

## RELATÓRIO DE PESQUISA

### Laboratórios Remotos - Um Estudo para a PUC-Rio

Rodrigo da Silva Lourenço

Matrícula: 1021971

Departamento de Engenharia Elétrica – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro

Relatório de Pesquisa

Laboratórios remotos – um estudo para a PUC-Rio

Bolsista: Rodrigo da Silva Lourenço <rlourenco@lambda.ele.puc-rio.br>

Orientadora: Ana Maria Beltran Pavani <apavani@lambda.ele.puc-rio.br>

Órgão Financiador:

PIBIC - Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica

CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

Data: 31 de julho de 2014

## SUMÁRIO

|   |    |
|---|----|
| 1. Introdução.....  | 4  |
| 1.1. Sobre o projeto.....   | 4  |
| 1.2. Objetivos.....   | 4  |
| 1.3. Metodologia.....   | 4  |
| 2. Projeto.....   | 5  |
| 2.1. Estudo sobre o que são laboratórios remotos.....                             | 5  |
| 2.2. Laboratórios Remotos como parte de um contexto de educação em engenharia.... | 6  |
| 2.3. Alguns exemplos de laboratórios remotos.....                                 | 6  |
| 2.3.1. O projeto FODAR.....   | 6  |
| 2.3.2. O laboratório remoto UniBoss (RLUB).....                                   | 9  |
| 2.3.3. O projeto WebLab-Deusto.....   | 9  |
| 2.3.4. Labshare.....  | 12 |
| 2.4. Estudo comparativo.....  | 12 |
| 3. – Resultados obtidos .....   | 12 |
| 4. – Colaboradores .....  | 13 |
| 5. – Referências.....   | 13 |

## **1.0 – INTRODUÇÃO**

### **1.1 – Sobre o projeto**

Foi feito um estudo baseado em pesquisas realizadas nos períodos de novembro 2013 até julho de 2014 de laboratórios remotos já existentes em instituições internacionais de ensino. Com base nesses estudos, foram levantadas algumas ideias da implantação de laboratórios remotos na PUC-Rio, para que sejam mais uma ferramenta para a educação à distância, visando à possibilidade de sua implantação no curso de graduação em engenharia elétrica a fim de aperfeiçoar ainda mais o aprendizado.

### **1.2 – Objetivos**

Analisar o cenário internacional dos laboratórios remotos, buscando informações sobre como são projetados, a possibilidade de compartilhamento de equipamentos através desses laboratórios entre instituições parceiras e todo processo necessário para sua implantação. Assim como analisar a viabilidade de novas parcerias desses laboratórios com a PUC-Rio.

### **1.3 – Metodologia**

O desenvolvimento do projeto consistiu na análise do cenário internacional, assim como em estudos que comprovem a importância e os benefícios no que diz respeito a implantação de laboratórios remotos nos cursos de graduação.

O trabalho consistiu nos seguintes passos:

- a. Obtenção de uma visão geral dos produtos hoje disponíveis para apoio ao ensino de EE na PUC-Rio
- b. Estudo sobre os Laboratórios Remotos a fim de entender o que são, como funcionam e seus objetivos
- c. Exame dos projetos de acesso livre indicados nos portais citados anteriormente, identificando cada um através de natureza, área, instituição e país, condições de acessos e tecnologia utilizada – caso seja necessário, entrar em contato com os responsáveis para obter as informações;
- d. Estudo sobre projetos existentes e seus resultados, tentando focar nas áreas principais da EE
- e. Planejamento dos materiais complementares que apoiem o uso dos Laboratórios Remotos (courseware, manuais, simuladores, etc);
- f. Análise das possibilidades de parceria com as instituições que possuem projetos de interesse – com os resultados de “c” e “d”, será verificado dentre o leque de opções as que poderão interessar à PUC-Rio e se são abertas a parcerias;
- g. Definição dos passos para a criação de um Laboratório Remoto na PUC-Rio que complementasse os dos possíveis parceiros – natureza, equipamento & recursos humanos necessário

Baseado na pesquisa feita em vários artigos publicados e através de estudos realizados em outras instituições de ensino superior do mundo inteiro, pode-se entender o que são realmente laboratórios remotos, quais são suas principais aplicações atualmente e os resultados que se espera com a sua implantação.

