

Integração de Experimentos Remotos Usando a Plataforma VISIR

Paulo Manoel Mafra¹, Josiel Pereira¹, Juarez Bento da Silva¹, João Bosco da Mota Alves¹, Simone Meister Sommer Bilessimo¹

Universidade Federal de Santa Catarina¹

e-mail: paulo@mafra.eti.br, josiel.pereira18.jp@gmail.com, juarezbs.silva@gmail.com, jbosco@inf.ufsc.br, simone.bilessimo@gmail.com

Resumo. Em 1999, uma ideia para a criação de um laboratório remoto para eletrônica, semelhante a um laboratório presencial, foi iniciada no instituto BTH na Suécia. Em 2006, o projeto recebeu o nome de VISIR (*Virtual Instrument Systems in Reality*). O objetivo principal do VISIR é capacitar os alunos a desenvolver remotamente experimentos eletrônicos. Além disso, permite a colaboração entre pesquisadores através do compartilhamento de experimentos. O VISIR motivou muitos pesquisadores em todo o mundo a desenvolver projetos usando a plataforma. Embora muito poderosa, a plataforma tem algumas limitações como o número reduzido de componentes eletrônicos que podem estar disponíveis em uma plataforma. No entanto, tais limitações, se contornadas, permitem o uso do VISIR por um grande número de usuários em muitas instituições de ensino com um grande número de práticas eletrônicas suportadas. Neste artigo, descrevemos como reduzir essas limitações, integrando os experimentos disponibilizados nas várias plataformas VISIR instaladas em todo o mundo. Com essa integração, será possível que um usuário escolha os componentes desejados ou a prática desejada e seja redirecionado para acessar a plataforma VISIR que possui essa infraestrutura disponível e evitar que experimentos semelhantes sejam configurados em mais de uma plataforma VISIR.

Palavras Chave: Laboratórios remotos, Educação de ciências, Experimentos eletrônicos, Aprendizado aprimorado pela tecnologia.

Introdução

Estudantes em geral, não apresentam bom desempenho nas disciplinas STEM (ciências, tecnologia, matemática e engenharia). É possível atrair a atenção dos alunos com o uso de tecnologias na educação. Essas tecnologias, por exemplo, laboratórios *on-line*, podem ser executadas 24 horas por dia, 7 dias por semana, sem aumentar significativamente seu custo, permitindo que os alunos realizem experimentos remotamente por meio de laboratórios remotos.

Laboratório remoto também chamado de laboratório *on-line* é usado para realizar experiências remotamente em tempo real. O local da experiência geralmente é geograficamente diferente do local do usuário e isso deve ser transparente para o usuário. Os laboratórios remotos são tecnologicamente inovadores e permitem que os alunos acessem e interajam remotamente com equipamentos reais de laboratório através de uma interface web (LIMPRAPTONO et al., 2011).

Hoje no Brasil há uma grande falta de laboratórios de ciências nas escolas. Segundo o censo de 2016 do INEP, órgão do Ministério da Educação, publicado no início de 2017, apenas 25,2% das escolas primárias brasileiras (públicas ou privadas) contam com um laboratório de ciências. Os estudantes de educação pública sofrem ainda mais com a situação. Entre as escolas que possuem laboratórios de ciências, apenas 28% são escolas públicas versus 72% de escolas particulares (INEP, 2017).

Os laboratórios *on-line* permitem que alunos de qualquer escola (pública ou privada) acessem experiências e recursos. Usando laboratórios *on-line*, os alunos têm mais tempo para concluir as atividades do laboratório e repetir cada experiência quantas vezes forem necessárias, com ou sem modificações. Para auxiliar nessa tarefa, é possível usar a plataforma VISIR (*Virtual Instrument Systems in Reality*)

(GUSTAVSSON, et al., 2007). Esta plataforma foi desenvolvida no BTH (*Blekinge Institute of Technology*) na Suécia. A ideia da plataforma é fornecer acesso remoto aos laboratórios de instrumentação, permitindo que os alunos criem e executem experimentos eletrônicos usando a Internet.

