

## DESENVOLVIMENTO E IMPLANTAÇÃO DE UM MODELO DE ACESSO E GERENCIAMENTO DE RECURSOS LABORATORIAIS REMOTOS

Lucas Mellos Carlos<sup>1\*</sup>, Simone Meister Sommer Bilessimo<sup>2</sup>, Juarez Bento da Silva<sup>3</sup>, João Bosco da Mota Alves<sup>3</sup>

1. Assistente de Pesquisa no Lab. de Experimentação Remota (RExLab) da UFSC
2. Pesquisadora no Lab. de Experimentação Remota (RExLab) da UFSC / Orientadora
3. Pesquisador no Lab. de Experimentação Remota (RExLab) da UFSC

### Resumo:

Oriundos da integração de tecnologia na educação, os laboratórios online despontam-se como uma grande tendência no mundo das tecnologias educacionais. Muito de sua tendência se deve ao fato de suprir carências no ambiente escolar e por estender a sala de aula para fora do ambiente escolar. Dentre os laboratórios online, os remotos se destacam por permitirem a interação com um laboratório real, mesmo que mediado via Internet. Tal interação do usuário com o laboratório se dá através de Ambientes de Gerenciamento de Laboratórios Remotos (RLMSs). Tais ambientes se destacam por possuir incorporados a si diferentes funcionalidades que vão além de interfacear acesso aos laboratórios, permitindo a personalização da interatividade e gerenciamento das mesmas de maneira dinâmica ao usuário. Assim, objetivou-se o desenvolvimento e implantação de um RLMS para gerenciamento laboratórios remotos vinculados ao projeto GT-MRE e a seus parceiros.

**Palavras-chave:** tecnologia na educação; laboratórios remotos; TIC

**Apoio financeiro:** CNPq, RNP e CAPES

**Trabalho selecionado para a JNIC pela instituição:** UFSC

### Introdução:

O uso de laboratórios online tem despertado o interesse de muitos pesquisadores em tecnologias educacionais recentemente (VIEGAS *et al.*, 2014). A promoção do rompimento da barreira espaço temporal torna-se um grande atrativo para a adoção deste tipo de laboratório. Tal modelo de laboratório se destaca pelo fato de ter um estudante ativo com alguma atividade de experimentação, mesmo fora do ambiente escolar (MUJKANOVIC *et al.*, 2015).

A relevância do uso deste tipo de laboratório se dá mediante a cenários como o brasileiro, onde tem-se um ambiente que apenas 9% das escolas públicas de educação básica dispõem de laboratórios de ciências e tem-se 7,4 computadores por escola para uso dos alunos (QEDU, 2017). No entanto, a ubiquidade é uma realidade, 91% dos estudantes de educação básica são portadores de algum tipo de dispositivo móvel (CGI.BR/NIC.BR, 2016).

Os laboratórios online dividem-se quanto a sua natureza, destes tem-se três tipos, sendo: laboratórios remotos, onde tem-se um equipamento de hardware que passa por um processo de automatização em uma arquitetura de software específica (TAWFIK *et al.*, 2015). Já os laboratórios virtuais se caracterizam por lidarem apenas com software e aparecem geralmente ligados a simulações (BALAMURALITHARA; WOODS, 2009). Por vez, os laboratórios híbridos encontram-se descrevendo a ligação de mais de um modelo de laboratório, considerando laboratórios *hands-on* (RODRIGUEZ-GIL *et al.*, 2017).

A grande difusão de laboratórios online acendeu uma série de discussões a respeito dos fatores relacionados ao acesso e provimento em laboratórios remotos. Com isso, os laboratórios passaram a serem disponibilizados em Ambientes de Gerenciamento de Laboratórios Remotos (RLMS) a fim de serem gerenciados, controlados e armazenarem dados de práticas executadas (HARWARD *et al.*, 2008; ORDUÑA *et al.*, 2014).