Um laboratório remoto ou on-line é um laboratório onde alunos podem ter acesso a experimentos, instrumentos ou outros equipamentos distantes através do uso da Internet.

Embora simulações ou laboratórios virtuais possam ser também usados para superar possíveis desvantagens de laboratórios tradicionais, algumas simulações são um simples modelo do processo físico, o qual é somente uma aproximação que não pode reproduzir todo aspecto de um fenômeno real. Logo, esses laboratórios poderiam ser considerados também como uma atividade intermediária entre simulações e laboratórios tradicionais.

Dentre as pesquisas realizadas, podemos destacar o projeto *FODAR (Fonds du développement académique du réseau)*, o qual é até hoje utilizado no aprendizado da disciplina ELE200 (*Circuits électroniques*) na *Ecole de technologie supérieure du Québec – ETS* que oferece a possibilidade da formação de equipes online para realizar uma determinada tarefa e os alunos ainda contam com a orientação do professor na própria interface do experimento. Paralelamente, foram analisados laboratórios remotos da universidade UNED-*Universidad Nacional de Educación a Distancia* e do instituto *Labshare*, fruto de uma parceria entre grandes universidades Australianas e que oferece dentre outras vantagens a possibilidade de compartilhar equipamentos dos seus laboratórios físicos de forma remota entre as universidades parceiras do instituto. Desse modo, existe nitidamente uma grande redução dos gastos no que diz respeito aos investimentos tanto na compra de novos equipamentos como em estrutura física, contribuindo diretamente para o aumento do número de alunos em uma determinada disciplina. Por fim, o projeto *Web-Deusto* que oferece no próprio site cerca de nove experimentos, na sua maioria voltados para as áreas de automação, eletrônica e a possibilidade de realizá-los por qualquer usuário, através de um login temporário. O projeto contou também com atuação de pesquisadores brasileiros.

Em seguida, foi analisado como a comunicação entre o aluno (cliente) e o professor (servidor), sendo este o idealizador dos experimentos, seria feita. Então, viu-se a necessidade de abordar as ferramentas necessárias para sua implantação. Destaca-se algumas:

- equipamentos de medida (instrumentos de medição em geral, sensores, indicadores)
- um computador (conectado a rede Internet)
- um programa responsável pelo fluxo de informações

Para este último item citado acima, houve uma análise na comparação de ambientes de programação.

## **2.0 – PROJETO**

### **2.1 – Estudo sobre o que são laboratórios remotos**

Um laboratório remoto ou on-line é um laboratório onde alunos podem ter acesso a experimentos, instrumentos ou outros equipamentos externos através do uso da Internet. Laboratórios que ofereçam o equipamento completo, no caso para alunos de graduação em engenharia elétrica, são mais fáceis de controlar remotamente.

Não se pode ver ou ouvir a corrente elétrica, logo não se necessita de som ou vídeo transmissão. Porém, muitos laboratórios remotos utilizam webcams para que os alunos possam visualizar equipamentos para os quais a visualização é importante. São exemplos os tuadores, os motores e os atuadores. Assim, há flexibilidade de acordo com o tipo de experimento.

## **2.2 - Laboratórios Remotos como parte de um contexto de educação em engenharia**

Práticas no laboratório são necessárias na formação de diversas engenharias, como por exemplo de Computação, de Controle e Automação, e Elétrica. Tradicionalmente, as instituições de ensino implantam os laboratórios para serem usados por seus alunos.

