

Josiel Pereira

**IMPLANTAÇÃO DE MÓDULOS EDUCACIONAIS PARA
CIRCUITOS ELÉTRICOS E ELETRÔNICOS EM UNIVERSIDADES
BRASILEIRAS NO ÂMBITO DO PROJETO VISIR+**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação para a obtenção do Grau de Mestre em Tecnologias da Informação e Comunicação.

Orientador: Prof. João Bosco da Mota Alves, Dr.

Coorientador: Prof. Juarez Bento da Silva, Dr.

Araranguá

2018

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Pereira, Josiel
IMPLANTAÇÃO DE MÓDULOS EDUCACIONAIS PARA
CIRCUITOS ELÉTRICOS E ELETRÔNICOS EM UNIVERSIDADES
BRASILEIRAS NO ÂMBITO DO PROJETO VISIR+. / Josiel
Pereira ; orientador, João Bosco da Mota Alves,
coorientador, Juarez Bento da Silva, 2018.
110 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de
Santa Catarina, Campus Araranguá, Programa de Pós
Graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação,
Araranguá, 2018.

Inclui referências.

1. Tecnologias da Informação e Comunicação. 2.
VISIR. 3. Laboratório Remoto. 4. Circuitos Elétricos
e Eletrônicos. I. da Mota Alves, João Bosco . II. da
Silva, Juarez Bento . III. Universidade Federal de
Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em
Tecnologias da Informação e Comunicação. IV. Título.

Josiel Pereira

**IMPLANTAÇÃO DE MÓDULOS EDUCACIONAIS PARA
CIRCUITOS ELÉTRICOS E ELETRÔNICOS EM UNIVERSIDADES
BRASILEIRAS NO ÂMBITO DO PROJETO VISIR+**

Esta Dissertação foi julgada aprovada para a obtenção do Título de “Mestre em Tecnologias da Informação e Comunicação”, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação.

Araranguá, 20 de fevereiro de 2018.

Prof.^a Andréa Cristina Trierweiller, Dr.^a
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Prof. João Bosco da Mota Alves, Dr.
Orientador

Prof. Alexandre Leopoldo Gonçalves, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina
(videoconferência)

Prof. Cristian Cechinel, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.^a Maria Arcelina Marques, Dr.^a
Instituto Politécnico do Porto
(videoconferência)

A minha mãe Ezilda (*in memoriam*), ao meu pai João,
e ao meu irmão Janquiel, pelo incentivo e a apoio à
minha educação desde sempre.

O que eu ouço, eu esqueço. O que eu vejo, eu lembro.
O que eu faço, eu aprendo.

Confúcio

AGRADECIMENTOS

Eu gostaria de agradecer a minha família, em especial meu pai pelo apoio, meu irmão pela ajuda em todos momentos em que solicitei. E aos meus outros familiares que sempre torceram por mim.

Aos meus professores, que desde às séries iniciais até o mestrado tem contribuído com minha formação.

À Universidade Federal de Santa Catarina, que me proporcionou o acesso a um ensino de qualidade e aos meus colegas de mestrado, por terem feito parte dessa fase da minha vida, cada um com suas contribuições.

Aos meus colegas e amigos do Laboratório de Experimentação Remota, pela ajuda, companheirismo e contribuições concedidas.

À Fundação de Amparo à Pesquisa de Santa Catarina e a Capes pelo apoio nesta pesquisa concedidos por meio de bolsas de pesquisa.

Ao apoio da Comissão Europeia através do contrato 561735-EPP-1-2015-1-PT-EPPKA2-CBHE-JP, no âmbito do programa Erasmus+, pelo financiamento do projeto VISIR+.

E ao Prof^o Ingvar Gustavsson (*in memoriam*) pela iniciativa de criação do laboratório remoto VISIR.

Ao meus orientadores João Bosco da Mota Alves e Juarez Bento da Silva pela orientação, conselhos e paciência.

À banca examinadora por ter aceitado o convite de julgar o trabalho e fazer as devidas contribuições.

RESUMO

Laboratórios remotos têm tido uma grande expansão a partir das novas tecnologias da informação e comunicação, que permitem que este tipo de solução se torne cada vez mais popular. Os mesmos provêm flexibilidade e diminuição de custos, além de permitir que os estudantes realizem atividades práticas sem restrição de tempo e espaço. Devido ao alto índice de evasão e baixo ingresso na área de engenharia, é necessário que soluções atuem de modo a motivar o ingresso e manter estudantes nestes cursos. Dentre os laboratórios remotos que tem como finalidade oferecer uma solução para estudantes de engenharia poderem realizar práticas de circuitos elétricos e eletrônicos, podemos citar o VISIR. O objetivo deste trabalho é relatar a instalação e configuração de uma instância do VISIR no Laboratório de Experimentação Remota, na Universidade Federal de Santa Catarina e sua utilização na instituição e instituições parceiras associadas no âmbito do projeto VISIR+. Em relação aos procedimentos metodológicos adotados, este trabalho pode ser classificado como pesquisa aplicada, utilizando o método de pesquisa qualitativa, e quanto aos objetivos como pesquisa exploratória, adotou como procedimento estudo de caso. A pesquisa foi dividida em três etapas; planejamento, execução e análise. Sendo apresentado como resultados a descrição dos equipamentos e instalação no laboratório de experimentação remota, comparação com outras instâncias do VISIR já instaladas, entre outros aspectos relacionados a implantação e utilização da instância dentro do projeto VISIR+. Dessa forma encontrando potenciais para aperfeiçoamento da plataforma e pontos positivos na utilização do laboratório remoto como um recurso didático.

Palavras-chave: VISIR, Laboratório Remoto, Circuitos Elétricos e Eletrônicos

ABSTRACT

Remote laboratories have had a great expansion parting from the new information and communication technologies, which allow this type of solution to become increasingly popular. They provide flexibility and cost effectiveness, allowing students to carry out practical activities without restriction of time and space. Due to the high dropout and low enrollment rates in the engineering area, it is necessary that solutions act in order to motivate the entry and keep students in these courses. Among the remote laboratories which purpose is to offer a solution for engineering students to be able to carry out electrical and electronic circuits practices, we can mention VISIR. The objective of this work is to report the installation and configuration of an instance of VISIR in the Remote Experimentation Laboratory, at the Federal University of Santa Catarina, and its use in the institution and partner institutions involved in the VISIR + project. In relation to the methodological procedures adopted, this work can be classified as applied research, using the qualitative research method, and objectives as an exploratory research, adopted as a case study procedure. The research was divided into three stages; planning, execution and analysis. Are presented as results the description of the equipments and installation in the remote experimentation laboratory, comparison with other VISIR instances already installed, among other aspects related to the deployment and use of the instance within the VISIR + project. In this way finding potential for improvement of the platform and positive points in the use of the remote laboratory as a didactic resource

Keywords: VISIR. Remote Lab, Electrical and Electronic Circuits.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Instâncias do VISIR	29
Figura 2	Tipos de ambientes de experimentação.....	34
Figura 3	Arquitetura de um Laboratório Remoto.....	35
Figura 4	Função autores no sistema VISIR.....	40
Figura 5	Interface VISIR	41
Figura 6	Arquitetura VISIR	42
Figura 7	Interface Placa de Prototipação.....	43
Figura 8	Interface multímetro	44
Figura 9	Interface Gerador de Funções	45
Figura 10	Interface Osciloscópio	46
Figura 11	Interface Fonte CC.....	47
Figura 12	Placa de componentes com um resistor conectado.....	48
Figura 13	Measureserver sendo executado	49
Figura 14	Equipament Server sendo executado.....	50
Figura 15	Component List	51
Figura 16	MaxList	52
Figura 17	LMS BTH	53
Figura 18	Etapas da Pesquisa	64
Figura 19	Hardware VISIR	69
Figura 20	Arquivo Library.xml	70
Figura 21	VISIR no RELLE	71
Figura 22	Modelo de disponibilização	72
Figura 23	Página Inicial Repositório de Práticas.....	72
Figura 24	Fluxo para obtenção de credenciais	73
Figura 25	Práticas divididas em categorias.....	74
Figura 26	Exemplo prática	74
Figura 27	Gráfico quantidade de artigos ao longo dos anos	109
Figura 28	Publicações de acordo com o país	109

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Descrição dos parceiros do projeto VISIR+	55
Quadro 2	Instituições e papel desempenhado no projeto	56
Quadro 3	Parceiros e Instituições associadas	58
Quadro 4	Aspectos e Classificação	61
Quadro 5	Caracterização da pesquisa	62
Quadro 6	Dados equipamentos BTH	84
Quadro 7	Dados de equipamentos Universidade de Deusto	84
Quadro 8	Dados equipamentos UNED	85
Quadro 9	Dados equipamentos IPP	85
Quadro 10	Dados equipamentos PUC-Rio	86
Quadro 11	Dados equipamentos IFSC	86
Quadro 12	Dados equipamentos UNSE	87
Quadro 13	Dados bibliométricos	106
Quadro 14	Tabalhos analisados	106
Quadro 15	Número de trabalhos por autores	108

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABENGE	- Associação Brasileira de Educação em Engenharia
ABET	- Comitê de Acreditação para Engenharia e Tecnologia
BTH	- <i>Blekinge Tekniska Högskola</i>
BSU	- <i>Batumi shota Rustaveli State University</i>
CLADI	- Congresso Latinoamericano de Ingeniería
COBENGE	- Congresso Brasileiro de Ensino em Engenharia
CONICET	- <i>National Scientific and Technical Research Council</i>
CUAS	- <i>Carinthia University of Applied Sciences</i>
EACEA	- <i>Education, Audiovisual and Culture Executive Agency</i>
GPL	- <i>General Public License</i>
GOLC	- <i>Global Online Laboratory Consortium</i>
HTTP	- <i>Hypertext Transfer Protocol</i>
IFSC	- Instituto Federal de Santa Catarina
IFC	- Instituto Federal Catarinense
IIT-M	- <i>Indian Institute of Technology Madras</i>
IP	- <i>Internet Protocol</i>
IPP	- Instituto Politécnico do Porto
ISEP	- Instituto Superior de Engenharia do Porto
INEP	- Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
LMS	- Learning management system
MOOC	- <i>Massive Open Online Course</i>
NI	- <i>National Instruments</i>
NTIC	- Novas Tecnologias da Informação e Comunicação
PPGTIC	- Programa de Pós-Graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação
PUC	- Pontifícia Universidade Católica
RELLE	- <i>Remote Labs Learning Environment</i>
RExLab	- <i>Remote Experimentation Laboratory</i>
RLMS	- <i>Remote Laboratory Management Systems</i>
STEM	- <i>Science, technology, engineering, and mathematics</i>
TA	- <i>Training Action</i>

TCP - *Transmission Control Protocol*
UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina
UNED - Universidade Nacional de Educação a Distância
UNiSA - Universidade da Austrália do Sul
UNSE - Universidad Nacional de Santiago del Estero
UDEUSTO- Universidad de Deusto
UNR - Universidad Nacional de Rosario
VISIR - Virtual Systems In Reality

-

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	23
1.1 CONTEXTO DA PESQUISA	24
1.2 PROBLEMA	25
1.3 OBJETIVOS	26
1.3.1 Objetivo Geral	27
1.3.2 Objetivos específicos	27
1.4 JUSTIFICATIVA	27
1.5 ADERÊNCIA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO	29
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO	30
2 REFERENCIAL TEÓRICO	33
2.1 AMBIENTES DE EXPERIMENTAÇÃO	33
2.1.1 Laboratórios Reais ou Laboratórios Hands-On	34
2.1.2 Laboratórios Remotos	35
2.1.2.1 Laboratórios Remotos para ensino de circuitos elétricos e ele- trônicos	37
2.1.3 Laboratórios Virtuais: Monousuário e Multiusuários	38
2.1.4 Laboratórios Híbridos	39
2.2 VISIR	39
2.2.1 Interface Web	43
2.2.2 Plataforma PXI	45
2.2.3 Matrizes de comutação	46
2.2.3.1 Placa de componentes	47
2.2.3.2 Placa de instrumentos	48
2.2.4 Software	48
2.2.4.1 Measurement Server	49
2.2.4.2 Equipment Server	49
2.2.4.3 Component list	50
2.2.4.4 Maxlists	50
2.2.5 OpenLabs	52
2.2.6 Limitações da Plataforma	53
2.3 PROJETO VISIR+	54
2.3.1 Resultados Parciais	58
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	61
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	61
3.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA DA PESQUISA	62
3.3 COLETA DE DADOS	63

3.4	ETAPAS DA PESQUISA	63
3.4.1	Planejamento	64
3.4.2	Execução	65
3.4.3	Análise	65
4	VISIR + NA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA	67
4.1	INFRAESTRUTURA DO LABORATÓRIO DE EXPERIMENTAÇÃO REMOTA - REXLAB	67
4.1.1	Equipamentos e materiais recebidos	67
4.1.2	Componentes inseridos e práticas disponíveis	69
4.1.3	Processo de inserção de um novo componente no Sistema VISIR	70
4.1.4	Disponibilização no RELLE	70
4.2	REPOSITÓRIO DE PRÁTICAS VISIR	71
5	AÇÕES DE TREINAMENTO	77
5.1	<i>TRAINNING ACTION 1</i>	77
5.2	<i>TRAINNING ACTION 2</i>	77
5.3	<i>TRAINNING ACTION 3</i>	78
5.4	AÇÕES DE DIVULGAÇÃO E DISSEMINAÇÃO	79
6	APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS	81
6.1	UTILIZAÇÃO DA PLATAFORMA VISIR NA UFSC - CAMPUS ARARANGUÁ E INSTITUIÇÕES ASSOCIADAS	81
6.2	COMPARAÇÃO COM OUTRAS INSTÂNCIAS DO VISIR	83
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	89
7.1	CONCLUSÕES	89
7.2	TRABALHOS FUTUROS	90
	REFERÊNCIAS	93
	APÊNDICE A - Pesquisa de Satisfação sobre o uso da plataforma VISIR na UFSC-Campus Araranguá	101
	APÊNDICE B - Survey VISIR	103
	APÊNDICE C - Revisão Sistemática da Literatura sobre o VISIR .	105

1 INTRODUÇÃO

A engenharia se distingue de outras áreas da ciência por ter atrelada a si uma natureza aplicada, onde engenheiros transformam conhecimento em produtos tangíveis (ODEH et al., 2015a). Levando isso em conta, para Odeh et al. (2015a) cursos de engenharia necessitam proporcionar aos estudantes conhecimentos essenciais, para que estes possam implementar, projetar, avaliar e desenvolver determinados recursos. Para tanto, existe a necessidade de aulas em laboratórios para que os estudantes possam realizar atividades experimentais.

De acordo com Corter et al. (2007), educadores nas áreas de engenharia e ciências, acreditam na necessidade de atividades práticas em laboratórios para complementar o ensino. Conforme Kehinde et al. (2011) no ensino de engenharia para entender a teoria existe uma ampla necessidade de serem realizadas atividades em laboratórios. Da mesma forma, de acordo com *American Chemical Society* (2014), estas são fundamentais no processo de aprendizagem em qualquer área, uma vez que permitem estudantes desenvolverem uma série de habilidades.

Entretanto, segundo Karakasidis (2013) existem algumas dificuldades em utilizar um laboratório presencial, tal como restrição de tempo, pois os estudantes não podem realizar as experiências repetidas vezes, em relação ao custo para fornecer e efetuar a manutenção dos equipamentos em laboratórios, além do riscos relacionados a má manipulação que pode acarretar riscos de segurança e o custo que pode se ter ao danificar equipamentos.

Estes tipos de restrições e dificuldades, apontados por Karakasidis (2013), podem ser amenizados com a utilização de laboratórios remotos, uma vez que laboratórios remotos na educação se constituem de uma tecnologia que possui grande potencial para fornecer atividades práticas, com menores custos, além de prover maior flexibilidade de espaço e tempo.

Este tipo de solução pode servir para amenizar problemas de infraestrutura de laboratórios. Levando em conta a alta taxa de desistência presente em cursos da área de engenharia e que estas taxas estão ligadas a falta de infraestrutura em laboratórios (CAVALCANTE; EMBIRUÇU, 2013). A utilização de laboratórios remotos proporciona aos estudantes oportunidades de realizar atividades práticas, dessa forma influenciando positivamente na motivação dos estudantes (GUERRA et al., 2017).

Nesse sentido, uma série desses recursos têm sido desenvolvidos e disponibilizados por instituições de ensino. Um exemplo é o laboratório remoto VISIR (acrônimo de *Virtual Instruments Systems in Reality*, desenvolvido na Suécia pelo BTH (*Blekinge Tekniska Högskola*), que possibilita o acesso a

experiências com circuitos elétricos e eletrônicos, que por ter um enorme potencial, teve seu acesso ampliado com instalações de instâncias em outras instituições em diversos países. Desse modo, permitindo que seja aumentada a quantidade de estudantes que tenham acesso a esse tipo de ferramenta e também o número de experiências possíveis de serem executadas na plataforma.

Essa pesquisa tem como objetivo o estudo da instalação e configuração do VISIR na Universidade Federal de Santa Catarina e como se deu sua utilização e ações de treinamento no âmbito do projeto VISIR+, que visa a disseminação desse tipo de tecnologia na América Latina. Junto disso, construir recursos que possam apoiar a utilização da instância instalada por professores.

Pretende-se também pesquisar sobre as outras instâncias do VISIR espalhados pelo mundo, de modo a identificar o que se tem disponível em relação a equipamentos e atualizações que podem ser executadas, bem como identificar aspectos sobre a utilização do VISIR em outras instituições.

Além disso, realizar uma pesquisa de satisfação com professores que utilizaram a plataforma VISIR instalada na UFSC, na instituição e instituições associadas no projeto VISIR+.

1.1 CONTEXTO DA PESQUISA

Laboratórios remotos têm tido uma grande expansão, a partir das Novas Tecnologias da Informação e Comunicação (NTIC) que permitem que este tipo de solução se torne cada vez mais popular. Os mesmos provêm flexibilidade e diminuição de custos e a oportunidade de estudantes realizarem atividades práticas (MA; NICKERSON, 2006). Estes são uma solução que permite que equipamentos reais possam ser acessados por meio da internet. E também podem ser utilizados de modo a complementar laboratórios convencionais (MÜLLER; ERBE, 2007).

No entanto, não se deve confundir laboratórios remotos com laboratórios virtuais, que são executados como simulações, apesar de oferecerem flexibilidade não oferecem dados reais.

Laboratórios remotos permitem que os estudantes ensaiem, repitam ou estendam seu trabalho de laboratório, pois oferecem acesso flexível aos espaços de laboratório que de outra forma permaneceriam fora do alcance quando o laboratório estivesse fechado, além de possuírem um considerável potencial para melhorar o sucesso pedagógico dos estudantes de ciência e engenharia (COOPER; FERREIRA, 2009).

Desta forma, surgem com a finalidade de complementar o uso de labo-

ratórios convencionais, ou até mesmo substituí-los quando não se tem acesso a um laboratório físico. Sua necessidade se justifica pela indispensabilidade de práticas laboratoriais para melhor entendimento da teoria (MA; NICKERSON, 2006).

De acordo com Henry et al. (2011) laboratórios remotos oferecem vantagens para educação tais como: disponibilidade de 24 horas por dia, economia de uso, e por estarem disponíveis por mais tempo, oferecem a estudantes o máximo de acesso a um laboratório. Para Heradio et al. (2016) laboratórios remotos trazem como vantagens: auxiliar na educação a distância e reduzir o risco em se tratando de experimentos perigosos.

1.2 PROBLEMA

Conforme o relatório *The state of engineering 2017* de Mellors-Bourne et al. (2017), há uma ampla necessidade de engenheiros no mercado de trabalho, considerando a alta demanda de profissionais nessa área e sua pouca oferta. Ainda de acordo com o relatório, estima-se um deficit de 20,000 engenheiros em atuação, segundo pesquisa realizada no Reino Unido. Esse panorama, entretanto, se repete em outros países, nos quais existem poucos ingressos nas áreas de engenharia e uma alta taxa de evasão nesses cursos.

De acordo com Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, INEP (2015), o percentual de matrículas em cursos de engenharia, em relação ao total de matrículas em cursos superiores no Brasil, em 2015, era de 15,6% e 5,8% nas áreas de ciências, matemática e computação. Estes percentuais indicam os números de ingressantes e concluintes para os cursos dessas áreas, nas quais o número de ingressantes para cada 10.000 habitantes, em 2015, foi de 20,8; em cursos nas áreas de Ciências, Matemática e Computação, 8,9. Por outro lado, o número de concluintes, para cada 10.000 habitantes, nas áreas das engenharias foi de 5,2 e nas áreas de Ciências, Matemática e Computação, de 3,0. Esses números apresentam, no período analisado, taxas de desistência dos cursos de engenharia de 56,4% e taxa de conclusão de 8,7%.

A Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), no Campus Aranguá, possui dois cursos de graduação em Engenharia, estando elas na área de Energia e Computação. Considerando os anos que vão entre 2011 e 2017 o curso de Eng. da Computação apresentou um número de ingressos de 463 estudantes, 140 desistências e apenas 6 concluintes. Tais números indicam alta taxa de desistência no curso de engenharia da computação, que é de 30,23% e apenas 1,29% de conclusão. Por sua vez, a Eng. de Energia contou com 673 ingressos e 273 abandonos, havendo somente 50 estudantes concluído o

curso. Traduzido em percentuais, houve uma taxa de desistência de 40% e de conclusão de 7,4% (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, 2017a). Cavalcante e Embiruçu (2013) aponta um alto índice de evasão no ensino superior nas engenharias, sendo um dos motivos prováveis apontados a "insuficiência de estrutura de apoio ao ensino de graduação, como falta de laboratórios de ensino e equipamentos de informática."