Um dos projetos destaque em destaque nesta modalidade no Brasil é o Grupo de Trabalho em Experimentação Remota Móvel (GT-MRE), que desenvolve e integra laboratórios remotos em todos os níveis de educação que conta com apoio da RNP e CAPES (DA SILVA; BILESSIMO; DA SILVA, 2016; CARLOS *et al.*, 2017).

Desta forma, uma das necessidades do projeto tratava-se da definição de um modelo para disponibilização de laboratórios remotos e sua posterior integração na educação. Assim, o presente trabalho objetivou contribuir com o projeto GT-MRE no desenvolvimento de um RLMS para disponibilização e acesso a laboratórios remotos criados pelo GT-MRE e parceiros.

### Metodologia:

A pesquisa retratada foi executada dentro do projeto GT-MRE, financiado pela RNP e CAPES com apoio do CNPq, de modo que fosse possível construir uma plataforma para disponibilização e gestão de

recursos laboratoriais remotos para instituições de ensino, centrando-se na distribuição e compartilhamento aberto dos recursos.

A plataforma desenvolvida junto ao grupo de pesquisa RExLab no Campus de Araranguá da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), se deu através de uma abordagem de caracter qualitativo, na busca de explanar profundamente os resultados encontrados (DE OLIVEIRA, 2007). A pesquisa aplicada, quanto a sua natureza, definiu o seu foco na aplicação prática a fim de ir de encontro ao problema pesquisado (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

Determinada através de objetivos exploratórios, que definiu uma maior familiarização com o problema retratado, buscando ser possível de inferir hipóteses (GIL, 2010). Assim, concebeu-se a pesquisa através de procedimentos experimentais, a fim de permitir aos autores realizar afirmações sobre uma dada causa e efeito dentro do objeto da pesquisa (BRYMAN, 2004).

A realização da pesquisa contou com uma divisão em quatro etapas distintas, onde tem-se em (1) uma análise bibliográfica a respeito de soluções de RLMSs já existentes; (2) análise prévia dos resultados encontrados, visando buscar requisitos para o desenvolvimento da solução; (3) desenvolvimento da solução de RLMS, posteriormente nomeada de RELLE (Ambiente de Aprendizagem com Laboratórios Remotos); e (4) análise dos resultados no impacto causado pelo uso da plataforma desenvolvida.

Durante a etapa 1, realizou-se uma busca pelo estado da arte das soluções de plataformas de RLMS já desenvolvidas, com vistas a analisar possíveis técnicas e soluções empregadas no desenvolvimento das mesmas. Durante a etapa 2, resumiu-se a análise dos pontos principais das plataformas pesquisadas, buscando traçar um panorâma com o público-alvo da solução, sendo de docentes e discentes de escolas públicas, onde tem-se um baixo número de computadores nas escolas com baixa conectividade.

Na etapa 3 da pesquisa, desenvolveu-se a plataforma RELLE utilizando tecnologias web gratuitas, de modo que fosse possível ter acesso à solução através de smartphones, tablets ou computadores. Já na etapa 4, promoveu-se uma análise dos resultados alcançados com a solução, uma análise aprofundada da etapa 4 é apresentada por Carlos *et al* (2017), onde é avaliado o impacto da solução em sala de aula e com especialistas em experimentação remota e laboratórios online ao redor do mundo junto ao grupo de trabalho IEEE-1876, que trata da padronização de laboratórios remotos e seus objetos no âmbito da IEEE.

## Resultados e Discussão:

Desenvolveu-se a plataforma de modo que a mesma servisse como um modelo aberto de laboratórios remotos, permitindo que docentes e discentes acessassem-a livremente, sem nenhum tipo de impedimento restritivo e que fosse possível fornecer a um determinado grupo de usuários, acesso privilegiado para controlar os recursos disponibilizados pela aplicação, bem como as aplicações práticas.