A maior limitação da plataforma VISIR é o número de componentes eletrônicos que podem ser conectados simultaneamente na matriz de componentes disponível (4 matrizes por padrão, permitindo que, no máximo, 10 componentes sejam conectados a cada matriz, por exemplo). Mais matrizes de componentes podem ser compradas, mas o custo é relativamente alto (em torno de \$1300 por matriz extra). Outra limitação é a quantidade máxima de 16 matrizes de componentes que podem ser inseridas na plataforma (TAWFIK, 2013). Desta forma, é necessário pensar nas práticas que serão desenvolvidas no sistema e configurar as matrizes com os componentes apropriados. Isso limita muito o número de práticas disponíveis em uma plataforma VISIR, diminuindo a flexibilidade de conteúdos que podem ser abordados usando estas práticas. Outra limitação é a necessidade de configurar cada componente na matriz, exigindo que um técnico de laboratório configure e pré-altere os componentes que serão utilizados nos experimentos. Outro problema é a dificuldade e fragilidade da conexão entre as placas da matriz de componentes. Quanto mais mudanças forem feitas, maior o risco de problemas de conexão entre as placas. Ainda que o número de instâncias de laboratórios remotos VISIR tem sido ampliado a cada dia, presente hoje em 12 instituições localizadas em 8 países, não existe um compartilhamento das experiências presentes em cada plataforma. Com base no exposto, é possível maximizar o número de componentes possíveis e experiências disponíveis na plataforma VISIR?

O artigo está organizado da seguinte forma. Na seção 2 é explicada a plataforma VISIR, os principais componentes e como ela funciona. A seção 3 mostra o repositório de práticas criado para compartilhar experiências com usuários do VISIR. A seguir, a seção 4 apresenta a integração do repositório de práticas, explicando a arquitetura distribuída implementada. A seção 5 expõe problemas e discute alguns resultados alcançados e na seção 6 o artigo é concluído e alguns trabalhos futuros são apresentados.

Plataforma VISIR

A arquitetura do sistema VISIR possui duas partes principais: o *hardware* e o *software* (SALAH et al., 2015; SANCRISTOBAL et al., 2011). O *hardware* é dividido em três partes: plataforma baseada em PC, plataforma baseada em PXI e matriz de chaveamentos. O *software* é dividido em quatro partes: interface Web, experimentos, servidor de medição e servidor de equipamento.

A plataforma baseada em PC, a plataforma baseada em PXI e a matriz de chaveamentos são conectadas através de cabos e conectores específicos, como mostrado na Figura 1.

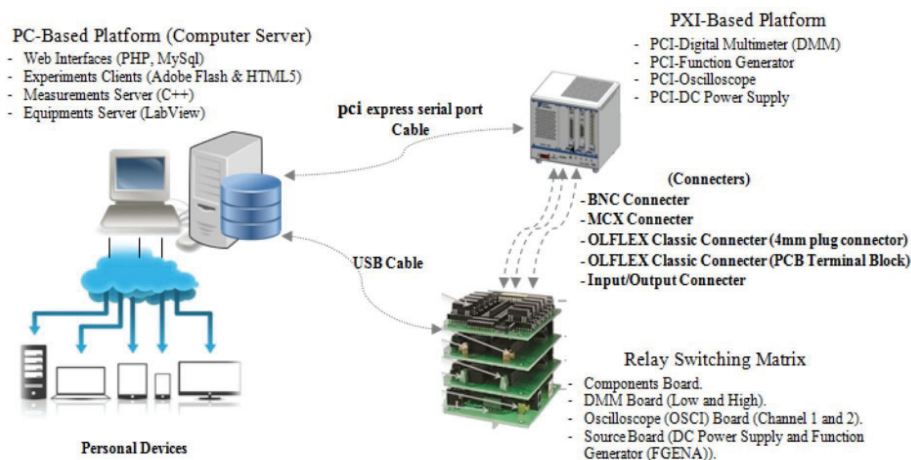


Figura 1. Plataforma VISIR. Fonte: (NAJIMALDEEN, 2017)

A seguir, descreve-se cada parte do *hardware* e *software* da plataforma VISIR.