A falta de laboratórios é um agravante desse fenômeno, pois a prática em laboratórios é fundamental para que estudantes tenham melhor entendimento de determinados conteúdos. Este tipo de atividade é um importante fator na formação de engenheiros, pois, de acordo com os critérios definidos pela *Engineering Accreditation Commission* (2017)(ABET)¹ é esperado que estudantes de engenharia possuam habilidades práticas e essas são adquiridas ao lidar com laboratórios .

A partir do momento em que os estudantes manipulam objetos reais e lidam com ferramentas, estes permanecerão na educação de engenharia. Ao aprender com situações da vida real, não apenas irão adquirir habilidades psicomotoras, como terão um melhor entendimento de conceitos teóricos (MÜLLER; ERBE, 2007).

A adoção de laboratórios remotos surge como uma alternativa para oferecer experiências práticas frente à falta de laboratórios convencionais e/ou para complementar atividades nos mesmos. O laboratório remoto VISIR é uma solução que tem como finalidade oferecer a estudantes de engenharia a possibilidade de realizarem práticas de circuitos elétricos e eletrônicos. De acordo com Igelbock May e Pester (2013), trata-se de um ambiente extraordinário e flexível para que estudantes possam testar diferentes circuitos.

Mesmo sendo uma boa alternativa para motivar estudantes de engenharia e prover uma ferramenta para a realização de práticas em circuitos elétricos a qualquer momento, essa plataforma possui pouca adesão no Brasil e, considerando os números de ingressos, desistências e conclusões dos cursos de Engenharia na UFSC, Campus Araranguá, pergunta-se: Qual o impacto da implantação de uma instância do laboratório remoto VISIR na UFSC, Campus Araranguá, e instituições associadas?

1.3 OBJETIVOS

Nesta seção será relatado o objetivo geral deste trabalho, juntamente com objetivos específicos, que são as etapas necessárias para se cumprir o mesmo.

¹A ABET é uma organização não governamental sem fins lucrativos reconhecida pelo Conselho de Acreditação de Educação Superior.

1.3.1 Objetivo Geral

Relatar a instalação e configuração de uma instância do VISIR no Laboratório de Experimentação Remota e sua utilização na Universidade Federal de Santa Catarina e instituições parceiras associadas no âmbito do projeto VISIR+.

1.3.2 Objetivos específicos

- Realizar um levantamento de configurações de outras instâncias do laboratório remoto VISIR;
- Descrever as configurações do VISIR instalado no Laboratório de Experimentação Remota - RExLab
- Comparar as configurações da instância instalada no RExLab com outras instaladas em outras instituições;
- Desenvolver recursos para apoiar utilização da plataforma VISIR.

1.4 JUSTIFICATIVA

O Laboratório de Experimentação Remota (RExLab) foi fundado em 1997 na Universidade Federal de Santa Catarina. Este grupo de pesquisa possui diversas ações ligadas na área de integração de tecnologias na educação, uma delas é a disponibilização de laboratórios remotos nas áreas de ciência e tecnologia de forma gratuita, e de modo que o custo para desenvolver estes laboratórios seja o menor possível. Deste modo, facilitando a replicação deste tipo de solução.

No ano de 2016 o RExLab ingressou em um projeto da União Europeia por meio do programa Erasmus +; o "VISIR+: *Educational Modules for Electric and Electronic Circuits Theory and Practice following an Enquiry based Teaching and Learning Methodology supported by VISIR*". Esse visa a disseminação da utilização do laboratório remoto VISIR na América Latina. O RExLab recebeu uma instância do VISIR para efetuar ações de divulgação deste, na instituição que está inserido e em instituições associadas no âmbito do projeto.

O laboratório remoto VISIR tem como objetivo prover uma ferramenta para apoio nos estudos de circuitos elétricos e eletrônicos. O VISIR foi desenvolvido pela instituição de ensino BTH (*Blekinge Tekniska Högskolan*) no

final de 2006, com o objetivo de disseminar o conceito de bancadas de trabalho online (GUSTAVSSON et al., 2009). Desde então, tem sido aplicado em diversas instituições e disciplinas obtendo resultados positivos, assim como é descrito por Dziabenko, Orduña e García-Zubia (2013) sobre uma aplicação do VISIR no ensino médio no conteúdo Lei de Ohm na disciplina de Física, estando de acordo com Odeh et al. (2014) que reporta a utilização do VISIR na Universidade Al-Quds em Jerusalém na Palestina.

Em 2015 o VISIR recebeu o prêmio do GOLC²(do inglês *Global Online Laboratory Consortium*) de melhor experimento remoto do mundo. Além disso, foi o primeiro laboratório remoto a dar suporte a um curso massivo online (MOOC) (DíAZ et al., 2013).

A plataforma VISIR atualmente está presente em 12 instituições, e localizada em oito países, as instituições e onde estão localizadas são listadas abaixo (Figura 1):

- Blekinge Tekniska Högskol na Suécia;
- Universidad Nacional de Educación a Distância na Espanha;
- Instituto Politécnico do Porto (IPP) em Portugal;
- Carinthia University of Applied Sciences na Áustria;
- FH Campus Wien University Applied Sciences na Áustria;
- Universid de Deusto na Espanha;
- Indian Institute of Technology Madras (IIT-M) na Índia;
- Batumi Shota Rustaveli State University (BSU) na Georgia;
- Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio) no Brasil;
- Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Campus de Araranguá no Brasil;
- Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), Campus Florianópolis no Brasil;
- Universidad Nacional de Santiago del Estero (UNSE), na Argentina.

As instâncias do VISIR em instituições brasileiras foram instaladas por meio do projeto VISIR+, e recebem tutoria das instituições europeias que já trabalham com o laboratório remoto VISIR.

²<http://www.medisonuniversity.org/news.html>

tacional e Tecnologia, Gestão e Inovação (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, 2017b).

O objetivo deste trabalho está relacionado à linha de pesquisa de Tecnologia Computacional. Desse modo, é realizado um estudo de laboratórios remotos que visam solucionar problemas no ensino de circuitos elétricos e eletrônicos, pois o foco desta linha "é desenvolver modelos, técnicas e ferramentas computacionais auxiliando na resolução de problemas de natureza interdisciplinar" (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, 2017b). Sendo esta pesquisa interdisciplinar uma vez que ocorre "A convergência de duas ou mais áreas do conhecimento, não pertencentes à mesma classe, que contribua para o avanço das fronteiras da ciência e tecnologia, transfira métodos de uma área para outra, gerando novos conhecimentos". (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, 2016, p. 9)

É possível encontrar uma série de trabalhos presentes no PPGTIC que abordam a temática de experimentação remota, que é onde este trabalho está situado, evidenciando a aderência deste trabalho ao programa. Os trabalhos disponíveis que seguem a temática são os seguintes: (ANTONIO et al., 2016) que integra um ambiente virtual 3D a um experimento remoto abordando conteúdos para o ensino de ciências; Heck et al. (2017), que realiza aplicações de sequência didáticas integrando a essas a utilização de experimentos remotos; e Santos et al. (2016), no qual é descrito um modelo de uso da TV digital como interface para o uso de laboratórios remotos.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

Esta dissertação, além da Introdução aqui apresentada, está organizada em outros 6 capítulos, sendo estes:

O Capítulo 2 que irá apresentar ambientes de experimentação utilizados no ensino de ciência, tais como laboratórios convencionais, remotos e virtuais. Também evidenciará as vantagens dos laboratórios remotos para o ensino de circuitos elétricos e eletrônicos, além de apresentar o laboratório remoto VISIR e o projeto de pesquisa VISIR+ que tem como objetivo difundir a utilização desse laboratório remoto na América Latina;

O Capítulo 3 traz os procedimentos metodológicos utilizados para ser efetuada a construção deste trabalho, tais como caracterização da pesquisa, delimitação da pesquisa, coleta de dados e etapas realizadas;

O Capítulo 4 apresenta informações relacionadas à instalação e configuração da plataforma VISIR na Universidade Federal de Santa Catarina;

O Capítulo 5 relata as ações de treinamento e ações de disseminação que ocorreram durante o projeto VISIR+, que o RExLab esteve envolvido;

O Capítulo 6 abordará a apresentação e análise de resultados obtidos nos questionários aplicados, junto a outros resultados provenientes deste trabalho;

O Capítulo 7, por fim, traz as considerações finais acerca desse trabalho, informando se os objetivos foram alcançados e apresentando sugestões para trabalhos futuros.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo serão abordados, na primeira seção, os tipos de ambientes de experimentação na área de ciências e engenharia, de modo a contextualizar o leitor sobre a principal variável desse trabalho que está presente em uma dessas modalidades, o laboratório remoto VISIR, possibilitando o entendimento de conceitos e particularidade de cada modalidade. Em seguida, serão apresentados, laboratórios convencionais, laboratórios virtuais e laboratórios remotos, além de serem elencados laboratórios remotos utilizados no ensino de circuitos elétricos e eletrônicos, sendo apresentado o laboratório remoto VISIR dentro deste tipo de solução, sendo estas uma das principais variáveis de pesquisa deste trabalho.

Nesse sentido, uma das seções deste trabalho é dedicada a explicação da arquitetura deste laboratório remoto, vantagens em sua utilização, e uma explicação detalhada do funcionamento da plataforma, bem como aspectos limitantes da mesma. A última seção apresenta o projeto VISIR+, que tem o intuito de disseminar a utilização do laboratório remoto VISIR na América Latina.

2.1 AMBIENTES DE EXPERIMENTAÇÃO

Existe uma série de ambientes de experimentação. Para a melhor compreensão de cada modalidade é necessário fazer uma descrição das mesmas. Há dois critérios que podem ser utilizados para classificar as modalidades de experimentação referente ao ponto de vista dos estudantes (BENCOMO, 2004):

- O modo como os recursos são acessados, isto é, se são locais ou remotos;
- A natureza do sistema físico, real ou simulada;

Utilizando estes critérios e combinando-os pode-se elencar quatro tipos de ambientes de experimentação (HERADIO et al., 2016):

- Acesso local e recurso real, combinação que representa um laboratório convencional, no qual o estudante interage diretamente com o experimento;
- Acesso local e recurso simulado. Nesse caso a experimentação é simulada por um software, tanto o recurso virtual quanto o físico não existem. Apenas um usuário possui acesso. São conhecidos por simulação local;

- Acesso remoto e recurso real. Nessa modalidade o equipamento real é acessado por meio da internet, remotamente, o usuário controla o experimento, por meio de uma interface de experimentação;
- Acesso remoto e recurso simulado. Nessa combinação o usuário acessa uma simulação por meio da internet, não existindo o recurso físico, somente um modelo que replica uma experimentação real. Tal combinação permite que múltiplos usuários acessem o mesmo sistema.

Outra forma de classificação de ambientes de experimentação se dá em relação à localização e à natureza: Reais, Virtuais, Remotos e Híbridos, conforme mostra a Figura 2, que ilustra esta classificação (SIMÃO et al., 2017).

Figura 2 – Tipos de ambientes de experimentação

		Localização	
		Local	Remoto
Natureza	Real	Laboratório Hands-on	Laboratório Remoto
	Virtual	Laboratório Virtual mono-usuário	Laboratório Virtual multi-usuário

Nota: O termo "Híbrido" aparece no diagrama original em duas células: uma no centro da linha Real e uma no centro da linha Virtual, abrangendo as colunas Local e Remoto.

Fonte: Adaptado de Simão et al. (2017)

2.1.1 Laboratórios Reais ou Laboratórios Hands-On

Os Laboratórios Reais, ou Laboratórios Hands-On, são aqueles através dos quais o estudante interage diretamente com o experimento ou por meio de um computador. Esses são laboratórios tradicionais, nos quais os dados obtidos nas experiências são reais. Essa modalidade prevê a supervisão de um professor ou técnico, que efetua a orientação de como deve ocorrer a experiência. No entanto, esse tipo de experimentação possui algumas desvantagens, tais como a necessidade de agendamento, o custo elevado, dependendo dos equipamentos que o laboratório irá necessitar, bem como restrições de tempo e espaço (NEDIC; MACHOTKA; NAFALSKI, 2003).

Essa barreira está ligada ao fato dos laboratórios estarem presentes em uma instituição e o seu acesso estar condicionado ao horários de funcionamento da mesma e da disponibilidade dos laboratórios, o que leva os

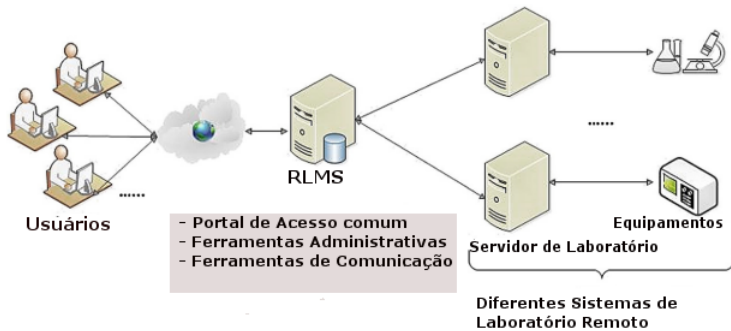
estudantes a não terem atividades de experimentação suficiente para entender todas as particularidades da experiência.

2.1.2 Laboratórios Remotos

As Tecnologias da Informação e Comunicação apresentam inúmeras formas de melhorar o processo de ensino e aprendizagem. Algumas das alternativas que surgem nesse contexto são laboratórios remotos e virtuais. Esse tipo de recurso possibilita que estudantes possam ter, junto à teoria, acesso à prática, por meio de recursos tecnológicos digitais. Segundo Orduña et al. (2016), este tipo de solução surgiu aproximadamente há duas décadas, sendo utilizada na área de química, física, eletrônica e robótica.

Nos laboratórios remotos, por meio da internet, usuários utilizando normalmente um navegador, conseguem operar equipamentos reais, obtendo resultados fiéis à realidade. Esses são essenciais no ensino de engenharia, pois fornecem aos estudantes uma melhor compreensão das teorias científicas (ODEH et al., 2015a). A arquitetura de um laboratório remoto geralmente é composta por um servidor de laboratório, que permite a conexão entre equipamento real e Internet, a fim de que o mesmo receba comandos e retorne resultados; o equipamento físico, que será manipulado; o computador do usuário cliente, para realizar o acesso e manipulação do laboratório remoto. A Figura 3 ilustra esse procedimento.

Figura 3 – Arquitetura de um Laboratório Remoto.



Fonte: Adaptado de Lowe et al. (2016)

Outra parte fundamental dos laboratórios remotos são os Sistemas de Gerenciamento de Laboratórios Remotos, ou RLMS, (do inglês *Remote La-*

boratory Management System - RLMS), que são responsáveis por efetuar a autenticação, agendamento e autorização para que usuários tenham acesso exclusivo ao laboratório remoto. Isso normalmente é garantido por uma fila ou mediante agendamento, sendo esses processos parte de qualquer laboratório remoto independente do papel que esse pretende desempenhar (ORDUNA et al., 2016).

Sobre os RLMS, Maiti, Maxwell e Kist (2013) indicam aspectos fundamentais que os mesmos devem contemplar:

- **1) Escalonamento:** Este é um dos aspectos mais importantes em laboratórios remotos, pois o acesso ao hardware necessita ser coordenado. Normalmente, isto se alcança utilizando filas e agendamento. Nas filas se utiliza o conceito de *first-come-first-serve*, é dizer, o primeiro usuário a acessar o recurso obterá acesso por um período de tempo e os demais se organizam pela ordem de chegada;
- **2) Operações de equipamento:** Um laboratório remoto é composto por uma série de equipamentos que são controlados por um computador. Dessa forma, é necessário que o RLMS processe as requisições e efetue operações sobre os equipamentos;
- **3) Ferramentas / dados multimídia sobre experimentos:** Este aspecto refere-se à necessidade de permitir o usuários que visualize e analise dados obtidos nas experiências, sendo este um fator crucial para o entendimento de determinadas experiências;
- **4) Interface de usuário do experimento:** Normalmente é possibilitado por um navegador, que permite usuários observarem e interagirem com o experimento e obterem dados resultantes dessa interação;
- **5) Gerenciamento de usuários:** Trata-se do controle dos usuários. Esse é necessário para que as autenticações e autorizações sejam realizadas. Permite ou nega a usuários o acesso a determinados experimentos.

Os laboratórios remotos permitem o compartilhamento de recursos entre universidades e também diminuem as restrições de tempo, presentes em laboratórios convencionais. Nesse tipo de laboratório, as limitações de tempo são reduzidas, devido ao fato de estarem disponíveis pela internet. Isso faz com que os estudantes possam praticar seguindo seu ritmo próprio (ODEH et al., 2015a).

Além disso, laboratórios remotos possuem algumas vantagens em relação a laboratórios convencionais, apontadas por Marques et al. (2014), que dizem respeito à acessibilidade, uma vez que permitem estudantes acessarem

experiências fisicamente distantes, e de custo elevado, dificilmente disponíveis em laboratórios convencionais; à disponibilidade, por estarem acessíveis a qualquer momento, o que permite aos estudantes repetirem experiências e as analisarem o quanto quiserem; e à segurança, devido ao fato de experiências em laboratórios remotos serem mediadas pela tecnologia, o que ajuda a prevenir acidentes e/ou danos a equipamentos, dependendo de como o laboratório remoto foi projetado.

2.1.2.1 Laboratórios Remotos para ensino de circuitos elétricos e eletrônicos

Conceitos básicos de circuitos elétricos e eletrônicos estão intimamente relacionados com o conhecimento referente a componentes como resistores, diodos, capacitores e indutores (TAWFIK et al., 2012a), além de habilidades referentes a configurações de instrumentos tais como fonte de alimentação, multímetro, osciloscópio e fiação de circuitos para realização de medidas e construção de circuitos. Segundo Tawfik et al. (2012a) esses são conhecimentos essenciais para a engenharia elétrica, que, se valendo de laboratórios remotos torna essas práticas mais acessíveis.

Levando em consideração a importância dos conceitos de circuitos elétricos e eletrônicos para o ensino de engenharia, bem como a possibilidade de serem praticados por meio de laboratórios remotos, uma série dos mesmos têm sido desenvolvidos para atender a área.

Um exemplo é o NetLab¹ que de acordo com Nedic e Machotka (2007) é uma plataforma de laboratórios remotos para o ensino de circuitos elétricos que permite o trabalho colaborativo. Segundo Gustavsson et al. (2009) esta solução foi desenvolvida na Universidade da Austrália do Sul (UniSA), por meio do projeto internacional financiado pelo *Australian Learning and Teaching Council*, que tinha como objetivo desenvolver, implementar, avaliar e divulgar as melhores práticas em colaboração online internacional em laboratórios remotos.

Em sua interface gráfica, o NetLab exibe a imagem de instrumentos utilizados em bancadas de circuitos elétricos e permite o usuário configurá-los por meio do mouse. O vídeo do instrumento configurado é exibido em outra aba, de modo a prover o senso de realidade ao estudante. Além do acesso aos instrumentos, também é possível realizar a configuração de circuitos, alterando valores de resistência (NEDIC; MACHOTKA, 2007).

Outro laboratório remoto utilizado no ensino de circuitos é o RemotElectLab, que de acordo com Fidalgo et al. (2014) exibe em sua interface um osciloscópio, gerador de funções, uma fonte CC variável e zonas que permi-

¹<http://netlab.unisa.edu.au/index.xhtml>

tem medições de voltagem e corrente, reconfigurando os circuitos por meio de relês. No entanto, segundo Tawfik et al. (2013) o mesmo não provê flexibilidade em relação a construção de novos circuitos.

Por fim, outros exemplos de laboratórios para ensino de circuitos elétricos e eletrônicos que podem ser evidenciados são o LaboRem e o VISIR. De acordo com Khattar et al. (2016), o LaboRem funciona a partir de dispositivos de medição, controlados remotamente, junto a um braço robótico que desempenha o papel da mão do estudantes, utilizado para montar os circuitos na placa de prototipagem. A experiência é filmada e transmitida para o estudante. Já o VISIR, conforme Gustavsson et al. (2009), é constituído por instrumentos normalmente encontrados em uma bancada de circuitos elétricos, além dos componentes elétricos e eletrônicos exibidos virtualmente que permitem a criação e medição de circuitos que são executados em equipamentos reais.

2.1.3 Laboratórios Virtuais: Monousuário e Multiusuários

Laboratórios Virtuais modelam um fenômeno físico por meio de equações e simulações para reproduzir uma experiência que pode obter resultados próximos de uma experiência do mundo real. Os laboratórios virtuais possibilitam a explicação de conceitos até então abstratos, não possuem restrições de tempo e espaço e são relativamente baratos (PATI; MISRA; SAHA, 2012) (NEDIC; MACHOTKA; NAFALSKI, 2003).

O que difere laboratórios virtuais monousuário de multiusuários é o local onde a simulação das experiências é realizada. No caso de um laboratório monousuário, o processo de simulação ocorre somente no computador de um usuário, sendo uma simulação local. Já em um laboratório virtual multiusuário, por meio da internet, a simulação é disponibilizada a uma série de usuários, de forma remota (BENCOMO, 2004).