Os laboratórios remotos permitem que equipamentos existentes em uma instituição possam ser usados por alunos de outras. Trazem, ainda, uma flexibilidade aos alunos da própria instituição que tem o laboratório remoto – os alunos podem trabalhar de casa e em horários que não sejam, somente, das aulas.

Eles apresentam vários desafios. Um deles é o controle de acesso, que requer a integração a um sistema de administração acadêmica que permita identificar quais são os usuários autorizados (alunos de cada uma das turmas). Outro desafio é a integração aos LMS – Learning Management Systems para disponibilizar os materiais educacionais de apoio e preparação aos experimentos. Há, ainda, um terceiro que é o controle de agendamentos para os usuários, tendo em vista que os equipamentos físicos, ao contrário dos simuladores em software, não podem ser usados simultaneamente.

Muitas instituições internacionais oferecem laboratórios remotos em diferentes áreas e para públicos distintos (desde infanto-juvenil até universitários). A próxima seção apresenta, esquematicamente, alguns dos projetos examinados.

## **2.3 – Alguns exemplos de laboratórios remotos**

### **2.3.1 -O projeto FODAR**

A ETS – Ecole de technologie supérieure (Université du Québec), tendo como coordenador pedagógico Radhi Mhir, desenvolve um projeto chamado FODAR (em colaboração com três universidades TELUQ, UQO, UQAR ) o qual permite que os estudantes façam os experimentos de sua residência explorando a conectividade do computador a um kit miniatura eletrônico utilizando um programa específico, sendo assim esse conjunto equivalente à um laboratório convencional.

LAB@HOME -> Por exemplo dois estudantes podem trabalhar sobre um mesmo kit à distância. O projeto permite também que o professor intervenha à distância, ajudando os alunos a continuar algum projeto. As figuras 1 e 2 mostram como o laboratório remoto é apresentado na Internet.

## DIFFÉRENTS MODE D'UTILISATION



FIG 1: "Diferentes modos de utilização"



FIG 2 "Esquema de acesso ao laboratório"

### Programa utilizado

Uma característica importante deste projeto é que programa apropriado foi desenvolvido pela equipe para a gestão de usuários, de materiais educacionais e de reservas e controle da duração do laboratório, que é um dos desafios mencionados anteriormente. Tal programa permite as seguintes ações:

- Criação de aulas
- Adicionar alunos à uma turma
- Separação dos estudantes em blocos

- Criação de um laboratório

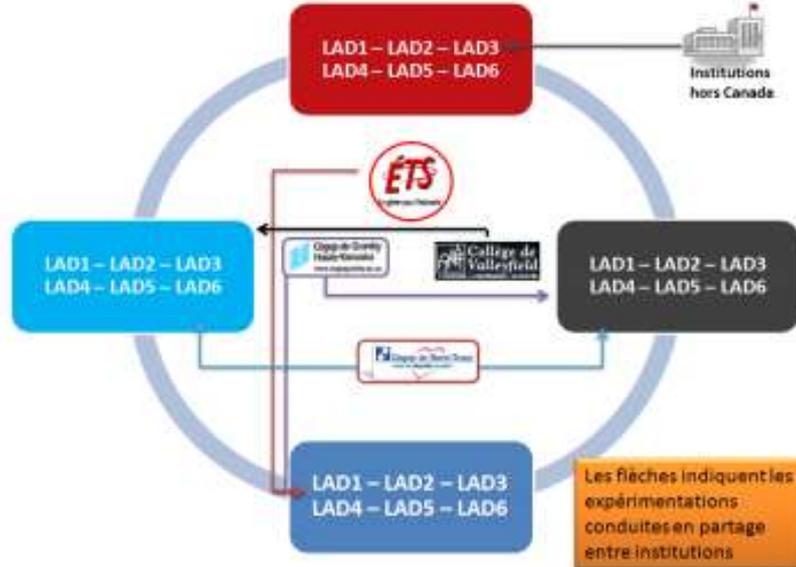


FIG 3: “As setas indicam as experiências compartilhadas e conduzidas pelas instituições”