- **Plataforma baseada em PC:** este é um computador que hospeda um conjunto de programas abertos para fornecer funcionalidade para a plataforma baseada em PXI e a matriz de chaveamentos, integrando *hardware*. Essa plataforma fornece acesso a experiências de usuários por meio de qualquer navegador da Web instalado no cliente.
- **Plataforma baseada em PXI:** esta plataforma é usada para conexão de módulos de instrumentação como fonte de alimentação, multímetro digital, gerador de função e osciloscópio. Este hardware é fabricado pela NI (*National Instruments*). Esta plataforma é a única parte do sistema que não está aberta.
- **Matriz de chaveamentos:** é um conjunto de placas atuando como um circuito mais complexo, fornecendo estrutura para a conexão de componentes eletrônicos como resistores, capacitores, diodos, etc. Essas placas são conectadas entre si através de pinos de conexão. Componentes eletrônicos estão disponíveis na plataforma para uso em experimentos. Além desses componentes eletrônicos, existem placas para interconexão dos módulos de instrumentação, como mostrado na Figura 2.

Todas as partes de *software* (interface web, experimentos, servidor de medição e servidor de equipamentos, descritas a seguir) são hospedadas na plataforma baseada em PC (GUSTAVSSON et al., 2007; TAWFIK et al., 2012). Esta plataforma é baseada no sistema operacional Windows.

- **Interface Web:** o código fonte da interface VISIR é escrito em linguagem PHP usando o banco de dados MySQL. É mais fácil integrar o software VISIR com outros ambientes, como sistemas de gerenciamento de aprendizado (LMS), porque é um código-fonte aberto. Além disso, o VISIR foi integrado a outras plataformas como o RELLE, GO-LAB e WebLab-Deusto.
- **Experimentos:** a plataforma para desenvolvimento de experimentos foi inicialmente escrita em *flash* para mostrar a interface virtual da *protoboard* e de cada instrumento de medição. Recentemente esta parte foi reescrita em *HTML5*, facilitando o uso em navegadores modernos. **Servidor de medição:** esta parte foi escrita em *Visual C++*. Sua função é receber e processar as requisições de medição que vêm de cada experimento realizado pelos clientes. Cada solicitação feita por um cliente é enviada através de uma seção TCP para o servidor. Há 4 etapas necessárias para realizar uma medição: (i) autenticação, (ii) validação, (iii) compartilhamento de tempo e (iv) controle (NAJIMALDEEN, 2017).

Servidor de equipamentos: o servidor de equipamentos foi escrito no *LabVIEW*. É um controlador de equipamentos, lidando com interfaces de baixo nível para os instrumentos conectados ao sistema. Este servidor de equipamentos lida com a comunicação entre a plataforma baseada em PC, a plataforma baseada em PXI e a matriz de chaveamentos através do *LabVIEW*.

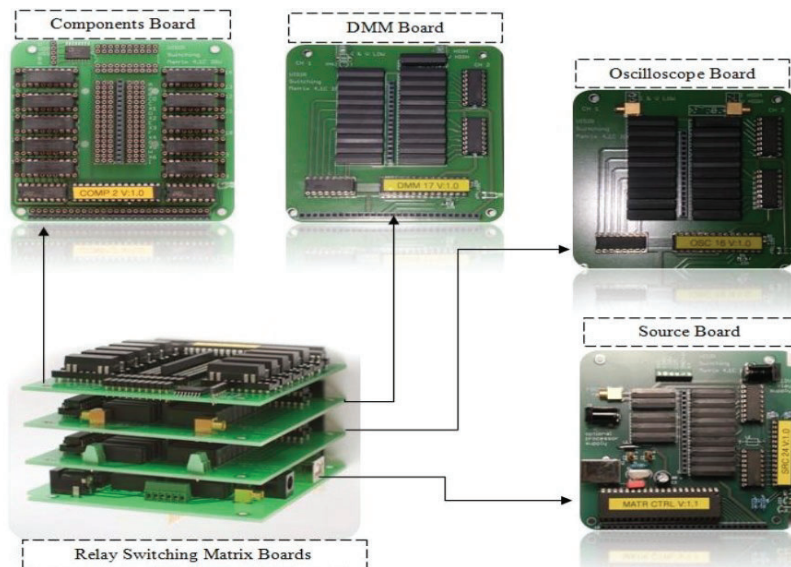


Figura 2. Placas da matriz de chaveamentos. Fonte: (NAJIMALDEEN, 2017)

Para adicionar componentes eletrônicos (resistores, capacitores, diodos, etc.) ao sistema VISIR, é necessário conectar os componentes desejados na matriz de componentes e incluir informações sobre todos os componentes nos arquivos: *component.list*, *max.list* e *library.xml*, descrevendo o componente, valor e localização (número da placa e posição da matriz).