Em laboratórios virtuais, as experiências não são reais, mas são simuladas por computadores. Desta forma, os custos estão ligados a um computador pessoal e tem diminuído consideravelmente, devido ao aumento do poder de processamento das máquinas. Esse aumento tem permitido a inserção de mais núcleos de processadores e GPUs (Unidades de Processamento Gráfica), o que possibilita que sejam realizadas simulações complexas (PEREIRA; PALADINI; SCHAFF, 2012). As simulações reduzem o tempo gasto com experiências pelos estudantes e fazem com que tenham um melhor entendimento das mesmas. Como controlam o tempo com essa modalidade de experimentação, os estudantes conseguem repeti-las diversas vezes.

No entanto, laboratórios virtuais não chegam a dados reais, e sim a

dados modelos, podendo distanciar os estudantes da realidade. Além de não estarem em um laboratório tradicional, algumas etapas podem ser negligenciadas. A dispensa do acompanhamento de um professor ou supervisor de laboratório, que poderia solucionar dúvidas em relação ao processo de experiência, também se apresenta como um problema (SCHECKLER, 2003).

2.1.4 Laboratórios Híbridos

Laboratórios Híbridos oferecem a combinação entre laboratórios hands-on remotos e laboratórios virtuais, podendo tanto oferecer acesso a equipamentos físicos como virtuais (GOMES; BOGOSYAN, 2009).

De acordo com Henke et al. (2013), laboratórios que combinam modelos hands-on e simulação local (laboratórios virtuais monousuários) são classificados como laboratórios híbridos e soluções que combinam laboratórios remotos e simulação remota (laboratórios virtuais multiusuários) de laboratórios *online* híbridos.

A combinação de laboratórios hands-on com simulações possibilita o aproveitamento de vantagens das duas modalidades. Esse tipo de laboratório híbrido é descrito por (LE, 2015), que ainda apresentada uma metodologia que combina com o mesmo.

Restivo et al. (2011), por sua vez, descreve um laboratório em que a interação com um laboratório virtual é realizada por meio de um instrumento físico, sendo classificado como laboratório híbrido.

Já Rodriguez-Gil et al. (2016) apresenta uma série de soluções que classifica como laboratório híbridos, por exemplo, ambientes virtuais 3D que integram equipamentos eletrônicos reais, *serious games* conectados a um laboratório remoto e realidade aumentada junto a laboratórios remotos.

2.2 VISIR

O VISIR é um laboratório remoto que visa a apoiar o ensino e aprendizagem de circuitos elétricos e eletrônicos, implementado em 2006, que busca replicar uma bancada de trabalho para a realização de experiências referentes a esse tipos de conteúdo de forma online. Foi desenvolvido pelo Departamento de Processamento de Sinais no BTH, na Suécia, junto à *National Instruments*, nos Estados Unidos, que atuou como fornecedora dos instrumentos, além da *Axiom EduTECH* na Suécia, que proveu o software técnico e serviços de engenharia. O projeto foi financiado e apoiado pelo BTH e pela Agência Governamental de Sistemas de Inovação da Suécia(VINNOVA) (TAWFIK et al.,

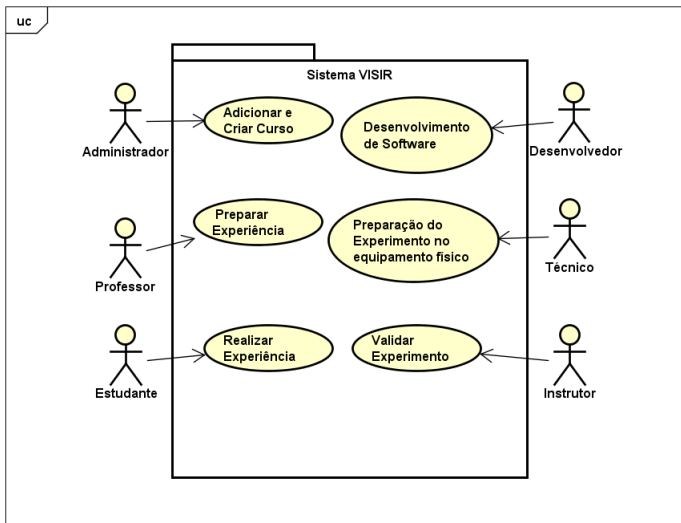
2012).

Os estudos sobre a viabilidade de construção do laboratório remoto VISIR teve início em 1999, a partir da ideia de reproduzir uma bancada de laboratório com experiências elétricas, assim fornecendo acesso a práticas em laboratórios para estudantes (GUSTAVSSON et al., 2009). O VISIR permite que estudantes possam executar experimentos elétricos e eletrônicos por meio de um computador conectado à internet utilizando um navegador.

Apesar do VISIR possuir em sua interface vários elementos virtuais, isso não o classifica como laboratório virtual ou híbrido, pois não realiza nenhum tipo de simulação. A interação ocorre com um equipamento real, sendo os elementos virtuais somente componentes que permitem a interação com o experimento real.

O VISIR possui uma série de *stakeholders*, sendo esses professores, técnicos, desenvolvedores, estudantes, instrutores e administradores (SALAH et al., 2016). Na Figura 4 é ilustrado o papel de cada um desses elementos dentro do VISIR, por meio de um diagrama de caso de uso.

Figura 4 – Função autores no sistema VISIR.

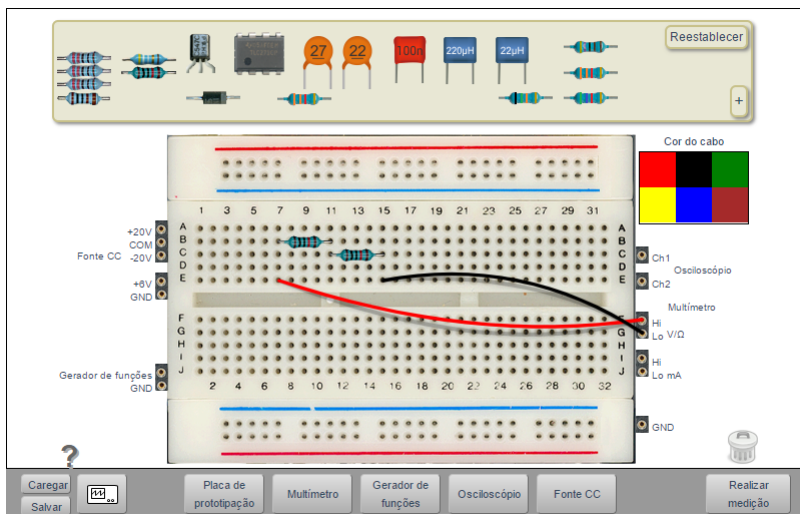


Fonte: Adaptado de (SALAH et al., 2016)

O VISIR promove um ambiente flexível, no qual estudantes podem testar diferentes tipos de circuitos sem correr o risco de queimar componentes ou de se machucarem (IGELBOCK MAY; PESTER, 2013). Por meio da interface

que é disponibilizada mediante um navegador, o estudante ou professor, tem à sua disposição uma placa de prototipagem, componentes eletrônicos, fios, multímetro, fonte de alimentação, osciloscópio e gerador de funções que são representados de forma virtual, com a maior similaridade possível com os equipamentos reais (Figura 5). Esses instrumentos são normalmente os mesmos que estão disponíveis em uma bancada de circuitos elétricos e eletrônicos convencional.

Figura 5 – Interface VISIR



Fonte: Elaborado pelo autor.

Com esses recursos o usuário da plataforma tem a possibilidade de realizar experiências de forma virtual, porém executadas em um equipamentos real, obtendo resultados fiéis a realidade.

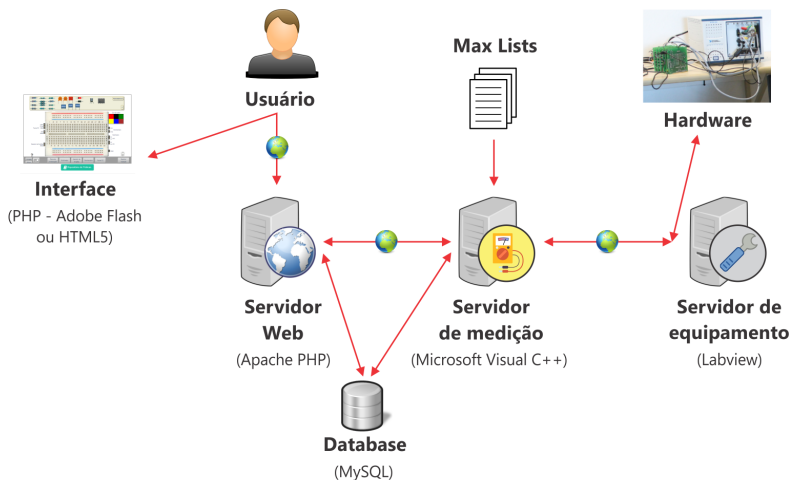
Conforme Odeh et al. (2015a), estudantes acham que o VISIR é útil e satisfaz suas necessidades de experimentação. Para Marques et al. (2014), o VISIR é uma boa escolha quando combinado com um laboratório hands-on, por diversificar as formas da aprender dos estudantes, de modo a permitir que os mesmos pratiquem livremente, aumentando sua confiança ao lidar com um laboratório, além de melhorar suas habilidades laboratoriais.

As partes que constituem o VISIR e suas funções de acordo com Odeh et al. (2015a) são ilustradas na Figura 6 e descritas a seguir:

- Interface Web: Possibilita aos usuários interagirem como elementos virtuais que reproduzem os equipamentos manuseados na vida real;

- **Servidor de Medição:** Responsável por proteger os equipamentos reais, a partir das 'maxlists', que indicam quais práticas têm possibilidade de execução em equipamentos reais;
- **Servidor de Equipamento:** a partir dos componentes listados na *component list* o servidor de equipamento realiza a execução dos circuitos no equipamento real;
- **Matriz de comutação:** Faz a conexão entre os instrumentos e componentes e executa a prática realizada na interface web;
- **Servidor Web:** responsável por hospedar o RLMS e, por consequência, registrar os logs, efetuar o agendamento, controle de usuários, administração de cursos e etc;
- **Hardware:** Consiste nos instrumentos presentes nas bancadas de circuitos elétricos e eletrônicos, mas presentes na forma de módulos baseados na plataforma PXI da *National Instruments*.

Figura 6 – Arquitetura VISIR



Fonte: Adaptado de (CASTRO, 2016)

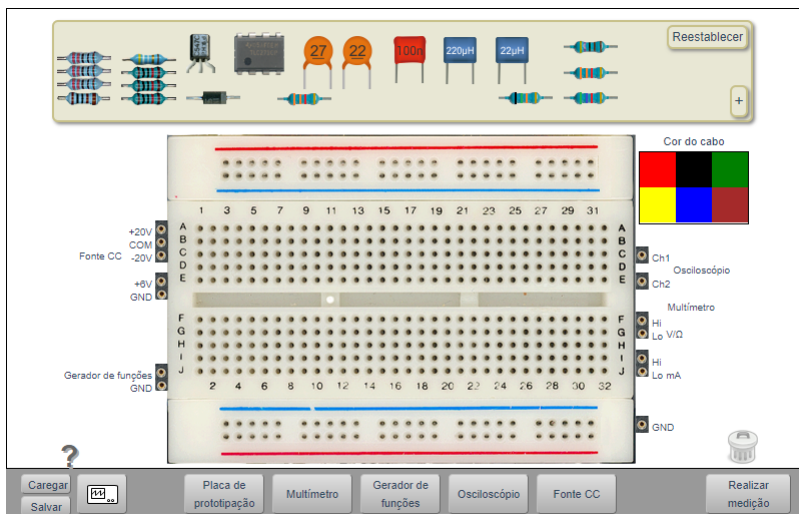
A plataforma de laboratório remoto apresenta aspectos inovadores ao disponibilizar uma interface virtual que interage com um equipamento real/físico. Além do fato de permitir que estudantes de diversas universidades possam

treinar suas habilidades laboratoriais usando este recurso individualmente ou combinando com o uso de laboratórios convencionais. (TAWFIK et al., 2012)

2.2.1 Interface Web

A interação do usuário com o VISIR é feita por meio de uma interface Web, onde este visualizará inicialmente uma placa de prototipação, componentes eletrônicos para realizar as experiências, uma área para criar os fios e efetuar as conexões necessárias. A interface também dispõe de botões que permitem acessar os instrumentos tais como multímetro, gerador de funções, osciloscópio e fonte CC (ZACKRISSON; GUSTAVSSON; HÅKANSSON, 2007), permitindo que o usuário interaja com esses. A interface inicial exibe a placa de prototipação e os componentes eletrônicos na parte superior e os botões para acesso aos instrumentos na parte inferior, como pode ser observada na Figura 9. Por meio dela, pode ser feita a montagem dos circuitos: arrastando componentes e ligando os fios.

Figura 7 – Interface Placa de Prototipação



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para realizar interações com o multímetro, basta o usuário clicar no botão referente ao mesmo, dessa forma o sistema irá exibi-lo (Figura 10). Girando o botão do multímetro, o usuário pode escolher o tipo de medição

(tensão alternada, tensão contínua, resistência, corrente contínua e corrente alternada) que se deseja realizar.

Figura 8 – Interface multímetro



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para acessar o gerador de funções, de forma similar ao multímetro, o usuário deverá clicar no botão referente ao gerador de funções, nele pode ser configurado formato de onda (quadrada, senoidal, triangular e dente-de-serra), a amplitude da onda e a frequência. Essas configurações ocorrem por meio dos botões que estão dispostos na interface (Figura 9).

No osciloscópio é possível ajustar os períodos, a posição da onda, a amplitude para uma melhor visualização, escolher o momento de observação da onda ou acompanhar seu comportamento, comparar os sinais dos dois canais, obter dados do circuito e etc.

Na Fonte CC podem ser configurada as tensões (+6V, +25V e -25V) por meio dos botões presentes na interface que apresenta a fonte CC.

Além dos botões que possibilitam acessar os instrumentos, no canto inferior esquerdo da interface, há dois botões: Salvar e Carregar. O botão de Salvar gera um arquivo no formato .cir, que descreve circuitos configurados na interface no momento em que foram gerados. Isto permite que os usuários possam salvar circuitos para carregar na interface novamente, sendo esta ação realizada por meio do botão carregar, que efetua o upload destes arquivos, isto é, permite que os circuitos realizados no VISIR possam ser salvos, para se-

Figura 9 – Interface Gerador de Funções



Fonte: Elaborado pelo autor.

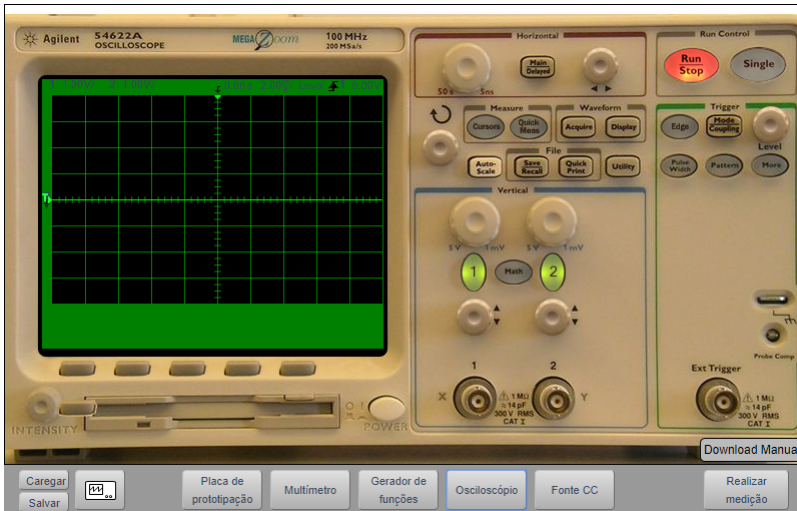
rem executados futuramente e ainda dá a possibilidade de compartilhamento desses circuitos.

2.2.2 Plataforma PXI

Nesta seção será descrito um dos blocos que compõe o sistema VISIR, a plataforma PXI, que é fabricada pela NI (*National Instruments*). De acordo com (TAWFIK et al., 2013):

- NI PXI Chassis: é o *backbone* do sistema PXI, possui uma série de *slots* onde são conectados os módulos de instrumentação. A quantidade de *slots* depende do modelo utilizado. O PXI possui recursos mecânicos, elétricos e ferramentas de software que complementam sistemas de teste e medição, aquisição de dados e aplicações de produção. É responsável por gerenciar os instrumentos de medição, fontes geradoras de sinais e fontes alimentadoras. O mesmo é ligado ao NI PXI *Controller* para enviar ao mesmo dados adquiridos nas medições ou outros dados providos por equipamentos conectados ao Chassi PXI;
- NI PXI Módulos: módulos de instrumentação conectados ao Chassi

Figura 10 – Interface Osciloscópio



Fonte: Elaborado pelo autor.

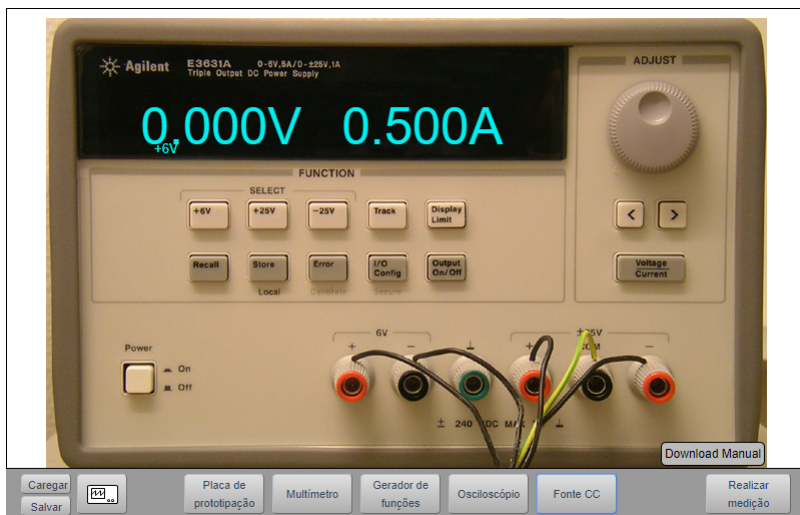
PXI; substituem os seguintes instrumentos: multímetro, gerador de funções, fonte de energia CC e osciloscópio;

- NI *PXI Controller*: computador responsável por receber os comandos do cliente e enviar para serem executados no experimento. Permite a integração entre sistema e equipamento de hardware.

2.2.3 Matrizes de comutação

Nessa subseção será abordada a descrição das matrizes de comutação ou de chaveamento, desenvolvidas pelo BTH. São dois os tipos de matrizes de comutação, as *components boards*, ou placa de componentes, nas quais são inseridos os componentes eletrônicos, os quais serão manuseáveis na interface, e as *instruments boards*, ou placas de instrumentos, que correspondem aos módulos de instrumentos presentes no chassi PXI, esses são conectados de modo a tornar possível a interação entre componentes e instrumentos (TAWFIK et al., 2012a).

Figura 11 – Interface Fonte CC



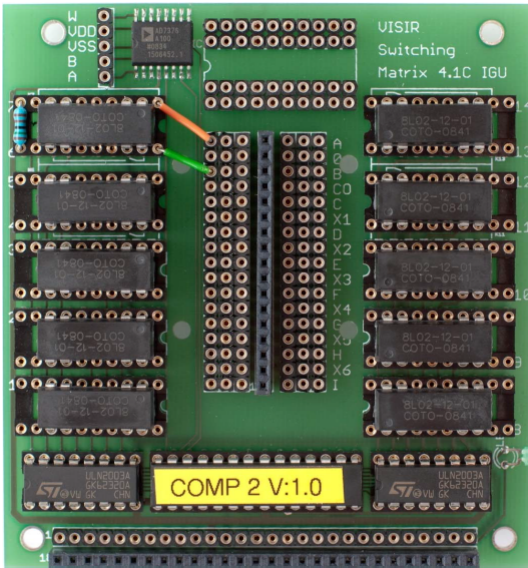
Fonte: Elaborado pelo autor.

2.2.3.1 Placa de componentes

Para que o sistema realize as conexões entre os componentes é necessário que exista uma conexão física entre esses. O sistema necessita saber onde estão os componentes e como é realizada a conexão entre os mesmos. Essas são realizadas por meio dos nodos, séries de entradas presentes nas placas identificadas por um código, aos quais os componentes são conectados. Conforme Tawfik et al. (2013) existem dois grupos de nodos, o primeiro identificado de A-I e 0(GND), cada letra indicando um nodo, e o segundo, composto pelos nodos X1, X6 e COM. Os componentes, entretanto, só podem ser conectados ao primeiro grupo de nodos.

Além dos nodos, cada placa de componente possui um código que a identifica e 16 relés, em que os componentes são conectados. Cada relé também possui uma identificação. Tanto o código da placa quanto o número do relé devem ser informados ao sistema para a realização das experiências. Dependendo do componente que se deseja inserir na placa de componentes será necessário determinada quantidade de relés. Um componente de dois conectores necessitará somente de um relé, como é o caso de um resistor; no entanto em um amplificador terá de ser utilizado mais de um relé, inserido em um local específico da placa para componentes com mais de dois conectores.

Figura 12 – Placa de componentes com um resistor conectado



Fonte: Gustavsson (2011)

2.2.3.2 Placa de instrumentos

As placas de instrumentos servem como ligação entre módulos dos instrumentos e componentes inseridos nas placas de componentes, permitindo que sejam feitas as medições necessárias. Para cada instrumentos é necessário uma placa de instrumento correspondente, sendo essas ligadas fisicamente aos módulos equivalente.