Tal modelo de acesso serviu ainda para disponibilização de laboratórios, sendo assim, diferentes instituições de ensino ou grupos de pesquisa podem disponibilizar seus laboratórios remotos na plataforma, sem precisar se preocupar com o gerenciamento dos usuários e demais elementos de interconexão, que se encontram presente na arquitetura, já embarcada no domínio da aplicação.

Muito da tarefa de disponibilização por terceiros na plataforma se deve pelo fato da mesma ter sido desenvolvida como centralizadora das atividades gerenciais. Desta forma, abstrações mais técnicas, como por exemplo o tratamento de conexões de usuários e gerenciamento da fila de acessos ficam transparente ao disponibilizador do laboratório.

Assim, desenvolveu-se o RELLE dentro de uma arquitetura modular, dividida em três camadas, sendo: (1) RLMS; (2) serviço de *Labs Instances Scheduling* (LIS) de acessos aos laboratórios; e (3) laboratório físico.

Para o RLMS em si, obedeceu-se aos níveis de usuários criados, sendo administrador, professor e estudante. Ao usuário administrador, desenvolveu-se interfaces para administração dos laboratórios. Já aos professores, opções de realizar agendamento de um dado laboratório por um dado período de tempo em específico.

Do usuário estudante, o mais convencional dentre os usuários, forneceu-se apenas a funcionalidade de interagir com os laboratórios permitindo-se que estes pudessem filtrar os laboratórios que desejassem utilizar conforme sua área de atuação e emitir relatórios referente a sua prática. A cada laboratório, autorizou-se que este tivesse uma ou mais instâncias cadastradas com vistas a diminuir a espera dos usuários na fila de acessos.

O serviço de *scheduling*, localizado na camada intermediária, é o responsável pelo controle dos acessos aos laboratórios e por garantir o acesso dos usuários através de uma fila, onde cada usuário tem seu tempo pré-definido de acesso exclusivo, sendo que este poderá aceder a prática novamente após terminar seu tempo de sessão. Este serviço é ainda responsável por ter controle sobre os acessos dentro de um agendamento, fornecendo um *token* especial aos usuários do agendamento, tendo esses a prioridade na fila de acessos convencional.

Aos laboratórios, permitiu-se a vinculação de documentos, sendo materiais didáticos tidos como *guias de aplicações* e materiais técnicos relacionados ao processo de construção e replicação de cada laboratório remoto desenvolvido pelo GT-MRE junto a plataforma RELLE. Vinculou-se materiais que permitissem a distribuição sob licença *Creative Commons*, de modo a facilitar o compartilhamento da informação entre os usuários da plataforma.

Os laboratórios criados pelo GT-MRE foram concebidos através de hardware de baixo custo, visando reduzir os custos de produção e facilitar a replicação por parceiros. Cada instância de laboratório conta com

uma *Single Board Computer* (SBC) Raspberry Pi ligada a uma placa de aquisição e controle, desenvolvida pelo projeto, junto a sensores e atuadores para aquisição e controle do equipamento.

A Figura 1 retrata os recursos disponibilizados dentro da arquitetura desenvolvida, bem como a interconexão dos elementos que a compõem em suas três camadas.

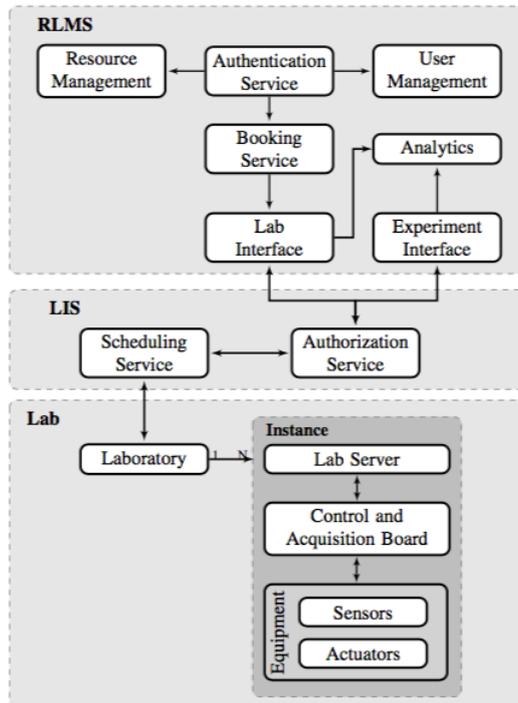


Figura 1 – Arquitetura desenvolvida.