Repositório de Práticas

Considerando os diferentes circuitos que podem ser implementados em uma instância do VISIR, foi criado um repositório digital para disponibilizar todos os circuitos possíveis identificados em uma instância específica deste laboratório remoto. Assim, o repositório tem como objetivo informar quais circuitos podem ser executados. Além dos circuitos, vários recursos estão presentes como vídeos explicativos, explicação da teoria que envolve a prática, diagrama do circuito, etc. Desta forma, este conjunto de recursos relacionados a um circuito específico são chamados de práticas. Primeiramente, deve-se apresentar uma descrição contextual (espaço/tempo) de onde foi realizada a experiência, sendo possível acrescentar outros elementos. Em seguida, descrevem-se os procedimentos utilizados durante a observação dos dados; situando a teoria, bem como sua adequação para as observações coletadas na experiência.

Os recursos estão disponíveis através de práticas. Cada prática deve ser cadastrada no sistema por algum usuário assumindo o papel de usuário no sistema. Para cadastrar uma prática é necessário cadastrar: uma descrição da prática; o diagrama esquemático do circuito; uma simulação (que serve para ilustrar o circuito em operação); uma imagem do circuito criado na interface do VISIR; tutoriais em texto sobre como realizar a montagem do circuito; um vídeo explicativo; um arquivo que permite carregar o circuito já criado na plataforma VISIR; e um link para o sistema VISIR que possui os componentes eletrônicos para implementar a prática desejada. Esses recursos permitem ao professor conhecer os circuitos que podem ser construídos, bem como possibilitar que seus alunos implementem as práticas e tenham conteúdos diversificados (simulação, diagramas e práticas em um laboratório remoto). A Figura 3, por outro lado, mostra um exemplo de prática usando a plataforma VISIR.

O repositório foi desenvolvido usando um *software* de código aberto, chamado *dokuwiki* (que permite

a colaboração na criação de novas práticas). As simulações que são disponibilizadas nas práticas foram feitas usando o programa *Falstad*, um simulador de circuito aberto desenvolvido em *JavaScript*. Segundo (PEREIRA et al., 2017), o repositório contém práticas de associação de resistores em série, paralelo e mistos. Exemplos de práticas com diodos, transistores, amplificadores operacionais e circuitos com filtro passa-baixo e passa-alto também estão disponíveis.

O repositório de práticas ajuda a disseminar o conhecimento relacionado ao VISIR, pois permite que os professores possam utilizá-lo mais facilmente em suas aulas. De acordo com (PEREIRA et al., 2018), o repositório de práticas é mostrado como um recurso relevante, pois permite que os professores tenham conhecimento de quais tipos de práticas podem executar na plataforma instalada na Universidade Federal de Santa Catarina. Promovendo, desta forma, a adesão e uso do laboratório remoto VISIR por uma série de instituições de diferentes níveis educacionais.