2.2.4 Software

Nesta seção serão descritos aspectos do software responsáveis pela interação com o hardware e a realização das medições no equipamento e comunicação com a interface do cliente. O software do VISIR é de código aberto, disponibilizado por meio de Licença Pública Geral (GPL do inglês *General Public License*) (TAWFIK et al., 2013).

2.2.4.1 Measurement Server

O Measurement Server é um serviço desenvolvido em Microsoft Visual C++, responsável por receber as requisições de medição do cliente e verificar se é possível realizar a requisição no equipamento (TAWFIK et al., 2013). De acordo com Tawfik et al. (2013) as verificações são feitas com base nas experiências descritas nas Maxlists e enviadas para o cliente por meio de uma conexão TCP com o servidor. O serviço, além de validar as requisições, efetua a autenticação, trata a fila de requisições e realiza a comunicação com o *equipment server*.

Figura 13 – Measureserver sendo executado



```

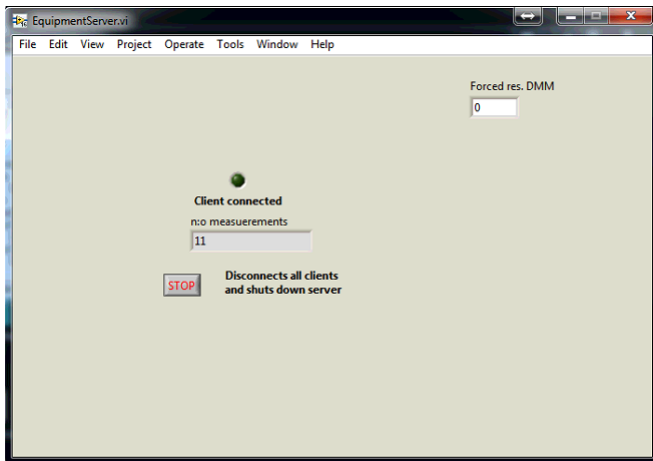
Measureserver 4.0.2199 [svn 625]
File Help
HTTP request: POST /measureserver
Matching maxlist: maxlists/Test.max
Solved list is:
R_R0 A B 10K
R_R1 A B 10K
R_R9 A B 1K
DNM_1 A B
dma res: 0 range: -1 az: 0
request from session: f02153ab4229d800761db66845864f2c
[2017-07-03 11:21:16:742] HTTP connection from: 60.191.38.77
HTTP request: GET /
Couldn't read http request: 7
Closing a unfinished socket: 7
[2017-07-03 11:25:57:634] Dead handler: kicking
Closing a unfinished socket: 6
[2017-07-03 11:30:58:000] Session timed out: 3
Handled:14 Total clients: 7 Active: 0 Current: 0
  
```

Fonte:Elaborado pelo autor.

2.2.4.2 Equipment Server

O *Equipment Server* segundo Zackrisson, Gustavsson e Håkansson (2007) é o serviço responsável por realizar a comunicação com o hardware (plataforma PXI e matrizes de comutação). É escrito em LabVIEW e recebe do *measurement server* a requisição(TCP/IP) de medição validada. Os comandos são baseados em um protocolo XML. Esse serviço verifica a lista que descreve os componentes presentes nas matrizes, referida como *component list*. Se a requisição recebida está de acordo com os componentes listados, executa a medição nos equipamentos conectados ao sistema. Por fim, os resultados são retornados para aplicação e exibidos nos equipamentos virtuais

Figura 14 – Equipment Server sendo executado



Fonte: Elaborado pelo autor.

2.2.4.3 Component list

O *component list* é o arquivo pelo qual são descritos os componentes e sua localização nas matrizes de comutação (ODEH et al., 2015b). Nele são informados o tipo de componente, o relé, a placa, os nodos aos quais está conectado e seu valor. A Figura 15 ilustra como é realizada a descrição.

A sintaxe para configuração de um componente no arquivo *component list* é a seguinte: a primeira letra faz referência ao componente, no qual os valores aceitos são R para resistor, C para capacitor, L para indutor, Q para transistor, OP para amplificador operacional e D para diodo. Em seguida, informa-se um número que indica a placa na qual o componente está inserido, o número seguinte informa o relé ao qual está conectado, todos separados por um traço inferior. As duas letras indicam os nós aos quais o componente está conectado. Por fim, o último número designa o valor do componente, não sendo necessário informar a unidade de medida (Ohm,H,F).

2.2.4.4 Maxlists

As Maxlists são arquivos que indicam quais componentes podem ser utilizados pelo sistema, concedendo permissões aos usuários para realizar a experiência. Esse arquivo visa proteger os equipamentos para que não seja

Figura 15 – Component List

```

VDC-25V_24_5:3_11      H

*COM
*VDDCOM_24_2:4_6      E
VDDCOM_24_2            0

*VDC+6
VDC+6V_24_3:1_14      A

SHORICUT_1_5          A B
SHORICUT_3_4          B C
SHORICUT_4_6          A C
SHORICUT_2_6          D B
SHORICUT_2_6          B D
SHORICUT_2_5          E D
SHORICUT_1_13         A D
SHORICUT_3_5          A G
SHORICUT_2_7          A E
SHORICUT_4_14         C E

* USER DEFINED COMPONENTS

* kort1
R_1_1                  B C    1k
R_1_2                  A B    220
R_1_3                  C D    3.3k
R_1_8                  C E    10k
R_1_9                  B C    10k
R_1_10                 B C    220

```

Fonte: Elaborado pelo autor.

realizada um experiência inadequada (GUSTAVSSON et al., 2009).

Para permitir que uma experiência possa utilizar fontes de alimentação, é necessário indicar quais fontes poderão ser utilizadas e o máximo de tensão e corrente permitidos. Para permitir que a experiência faça uso do gerador de funções também é necessário que essa possibilidade conste na Maxlist.

Os componentes que serão utilizados na experiência também devem ser especificados. A descrição na maxlist é flexível, mas normalmente é similar à da *component list*, porém com algumas diferenças (Figura 16). A primeira letra indica o tipo de componente, em seguida, usa-se o carácter traço inferior para fazer a separação e é informado um identificador que possibilita distinguir os componentes. Por fim, indica-se os nodos a qual o componente está conectado e o seu valor, separados por um , espaço em branco.

Figura 16 – MaxList

```

VDC+25V_1      D      max:10  imax:0.5
VDC+6V_3       A      max:6    imax:0.5
VDCCOM_1       0
VDC-25V_2      H      max:-15 imax:0.5

R_R1   A B 10k
R_R2   A B 220
R_R3   A B 220
R_R4   B C 10k
R_R5   C E 10k
R_R6   B C 220
R_R8   A B 10k
R_R9   A B 1k
R_R10  B C 1k
D_D1   A B 1N4007
C_C1   G H 10n
R_10   B C 4.7k
R_11   B C 3.3k
R_12   C D 3.3k
R_13   B C 5.6k
R_15   A B 15k
C_C1   C D 100n

SHORTCUT_S1    0 C
SHORTCUT_S2    0 A
SHORTCUT_S3    0 B

```

Fonte: Elaborado pelo autor.

2.2.5 OpenLabs

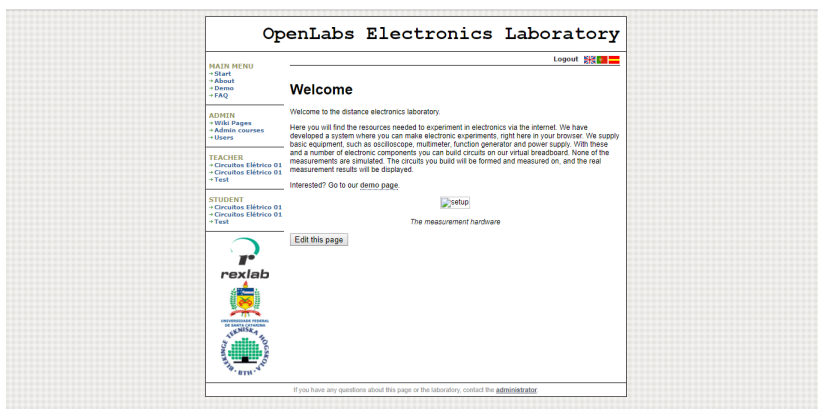
Após a instalação, o laboratório remoto fica disponível na plataforma OpenLabs, sistema de gerenciamento de aprendizagem desenvolvido pelo BTH, que possibilita a disponibilização de experimentos no VISIR. De acordo com Tawfik et al. (2012), o sistema possui uma série de recursos, como registro, Log-in, reserva e tipos de contas, possuindo cada uma delas papéis distintos (administrador, professor e estudante) que influenciam em recursos, limitações e privilégios que possuem. Ainda de acordo com o autor cada conta tem as seguintes características;

- **Administrador:** permite criar conteúdos na interface de usuário, fazer upload de arquivos, criar e deletar cursos, indicar os períodos que os cursos estarão disponíveis, controlar contas de usuários e designar contas de professores para serem responsáveis por determinados cursos;
- **Professor:** nesse conta é possível criação e exclusão de experiências, adicionar ou remover estudantes dos cursos criados, proporcionar o acesso de um grupo de estudantes a uma experiência;
- **Estudante:** têm acesso às experiências preparadas pelos professores

que, por sua vez, permitem carregarem na interface os componentes escolhidos pelos professores;

- Visitante: nesse tipo de conta não existe a necessidade de registro, permitindo a qualquer pessoa o acesso, inclusive, a experiências disponíveis para essa modalidade.

Figura 17 – LMS BTH



Fonte: Página inicial sistema de gerenciamento VISIR²

2.2.6 Limitações da Plataforma

Apesar de ser uma ferramenta de grande potencial, a mesma encontra algumas limitações. De acordo com Tawfik et al. (2013), baseado nos *feedbacks* obtidos de administradores e professores de universidades da comunidade VISIR, são listados as seguintes limitações:

- **Falta de avaliação:** O VISIR não disponibiliza recursos que possibilitam o professor avaliar o trabalho realizado pelos estudantes na plataforma, sendo uma solução a integração a um LMS (do inglês *Learning Management Systems*) para que os professores possam acompanhar as experiências realizadas pelos estudantes;
- **Limitação da matriz de comutação:** O sistema é limitado à conexão com 16 placas de componentes, somente desenvolvidas pelo BTH (não disponíveis comercialmente), havendo o inconveniente de que cada

placa consegue abrigar apenas 10 componentes. Desse modo, a flexibilidade de uma instância atender assuntos distintos fica limitada, considerando que são utilizados diferentes componentes nas experiências. Uma alternativa é o compartilhamento de práticas de circuitos elétricos entre instâncias, possível devido à existência de várias instâncias do laboratório espalhados pelo mundo;

- **Limitação dos instrumentos:** Apesar do VISIR disponibilizar a maioria dos instrumentos utilizados em uma bancada de circuitos elétricos, alguns circuitos por vezes necessitam dois do mesmo instrumento. Uma solução seria aumentar a capacidade de inserção de novos módulos PXI na plataforma, no entanto essas modificações ocasionariam aumento de custos, além da necessidade de modificar o código do sistema para incluir novos instrumentos do mesmo.

Levando em consideração as limitações apresentadas pela plataforma VISIR, algumas iniciativas estão sendo promovidas, tais como o projeto PLAR (do inglês *Platform Integration of Laboratories based on the Architecture of VISIR*), que tem como objetivo promover a criação de uma federação de laboratórios remotos VISIR, para que possa ser feito o compartilhamento de experimentos entre as instâncias do VISIR espalhadas pelo mundo (KREITER et al., 2017), além da utilização de outros padrões que permitam ampliar a quantidade de instrumentos, como a utilização do padrão LXI (do inglês, *LAN eXtensions for Instrumentation*) nos equipamentos do VISIR descritos por Hernández-Jayo e García-Zubía (2011). Outra iniciativa é descrita por Romero et al. (2014), na qual é realizada uma experiência de *Learning Analytics* por meio da integração do sistema VISIR com a plataforma WeLabDeusto³.

2.3 PROJETO VISIR+

O projeto VISIR+, iniciou-se em 2016 e será finalizado em 2018. Este projeto tem como objetivo difundir o uso do laboratório remoto VISIR no Brasil e na Argentina, fornecendo suporte técnico e didático (VIEGAS et al., 2017), o que se torna possível por meio do apoio da Agência Europeia de Educação, Cultura e Audiovisual (EACEA) junto ao Programa Erasmus +, mediante o edital:KA2 – *Cooperation for innovation and the exchange of good practices – Capacity Building in the field of Higher Education* (GUSTAVSSON et al., 2016).

³<http://weblab.deusto.es/website/>

De acordo com Viegas et al. (2017), o projeto VISIR+ "pretende definir, desenvolver e avaliar um conjunto de módulos educacionais relacionados à teoria e prática de circuitos elétricos e eletrônicos, compreendendo o laboratório virtual e o virtual e remoto (VISIR)". Ainda de acordo com os autores, esse utiliza a metodologia de ensino baseada em investigações, a qual pretende incentivar que os estudantes tenham mais autonomia, além de proporcionar que tenham maior acesso a laboratórios sem restrições de tempo, fazendo com que melhorem suas habilidades em relação às práticas realizadas em laboratórios.

O projeto dispõe de instituições parceiras de ensino superior públicas e privadas e instituições com intuito de melhorar a qualidade do ensino de engenharia na América Latina e na Europa. Essas participam desempenhando uma série de papéis, como instalação e implementação do VISIR, suporte técnico, tutoria, coordenação, disseminação e coleta de dados, levando em consideração que o laboratório VISIR já está instalado em uma série de instituições na Europa que desempenham um papel de tutoria para as instituições que estão efetuando a instalação da plataforma.

No Quadro 1 são listados os parceiros e uma breve descrição dos mesmos e no Quadro 2 é apresentado o papel desempenhado pelos mesmos dentro do projeto VISIR+.

Quadro 1 – Descrição dos parceiros do projeto VISIR+

Parceiro	Característica
IPP-ISEP	Instituição de Ensino Pública com 18.500 estudantes
UNED	Instituição de Ensino à Distância com 26.000 estudantes
UDEUSTO	Instituição de Ensino Privada com 11.000 estudantes
BTH	Instituição de Ensino Pública com 5.900 estudantes
CUAS	Instituição de Ensino Pública com 1.700 estudantes de engenharia
IFSC	Instituição de Ensino Pública com 24.000 estudantes
UFSC	Instituição de Ensino Pública com 34.000 estudantes
PUC-Rio	Instituição de Ensino Privada com 15.000 estudantes
UNSE	Instituição de Ensino Pública com 12.000 estudantes
UNR	Instituição de Ensino com 74.500 estudantes
ABENGE	Associação de Ensino de Engenharia com 4.000 membros
CONICET	Conselho Nacional de Pesquisa Científica e Técnica

Fonte: Adaptado de (VIEGAS et al., 2017)

Os objetivos do projeto VISIR+, de acordo com Viegas et al. (2017), são os seguintes;

Quadro 2 – Instituições e papel desempenhado no projeto

Parceiro	Papel no projeto
IPP-ISEP	Coordenação e Tutor IFSC e UFSC
UNED	Tutor da UNSE
UDEUSTO	Tutor da UNR
BTH	Suporte Técnico para todos parceiros
CUAS	Tutor da PUC-Rio
IFSC	Instalação do VISIR e implementação
UFSC	Instalação do VISIR e implementação
PUC-Rio	Instalação do VISIR e implementação
UNSE	Instalação do VISIR e implementação
UNR	Instalação do VISIR e implementação
ABENGE	Disseminação e exploração
CONICET	Coleta de dados e monitoramento de qualidade

Fonte: Adaptado de (VIEGAS et al., 2017)

- Contribuir para o mercado de trabalho com profissionais altamente qualificados na área de Engenharia Elétrica e Eletrônica;
- Contribuir para a redução da evasão em cursos de engenharia;
- Apoiar o apelo para o ingresso nas carreiras STEM (do inglês *Science, Technology, Engineering and Mathematics*);

Os indicadores para verificar se os objetivos estão sendo alcançados são:

- Aumento do número de escolas que utilizam recursos experimentais simultâneos em cursos elétricos e eletrônicos;
- Aumento do nível de motivação dos estudantes;
- Aumento da qualidade na formação de ciência e engenharia.

Além disso, foi ainda apontada como será feita a medição dos indicadores em relação aos objetivos pretendidos, que, de acordo com Alves (2015), se traduz no número de disciplinas que foram reformuladas, número de abandonos antes e depois da implementação do VISIR, número médio de candidatos por vaga em cursos de engenharia elétrica, número de estudantes que optam por carreiras STEM no ensino superior, número de estudantes que os professores consideram ter desenvolvido habilidades avançadas e que irão ajudar o seu futuro desenvolvimento profissional, antes e depois da implementação do VISIR.

Conforme Alves (2015), para atingir os objetivos principais são elencados os seguintes objetivos específicos:

- Enriquecer os currículos do curso sobre teoria e prática de circuitos elétricos e eletrônicos, inclusive incluindo hands-on, simulados e laboratórios remotos;
- Promover a autonomia dos estudantes;
- Aumentar o conhecimento significativo dos estudantes e o desenvolvimento de competências experimentais;
- Aumentar as taxas de sucesso dos estudantes;
- Uso de ferramentas baseadas nas TIC para permitir que as instituições parceiras atraiam estudantes para carreiras de STEM.

Para compreender indicadores de progresso, serão analisados comentários informais de professores e estudantes sobre o uso de VISIR, levando em conta o nível de satisfação dos estudantes e professores em relação ao mesmo, desenhos didáticos que incluem tarefas e mediação docente envolvendo o uso de VISIR e a percepção de melhorias dos desempenhos experimentais dos estudantes. Abaixo são listados os dados necessários para efetuar a medição dos indicadores:

- Número de acessos ao VISIR por parte de professores e estudantes;
- Questionários de satisfação dos professores;
- Questionários de satisfação dos estudantes;
- Entrevistas informais de professores e estudantes;
- Relatório de cada implementação;
- Relatório de cada país parceiro;
- Laboratório de estudantes e resultados acadêmicos.

Entre os fatores e riscos que podem impossibilitar que os objetivos do projeto sejam atingidos estão a capacidade dos estudantes de superar a resistência inicial natural, associada ao trabalho de novos recursos, e a capacidade dos professores de auxiliar os estudantes a superarem dificuldades e fornecer *feedbacks* que melhorem sua aprendizagem.

No quadro 3 são listados as instituições associadas ao projeto e que, no entanto, não receberam suporte financeiro ou instalações de equipamentos. Essas desempenham o papel de usuários da plataforma em instituições parceiras.

Quadro 3 – Parceiros e Instituições associadas

Parceiro	Instituição Associada
UFSC	SATC
UFSC	Instituto Federal Catarinense - Campus Sombrio
IFSC	Instituto Federação Catarinense - Campus Blumenau
IFSC	Universidade do Estado de Santa Catarina
PUC-Rio	Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ)
PUC-Rio	Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca
UNSE	Escuela Técnica N° 8
UNSE	Universidad Católica de Santiago del Estero
UNR	Instituto Politécnico Superior "Gral. San Martín"(IPS)
UNR	Facultad Regional Rosario – Universidad Tecnológica Nacional

Fonte: Elaborado pelo autor.

Entre alguns dos resultados esperados do projeto estão o treinamento de pessoas, instalação das instâncias do VISIR, treinamento técnico nos locais de instalação, treinamento de professores, design de módulos educacionais, avaliação de desenvolvimento, ampliação do grupo de facilitadores do VISIR, resultados das ações de treinamento, lista de eventos de disseminação, publicação em conferências e revistas e o relatório final do projeto.

2.3.1 Resultados Parciais

Até o presente momento, 12 publicações foram encontradas referentes ao projeto VISIR+, em grande parte em conferências. São apresentadas nessa seção de modo a evidenciar os resultados que estão sendo alcançados durante a execução do projeto.

O trabalho de Alves et al. (2016) recebeu o prêmio de melhor artigo na CISPEE 2016 (*2ª International Conference of the Portuguese Society for Engineering Education*), havendo abordado o desenvolvimento de uma comunidade internacional de laboratórios remotos, ou seja, os primeiros passos para uma federação de instâncias do VISIR, possibilitadas pelo projeto financiado pelo Erasmus+.

No trabalho de Viegas et al. (2017) são apresentados resultados obtidos nas ações de treinamento que estão ocorrendo dentro do projeto. Nesse trabalho são relatados os resultados da primeira e segunda ação de treinamento.

Lima et al. (2017), por sua vez, apresenta resultados acerca das implementações didáticas do VISIR, combinadas com cálculos e simulações no âmbito do projeto VISIR+ na UFSC, nas disciplinas de Cálculo IV e Probabilidade e Estatística.

No artigo de Dziabenko e Adorno (2017) é apresentada uma primeira experiência de integração do laboratório remoto em um MOOC no ensino secundário.

No trabalho de Pozzo et al. (2017) é descrito como a Universidade Espanhola de Educação à Distância (UNED) atualmente compartilha sua experiência educacional em ambientes de laboratórios colaborativos com uma Universidade Argentina: a Universidade Nacional Santiago del Estero no âmbito do projeto VISIR+.

Marchisio et al. (2017) apresentam um relato de experiência sobre a utilização do VISIR na Universidad Nacional de Rosario executado dentro do projeto VISIR+ com estudantes de Engenharia Eletrônica. Neste trabalho, o VISIR foi utilizado juntamente com laboratórios convencionais.