Já a Figura 2, exibe um exemplo prático de aplicação, onde tem-se o serviço de *scheduling* permitindo o acesso em simultâneo de duas instâncias de um mesmo laboratório no RELLE, fazendo com que dois usuários interajam ao mesmo tempo com um recurso do mesmo tipo.

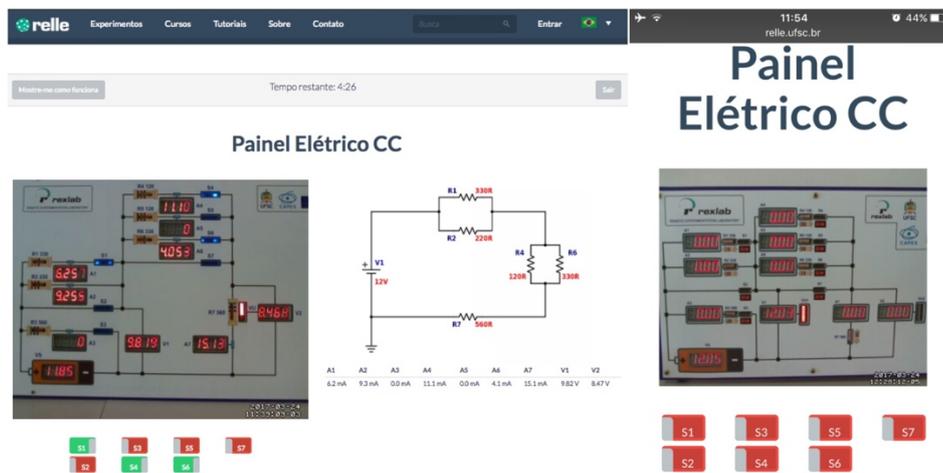


Figura 2 – Exemplo de utilização do RELLE.

## Conclusões:

O RLMS desenvolvido para ser suporte do projeto GT-MRE, forneceu a professores e alunos uma ferramenta integrada de acesso à laboratórios remotos, de modo que foi possível ter acesso a um rol de 17 laboratórios de diferentes áreas de ensino, como por exemplo, física, robótica e biologia, junto com um conjunto de materiais de suporte aos mesmos, abarcando estudos relacionados a elétrica, eletrônica, Leis Newtonianas, programação, pigmentação foliar, dentre outros.

Desta forma, o uso do RELLE permitiu a readequação das ferramentas de Tecnologias da Informação e Comunicação dentro do contexto educacional, principalmente levando a tecnologia para dentro da sala de aula, fornecendo a professores uma ferramenta capaz de auxiliar no processo de ensino-aprendizagem.

Ainda classifica a solução desenvolvida como uma ferramenta que permite aos usuários o acesso 24h/7 dias por semana, corroborando assim com o rompimento da barreira entre o espaço e o tempo de uma aula convencional em uma instituição de ensino, onde tem-se um período de execução pré-definido. Desta

forma, estudantes podem performar suas atividades repetidas vezes mesmo fora do ambiente institucional, desde que estejam conectados a Internet.

Para as instituições que desenvolvem laboratórios remotos, permitiu-se um ambiente propício para a disponibilização e compartilhamento de seus recursos laboratoriais, podendo estes serem escalados para um maior número de usuários, abrangendo usuários não lusófonos que são suportados pela plataforma.