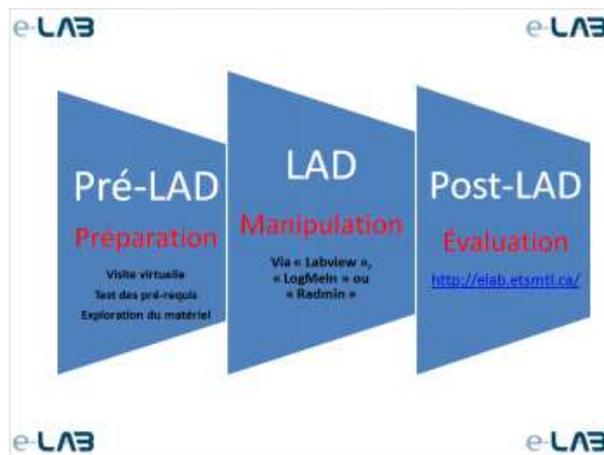


FIG 4: Etapas do LAD: “Pré – LAD Préparation (Visita virtual/ Teste de pré-requisito/ exploração do material)”

“LAD Manipulação (LabVIEW/ LogMein/ Radmin)”

“Pós-LAD Avaliação (feita através do site especificado)”

### 2.3.2 O laboratório remoto UniBoss (RLUB)

O laboratório remoto UniBoss (RLUB) é um projeto aberto que tem sido elaborado com a participação ativa dos alunos do INSTITUTE OF AUTOMATICS – AGH Akademia Górniczo-Hutnicza

Um dos objetivos principais de construção do RLUB é possibilitar os alunos acessar vários dispositivos físicos e instrumentos no laboratório de controle de processos localizado no AGH Instituto de Ciência e tecnologia. Outra vantagem é a simplificação do uso de diferentes sistemas de operações e padronizar a configuração da ferramenta de desenvolvimento que faz os alunos trabalharem de maneira eficiente. Além do mais, com o UniBoss pode usar licenciado, programas comercial sem tendo instalado eles nos seus computadores. A ideia do RLB é fornecer acesso remoto para o equipamento do laboratório sem a necessidade a presença de alguém no laboratório de pesquisa. A figura 5 mostra a estrutura do UniBoss.

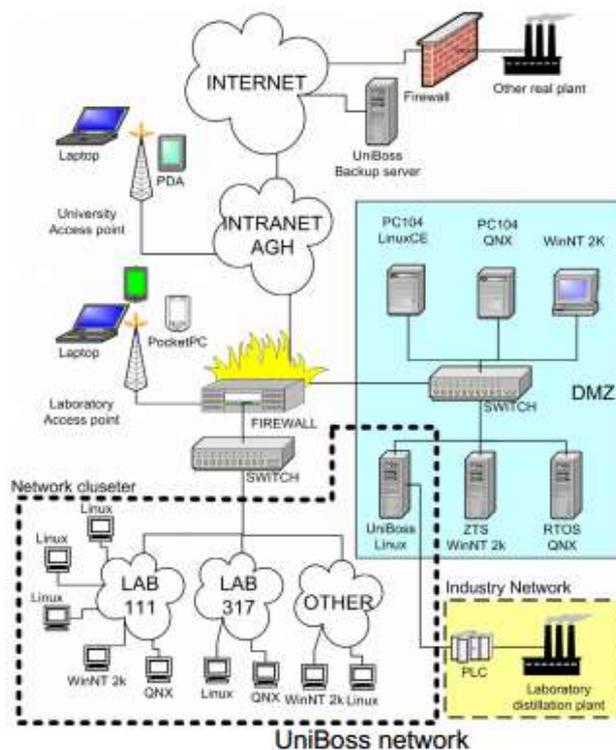


FIG 5: Estrutura do UniBoss

### 2.3.3 O projeto WebLab-Deusto

O projeto WebLab-Deusto iniciou suas atividades em 2000. A universidade de Deusto acolheu ambas REV (Remote Engineering and virtual instrumentation) conference e a GOLC (Global Online Laboratory Consortium) verao de 2012.