Do mesmo modo, Evangelista et al. (2017a) descrevem a utilização do VISIR no Instituto Politécnico Superior, na disciplina de Física do ensino médio e evidencia como uma boa formação em ciências pode influenciar a opção por uma carreira em engenharia.

Também em Evangelista et al. (2017b) apresentam um relato sobre a utilização do VISIR na disciplina de física no ensino médio. No trabalho, também são analisados dados relacionados à motivação dos estudantes quanto à ferramenta utilizada.

Da mesma forma, Roque et al. (2017) apresentam uma iniciativa de integração de laboratórios remotos em um curso de engenharia mecatrônica, por meio do VISIR, na disciplina de Instrumentação I.

Arguedas-Matarrita et al. (2017) descrevem como o laboratório remoto VISIR foi usado em uma oficina de treinamento para professores de física do ensino médio na Costa Rica.

No trabalho de Pereira et al. (2017) é descrito o projeto e desenvolvimento de um modelo de repositório de práticas de circuitos elétricos e eletrônicos, para apoiar a utilização de uma instância do laboratório remoto VISIR em cursos de engenharia também realizado no âmbito do projeto VISIR+.

Por fim, Coelho et al. (2017) demonstram as diferenças entre laboratórios virtuais e o laboratório remoto VISIR.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este capítulo busca descrever os procedimentos metodológicos utilizados neste trabalho, bem como as atividades efetuadas para o cumprimento dos objetivos propostos e, também descrever a caracterização desta pesquisa. Além de delimitar a pesquisa e apresentar os instrumentos de coleta de dados. Nesse sentido, o capítulo está dividido em quatro seções: caracterização da pesquisa, delimitação da pesquisa, coleta de dados e etapas da pesquisa.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Há vários modos de se classificar uma pesquisa, essa, em específico, se vale da classificação proposta por Silva e Menezes (2005), presente no Quadro 4.

Quadro 4 – Aspectos e Classificação

Aspectos	Classificação
Natureza	Pesquisa aplicada e Pesquisa básica
Abordagem do problema	Pesquisa Quantitativa e Pesquisa Qualitativa
Objetivos	Pesquisa Exploratória, Pesquisa Descritiva, e Pesquisa Explicativa
Procedimentos técnicos	Pesquisa Bibliográfica, Pesquisa Documental, Pesquisa Experimental, Levantamento, Estudo de caso, Pesquisa Expost-Facto, Pesquisa-Ação e Pesquisa Participante

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tendo essa classificação em conta, este trabalho pode ser caracterizado enquanto pesquisa aplicada, pois, de acordo com Prodanov e Freitas (2013, p. 51), a pesquisa aplicada tem como objetivo "gerar conhecimentos para aplicação prática dirigidos à solução de problemas específico" e o presente trabalho busca adquirir conhecimentos para resolução de problemas práticos relacionados a uma plataforma de laboratório remoto, o VISIR.

No que se refere à abordagem, essa pesquisa se enquadra como qualitativa, uma vez que está associada a "uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, isto é, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números" (SILVA; MENEZES, 2005, p. 20)

Quanto aos seus objetivos pode ser classificada como pesquisa exploratória, pois "visa proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo explícito ou a construir hipóteses"(GIL, 2009, p. 41)

Por fim, em relação aos procedimentos, é possível chamar a essa investigação de estudo de caso, que de acordo com Yin (2015), permite investigar tópicos que não são tão facilmente cobertos por outros métodos. Para Prodanov e Freitas (2013), o estudo de caso consiste em coletar e analisar informações sobre determinado indivíduo, uma família, um grupo ou uma comunidade, a fim de estudar aspectos variados de sua vida, relativos ao assunto da pesquisa. Para (YIN, 2015, p. 4), o estudo de caso é "usado em muitas situações, para contribuir ao nosso conhecimento dos fenômenos individuais, grupais, organizacionais, sociais, políticos e relacionados".

Ainda segundo Yin (2015) esse método é adequado quando o objeto analisado trata-se de um conjunto de eventos contemporâneos e algo que o pesquisador tenha pouco ou nenhum controle.

No Quadro 5 pode ser observado uma síntese da caracterização desta pesquisa:

Quadro 5 – Caracterização da pesquisa

Aspectos	Classificação
Quanto a natureza:	Pesquisa aplicada
Quanto a abordagem:	Pesquisa qualitativa
Quanto aos objetivos:	Pesquisa exploratória
Quando ao procedimento:	Estudo de Caso

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA DA PESQUISA

Marconi e Lakatos (2003) considera que delimitar a pesquisa consiste em "estabelecer limites para a investigação", portanto visando a viabilidade desse estudo delimitou-se seu objeto de análise.

Este trabalho está incorporado ao projeto VISIR+, que conta com a participação de 22 instituições (parceiras e associadas) realizadoras de uma série de atividades. No entanto, esta investigação está focada somente nas contribuições advindas da participação da UFSC (instituição parceira), SATC (instituição associada) e IFSC Sombrio (instituição associada) no âmbito do projeto. Dessa forma, a pesquisa esta delimitada em relação as atividades realizadas pelo RExLab da UFSC no projeto VISIR+.

3.3 COLETA DE DADOS

Para Prodanov e Freitas (2013), a coleta de dados é a fase em que se é definida a forma como será feita a aquisição de informações da realidade, informando qual será a amostragem, instrumentos de coletas de dados e como serão analisados.

Nesse sentido, foi realizada a aplicação de dois questionários, o primeiro destinado a professores que utilizaram o laboratório remoto VISIR instalado no RExLab, contando com a participação de professores da SATC, IFC Sombrio e IFSC Araranguá e um segundo aos responsáveis técnicos do VISIR em outras instituições, enviado a todas as instituições que possuíam uma instância do VISIR instalada.

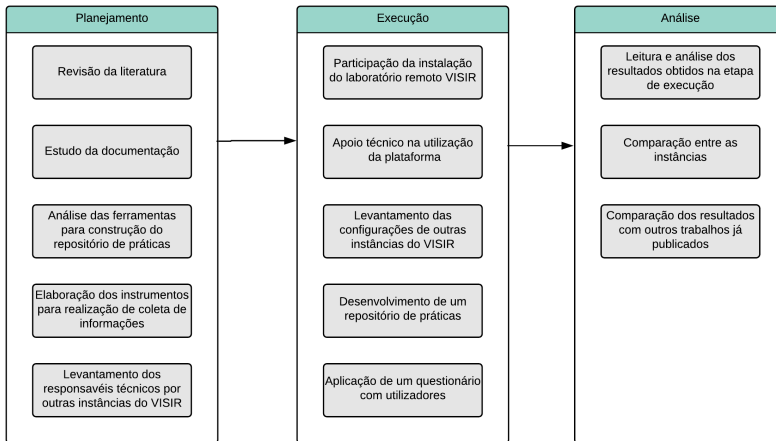
O primeiro questionário (Apêndice A) é composto por 7 questões, sendo 3 fechadas e 4 abertas. Teve como objetivo identificar se o professor recebeu o suporte necessário para disponibilizar as práticas que gostaria de efetuar em suas disciplinas, se os recursos disponíveis supriam suas necessidades, sua percepção quanto ao aproveitamento dos estudantes, problemas encontrados na utilização, e sugestões de ajustes para aperfeiçoar a plataforma. Com esse questionário, pretendeu-se verificar a satisfação dos usuários da plataforma em relação aos serviços disponibilizados.

O segundo questionário (Apêndice B), por sua vez, é composto por oito questões referentes aos equipamentos instalados em outras instituições. Nele perguntou-se acerca da localização da instância, em qual instituição foi instalada, o período de sua instalação, quem são os responsáveis técnicos por configurar o equipamento, modificações realizadas desde a instalação, qual o cliente utilizado na interface (considerando a existência de mais de uma possibilidade de interface), módulos de instrumentos que os equipamentos possuem e quais disciplinas contam com uso do VISIR. Com os dados obtidos, serão construídos quadros comparativos com informações sobre cada instância, além de um levantamento das atualizações feitas na plataforma em outras instituições.

3.4 ETAPAS DA PESQUISA

Esta seção visa descrever as etapas realizadas nesta pesquisa para atingir os objetivos propostos. Nesse sentido, decidiu-se dividir a pesquisa em três etapas: Planejamento, Execução e Análise e, dentro de cada etapa, foram levantadas subetapas que indicam as atividades necessárias para concluí-las. A Figura 18 ilustra as 3 etapas e as atividades efetuadas em cada uma.

Figura 18 – Etapas da Pesquisa



Fonte: Elaborado pelo autor.

3.4.1 Planejamento

Na primeira etapa, de planejamento, foi realizada uma revisão sistemática da literatura (Apêndice C), na qual foi efetuado um levantamento de artigos referentes ao laboratório remoto VISIR, para elaboração do referencial teórico e para se obter conhecimentos referentes ao VISIR.

Para se ter conhecimentos técnicos acerca da a plataforma foi feita uma análise documental, na qual foi realizado um estudo dos documentos sobre o VISIR, entre esses, documentos técnicos sobre o laboratório remoto VISIR, que trazem a descrição do hardware e software do mesmo, manuais de utilização da plataforma, que têm como finalidade indicar como deve ser feita a utilização da plataforma para cada tipo de usuário, e o documento “*Detailed Description of the Project*” do projeto *Educational Modules for Electric and Electronic Circuits Theory and Practice following an Enquiry-based Teaching and Learning Methodology supported by VISIR(VISIR+)*, que traz todas as informações do projeto VISIR+, tais objetivos, ações a serem realizadas, instituições participantes e funções a serem desempenhadas dentro do projeto, entre outras.

Para efetuar a coleta de dados, nessa etapa, foram construídos instrumentos a serem utilizados. Levantou-se ainda qual seria a amostragem à qual os questionários seriam aplicados.

Para construção de um repositório de práticas de apoio à utilização do VISIR, por professores, foi feito um levantamento de ferramentas para efetuar o desenvolvimento. Além disso, também foi realizada a definição dos circuitos junto aos professores que utilizaram a plataforma, de modo a identificar as práticas a serem inseridas no repositório.

3.4.2 Execução

Para fins de ampliar os conhecimentos técnicos do laboratório remoto VISIR, foi feita a participação da instalação da instância do VISIR no Laboratório de Experimentação Remota na UFSC, Campus Araranguá, bem como o apoio técnico na utilização do VISIR, no qual foram realizadas configurações necessárias nos equipamentos, tal como, inserção de componentes eletrônicos referentes aos circuitos definidos com professores.

Foi enviado um questionário aos responsáveis técnicos de outras instâncias do VISIR, de modo a realizar um levantamento das configurações das outras instâncias do VISIR. O mesmo foi elaborado pelo autor, no Google Forms¹. Um outro questionário foi enviado a professores que utilizaram o VISIR para se obter um *feedback* dos mesmos.

Ainda, para facilitar a utilização do VISIR na instituição na qual foi instalado e associadas, desenvolveu-se recursos para o apoio da utilização do VISIR, sendo esses um repositório com práticas pré-construídas possíveis de serem realizadas na instância do VISIR, presente no RExLab, juntamente com matérias de apoio, tutoriais em formato pdf e em vídeo .mp4 e um arquivo, que pode ser carregado no VISIR, resultante no circuito já configurado, simulações e na descrição da prática.

3.4.3 Análise

Nesta etapa foram realizadas leitura e análise dos resultados obtidos na execução, tal como, a análise do levantamento das informações sobre outras instâncias do VISIR, recebidas por meio dos questionários enviados. Além disso, também foi feita leitura e análise dos resultados obtidos nos questionários com os professores que utilizaram a instância do VISIR presente na UFSC de Araranguá, de modo a conhecer as questões levantadas por professores sobre a plataforma, sabendo, assim, quais ajustes são necessários para o aperfeiçoamento da mesma segundo os docentes.

¹Ferramenta do Google *online* e gratuita para criação de pesquisas e questionários. Disponível em: <https://www.google.com/forms/about/>

Decidiu-se comparar a instância do RExLab com as instaladas em outras instituições a fim de identificar as diferenças e correspondências entre os equipamentos. Desse modo, foi feito um levantamento das informações obtidas mediante os questionários e efetuadas pesquisas sobre os equipamentos de outras instituições.

Por fim, foram relatadas informações encontradas, evidenciando as particularidades de cada plataforma, além de apontados procedimentos a serem efetuados com base na pesquisa realizada.

4 VISIR + NA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Este capítulo tem como objetivo relatar a instalação de uma instância do laboratório remoto VISIR na UFSC, as configurações realizadas no mesmo e os recursos desenvolvidos para apoiar a utilização do VISIR no âmbito do projeto VISIR+.

O projeto VISIR+, na Universidade Federal de Santa Catarina, está sendo realizado por meio do Laboratório de Experimentação Remota, que proveu a infraestrutura para a instalação do laboratório remoto VISIR. A instalação da plataforma ocorreu entre os dias 13 e 15 de Dezembro de 2016, sendo efetuada pelos participantes do projeto do BTH, que tem como atribuição, dentro do projeto VISIR+, de prover suporte técnico. Além da instalação, também ofereceram uma breve capacitação aos responsáveis técnicos do VISIR no RExLab.

4.1 INFRAESTRUTURA DO LABORATÓRIO DE EXPERIMENTAÇÃO REMOTA - REXLAB

A instalação da plataforma contou com infraestrutura e materiais disponíveis do RExLab, havendo sido necessários para instalação e manutenção os seguintes equipamentos:

- Um computador Intel(R) i7-4790, 3.60GHz, 8GB Memória e 500GB de HDD, utilizando o sistema operacional Microsoft Windows 7 Profissional;
- No-break Sua3000;
- Link de internet de 100MB.

Além do espaço para instalação dos equipamentos, foram disponibilizados componentes eletroeletrônicos para serem inseridos na plataforma, tais como resistores com resistências variadas, amplificadores operacionais, diodos, capacitores, indutores e transistores.

4.1.1 Equipamentos e materiais recebidos

Abaixo são listados os equipamentos recebidos para a instalação do laboratório remoto VISIR e, na Figura 19, pode ser visto o equipamento ins-

talado:

- Um chassi PXI, modelo NI PXI-1033¹ projetado para o controle de aplicações remotas; possibilita a conexão entre uma conexão remota e um PC, possuindo 5 slots para conexão de módulos;
- Módulo Osciloscópio, NI PXI-5114² 2 canais e ajustes flexíveis de acoplamento, impedância, faixa de tensão e filtragem, medições e até 125 MHz de largura de banda analógica;
- Módulo Multímetro, NI PXI-4072³ 6 dígitos e meio, possibilita medições de tensão CA/CC, corrente CA/CC, e de resistência, e possui de 2 a 4 fios;
- Módulo Gerador de funções, PXI-5402⁴ gerador de funções de 20 MHz; gera funções padrão, como senoidal, quadrada, rampa, triangular, bem como outros sinais como sinais CC, pode gerar sinais entre -5 V e +5 V;
- Módulo Fonte de alimentação CC, NI PXI-4110⁵, 3 canais 1 A, 20 V, um canal de fonte sem e dois com isolamento, que podem gerar até 1 A por canal;
- 4 placas de componentes;
- 4 placas de instrumentos, cada uma referente a um dos instrumentos instalados.

Após a instalação do VISIR, devido a um excedente de recursos, por conta das variações de câmbio, foi possível adquirir 3 novas placas essas, porém, pertencem a um modelo diferente das placas previamente instaladas, sendo designadas de *free cards*. Tais placas conseguem abrigar somente dois componentes com dois conectores, possuindo, entretanto, uma maior flexibilidade quanto às conexões realizadas pelos componentes nelas inseridos. Além disso, as configurações na *component list* e *maxlist* são feitas de uma maneira diferente das placas de componentes convencionais.

Diferente das placas de componentes já utilizadas, nas *free cards* devem ser descrito os nodos onde o componentes estão conectados sem que necessariamente exista esta conexão. Podendo então, um componente ser

¹<http://www.ni.com/en-us/support/model.pxi-1033.html>

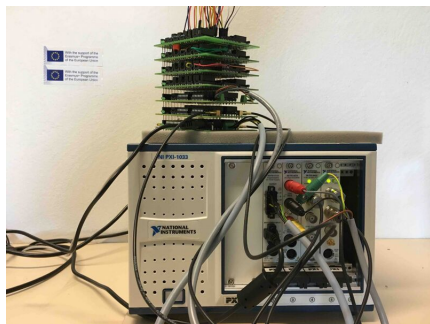
²<http://www.ni.com/pt-br/support/model.pxi-5114.html>

³<http://www.ni.com/pt-br/support/model.pxi-4072.html>

⁴<http://www.ni.com/pt-br/support/model.pxi-5402.html>

⁵<http://www.ni.com/pt-br/support/model.pxi-4110.html>

Figura 19 – Hardware VISIR



Fonte: Elaborado pelo autor.

descrito em uma série de posições conforme a quantidade de relês da placa. Enquanto na placa convencional, um componente que está conectado entre os nodos A e B, é descrito na component list e maxlist que este consta nessa posição, nas free cards ele não é conectado a nenhum nodo, mas precisa ser descrito nas component list e maxlist as posições que este possa assumir, as conexões estão limitadas as quantidades de relês que a placa possui.

Além das placas, um novo módulo PXI Multímetro, PXI-4065⁶, foi adquirido e, para sua instalação foi necessário requisitar o apoio de um dos técnicos no BTH, que efetuou o suporte necessário à realização da inserção de um novo instrumento ao sistema já instalado. Esta configuração, tratava-se de ajustes no código do *equipment server*.

4.1.2 Componentes inseridos e práticas disponíveis

Esta subseção trata da relação entre os componentes que foram inseridos e as práticas que possibilitam, sendo esses definidos com base em circuitos geralmente utilizados em circuitos elétricos e eletrônicos e especificados, junto a professores que iriam utilizar a plataforma instalada no REXLab.

Foram inseridos uma série de resistores com valores utilizados usualmente e que permitem a execução de experiências de associação de resistores em série, paralela e mista, bem como diodos retificadores, que possibilitam práticas de retificação de onda, amplificadores operacionais, para práticas com amplificadores, inversor e não inversor, um transistor NPN, para demonstrar o comportamento deste tipo de componente, além da inserção de ca-

⁶<http://www.ni.com/pt-br/support/model.pxi-4065.html>

pacitores e indutores, que permitem experiências com circuitos passa-baixa, passa-alta e a criação de circuitos RLC.

4.1.3 Processo de inserção de um novo componente no Sistema VISIR

Uma série de componentes já estão disponíveis na interface do VISIR e componentes que não estão inseridos podem ser acrescentados por meio da inserção de imagens em uma pasta específica e na configuração do arquivo xml; library.xml. Nesse arquivo são indicados o caminho da imagem e outras descrições pertinentes aos componentes os quais se deseja inserir. Além disso, é preciso que se insira a imagem do componente que irá ser exibido na interface. O arquivo libray.xml é composto por uma série de tags que fornecem as informações necessárias para a interface exibir os componentes nele descritos. Na Figura 20 pode ser observado como é feita a descrição de um componente para a exibição na interface do sistema.

Figura 20 – Arquivo Library.xml

```
<component type="Q" value="bf245" pins="3">
  <rotations>
    <rotation ox="-70" oy="-48" image="bf245.png" rot="0">
      <pins><pin x="-65" y="13" /><pin x="65" y="13" /><pin x="65" y="-26" /></pins>
    </rotation>
  </rotations>
</component>

<component type="R" value="9.1" pins="2" >
  <rotations>
    <rotation ox="-26" oy="-9" image="r_9.1.png" rot="0">
      <pins><pin x="-26" y="0" /><pin x="26" y="0" /></pins>
    </rotation>
    <rotation ox="-8" oy="-26" image="r_9.1.png" rot="90">
      <pins><pin x="0" y="-26" /><pin x="0" y="26" /></pins>
    </rotation>
  </rotations>
</component>
```

Fonte: Elaborado pelo autor.

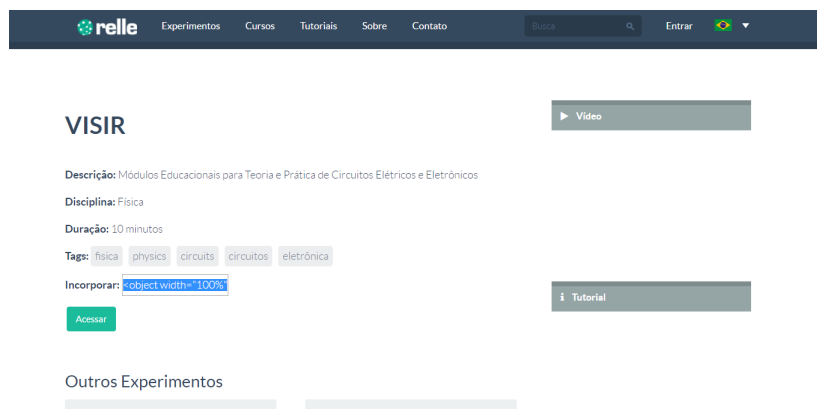
4.1.4 Disponibilização no RELLE

O laboratório remoto VISIR após sua instalação, tem o seu acesso disponível por meio do *LMS Open Labs*, porém para acessá-lo é necessário a realização de um cadastro e de sua autenticação. Essa foi pensada como um obstáculo à difusão do laboratório, de modo que isentou-se a necessidade da mesma, pensando na ampliação do acesso ao laboratório remoto VISIR. Dessa forma, disponibilizou-se o laboratório no sistema de gerenciamento

de laboratórios remotos - RELLE⁷., plataforma utilizada pelo RExLab para disponibilizar seus laboratórios remotos e de instituições parceiras. O RELLE permite o acesso gratuito à laboratórios remotos na área de física, eletrônica, robótica e biologia, e seu login não é obrigatório. Assim, o VISIR passou a ter seu acesso permitido a estudantes e professores de uma maneira mais breve.

