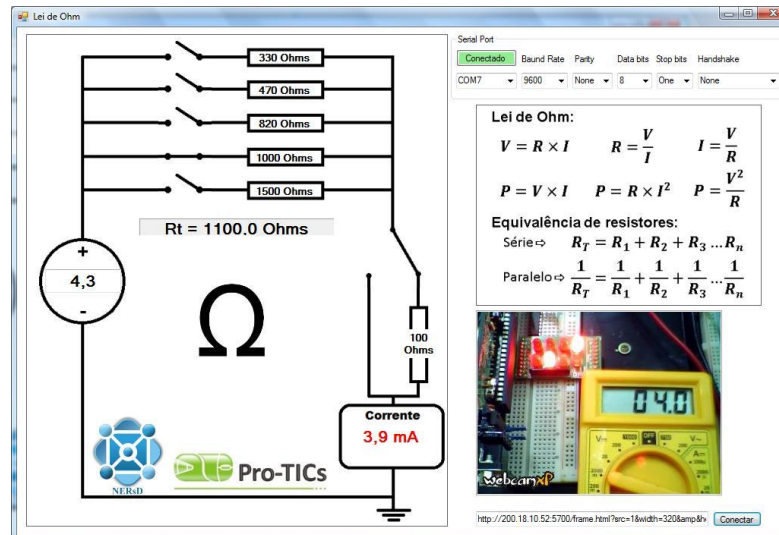


Figura 6 – Interface da Aplicação Cliente do experimento de eletricidade básica.

Na Figura 7 é mostrado o LabRem deste experimento com dois módulos em operação montados no laboratório do NERsD.

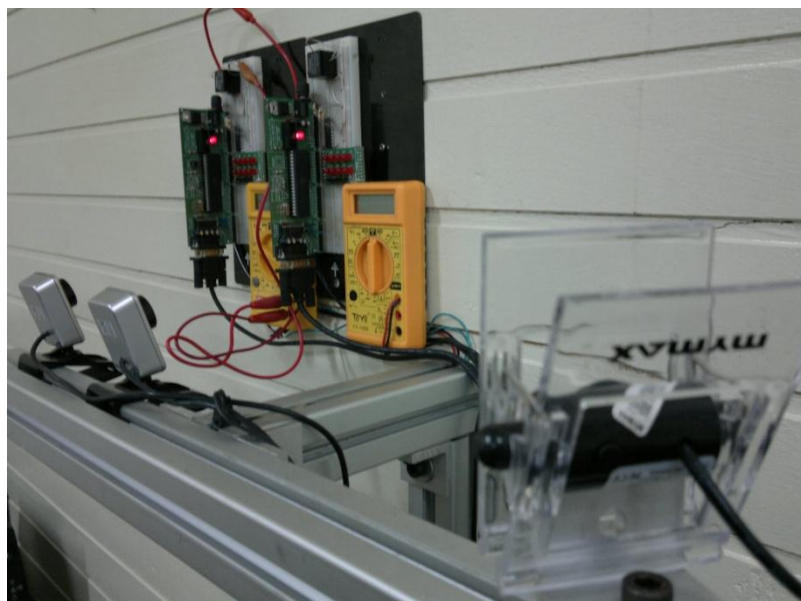


Figura 7 – Laboratório Remoto do experimento de eletricidade básica.

O curso do Pró-TICs, até o presente momento, está sendo ministrado e tem previsão de término para Outubro de 2011. O objetivo principal do grupo do NERsD ao final desse curso é aproveitar as idéias de experimentos que os professores, que estão participando do Pró-TICs, utilizam em suas práticas docentes e aplicá-las em LabRems. Até agora surgiram propostas bastante interessantes em diversas áreas, tais como: eletro-eletrônica, mecânica, física, matemática e agroindústria.

6 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

O uso de laboratórios de experimentação remota abre uma nova perspectiva para o processo de ensino e aprendizagem e torna o processo de educação a distância mais realístico,

sobretudo em cursos técnicos nas áreas de engenharia. De forma diferente da simulação, os LabRems permitem que o aluno interaja diretamente com dispositivos físicos através da *Internet* e verifique, com uma câmera de vídeo, a sua reação. Além disso, proporciona um ambiente de trabalho cooperativo abrangente e multidisciplinar.