Três pesquisadores visitantes participaram WebLab-Deusto:

Fabricio Gazzola(IFSC) em Florianópolis (quem havia trabalhado na integração do LabVIEW Remote Panels),

Bruno Campos da mesma universidade (quem trabalhou com *low cost laboratories*) e;

Martin Kaluz de STU(Slovak University of Technology in Bratislave) da Eslováquia (quem trabalhou na integração dos labs de controle e implantou WebLab-Deusto no STU).

Uma característica interessantes do projeto de Deusto é que o próprio site do laboratorio disponibiliza um login temporário para o visitante poder realizar os seguintes experimentos:

- Robot
- FPGA ( [Field Programmable Gate Array](#) )
- Aquarium
- VISIR (Virtual Instrument Systems In Reality)
- CPLD (Complex [Programmable Logic Device](#))
- Logic gates
- Virtual Machines

Nos labs na STU

- Thermal plant

A figura 5 mostra um exemplo da interface gerada por uma de suas atividades no experimento VISIR:

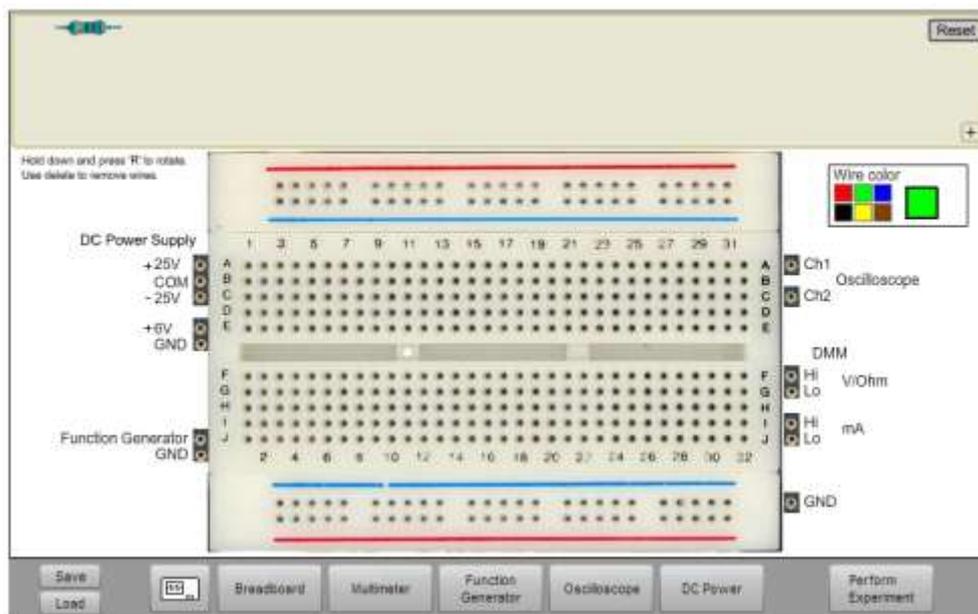


FIG 5: Exemplo de interface em uma das atividades no experimento VISIR.

A figura 6 mostra a estrutura do WebLab-Deusto.