No entanto, liberar os usuários de autenticação e cadastro pode acarretar em um problema de controle sobre os acessos ao sistema. Sendo assim, em contextos nos quais é interessante observar as ações do usuário do sistema, é necessário a criação de usuários e a realização de autenticação.

Figura 21 – VISIR no RELLE



Fonte: relle.ufsc.br/labs/18.

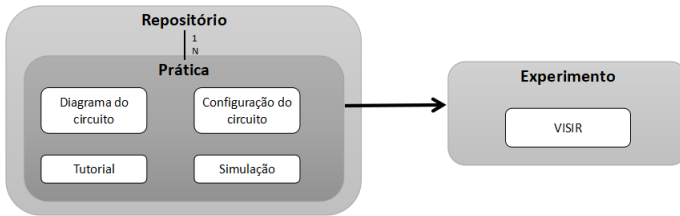
4.2 REPOSITÓRIO DE PRÁTICAS VISIR

Para apoiar a utilização de uma instância do laboratório remoto VISIR, pensou-se em desenvolver um repositório para abrigar práticas previamente implementadas no VISIR, por meio de arquivos .cir, que são providos pela plataforma, e permitem salvar e carregar as mesmas, juntamente a tutoriais e simulações das práticas disponibilizadas. Um modelo de como o repositório é organizado é ilustrado na Figura 22.

Além das práticas, também é disponibilizado o link para o acesso da instância do laboratório remoto, na qual práticas são possíveis de serem efetuadas e o link de uma plataforma para criação de simulação de circuitos,

⁷<http://relle.ufsc.br/>

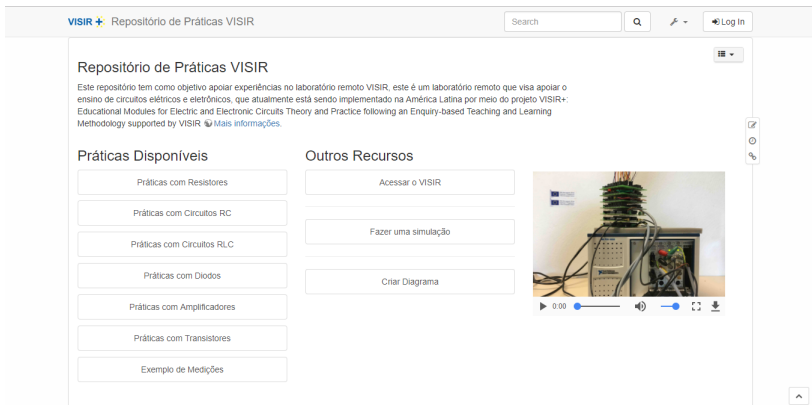
Figura 22 – Modelo de disponibilização



Fonte: Elaborado pelo autor.

para que o professor possua outras ferramentas que apoiem a utilização do laboratório remoto e também o link de acesso a um recurso para criação de esquemas de circuitos (Figura 23).

Figura 23 – Página Inicial Repositório de Práticas



Fonte: Elaborado pelo autor.

O repositório foi construído utilizando o DokuWiki que, conforme Gohr (2017), é um software wiki *Open Source*, simples de usar, e este possui uma ampla comunidade e um grande número de *plugins*, possibilitando que seu uso não seja o mesmo de uma wiki tradicional. Desse modo, possibilita a criação de páginas colaborativas por usuários cadastrados que podem contribuir cadastrando novas práticas e incluindo novos recursos, como vídeos e simulações.

O propósito do repositório é de oferecer uma ferramenta que facilite a utilização do laboratório remoto VISIR por professores, considerando que

esta solução viabilize a integração do mesmo em seus planos de aula. Por esse motivo, o acesso ao sistema necessita de credenciais. Assim, a utilização se limita aos professores e estudantes não possuem acesso ao repositório, ficando a critério do educador disponibilizar ou não determinados recursos do repositório aos estudantes. As credenciais de acesso podem ser obtidas requisitando-as à equipe do RExLab, que retornará os dados para o acesso (Figura 24).

Figura 24 – Fluxo para obtenção de credenciais



Fonte: Elaborado pelo autor.

Atualmente, exemplos de práticas disponibilizadas contemplam a associação de resistores em série, paralela e mista. Práticas com diodos, transistores e amplificadores operacionais, circuitos de passa-baixa e passa-alta são separados em categorias para facilitar o encontro de práticas que o professor deseja utilizar (Figura 25).

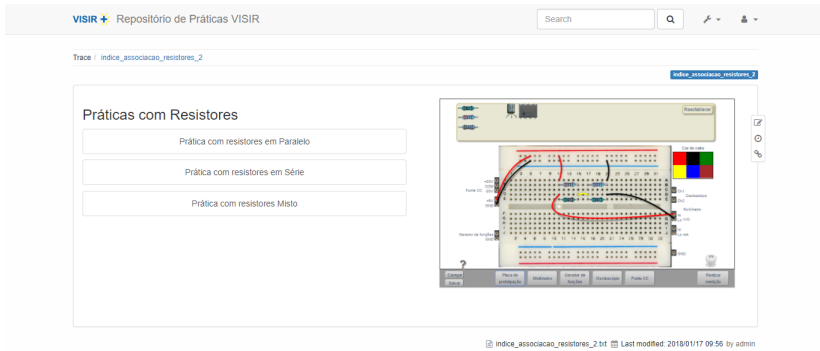
Cada prática abriga um arquivo no formato .cir a ser carregado na interface do VISIR, a descrição do circuito e notas de como deve ser feita a configuração dos demais equipamentos para que se obtenha os resultados esperados na experiência. A imagem do circuito que será exibida no VISIR quando carregado o arquivo .cir e o diagrama do circuito correspondente ao circuito disponibilizado, além de um tutorial que trata de como realizá-la em formato de texto e vídeo, conforme mostra a Figura 26. Até o momento o repositório conta com 29 exemplos de práticas.

Os arquivos em formato .cir obtidos no VISIR por meio da configuração do circuito no sistema. As simulações são feitas por meio do Circuit Simulator⁸, simulador de circuitos de código aberto, desenvolvido em JavaScript, os diagramas dos circuitos, desenhados no partsim⁹, ferramenta de

⁸<http://www.falstad.com/circuit/>

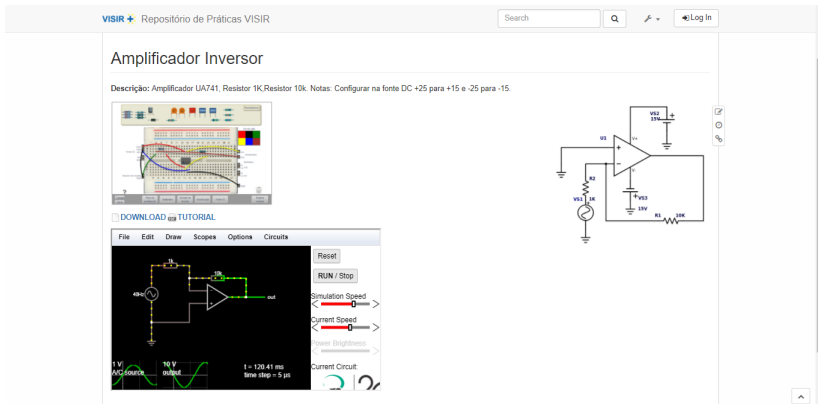
⁹<http://www.partsim.com/>

Figura 25 – Práticas divididas em categorias



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 26 – Exemplo prática



Fonte: Elaborado pelo autor.

prototipação.

Outra possível aplicação do repositório é sua utilização como modo de compartilhar práticas entre instâncias do VISIR. Para facilitar seu acesso, por parte de professores que já o utilizam, e para que aqueles que ainda o desconhecem tenham acesso ao mesmo foi disponibilizado um link do repositório, junto à página que dá acesso ao VISIR.

O repositório possui 35 usuários cadastrados, sendo esses professores das instituições SATC, UFSC Araranguá, IFC Sombrio, IFSC Campus Araranguá e usuários que fazem parte do suporte do repositório.

Este capítulo proporcionou informações sobre instalação e configuração de uma instância do VISIR e apresentou o relato do desenvolvimento de recursos que apoiam a utilização do laboratório remoto VISIR, instalado na UFSC, Campus Araranguá. Esses, porém, podem ser ampliados para cobrir práticas de instâncias instaladas em outras instituições, que possuem configurações de práticas semelhantes e distintas.

5 AÇÕES DE TREINAMENTO

No âmbito do projeto VISIR+ uma série de ações de treinamento, chamadas TA's (*Training Actions*), foram realizadas junto aos participantes que tiveram a instalação da plataforma VISIR, e nas instituições associadas. Neste capítulo será feito a descrição dessas ações na UFSC. De acordo com Viegas et al. (2017), os objetivos das TA's são: ampliar a comunidade de uso do VISIR, compartilhar experiências, apresentar suas vantagens e contextualizar suas implementações. Este capítulo também abordará ações de divulgação do projeto VISIR+ que ocorreram durante o mesmo.

5.1 TRAINING ACTION 1

A primeira TA1 (*Training Action 1*) foi realizada na Europa (Karlskrona, Suécia) durante a reunião inicial do projeto em Fevereiro de 2016. Os parceiros da União Europeia compartilharam suas experiências com o VISIR, apresentando os resultados de suas implementações, abordando o valor agregado pelo VISIR e algumas restrições encontradas. Além disso, ocorreram sessões práticas de utilização do laboratório remoto (VIEGAS et al., 2017).

Essa primeira ação contou com, pelo menos, dois participantes presenciais de cada instituição da América Latina, além de professores dessas instituições participando a distância. No final dessa atividade, os participantes familiarizaram-se com o VISIR, conhecendo os experimentos suportados, como a plataforma pode ser integrada aos currículos dos cursos, quais resultados de aprendizagem ele habilita, entre outras questões referentes à plataforma (POZZO et al., 2017).

5.2 TRAINING ACTION 2

A segunda TA2(*Training Action 2*) foi realizada na UFSC (Santa Catarina, Brasil) em Setembro de 2016. Nela dois professores da instituição tutora da UFSC (IPP, Portugal) efetuaram palestras sobre o VISIR além de oficinas práticas sobre a utilização do laboratório.

Como o projeto VISIR+ tem como objetivo a difusão do uso do laboratório remoto VISIR, é imprescindível a participação dos professores que podem integrar a utilização deste recurso aos conteúdos das suas disciplinas. Por conta disso, uma série de docentes das instituições nas quais foram feitas as instalações e instituições associadas foram convidados a participar desta

training action e da subsequente.

De acordo com Viegas et al. (2017), a percepção dos professores de diferentes disciplinas em relação ao projeto, sua receptividade para com o mesmo e sua motivação para mudar suas aulas, são fatores que impactam os resultados do projeto. A coleta de dados nas *training actions* é de extrema importância, pois ajuda a compreender o interesse dos professores e é útil para ajustar ações futuras.

A segunda ação de treinamento contou com a presença de 50 participantes, entre esses, professores com interesse na utilização da plataforma e integrantes do grupo de pesquisa participante do projeto.

Os questionários utilizados nas TA's tinham os seguintes objetivos de avaliação:

- Interação entre palestrantes e participantes;
- Tempo atribuído;
- A utilização do equipamento tecnológico;
- Expectativa dos participantes;
- Uso prático.

Foram levantadas outras questões relacionadas ao planejamento de uso dos professores, ao número de professores e estudantes envolvidos em cada caso e ao tipo de interação realizada com o VISIR. Na UFSC, as disciplinas ministradas por professores que demonstraram interesse em utilizar a plataforma foram as de Cálculo IV (40 estudantes) e Probabilidade e Estatística (50 estudantes), apresentando uma previsão de utilização esporádica (VIEGAS et al., 2017).

5.3 TRAINNING ACTION 3

A TA3 (*Training Action 3*) ocorreu em Setembro de 2017, na UFSC (Santa Catarina, Brasil) e na instituição associada SATC (Santa Catarina, Brasil) no âmbito do projeto, contando também com a participação dos tutores da instituição tutora e do vice-presidente da Associação Brasileira de Ensino em Engenharia (ABENGE). Na TA3 aconteceu o compartilhamento das experiências e de outras questões referentes a implantação do VISIR na UFSC. Participaram professores da instituição e das instituições associadas, havendo sido realizados relatos de aplicações de professores que utilizaram a plataforma na UFSC e na SATC, além de oficinas de utilização do VISIR que contemplou novos professores interessados na utilização do recurso.

Algumas das questões que foram abordadas foram a apresentação do repositório de práticas, recurso desenvolvido para dar suporte a utilização de professores e uma proposta de integração das práticas do VISIR, de modo a contornar algumas das restrições apresentadas pela plataforma. Essas questões surgiram com base nas experiências adquiridas com a implantação do laboratório remoto na instituição.

Conforme Pozzo et al. (2017), o objetivo desta TA é de compreender a adaptabilidade do VISIR em diferentes culturas institucionais e sua universalidade em termos de experiências com circuitos elétricos e eletrônicos.

5.4 AÇÕES DE DIVULGAÇÃO E DISSEMINAÇÃO

Ação de disseminação no XLIV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE) em Natal, Brasil, em uma sessão plenária com o coordenador do projeto VISIR+, Gustavo Alves, intitulada "Laboratórios remotos: Um Experimento Internacional de Educação em Engenharia", na qual foi apresentado o laboratório VISIR e relatadas informações sobre o início do projeto VISIR+, juntamente a seu planejamento e passos futuros (ALVES, 2016)¹.

Uma outra ação de disseminação ocorreu no XLV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE) em Joinville (SC), Brasil em uma sessão plenária também conduzida pelo coordenador do projeto VISIR+, intitulada "Laboratórios não convencionais para os Cursos de Engenharia: O programa Erasmus e o projeto VISIR +". Nessa sessão foi feita uma apresentação do projeto, explicando a metodologia e resultados da implementação do VISIR no Brasil. Além disso, foram realizados relatos de experiência de professores sobre a utilização do VISIR em lugares onde as instâncias foram instaladas no Brasil: PUC-Rio, UFSC e IFSC (SCHWERTL, 2017).

Ainda na COBENGE, foi realizado o "Workshop VISIR+: Laboratório Remoto", o qual promoveu explicação mais detalhada sobre a plataforma VISIR junto a oficinas de utilização do laboratório remoto, que contou com a participação de integrantes do projeto da PUC-Rio e UFSC que ministraram o Workshop.

Outra ação de disseminação ocorreu no 1º *Congresso Latinoamericano de Ingeniería* (CLADI 2017), em uma sessão plenária conduzida pelo coordenador do projeto VISIR+, intitulada "*Adquisición de competencias experimentales en Ingeniería: Contribución de los laboratorios remotos*"².

¹<http://198.136.59.239/abengeorg/cobenge-2016/elementos/pdf/06/20Gustavo/20Alves/20-20ISEP-.pdf>

²<https://cladi2017.sched.com/event/BgOY/conferencia-semi-plenaria-alves>

Nela foi abordada a utilização de laboratórios remotos no ensino de engenharia juntamente com apresentações de experiências relacionados ao projeto VISIR+.

Este capítulo teve como intuito, relatar ações que ocorreram durante o projeto VISIR+, sendo esta de treinamento e divulgação nas quais o REx-Lab esteve direta e indiretamente envolvido, participando ou realizando as atividades apresentadas, desse modo, ajudando a compreender o papel do laboratório de pesquisa e da UFSC dentro do projeto VISIR+.

6 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS

Este capítulo pretende apresentar os resultados obtidos com esta pesquisa. Desse modo, serão apresentados e analisados os resultados provenientes dos questionários enviados a responsáveis técnicos das instâncias do laboratório remoto VISIR em diversas instituições, bem como analisadas as respostas obtidas nos questionários de satisfação de utilização do laboratório remoto VISIR instalado no RExLab.

6.1 UTILIZAÇÃO DA PLATAFORMA VISIR NA UFSC - CAMPUS ARARANGUÁ E INSTITUIÇÕES ASSOCIADAS

Esta seção visa apresentar e analisar os resultados obtidos em questionários referentes à satisfação dos professores quanto ao uso do laboratório remoto VISIR, instalado no RExLab da UFSC, em sala de aula.

A plataforma VISIR foi utilizada por professores da UFSC, por profissionais das instituições associadas, no âmbito do projeto VISIR+ SATC e IFC Sombrio, e por docentes do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), Campus Araranguá, cuja participação no projeto não estava prevista no projeto inicial.

Na UFSC, um professor utilizou a instância do VISIR, instalada e disponibilizada pelo tutor da instituição e pela coordenadora do projeto ISEP-IPP, pois o laboratório remoto VISIR ainda não havia sido instalado na UFSC-Araranguá. O mesmo foi utilizado nas disciplinas de Cálculo IV, ministrada para 133 estudantes, e Probabilidade Estatística, contando com um total de 84 estudantes.

Na SATC, três professores efetuaram a utilização do VISIR, primeiramente, utilizando a plataforma do ISEP-IPP, mas migrando seu uso para a plataforma instalada na UFSC. A ferramenta foi utilizada nas disciplinas de Instrumentação I, durante dois semestres, contando inicialmente com 29 estudantes, depois com 23, sendo utilizada nos conteúdos de grandeza, instrumentos de medição analógicos, digitais e sensores digitais, bem como na disciplina de Análise de circuitos em uma turma de 15 estudantes.

No IFC Sombrio, o VISIR foi empregado em uma turma de 65 estudantes da disciplina de Física, do 3º ano do ensino médio, utilizando circuitos de associação de resistores em paralelo, série e misto e um circuito com diodo retificador, para demonstração de instrumentos de medida.

No IFSC de Araranguá foi usado na disciplina de Eletrônica, nos conteúdos de lei de Ohm e lei de Kirchhoff, sendo utilizado com uma turma de

22 estudantes do ensino técnico.

Nesse sentido, foi aplicado um questionário para coletar dados de satisfação sobre o uso da plataforma VISIR, instalada na UFSC, para identificar a aceitação dos professores e sua percepção sobre o uso do laboratório remoto pelos estudantes, bem como se os requisitos técnicos foram atendidos. O questionário foi enviado a professores da SATC, IFC Sombrio e IFSC Campus Araranguá, levando-se em conta que o professor usuário na UFSC somente utilizou a plataforma do IPP, não havendo conseguindo responder às perguntas referentes à instância instalada na UFSC no RExLab.

As três primeiras perguntas possuíam apenas duas respostas possíveis (Sim e Não) e tinham como objetivo identificar a satisfação dos utilizadores em relação aos serviços técnicos desempenhados pelo RExLab. As questões que constam no questionário são elencadas abaixo:

- **Questão 1:** "Os componentes e instrumentos disponíveis no VISIR satisfizeram minhas necessidades em relação as práticas que necessitava que meus estudantes realizassem?"
- **Questão 2:** "Recebi suporte para esclarecer dúvidas ou problemas encontrados na utilização do VISIR?"
- **Questão 3:** "Os circuitos que foram solicitados a implementação foram efetuados efetivamente?"
- **Questão 4:** Qual a percepção de motivação dos estudantes sobre o uso do VISIR?
- **Questão 5:** Quais problemas foram encontrados na utilização do VISIR?
- **Questão 6:** Você acha que o VISIR é uma boa forma de complementar as atividades de ensino?
- **Questão 7:** Em sua percepção quais melhorias devem ser feitas para aperfeiçoar a plataforma?

Todos os participantes assinalaram a resposta "sim" para as três primeiras questões. Obtendo dessa forma 100% de concordância sobre as afirmações apresentadas nessas questões. O restante das perguntas, essas abertas, visava recolher informações sobre problemas encontradas ao utilizar a ferramenta, verificar a percepção dos professores em relação à motivação da utilização dos estudantes e identificar a opinião do professor sobre a ferramenta. Em relação à questão 4, os professores responderam que identificaram que os estudantes acharam útil por não possuírem os equipamentos em casa e a plataforma permitiu esse acesso de forma remota, assim se mostraram interessados

em interagir com a plataforma e curiosos para saber como funcionava algo tão inovador.

A questão 5, por sua vez, buscava verificar problemas encontrados no uso do VISIR. A ela os professores responderam constatando problemas de conectividade, podendo estar ligados à conexão proveniente da instituição da qual foi feito o acesso e relataram que, ao acessar o VISIR em um laboratório de informática, alguns estudantes, não conseguiram acessar em determinados computadores a página da plataforma e tiveram problemas com a medição.

A questão 6 visava verificar a opinião dos professores sobre o VISIR. Com ela foram obtidas respostas que indicaram uma grande aceitação por parte dos docentes, já que permite que estudantes testem uma série de circuitos. Os mestres, entretanto, destacam que as atividades devem ser bem claras e ter orientação quando trata-se de estudantes de ensino médio. Completam chamando atenção para a receptividade por parte dos estudantes e concordam que é uma boa forma de complementar as atividades de ensino.

Por fim, a questão 7 tinha como objetivo levantar possíveis melhorias que podem aperfeiçoar a plataforma. Indicou-se que deveria ser disponibilizados um número maior de circuitos e a inserção de sensores e atuadores para atrair mais os estudantes.

6.2 COMPARAÇÃO COM OUTRAS INSTÂNCIAS DO VISIR

Nesta seção serão apresentados dados de outras instituições que possuem uma instalação do laboratório remoto VISIR, obtidos por meio dos questionários enviados e informações advindas de publicações científicas, além de elencadas informações sobre a instância do laboratório remoto instalada em outras instituições e uma breve comparação com a instância instalada no RExLab.