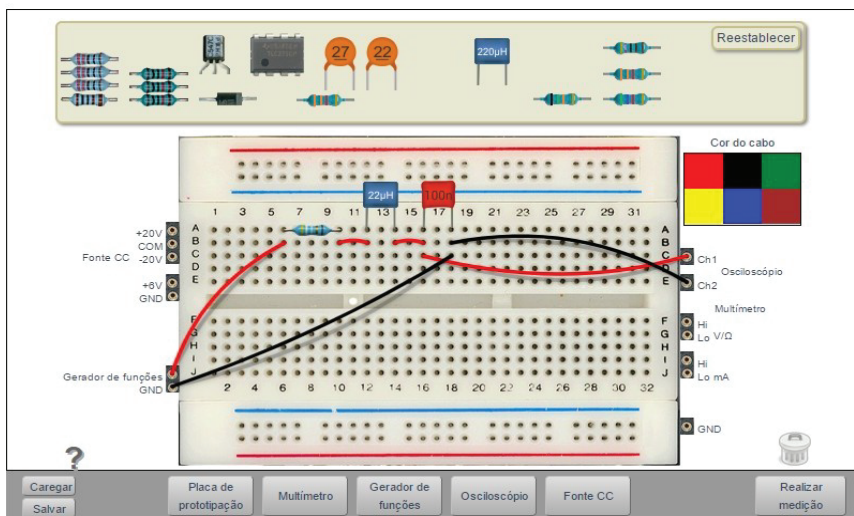


Figura 3. Exemplo de prática. Fonte: o autor

Integração da Plataforma

De modo a maximizar o número de possibilidades de experimentos disponíveis em plataformas VISIR, surge a proposta de realizar uma integração entre plataformas. A ideia geral da integração da plataforma é que através de um portal Web contendo o repositório com todas as práticas desenvolvidas esteja sempre disponível para usuários que desejam acessar uma experiência prática. Para conseguir isso, os servidores devem ser distribuídos e todos os dados (práticas) devem ser compartilhados entre si.

A integração da plataforma foi realizada e ocorreu em três etapas. O primeira foi a configuração de uma base de sistema operacional. Foi escolhido o servidor *Ubuntu linux* como o sistema operacional recomendado, pois é um *software* de código aberto, amplamente utilizado e suporta vários tipos de plataformas de cooperação. Além desse sistema operacional, cada parceiro pode usar o sistema operacional que achar mais conveniente.

A segunda etapa foi a configuração da base do sistema operacional. O sistema deve ter um endereço IP fixo, com acesso aberto às portas 22, 80 e 443 (*SSH*, *HTTP* e *HTTPS* respectivamente). Depois de configurar a rede, é importante instalar e configurar o servidor *OpenSSH*. Um par criptográfico de chaves *RSA* (*Rivest-Shamir-Adleman*) deve ser gerado e a chave pública deve ser compartilhada com outros servidores pertencentes à plataforma.

Assim como a chave pública dos outros servidores deve ser importada para o sistema. Assim, é possível sincronizar dados entre os servidores usando o programa *rsync* através do protocolo *SSH*. Além

disso, um servidor Web deve ser instalado e configurado para responder a solicitações nas duas portas 80 e 443 (protocolos HTTP e HTTPS, respectivamente).

A terceira etapa foi a instalação e configuração de uma plataforma colaborativa. Foi necessário instalar o pacote de linguagem de programação *php* para executar a plataforma colaborativa. Foi escolhida a plataforma *dokuwiki* (disponível em <https://www.dokuwiki.org>) por causa de sua facilidade em publicar informações e suporte a muitos tipos de mídia. O fato de não precisar usar nenhum banco de dados para salvar o conteúdo das páginas é muito importante para o projeto. Todas as informações são salvas em arquivos no sistema operacional, permitindo a sincronização de dados entre os servidores facilmente. Também foi instalado o módulo do *dokuwiki* chamado *runcommand* para permitir a execução de *shell* scripts. O endereço IP do servidor deve ser incluído no arquivo `/var/www/html/dokuwiki/data/scripts/Iplist`.

Na página principal do repositório de práticas foi incluído um botão chamado “sincronizar páginas” que chama um *shell* script para executar o programa *rsync* e sincronizar o conteúdo das páginas para todos os outros servidores listados no arquivo *Iplist*. Assim, quando uma página é criada ou alterada, o script deve ser executado e os dados serão disseminados para todos os outros servidores.

Cada site que hospeda uma plataforma VISIR não precisa ter necessariamente um servidor com práticas. Os usuários podem acessar as práticas em qualquer servidor que contenha o repositório de práticas. Todos os servidores devem ter as mesmas páginas e a localização do servidor deve ser transparente para os usuários.