Como trabalho futuro o grupo de pesquisa pretende incorporar à plataforma instrumentos virtuais como multímetros, osciloscópios, analisadores de frequência, pelo emprego da ferramenta LabView desenvolvida pela empresa americana *National Instruments* (<http://www.ni.com/labview>).

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CERAMI, E. **Web Services Essential. Distributed Applications with XML-RPC, SOAP, UDDI & WSDL.** USA, Sebastopol: O'REILLY & Associates, 2002.

CHELLA, M. T. **Arquitetura para laboratório de acesso remoto com aplicações educacionais.** 2006. Tese (doutorado) - Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

FERREIRA, J. M.; MUELLER, D. **The MARVEL EU project: A social constructivist approach to remote experimentation.** in 1st Remote Engineering and Virtual Instrumentation International Symposium, Villach - Austria, 2004, 11p.

GOMES, A.V.; DE SOUZA, F. da F. **Uma ferramenta de auxílio a educadores no processo de ensino-aprendizagem a distância via Web.** In: ICECE'2000, CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE ENSINO DE ENGENHARIA E COMPUTAÇÃO, 2000, São Paulo. **Anais.** São Paulo: SENAC, 2000. CD-ROM.

MENDES, E.. **Revisão Crítica do Currículo Integrado às Tecnologias Computacionais.** Ciências & Cognição 2008; Vol 13 (3): 263-279. ON LINE. 2008.

PALADINI, S.. **Experimentação Remota como Suporte a Ambientes de Aprendizagem de Física.** Dissertação de Mestrado aprovada no Programa de Pós-graduação em Engenharia de Gestão do Conhecimento da UFSC. 2008.

PAPAZOGLU, M. P. **Service-oriented computing: Concepts, characteristics and directions** (2003). In Fourth International Conference on Web Information Systems Engineering (WISE'03).

SERRA, A. B.; SILVA, R. O. S.; SOARES, M. S. EPT Virtual: espaço digital de apoio à pesquisa e aplicação das TICs na educação profissional e tecnológica. **Revista Brasileira da Educação Profissional e Tecnológica.** Brasília, 1ª ed., p. 118-130, 2008.

SILVA, E. O. da; DIAS, R. A.. **Uma abordagem de Experimentação Remota de Baixo Custo para Estudo de Microcontroladores.** In: XXXVI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2008, São Paulo. Anais do XXXVI Cobenge, 2008.

SILVA, O. F. **Mídias e tecnologias instrucionais para o ensino/aprendizado de sistemas de controle.** 2001. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Faculdade de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

SILVA, J. B. da. **A Utilização da Experimentação Remota como Suporte Para Ambientes Colaborativos de Aprendizagem.** Tese de Doutorado aprovada no Programa de Pós-graduação em Engenharia de Gestão do Conhecimento da UFSC. 2006.

TRENTIN, M. A. S.; SANTOS, A.V. dos. **The virtual laboratory.** In: ICECE'2000, CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE ENSINO DE ENGENHARIA E COMPUTAÇÃO, 2000, São Paulo. Anais... São Paulo: SENAC, 2000. CD-ROM.

W3C. SOAP Version 1.2 (Second Edition). **World Wide Web Consortium (W3C)**, 2007. Disponível em: <<http://www.w3.org/TR/2007/REC-soap12-part0-20070427/>>. Acesso em: 05 Junho 2011.

WISINTAINER, M. A. **Rexlab: Laboratório de Experimentação Remota com o Microcontrolador 8051.** 1999. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.

A SERVICE ORIENTED ARCHITECTURE BASED APPROACH TO REMOTE ENGINEERING DEVELOPMENT

Abstract: *This work shows a Service Oriented Architecture based approach to Remote Engineering Development. This approach is based in the use of Web Service technology how a middleware between monitoring and control client application and an experimental apparatus. By use of Web camera, students can remote visualize, through Internet, the experimental results.*

Key-words: *Remote experimentation, Web Services, Service Oriented Architecture.*