No BTH, na Suécia o VISIR fica disponível no RLMS *Open Labs*¹ desenvolvido pelo BTH e é disponibilizado junto a outras instâncias do VISIR. Havendo sido instalados em 2006, os modelos dos equipamentos do VISIR, disponível no BTH estão listados no Quadro 6.

Analisando o Quadro, podemos perceber que os equipamentos no BTH se diferem em relação aos equipamentos do VISIR, instalado no RExLab, somente no que se refere ao modelo do multímetro, embora possua características de medição similares.

Na Universidade de Deusto, na Espanha, o VISIR está disponível no sistema de gerenciamento de experimentos WebLabDeusto² sendo utilizado

¹<http://openlabs.bth.se/>

²<http://weblab.deusto.es/website/>

Quadro 6 – Dados equipamentos BTH

Chassi	Modelo NI PXI-1033
Módulos de Instrumento	Modelo NI PXI-4110, Fonte de Alimentação CC Modelo NI PXI-5402, Gerador de Funções Modelo NI PXI-4072, Multímetro digital Modelo NI PXI-5114, Osciloscópio digital
Placas	Placas de instrumentos (uma para cada módulo) Placas de componentes

Fonte: Elaborado pelo autor.

nas disciplinas de Física e Eletrônica, sendo que uma instância do VISIR está instalada desde 2008 em Deusto, estando disponível a interface em Flash e HTML5. Até então as atualizações realizadas na plataforma foram em relação à aquisição de novas placas de componentes, implementação da interface em HTML5 e o desenvolvimento de um novo hardware baseado em LXI. Além disso, duas teses foram publicadas na instituição referentes ao tema. No que se refere as configurações do modelo de chassi PXI e módulos de instrumentos presentes na Universidade de Deusto podem ser encontrados no Quadro 7, como a quantidade de placas de componentes presentes na UDEUSTO, um total de 8, uma a mais que no RExLab.

Quadro 7 – Dados de equipamentos Universidade de Deusto

Chassi	Modelo NI PXI-1042Q
Módulos de Instrumento	Modelo NI PXI-4110, Fonte de Alimentação CC Modelo NI PXI-5402, Gerador de Funções Modelo NI PXI-4070, Multímetro digital Modelo NI PXI-5112, Osciloscópio digital
Placas	Placas de instrumentos (uma para cada módulo) Placas de componentes

Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme Hernandez-Jayo (2012), o hardware baseado em LXI, ao utilizar o padrão Ethernet, possibilita que a velocidade de transmissão de informações entre dispositivos e controladores possam ser aumentados.

Outra diferença em relação aos equipamentos instalados na instância no RExLab é o Chassi, PXI-1042Q, que possui 8 slots para conexão de módulos, 3 a mais que o chassi PXI-1033, instalado na UFSC Araranguá. Quanto aos módulos de instrumentos, apesar de serem de modelos diferentes, possuem características similares.

Na Universidade Nacional de Educação a Distância (UNED) na Espanha realizou-se a instalação de uma instância do VISIR em Dezembro de 2010, sendo utilizado nos cursos de graduação em engenharia. As configurações do chassi e módulos adquiridos e utilizados na instalação são especificadas no Quadro 8, além do chassi e módulos de instrumentos. Também é utilizado um *controller* 8105 *hardware*, responsável por receber os comandos da interface e executar no equipamento. No REXLab é utilizado um computador comum que fica encarregado de desempenhar estas atividades.

Quadro 8 – Dados equipamentos UNED

Chassi	Modelo NI PXI-1033
Módulos de Instrumento	Modelo NI PXI-4110, Fonte de Alimentação CC Modelo NI PXI-5412, Gerador de Funções Modelo NI PXI-4072, Multímetro digital Modelo NI PXI-5114, Osciloscópio digital
Placas	Placas de instrumentos (uma para cada módulo) Placas de componentes

Fonte: Elaborado pelo autor.

O modelo chassi utilizado na UNED, PXI-1031, possui 4 slots para inserção de módulos de instrumentação, um a menos que o instalado no REX-Lab. O gerador de funções, por sua vez, pode gerar sinais entre -6 V e +6 V. É ainda utilizado um PXI-8105 *Controller* para efetuar a interação com o hardware, papel que, no REXLab, é desempenhado por um computador convencional. O restante dos instrumentos possuem características semelhantes.

No Instituto Politécnico do Porto em Portugal, o VISIR foi instalado em 2010, por meio do projeto *Physics LabFARM*, sendo utilizado em disciplinas de Física e Eletrônica. O modelo dos equipamentos disponíveis no IPP:

Quadro 9 – Dados equipamentos IPP

Chassi	Modelo NI PXI-1033
Módulos de Instrumento	Modelo NI PXI-4110, Fonte de Alimentação CC Modelo NI PXI-5402, Gerador de Funções Modelo NI PXI-4072, Multímetro digital Modelo NI PXI-5114, Osciloscópio digital
Placas	Placas de instrumentos (uma para cada módulo) Placas de componentes

Fonte: Elaborado pelo autor.

Observando o Quadro 9, podemos perceber que os modelos de equipamentos presentes no IPP são idênticos aos instalados no RExLab.

O VISIR foi instalado na PUC-Rio em Agosto de 2016, havendo sido disponibilizado no sistema Maxwell, um repositório de conteúdos digitais. Na PUC-Rio, o VISIR é utilizado em disciplinas do curso de Engenharia Elétrica. Os equipamentos instalados (Quadro 10) pertencem aos mesmo modelo dos que estão instalado na UFSC, as diferenças estão relacionadas ao ambiente onde está sendo disponibilizado e na quantidade menor de placas de componentes. No Instituto Federal de Santa Catarina, o VISIR foi instalado

Quadro 10 – Dados equipamentos PUC-Rio

Chassi	Modelo NI PXI-1033
Módulos de Instrumento	Modelo NI PXI-4110, Fonte de Alimentação CC Modelo NI PXI-5402, Gerador de Funções Modelo NI PXI-4072, Multímetro digital Modelo NI PXI-5114, Osciloscópio digital
Placas	Placas de instrumentos (uma para cada módulo) Placas de componentes

Fonte: Elaborado pelo autor.

mediante o projeto VISIR+, em Maio de 2017 e está disponível no RLMS *Open Labs*³ do IFSC, sendo utilizado nos cursos de Engenharia Elétrica e Eletrônica e no Técnico de Eletrotécnica, nas disciplinas de Eletricidade 1, Circuitos Elétricos, Instrumentação, Eletrônica, Eletrônica Geral, Controle e Estrutura Amplificadoras, sendo a interface disponibilizada em HTML5. No que se refere ao modelo dos equipamentos NI PXI são apresentados no Quadro 11:

Quadro 11 – Dados equipamentos IFSC

Chassi	Modelo NI PXI-1033
Módulos de Instrumento	Modelo NI PXI-4110, Fonte de Alimentação CC Modelo NI PXI-5402, Gerador de Funções Modelo NI PXI-4072, Multímetro digital Modelo NI PXI-5114, Osciloscópio digital
Placas	Placas de instrumentos (uma para cada módulo) Placas de componentes

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os equipamentos são dos mesmos modelos que os da UFSC Araran-

³<https://visir.florianopolis.ifsc.edu.br/visir/index.php/pt>

guá, inclusive possuindo as 3 placas de componentes pertencentes a um novo modelo.

Na UNSE, na Argentina, a plataforma VISIR foi instalada em Outubro de 2017, por meio do projeto VISIR+. Em relação às modificações realizadas, até o momento nenhuma foi feita, mas pretende-se em 2018 a aquisição de novas placas de componentes. Atualmente, o VISIR está sendo utilizado nas disciplinas de Eletrônica I, Eletrônica II e Eletrônica III. Os modelos de equipamentos são elencados no Quadro 12:

Quadro 12 – Dados equipamentos UNSE

Chassi	Modelo NI PXI-1033
Módulos de Instrumento	Modelo NI PXI-4110, Fonte de Alimentação CC Modelo NI PXI-5402, Gerador de Funções Modelo NI PXI-4072, Multímetro digital Modelo NI PXI-5114, Osciloscópio digital
Placas	Placas de instrumentos (uma para cada módulo) Placas de componentes

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na UNSE, os equipamentos também são iguais aos instalados no REx-Lab, porém possuem menos placas para inserção de componentes.

Portanto, considerando a aceitação dos professores que utilizaram o VISIR, presente na UFSC Campus Araranguá, instalado no RExLab, e baseado nos dados de outras instâncias podemos elencar algumas ações a serem realizadas para potencializar a utilização da plataforma: Integração com outras instâncias do VISIR por meio do repositório, de modo a indicar práticas disponíveis em instâncias presentes em outras instituições. Desse modo, atendendo a sugestão de professores sobre disponibilizar mais circuitos, essa mesma sugestão pode ser atendida ao adquirir mais placas de componentes, que irá permitir a inserção de novos circuitos.

Os erros de medições ocorridos, apontados por um dos professores utilizadores, podem estar atrelados a uma configuração de componente inadequada na plataforma, sendo necessário a verificação de conexão dos componentes nas placas nas quais estão inseridos. Além disso, seria ideal a criação de um meio dos usuários informarem erros encontrados ao utilizar a plataforma.

Outra estratégia a ser realizada é referente à atualização nos equipamentos instalados no RExLab na UFSC baseados nas modificações que foram realizadas nas instâncias de outras instituições que possuem o VISIR instalado há mais tempo, tendo assim, mais experiência em relação à plataforma.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta capítulo pretende apresentar na primeira seção de conclusões os resultados alcançados e se estes cumprem os objetivos propostos, e se a pergunta de pesquisa foi respondida e demais conclusões referentes a pesquisa realizada. Na ultima seção de elencar sugestões para trabalhos futuros, indicando questões que não foram cobertas por este trabalho.

7.1 CONCLUSÕES

As tecnologias da informação e comunicação permitem que uma série de recursos sejam desenvolvidos para potencializar recursos educacionais ou a criação de novos. Laboratórios virtuais e remotos são tecnologias que podem ser utilizadas no âmbito educacional, no sentido que permitem que estudantes consigam melhor entendimento de conceitos teóricos no ensino de ciências e engenharia, trazendo consigo flexibilidade de tempo, espaço e redução de custos. Como foi relatado neste trabalho, que identificou os conceitos e aspectos relacionados a estes tipos de soluções, elencando laboratório remotos que podem ser utilizados na área de engenharia elétrica e destacando um laboratório remoto em particular, o VISIR, que tem como finalidade apoiar o ensino de circuitos elétricos e eletrônicos.

Este trabalho relatou a instalação e configuração de uma instância do VISIR no Laboratório de Experimentação Remota, bem como sua utilização na Universidade Federal de Santa Catarina e instituições parceiras associadas no âmbito do projeto VISIR+.

Esta pesquisa apresentou ainda o projeto VISIR+, que proporcionou a instalação de uma instância do laboratório remoto VISIR na UFSC Araranguá no Laboratório de Experimentação Remota, bem como em outras instituições presentes no Brasil e na Argentina. Relatou-se atividades ocorridas no projeto VISIR+ sendo essas ações de treinamento, divulgação do projeto e resultados obtidos até o momento em relação à produção científica.

Em seu desenvolvimento foram apresentadas questões referentes à instalação da plataforma, tais como equipamentos recebidos, infraestrutura necessária, e sobre disponibilização do VISIR no Sistema de Gerenciamento de Laboratórios Remotos do RExLab, o RELLE.

Ainda sobre as contribuições realizadas, foi feito o desenvolvimento e disponibilização de recursos para apoiar a utilização do VISIR, onde foi feito a construção de um repositório que trouxesse práticas que podem ser executadas na plataforma junto de recursos como simulações de modo a diversificar

as formas que o estudante possa ter contato com conhecimentos de circuitos elétricos e eletrônicos.

De modo a proporcionar informações que indiquem possíveis mudanças para aprimorar a plataforma, foi realizada uma pesquisa junto a instituições que também possuem uma instância do VISIR, de modo a verificar questões referentes a equipamentos instalados e efetuar uma comparação com a instância instalada no RExLab. Nesse sentido, foi encontrado na maioria dos casos grande semelhança entres os equipamentos instalados, no entanto, algumas atualizações foram encontradas. Em relação aos modelos dos equipamentos, não foi encontrado nenhum aspecto que impedisse a integração entre as instância de laboratório remoto VISIR.

Verificou-se ainda a satisfação de utilizadores da plataforma de modo a identificar se esta oferece vantagens e se os serviços oferecidos foram adequados e permitiram um uso eficaz do laboratório remoto.

A pergunta que norteou esta pesquisa foi: "Qual o impacto da implantação de uma instância do laboratório remoto VISIR na UFSC Campus Araranguá e instituições associadas?", conforme os resultados obtidos, encontrou uma resposta positiva, considerando a opinião dos professores que utilizaram a plataforma. Além da plataforma ter atendido 154 estudantes, 6 professores em 3 instituições, que evidenciam o alcance da implantação de uma instância do VISIR até o momento.

Em relação à comparação feita com outras instância, podemos perceber que o laboratório remoto VISIR, instalado no RExLab, possui equipamentos com grande potencial, além de possuir uma grande quantidade de placas para abrigar um número maior de componentes, juntamente com recursos que foram desenvolvidos para apoiar a utilização da plataforma, que podem levar a um número maior de utilizadores no Brasil. No entanto, outras questões que foram levantadas, apontando para a possibilidade de aperfeiçoar a plataforma. baseando-se nas modificações que já foram feitas em outras instituições, como por exemplo Deusto, onde foram realizadas modificações no hardware.

7.2 TRABALHOS FUTUROS

Para trabalhos futuros, sugere-se o estudo mais aprofundado em outras questões referentes à plataforma VISIR, tais como aspectos de usabilidade da interface, pois foi identificado uma certa dificuldade apresentado por docentes ao lidarem com a plataforma VISIR, nesse sentido estudos sobre usabilidade podem ajudar compreender ajustes que devem ser feitos na interface da plataforma de modo a ampliar seu potencial.

Outra sugestão, é pesquisas em relação a análise de dados provenientes da utilização da ferramenta e questões sobre o aprendizado proporcionado pelo laboratório remoto VISIR, como criação de modelos que possam registrar as atividades realizadas por usuários na plataforma e que permitam que esses dados possam ser disponibilizados e analisados para avaliação de questões referentes ao uso do plataforma, tal como pontos que existam dificuldades em relação a montagem de circuitos.

Também é indicado que seja realizado mais estudos em relação a satisfação de uso com professores e estudantes, em relação a plataforma disponibilizada pela UFSC Campus Araranguá no RExLab, que estes sejam mais aprofundados em relação a dados quantitativos, de modo a avaliar o impacto da plataforma, bem como monitoramento de dados de egressos e conclusão nas instituições que foram contempladas com o uso da plataforma.

REFERÊNCIAS

ALVES, G. Educational modules for electric and electronic circuits theory and practice following an enquiry-based teaching and learning methodology supported by visir(visir+). DETAILED DESCRIPTION OF THE PROJECT. 2015.

ALVES, G. R. et al. Spreading remote lab usage a system 2014; a community 2014; a federation. In: *2016 2nd International Conference of the Portuguese Society for Engineering Education (CISPEE)*. [S.l.: s.n.], 2016. p. 1–7.

ALVES, G. R. et al. Student performance analysis under different moodle course designs. In: *2012 15th International Conference on Interactive Collaborative Learning (ICL)*. [S.l.: s.n.], 2012. p. 1–5.

AMERICAN CHEMICAL SOCIETY. *IMPORTANCE OF HANDS-ON LABORATORY SCIENCE*. 2014. Disponível em: <<https://www.acs.org/content/dam/acsorg/policy/publicpolicies/education/computersimulations/hands-on-science.pdf>>. Acesso em: 16 de Jan. de 2017.

ANTONIO, C. P. et al. *Mundos virtuais 3D integrados à experimentação remota: aplicação no ensino de ciências*. Dissertação (Mestrado), 2016.

ARGUEDAS-MATARRITA, C. et al. A teacher training workshop to promote the use of the visir remote laboratory for electrical circuits teaching. In: *2017 4th Experiment@International Conference (exp.at'17)*. [S.l.: s.n.], 2017. p. 1–6.

BENCOMO, S. Control learning: present and future. *Annual Reviews in Control*, v. 28, n. 1, p. 115 – 136, 2004. ISSN 1367-5788. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1367578804000148>>.

CASTRO, M. *03 Proyecto VISIR+ en la UNSE - Bases del Laboratorio Remoto VISIR*. 2016. Disponível em :<<https://pt.slideshare.net/mmmcastro/02-proyecto-visir-en-la-unse-bases-del-laboratorio-remoto-visir>>. Acesso em:16 de Jan. de 2017.

CAVALCANTE, F. P.; EMBIRUÇU, M. S. Aprendizado com base em problemas: como entusiasmar os alunos e reduzir a evasão nos cursos de graduação em engenharia. In: *Anais: XLI–Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. Gramado: UFRGS*. [S.l.: s.n.], 2013.

COELHO, L. A. et al. Aspectos de diferenciação entre laboratórios remotos e simuladores. In: *XLV COBENGE*. [S.l.: s.n.], 2017.

COOPER, M.; FERREIRA, J. M. M. Remote laboratories extending access to science and engineering curricular. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, v. 2, n. 4, p. 342–353, Oct 2009. ISSN 1939-1382.

CORTER, J. E. et al. Constructing reality: A study of remote, hands-on, and simulated laboratories. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*, ACM, v. 14, n. 2, p. 7, 2007.

DZIABENKO, O.; ADORNO, D. P. Application of remote experiments in a secondary school using mooc approach. In: *2017 4th Experiment@International Conference (exp.at'17)*. [S.l.: s.n.], 2017. p. 191–195.

DZIABENKO, O.; ORDUÑA, P.; GARCÍA-ZUBIA, J. Remote experiments in secondary school education. In: *2013 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*. [S.l.: s.n.], 2013. p. 1760–1764. ISSN 0190-5848.

DÍAZ, G. et al. Remote electronics lab within a mooc: Design and preliminary results. In: *2013 2nd Experiment@ International Conference (exp.at'13)*. [S.l.: s.n.], 2013. p. 89–93.

ENGINEERING ACCREDITATION COMMISSION. Criteria for Accrediting Engineering Programs. jan 2017. Disponível em: <<http://www.abet.org/wp-content/uploads/2015/10/E001-16-17-EAC-Criteria-10-20-15.pdf>>.

EVANGELISTA, I. et al. Preparando estudantes secundários para carreras de ingeniería: un estudio de caso utilizando el laboratorio remoto visir. In: *XLV COBENGE*. [S.l.: s.n.], 2017.

EVANGELISTA, I. et al. Science education at high school: A visir remote lab implementation. In: *2017 4th Experiment@International Conference (exp.at'17)*. [S.l.: s.n.], 2017. p. 13–17.

FIDALGO, A. V. et al. Adapting remote labs to learning scenarios: Case studies using visir and remotelectlab. *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, v. 9, n. 1, p. 33–39, Feb 2014. ISSN 1932-8540.

GARCIA-ZUBIA, J. et al. Empirical analysis of the use of the visir remote lab in teaching analog electronics. *IEEE Transactions on Education*, v. 60, n. 2, p. 149–156, May 2017. ISSN 0018-9359.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Atlas, 2002. *Métodos e técnicas de pesquisa social*, v. 6, p. 22–23, 2009.

GOMES, L.; BOGOSYAN, S. Current trends in remote laboratories. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, v. 56, n. 12, p. 4744–4756, Dec 2009. ISSN 0278-0046.

GUERRA, H. et al. An iot remote lab for seismic monitoring in a programming course. In: *2017 4th Experiment@International Conference (exp.at'17)*. [S.l.: s.n.], 2017. p. 129–130.

GUSTAVSSON, I. Visir relay switching matrix version 4.1 – user’s manual. 2011.

GUSTAVSSON, I. et al. On objectives of instructional laboratories, individual assessment, and use of collaborative remote laboratories. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, IEEE, v. 2, n. 4, p. 263–274, 2009.

GUSTAVSSON, I. et al. Lab sessions in visir laboratories. In: *2016 13th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV)*. [S.l.: s.n.], 2016. p. 350–352.

GUSTAVSSON, I.; ZACKRISSON, J.; LUNDBERG, J. Visir work in progress. In: *2014 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*. [S.l.: s.n.], 2014. p. 1139–1148. ISSN 2165-9559.

HECK, C. et al. *Integração de tecnologia no ensino de física na educação básica: um estudo de caso utilizando a experimentação remota móvel*. Dissertação (Mestrado em Tecnologias da Informação e Comunicação) — Universidade Federal de Santa Catarina, 2017.

HENKE, K. et al. Fields of applications for hybrid online labs. In: *2013 10th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV)*. [S.l.: s.n.], 2013. p. 1–8.

HENRY, J. et al. Engineering controls labs operated remotely. In: *Using Remote Labs in Education: Two Little Ducks in Remote Experimentation*. [S.l.]: Deusto Digital, 2011. p. 53–77.

HERADIO, R. et al. Virtual and remote labs in education: A bibliometric analysis. *Computers & Education*, Elsevier, v. 98, p. 14–38, 2016.

HERNANDEZ-JAYO, U. *Metodología de control independiente de instrumentos y experimentos para su despliegue en laboratorios remotos*. Tese (Doutorado) — Universidad de Deusto (Spain), 2012.