Cada servidor com práticas possui 3 tipos de acesso (papéis): administrador, usuário e anônimo. O papel de administrador é usado para gerenciar os usuários e o sistema em geral. O papel de usuário é usado para cadastrar ou alterar práticas didáticas. O papel de anônimo é usado por usuários quaisquer que acessam o sistema. Esse papel não exige nenhum tipo de *login* no sistema.

A Figura 4 apresenta o diagrama do sistema desenvolvido. Pelo diagrama, um cliente pode acessar em qualquer site do sistema (*server A*, *server B* ou *server N* na Figura 4) e acessar a prática desejada. Cada servidor está conectado a uma ou mais instâncias do VISIR. Uma vez adicionada uma prática em um servidor, os dados são compartilhados com os outros servidores de forma que todos possuam as informações sobre todas as práticas cadastradas.

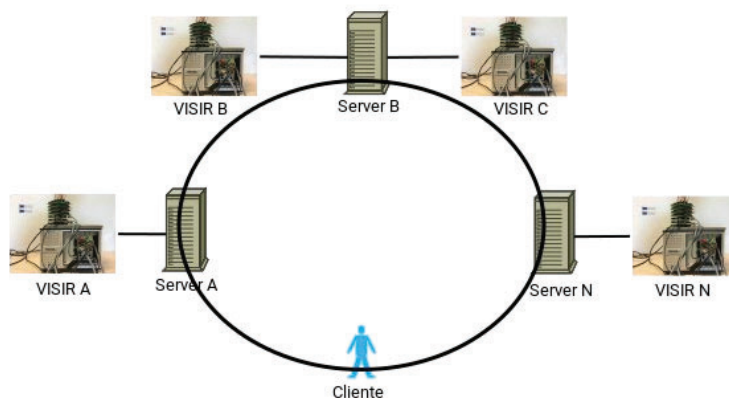


Figura 4. Exemplo do diagrama do sistema. Fonte: o autor

O acesso pelo cliente é transparente. Ou seja, ao acessar uma *prática X* a mesma pode ser executada na instância *VISIR A* e ao acessar uma *prática Y* a mesma pode ser executada na instância *VISIR C* por exemplo.

Embora muito poderosa, a plataforma do VISIR possui algumas limitações. No entanto, tais limitações, se contornadas, permitem que a plataforma seja usada por muitas instituições de ensino com um número muito grande de práticas eletrônicas suportadas.

Limitações da Plataforma VISIR e Discussão dos Resultados

A maior limitação da plataforma é o número de componentes eletrônicos que podem ser conectados simultaneamente nas matrizes de componentes disponíveis (4 matrizes por padrão, permitindo que um máximo de 10 componentes sejam conectados a cada matriz, por exemplo). Mais matrizes de componentes podem ser compradas, mas o custo é relativamente alto (em torno de US \$ 1300 por matriz extra). Desta forma, é necessário pensar nas práticas que serão desenvolvidas no sistema e configurar as matrizes com os componentes apropriados. Isso limita muito o número de práticas disponíveis em uma plataforma VISIR. Outra limitação é a necessidade de configurar cada componente na matriz, exigindo que um técnico de laboratório configure e pré-altere os componentes que serão utilizados nos experimentos. Outro problema é a dificuldade e fragilidade da conexão entre as placas da matriz de componentes. Quanto mais mudanças forem feitas, maior o risco de problemas de conexão entre as placas.

Este trabalho reduziu as limitações expostas, integrando os experimentos disponibilizados nas várias plataformas VISIR instaladas em todo o mundo. Com essa integração, foi possível para um usuário escolher os componentes desejados ou a prática desejada e ser redirecionado para acessar a plataforma VISIR que tem essa infraestrutura disponível e assim evitar que experimentos semelhantes sejam configurados em mais de uma plataforma VISIR. Assim, foi possível maximizar o número de possíveis componentes e experimentos na plataforma VISIR.

Uma restrição do sistema desenvolvido é a necessidade de possuir uma conta no sistema para efetuar a postagem de uma nova prática. Geralmente esse processo é realizado por um professor da área. O gerenciamento de contas no sistema é feito manualmente pelo administrador do sistema. É necessário que cada instância do sistema possua um administrador responsável pelo gerenciamento dos usuários. (ALVES et al, 2016)

Conclusões

Este artigo apresentou um sistema para integrar várias plataformas VISIR em uma única plataforma capaz de compartilhar experimentos eletrônicos remotos. Este sistema permite a maximização do número de experimentos disponibilizados nas plataformas VISIR e propõe um repositório prático capaz de disponibilizar e compartilhar experimentos remotos.