A solução desenvolvida possui registrada, em dezembro de 2017, um total de mais de 34 mil acessos, oriundos de mais de 110 países ao redor do mundo, sendo ainda, um número de 1.543 alunos de ensino fundamental, médio, técnico e superior atingidos diretamente pela solução durante o processo de validação da plataforma e dos laboratórios disponibilizados por ela.

Até então, a plataforma encontra-se integrada em planos de aula de professores de áreas ligadas a *Science, Technology, Engineering and Mathematics* (STEM) de cinco escolas de educação básica da rede pública no sul de Santa Catarina.

Logo, os números expressivos gerados pela plataforma e o impacto causado pela mesma, levaram a conquista do prêmio de melhor laboratório controlado remotamente do mundo pelo *Global Online Laboratory Consortium* (GOLC) em 2017, junto com o prêmio de melhor plataforma educacional do setor público ARede educa 2016 e ainda, a um dos laboratórios disponibilizados na mesma, o prêmio de 2º melhor app educacional no 2º Concurso Integrado Apps.Edu no V Congresso Brasileiro de Informática na Educação (V CBIE) também no ano de 2016.

### Referências bibliográficas

BALAMURALITHARA, B.; WOODS, P. C. **Virtual laboratories in engineering education: The simulation lab and remote lab**: Wiley Subscription Services, Inc., A Wiley Company. 17: 108-118 p. 2009.

BRYMAN, A. **Research Methods and Organization Studies**. Taylor & Francis, 2004.

CARLOS, L. M. et al. **Estratégias de Integração de Tecnologia no Ensino: Uma Solução Baseada em Experimentação Remota Móvel**. TICAL2017. San José, Costa Rica: RedCLARA 2017.

CGI.BR/NIC.BR. **Pesquisa TIC Educação**. 2016. Disponível em: < [http://data.cetic.br/cetic/explore?idPesquisa=TIC\\_EDU](http://data.cetic.br/cetic/explore?idPesquisa=TIC_EDU) >. Acesso em: 08 de dezembro de 2017.

DA SILVA, J. B.; BILESSIMO, S. M. S.; DA SILVA, K. C. N. A ESTRATÉGIA DE INTEGRAÇÃO DE TECNOLOGIA NA EDUCAÇÃO DO GRUPO DE TRABALHO EM EXPERIMENTAÇÃO REMOTA MÓVEL (GT-MRE). **Revista Tecnologias na Educação**, v. 17, p. 1-14, 2016.

DE OLIVEIRA, M. M. **COMO FAZER PESQUISA QUALITATIVA**. MARLY DE OLIVEIRA, 2007.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de Pesquisa**. Plageder, 2009.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 2010.

HARWARD, V. J. et al. The iLab Shared Architecture: A Web Services Infrastructure to Build Communities of Internet Accessible Laboratories. **Proceedings of the IEEE**, v. 96, n. 6, p. 931-950, 2008.

MUJKANOVIC, A. et al. Impact of students' preferences on the design of online laboratories. 2015. 2015. p.823-826.

ORDUÑA, P. et al. Towards federated interoperable bridges for sharing educational remote laboratories. **Computers in Human Behavior**, v. 30, p. 389-395, 2014.

QEDU. **Matrículas e Infraestrutura - QEDu**. 2017. Disponível em: < <http://qedu.org.br/brasil/censo-escolar?year=2016&dependence=0&localization=0&item=> >.

RODRIGUEZ-GIL, L. et al. Towards new multiplatform hybrid online laboratory models. **IEEE Transactions on Learning Technologies**, v. PP, n. 99, p. 1-1, 2017.

TAWFIK, M. et al. **Defining the Critical Factors in the Architectural Design of Remote Laboratories**. 10: 269-279 p. 2015.

VIEGAS, C. et al. **Improving Students Experimental Competences Using Simultaneous Methods in Class and in Assessments**. New York, NY, USA: ACM: 125-132 p. 2014.