HERNÁNDEZ-JAYO, U.; GARCÍA-ZUBÍA, J. A remote and reconfigurable analog electronics laboratory based on ixi an lxi technologies. *Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV'2011)*, 2011.

HERNÁNDEZ-JAYO, U.; GARCÍA-ZUBÍA, J. Control methodology independent of the experiments to be deployed in remote labs of analog electronic. In: *Proceedings of the 2012 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*. [S.l.: s.n.], 2012. p. 1–6. ISSN 2165-9559.

IGELBOCK MAY, O.; PESTER. It innovative practices in secondary schools: Remote experiments. In: _____. [S.l.]: Universidad de Deusto, 2013. v. 10, cap. Virtual System in Reality (VISIR) in school environments, p. 177–204.

Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, INEP. *Sinopse Estatística da Educação Superior 2015*. 2015. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/sinopses-estatisticas-da-educacao-superior>>. Acesso em: 22 de Maio de 2017.

KARAKASIDIS, T. Virtual and remote labs in higher education distance learning of physical and engineering sciences. In: *IEEE. Global Engineering Education Conference (EDUCON), 2013 IEEE*. [S.l.], 2013. p. 798–807.

KEHINDE, L. O. et al. Developing remote labs for challenged educational environments. *Internet Accessible Remote Laboratories: Scalable E-Learning Tools for Engineering and Science Disciplines: Scalable E-Learning Tools for Engineering and Science Disciplines*, IGI Global, p. 432, 2011.

KHATTAR, F. et al. Using computer vision for student-centred remote lab in electronics. In: *8th International Conference on Education and New Learning Technologies*. [S.l.: s.n.], 2016. p. 614–623.

KREITER, C. et al. Visir federation: Initial building steps: Pilar experience 2014; work in progress. In: *2017 4th Experiment@International Conference (exp.at'17)*. [S.l.: s.n.], 2017. p. 24–27.

LE, H. T. Guidance-based hybrid lab training method for enhancing core skills of ee students. In: *2015 IEEE Power Energy Society General Meeting*. [S.l.: s.n.], 2015. p. 1–5. ISSN 1932-5517.

LIMA, N. et al. The visir +; project-helping contextualize math in an engineering course. In: *2017 4th Experiment@International Conference (exp.at'17)*. [S.l.: s.n.], 2017. p. 7–12.

LOBO, M. C. C. et al. Using remote experimentation in a large undergraduate course: Initial findings. In: *2011 Frontiers in Education Conference (FIE)*. [S.l.: s.n.], 2011. p. S4G–1–S4G–7. ISSN 0190-5848.

LOWE, D. et al. Interoperating remote laboratory management systems (rlmss) for more efficient sharing of laboratory resources. *Comput. Stand. Interfaces*, Elsevier Science Publishers B. V., Amsterdam, The Netherlands, The Netherlands, v. 43, n. C, p. 21–29, jan. 2016. ISSN 0920-5489. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.csi.2015.07.004>>.

MA, J.; NICKERSON, J. V. Hands-on, simulated, and remote laboratories: A comparative literature review. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, ACM, v. 38, n. 3, p. 7, 2006.

MAITI, A.; MAXWELL, A. D.; KIST, A. A. An overview of system architectures for remote laboratories. In: IEEE. *Teaching, Assessment and Learning for Engineering (TALE)*, 2013 IEEE International Conference on. [S.l.], 2013. p. 661–666.

MARCHISIO, S. et al. Starting the study of electronic circuits with visir: Viewpoints of college students in a pilot test in argentina. In: *2017 4th Experiment@International Conference (exp.at'17)*. [S.l.: s.n.], 2017. p. 18–23.

MARCONI, M. d. A.; LAKATOS, E. M. *Fundamentos de metodologia científica*. [S.l.]: 5. ed.-São Paulo: Atlas, 2003.

MARQUES, M. A. et al. How remote labs impact on course outcomes: Various practices using visir. *IEEE Transactions on Education*, IEEE, v. 57, n. 3, p. 151–159, 2014.

MELLORS-BOURNE, R. et al. *Engineering uk 2017 the state of engineering*. 2017.

MÜLLER, D.; ERBE, H.-H. Collaborative remote laboratories in engineering education: Challenges and visions. *Advances on remote laboratories and e-learning experiences*, Bilbao, p. 35–59, 2007.

NEDIC, Z.; MACHOTKA, J. Remote laboratory netlab for effective teaching of 1st year engineering students. *International Journal of Online Engineering*, v. 3, n. 3, 2007.

NEDIC, Z.; MACHOTKA, J.; NAFALSKI, A. *Remote laboratories versus virtual and real laboratories*. [S.l.]: IEEE, 2003.

ODEH, S. et al. Experiences with deploying visir at al-quds university in jerusalem. In: *2014 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*. [S.l.: s.n.], 2014. p. 273–279. ISSN 2165-9559.

ODEH, S. et al. A two-stage assessment of the remote engineering lab visit at al-quds university in palestine. *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologias del Aprendizaje*, IEEE, v. 10, n. 3, p. 175–185, 2015.

ODEH, S. et al. A two-stage assessment of the remote engineering lab visit at al-quds university in palestine. *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologias del Aprendizaje*, v. 10, n. 3, p. 175–185, Aug 2015. ISSN 1932-8540.

ORDUÑA, P. et al. Labsland: A sharing economy platform to promote educational remote laboratories maintainability, sustainability and adoption. In: *2016 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*. [S.l.: s.n.], 2016. p. 1–6.

ORDUÑA, P. et al. Sharing the remote laboratories among different institutions: A practical case. In: *2012 9th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV)*. [S.l.: s.n.], 2012. p. 1–4.

PATI, B.; MISRA, S.; SAHA, B. K. Advanced network technologies virtual lab: A human-computer interface for performing experiments on wireless sensor networks. In: *2012 4th International Conference on Intelligent Human Computer Interaction (IHCI)*. [S.l.: s.n.], 2012. p. 1–5.

PEREIRA, C. E.; PALADINI, S.; SCHAF, F. M. Control and automation engineering education: Combining physical, remote and virtual labs. In: *International Multi-Conference on Systems, Signals Devices*. [S.l.: s.n.], 2012. p. 1–10.

PEREIRA, J. et al. Modelo de repositório de práticas didáticas de circuitos elétricos e eletrônicos utilizando o laboratório remoto visit. In: *Anais Cobenge XLV*. [S.l.: s.n.], 2017.

PETRY, C. A. et al. Streamlining power electronics teaching. In: *2014 XI Tecnologias Aplicadas a la Enseñanza de la Electronica (Technologies Applied to Electronics Teaching) (TAEE)*. [S.l.: s.n.], 2014. p. 1–8.

POZZO, M. I. et al. Sharing educational experiences from in-person classroom to collaborative lab environments. In: *2017 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*. [S.l.: s.n.], 2017. p. 1506–1512.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. de. *Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico-2ª Edição*. [S.l.]: Editora Feevale, 2013.

RESTIVO, M. T. et al. Adding tactile information to remote amp; virtual labs. In: *2011 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*. [S.l.: s.n.], 2011. p. 1120–1124. ISSN 2165-9559.

RODRIGUEZ-GIL, L. et al. Towards new multiplatform hybrid online laboratory models. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, IEEE, 2016.

ROMERO, S. et al. An automatic assessment model for remote laboratories. In: *2014 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) Proceedings*. [S.l.: s.n.], 2014. p. 1–4. ISSN 0190-5848.

ROQUE, G. R. et al. Utilização do laboratório remoto visir como recurso educacional num curso de engenharia mecatrônica. In: *Anais Cobenge XLV*. [S.l.: s.n.], 2017.

SALAH, R. M. et al. Using uml models to describe the visir system. *International Journal of Online Engineering*, v. 12, n. 6, 2016.

SANTOS, R. A. d. et al. *A TV interativa como interface para a experimentação remota*. Dissertação (Mestrado em Tecnologias da Informação e Comunicação) — Universidade Federal de Santa Catarina, 2016.

SCHECKLER, R. K. Virtual labs: a substitute for traditional labs? *International journal of developmental biology*, UPV/EHU Press, v. 47, n. 2-3, p. 231–236, 2003.

SCHWERTL, S. L. *Sessão Plenária 2 Laboratórios não convencionais para os Cursos de Engenharia O programa Erasmus e o projeto VISIR +*. 2017.

SILVA, E. L. D.; MENEZES, E. M. Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação. *UFSC, Florianópolis, 4a. edição*, v. 123, 2005.

SIMÃO, J. P. S. et al. Laboratórios online móveis em um ambiente de experimentação colaborativo. *Anais da Sociedade Brasileira de Computação*, 2017.

SWARTLING, M. et al. Simulations of the visir open lab platform. In: *2012 9th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV)*. [S.l.: s.n.], 2012. p. 1–5.

TAWFIK, M. et al. Putting fundamentals of electronic circuits practices online. In: *2012 Technologies Applied to Electronics Teaching (TAEE)*. [S.l.: s.n.], 2012. p. 117–121.

TAWFIK, M. et al. Shareable educational architectures for remote laboratories. In: *2012 Technologies Applied to Electronics Teaching (TAAE)*. [S.l.: s.n.], 2012. p. 122–127.

TAWFIK, M. et al. Design of electronics circuits practices for an online master degree program using visir. In: *2013 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*. [S.l.: s.n.], 2013. p. 1222–1227. ISSN 2165-9559.

TAWFIK, M. et al. Visir installation and start-up guide. *VISIR documentation repository*, 2011.

TAWFIK, M. et al. Visir: Experiences and challenges. *International Journal of Online Engineering (iJOE)*, v. 8, n. 1, p. 25–32, 2012.

TAWFIK, M. 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, Jan 2013. ISSN 1939-1382.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. Relatório, *Estatística de Egressos, considerando o ano de egresso(saida) do aluno da Instituição*. 2017.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. *Programa de Pós-Graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação (PPGTIC) - Linhas de Pesquisa*. 2017. Disponível em: <<http://ppgtic.ufsc.br/linhas-de-pesquisa/>>. Acesso em: 10 de Jan. 2018.

VIEGAS, C. et al. The visir+ project—preliminary results of the training actions. In: *14th Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV) Conference*. [S.l.: s.n.], 2017.

YIN, R. K. *Estudo de Caso-: Planejamento e Métodos*. [S.l.]: Bookman editora, 2015.

ZACKRISSON, J.; GUSTAVSSON, I.; HÅKANSSON, L. An overview of the visir open source software distribution 2007. In: *REV*. [S.l.: s.n.], 2007.

APÊNDICE A - PESQUISA DE SATISFAÇÃO SOBRE O USO DA PLATAFORMA VISIR NA UFSC-CAMPUS ARARANGUÁ

Este questionário tem como objetivo coletar *feedbacks* em relação a utilização da plataforma VISIR por professores no âmbito do projeto VISIR+.

1 – Os componentes e instrumentos disponíveis no VISIR satisfizeram minhas necessidades em relação as práticas que necessitava que meus alunos realizassem?

2 – Recebi suporte para esclarecer dúvidas ou problemas encontrados na utilização do VISIR?

3 – Os circuitos que foram solicitados a implementação foram efetuados efetivamente?

4 – Qual a percepção de motivação dos estudantes sobre o uso do VISIR?

5 – Quais problemas foram encontrados na utilização do VISIR?

6 – Você acha que o VISIR é uma boa forma de complementar as atividades de ensino?

7 – Em sua percepção quais melhorias devem ser feitas para aperfeiçoar a plataforma?

APÊNDICE B - SURVEY VISIR

This form aims to collect information about all instances of VISIR platform. By responding this survey, you consent to the publication of such informed data.

1 - Institution where the VISIR is located (university and department, city and country)

2 - When was VISIR instance installed in your institution ? Was in part of a project ?

3 - Who is responsible for supporting and configuring the platform for new experiments?

4 - Since the installation of your VISIR instance, which modification and updates were performed?(for example, acquisition of new component boards or a new instrument module)

5 - What technology is required for clients?

6 - How many component boards does your instance have?

7 - What are the chassis model and instrument modules that you have?

8 - Which courses and disciplines is your VISIR instance applied?

APÊNDICE C - REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA SOBRE O VISIR

Para se ter um melhor conhecimento da plataforma VISIR, foi realizada uma revisão sistemática da literatura, que constitui-se de “um procedimento metodológico de uma pesquisa do tipo exploratória para identificar, selecionar e avaliar criticamente os estudos já realizados sobre um tema de pesquisa”(FREIRE,2013,p 30). Uma das bases escolhida para fazer a pesquisa foi a IEEEExplore, por trazer documentos relacionadas a área de engenharia elétrica que está diretamente relacionada a temática. Outras bases utilizadas foram a Scopus por ser uma base mais abrangente e a Web of Science que dá acesso a referências e resumos em todas as áreas do conhecimento.

Primeiramente utilizando o termo “remote lab”(laboratório remoto em inglês) na IEEEExplore, resultando em 10.538 resultados, para se ter resultados mais precisos foi adicionado o nome VISIR, sendo assim: “remote lab VISIR”, que resultou em 30 resultados, após a leitura dos resumos, 2 artigos foram excluídos por não se tratarem exclusivamente do laboratório remoto VISIR, um outro resultado repetido e outros 4 que não foi possível acessar o texto completo, os demais foram analisados e constam neste trabalho.

Na outra base de dados escolhida, a Scopus, 5,109 foram encontrados quando utilizado o termo “remote lab” e quando adicionado o termo VISIR para filtrar a pesquisa, 40 resultados foram obtidos, sendo 30 destes os mesmo que foram encontrados na IEEEExplore, 7 não foram possíveis acessar o texto completo e os demais foram analisados. A pesquisa também foi realizada na base Web of Science, primeiramente utilizando “remote lab” obtendo 1.549 resultados, após fazer uma filtragem adicionando ao termo VISIR foram retornados 18 resultados, porém 16 coincidiam com os encontrados na IEEEExplore e os restantes não possuíam texto completo disponível.

Após isto, foi realizada uma análise dos trabalhos selecionados,sendo este num total de 25, para melhor entendimento foi feito um quadro constituído de Autores, Título do trabalho, Ano que foi publicado e o objetivo do trabalho(Quadro 14) que pode ser observado abaixo. Este servirá como base para verificar o que o trabalhos encontrados realizaram referente ao laboratório remoto VISIR. Para construção do Quadro 14, foi realizado a leitura dos resumos e retirado o objetivo de cada trabalho.

O Quadro 13 traz um síntese de dados bibliométricos gerais da pesquisa.

Quadro 13 – Dados bibliométricos

Informações Bibliométricas	Quantidade
Publicações	25
Autores	17
Países	5
Instituições	9

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quadro 14 – Tabalhos analisados

Nº	Autor(es)	Título
1	Odeh et al. (2015a)	A Two-Stage Assessment of the Remote Engineering Lab VISIR at Al-Quds University in Palestine
2	Garcia-Zubia et al. (2017)	Empirical Analysis of the Use of the VISIR Remote Lab in Teaching Analog Electronics
3	Marques et al. (2014)	How Remote Labs Impact on Course Outcomes: Various Practices Using VISIR
4	Fidalgo et al. (2014)	Adapting Remote Labs to Learning Scenarios: Case Studies Using VISIR and RemotElectLab
5	Lobo et al. (2011)	Using remote experimentation in a large undergraduate course: Initial findings
6	Gustavsson et al. (2016)	Lab sessions in VISIR laboratories
7	Gustavsson et al 2014	VISIR work in progress
8	Petry et al. (2014)	Streamlining power electronics teaching
9	Odeh et al. (2014)	Experiences with deploying VISIR at Al-Quds University in Jerusalem
10	Dziabenko, Orduna e Garcia-Zubia (2013)	Remote experiments in secondary school education
11	Tawfik et al. (2013)	Virtual Instrument Systems in Reality (VISIR) for Remote Wiring and Measurement of Electronic Circuits on Breadboard
12	Alves et al. (2012)	Student performance analysis under different moodle course designs

13	Orduña et al. (2012)	Sharing the remote laboratories among different institutions: A practical case
14	Swartling et al. (2012)	Simulations of the VISIR Open Lab Platform
15	Tawfik et al. (2011)	Putting fundamentals of electronic circuits practices online
16	Tawfik et al. (2012)	Shareable educational architectures for remote laboratories
17	Hernandez-Jayo e Garcia-Zubia. (2012)	Control methodology independent of the experiments to be deployed in remote labs of analog electronic
18	Tawfik et al. (2011)	VISIR deployment in undergraduate engineering practices
19	Alves et al.(2011)	Using VISIR in a large undergraduate course: Preliminary assessment results
20	Garcia-Zubia e Velasco. (2014)	Usando VISIR en el aula: Experiencia con Pre y Post Tests
21	Díaz et al. (2013)	Remote electronics lab within a MOOC: Design and preliminary results
22	Rodriguez-Gil et al. (2012)	Advanced integration of OpenLabs VISIR (Virtual Instrument Systems in Reality) with Weblab-Deusto
23	Salah et al. (2016)	Using UML models to describe the VISIR system
24	Tawfiki et al. (2012)	VISIR: Experiences and Challenges
25	Hernández-Jayo e García-Zubía (2012)	Measuring instruments control methodology performance for analog electronics remote labs:

Pode-se perceber ao analisar a tabela abaixo (Tabela 2) que Tawfik et al registram o maior número de trabalhos sobre a plataforma VISIR, possuindo 5 artigos dos 25.

Na Figura 27 podemos observar que dos artigos selecionados começaram a ser publicados no ano 2011 e atinge o maior número em 2012, tendo uma redução no ano seguinte, e novamente a aumentar em 2014 e voltando a cair em 2015, e em 2016 tendo um pequeno aumento.

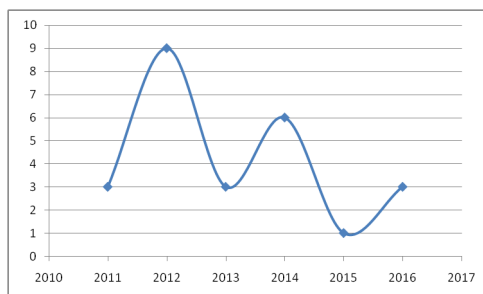
Sobre o país de origem que foram publicados os artigos, a maior parte vêm da Espanha, seguidamente da Suécia onde que foi desenvolvida a plataforma VISIR. E a terceira maior quantidade de artigos de Portugal(Figura 29).

Quadro 15 – Número de trabalhos por autores

Autores	Quantidade
Tawfik et al	5
Odeh et al	2
Gustavsson et al	2
Alves et al	2
Hernández-Jayo e García-Zubía	2
Rodríguez-Gil et al	1
Petry et al	1
Garcia-Zubia et al	1
Marques et al	1
Fidalgo et al	1
Lobo et al	1
Dziabenko, Orduna e Garcia-Zubia	1
Orduña et al	1
Swartling et al	1
Garcia-Zubia e Velasco	1
Díaz et al	1
Salah et al	1

Fonte: Elaborado pelo autor.

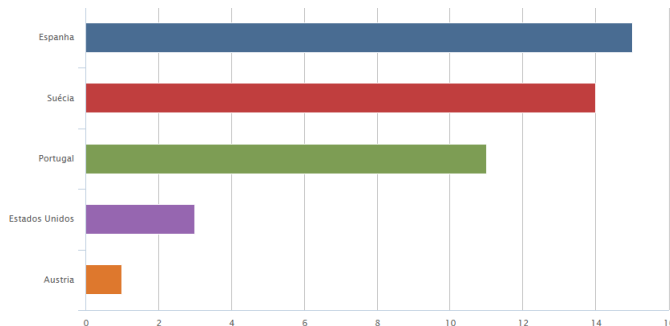
Figura 27 – Gráfico quantidade de artigos ao longo dos anos



Fonte: Elaborado pelo autor.

Acerca da instituição dos autores, as que tiveram um número maior de publicação foram a Universidade de Deusto, Instituto Tecnológico de Blekinge e Instituto Politécnico do Porto.

Figura 28 – Publicações de acordo com o país



Fonte: Elaborado pelo autor.

Em relação ao conteúdo dos trabalhos analisados, pode ser observado que parte abordam a avaliação do laboratório remoto VISIR quanto ao desempenho de alunos que utilizaram, ou sobre a satisfação ao utilizá-lo, também são encontrados relatos de experiências utilizando a plataforma tanto no ensino superior quanto no ensino secundário, além dos relatos de experiências abrangerem mais de uma modalidade de ensino, estas também ocorrem em diferentes instituições. No entanto, somente um trabalho trata sobre a utilização do VISIR no ensino secundário. Também são encontrados trabalhos

que tratam da utilização do VISIR como um recurso inserido em um Curso Massivo Online(MOOC). Outros trabalhos apresentam tutoriais de utilização da plataforma, e também uma visão geral dos trabalhos em andamento sobre o VISIR.

Portanto, foi identificado trabalhos relacionados a plataforma VISIR e realizado uma análise para encontrar que tipos de trabalhos foram feitos sobre o laboratório remoto VISIR. Uma quantidade razoável de trabalhos foram encontrados. Nestes, percebe-se que grande parte tratam-se de relatos de experiência e avaliações do laboratório. Pode-se perceber a importância desta plataforma como uma ferramenta para complementar o ensino de engenharia nos conteúdos de circuitos elétricos, nota-se também a difusão do VISIR que está presente em inúmeras universidades na Europa e também presente na Ásia, e também o numero de utilizações relatadas desta plataforma no ensino superior, e que também começa a ser utilizada no ensino secundário, porém tido encontrado somente um trabalho nesta modalidade de ensino.