Um protótipo da plataforma foi desenvolvido e testado com poucas experiências. Esses experimentos foram desenvolvidos com base em alguns componentes eletrônicos presentes no VISIR. Os testes iniciais confirmam a capacidade da plataforma de compartilhar experimentos remotos em diferentes plataformas VISIR de forma distribuída, permitindo a replicação de conteúdo entre as plataformas desenvolvidas. Cada vez que uma pessoa publica uma nova prática na plataforma, é necessário compartilhá-la com as outras plataformas. Esse processo foi simplificado, necessitando apenas o clique de um botão na plataforma. Uma das vantagens da plataforma desenvolvida é que ela é transparente para o usuário. Ou seja, o usuário acessa uma prática através da plataforma e o sistema redireciona para o VISIR que possui os componentes necessários para a execução daquela prática. Outra vantagem é que é possível disponibilizar um maior número de práticas e experimentos, superando o número máximo de componentes eletrônicos capazes de serem instalados em uma matriz de componentes de uma plataforma VISIR.

Para trabalhos futuros, pretendemos disseminar o uso do repositório de práticas distribuído a fim de alcançar um número maior de instituições participantes do projeto, disponibilizando mais práticas nas plataformas VISIR espalhadas pelo mundo.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Referências

ALVES, Gustavo Ribeiro et al. Spreading remote lab usage a system — A community — A Federation. 2nd International Conference of the Portuguese Society for Engineering Education (CISPEE). Vila Real, Portugal. pp. 1-7. 2016. IEEE. doi: 10.1109/CISPEE.2016.7777722

LIMPRAPTONO, F. Yudi et al. The design of embedded web server for remote laboratories microcontroller system experiment. **Tencon 2011 - 2011 Ieee Region 10 Conference**, [s.l.], p.1198-1202, nov. 2011. IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/tencon.2011.6129302>.

INEP. Censo Escolar da Educação Básica 2016 – Notas Estatísticas. Disponível em :

<http://download.inep.gov.br/educacao_basica/censo_escolar/notas_estatisticas/2017/notas_estatisticas_censo_escolar_da_educacao_basica_2016.pdf>. Acesso em 3 março 2019.

SALAH, R. et al. Why visir? Proliferative activities and collaborative work of visir system. **7th International Conference On Education And New Learning Technologies: EDULEARN15** Proceedings, Barcelona, Spain, v. 1, n. 1, p.3824-3835, jul. 2015.

SANCRISTOBAL, Elio et al. Remote labs as learning services in the educational arena. **2011 Ieee Global Engineering Education Conference (educon)**, [s.l.], v. 1, n. 1, p.1189-1194, abr. 2011. IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/educon.2011.5773298>.

TAWFIK, Mohamed et al. VISIR: Experiences and Challenges. **International Journal Of Online Engineering**, [n.l.], p. 25-32. fev. 2012.

TAWFIK, Mohamed et al. Virtual instrument systems in reality (VISIR) for remote wiring and measurement of electronic circuits on breadboard. *IEEE Transactions on learning technologies*, v. 6, n. 1, p. 60-72, 2013.

GUSTAVSSON, Ingvar et al. **The VISIR project - an Open Source Software Initiative for Distributed Online Laboratories**. Porto - Portugal: Rev, 2007. 6 p.

PEREIRA, Josiel et al. **Modelo de Repositório de Práticas Didáticas de Circuitos Elétricos e Eletrônicos Utilizando o Laboratório Remoto VISIR**. Joinville, SC: XLV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2017. 11 p.

PEREIRA, Josiel et al. Implantação e Utilização do Laboratório Remoto VISIR em Instituições de Ensino Técnico, Tecnológico e Superior. **Revista Tecnologias na Educação – Ano 10**, [n.l.], v. 24, n. 1, p.1-10, 2018.