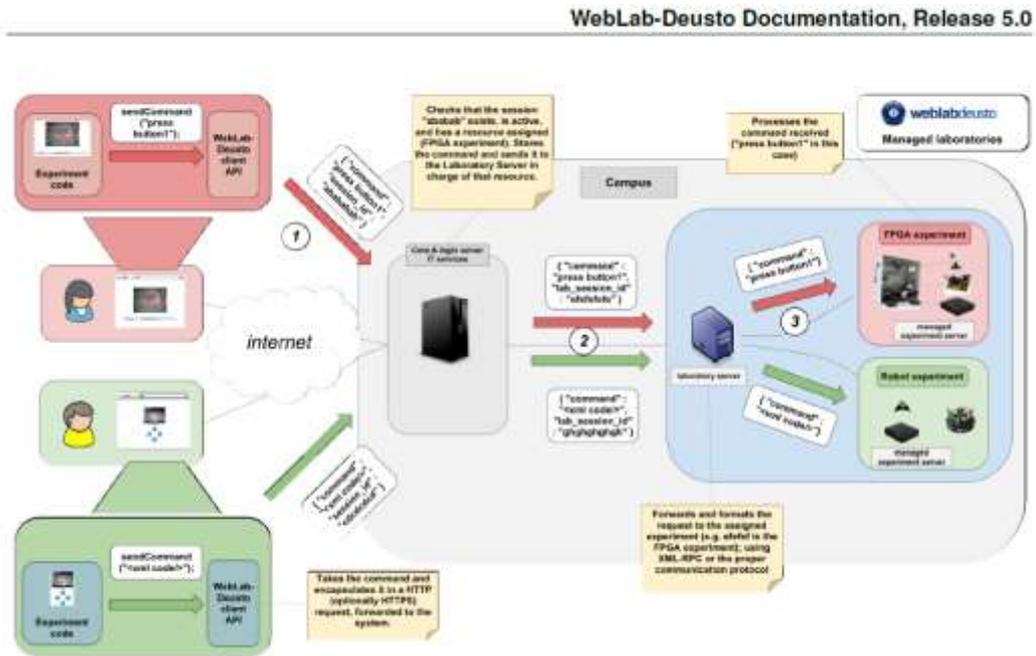


FIG 6: Estrutura do WebLab-Deusto.

### 2.3.4 – O LabShare

O Instituto LabShare (TLI – The Labshare Institute), da Austrália, é uma organização sem fins lucrativos que fornece serviços de compartilhamento de laboratórios remotos para o setor da educação. Sua missão é promover a melhoria da educação científica e de engenharia sendo uma prestadora de serviços e líder em soluções para o uso e desenvolvimento de laboratórios remotos.

Ele possui os seguintes parceiros que podem prestar e/ou receber serviços:

- University of Technology Sydney
- Curtin University
- University of South Australia
- RMIT University

Oferece as seguintes funcionalidade:

- Obtenção de acesso a equipamentos dos laboratórios remotos
- Consultoria para desenvolvimento de laboratórios remotos
- Administração de contas e recursos
- Materiais educacionais para aulas

Ele possui um catálogo de experimentos com as seguintes características :

- 11 experimentos
- Cada experimento associado a uma disciplina
- Tags de descrição para identificar, rapidamente, o assunto
- Pequena descrição do que é o experimento
- Lições associadas

## 2.4 Estudo comparativo

Com os resultados das buscas e análises dos diferentes projetos, o passo seguinte foi a realização de um quadro comparativo para apontar as semelhanças e as diferenças entre os projetos. Consideraram-se, principalmente, a simplicidade da interface gráfica, o número de experimentos disponíveis aos alunos, a facilidade no acesso on-line aos laboratórios, os ambientes de programação utilizados e até mesmo a possibilidade de parcerias.

A maioria desses laboratórios iniciaram suas atividades com softwares de controle já desenvolvidos por outras empresas e posteriormente optaram por desenvolver os seus próprios. Uma maior qualidade em termos de interface gráfica e do número de experimentos disponíveis foi observada em projetos de grandes parcerias entre as universidades. Sendo assim, também considera-se a parceria, a troca de informações entre as instituições e o compartilhamento dos equipamentos como fatores essenciais para que a implementação de laboratórios remotos seja viável.

A tabela 1 apresenta os resultados das principais características dos laboratórios remotos apresentado, bem como de outros que foram analisados mas não incluídos no relatório.

| Universidades  | Lab               | Programas de interface                    | Número de experimentos | Ambiente de programação | Observações   | Observações (2)                               |
|--|-------------------|---|------------------------|-------------------------|---|---|
| UNED   | UNED labs         | matlab                                    | 10                     | Apache Tomcat Software  |   |   |
| Universidad de Deusto  | Deusto            | WebLab-Deusto server (Python)             | 7                      | weblab-deusto           |   |   |
| Universidade ETS (Ecole de technologie supérieure)   | FODAR             | <a href="#">lab@home</a>                  | nao informado          | labview                 |   |   |
| Universidades da Australia   | labshare          | labview                                   | 11                     | labview                 |   |   |
| Stanford University  | virtual classroom |   | nao obtido             | Cyberlab                |   |   |
| Universidad Politécnica de Madrid  | Aula web          | SLD (sistema de laboratorios a distancia) | 5                      | labview                 | Aulaweb(os alunos passam por uma auto-avaliação antes de fazer a atividade pratica) | reinforcing of the students' learning process |
| Center of Technological Innovation in Static Converters and Drives, Technical University of Catalonia (CITCEA-UPC), Barcelona. |                   | CoDeSys                                   | 10                     | MATLAB/Simulink.        | various sensors and actuators used in industrial installations, using PLC           | IP camera screen shot/ low-cost platform      |

TAB 1: Quadro comparativo entre alguns projetos de laboratórios remotos.

## 3.0- RESULTADOS OBTIDOS:

Observou-se a importância dos laboratórios remotos no ensino de engenharia elétrica em algumas instituições de ensino no mundo. Com base nesse estudo, constatou-se que além

de oferecer a possibilidade de estudar em casa com o laboratório, eles permitem que o aluno treine, adquira um conhecimento prévio dos experimentos que ele deverá realizar no laboratório real. Destaca-se que a vantagem é tanto para o professor quanto para o aluno, que pode identificar rapidamente possíveis problemas que podem ocorrer nos experimentos reais, assim como uma compreensão rápida e eficiente nos laboratórios físicos.

Até o momento, essas pesquisas foram essenciais como ponto de partida para se ter uma ideia da importância da implementação dos laboratórios remotos no ensino da universidade assim como uma redução nos gastos na adesão de novos equipamentos. Com base nesse estudo, as próximas etapas referentes à implantação dos laboratórios propriamente ditos, poderão ocorrer de forma segura.

Sugere-se que a PUC-Rio considere implantar um laboratório remoto na área de sistemas de controle. Esta é uma área muito importante porque atende às necessidades dos cursos de Engenharia de Controle e Automação e de Engenharia Elétrica da universidade. Além disto estes cursos existem em outras universidades brasileiras que poderão vir a se tornar parceiras.

#### **4.0- COLABORADORES:**

A equipe do LAMBDA deu apoio tecnológico ao projeto, assim, como outros alunos que desenvolviam atividades complementares na área.

#### **5.0- REFERÊNCIAS:**

##### **Artigos analisados**

ELSEVIER, **Developing a remote laboratory for engineering education**, Computers & Education, Fev. 2011

GOMES, GARCIA-ZUBIA, **Advance on remote laboratories and e-learning experiences**, University of Deusto, 2007

**Remote laboratories using LabView** – Documento técnico National Instruments

AMMAN, JORDAN, **Remote Labs as Learning Services in the Educational**, Pág. 1194, EDUCON, Abril, 2010,

**TLad** – Laboratoire mobile Innovation techno-pédagogique « <http://tlad.etsmtl.ca/>

##### **Sites dos laboratórios**

<http://www.labshare.edu.au/about/partnerships>

<http://www.weblab.deusto.es/website/>

[http://www.cifort.uqam.ca/documents/projet\\_escience\\_erecherche\\_elearning.pdf](http://www.cifort.uqam.ca/documents/projet_escience_erecherche_elearning.pdf)

<http://formacio.citcea.upc.edu/>