

Graceline de Oliveira

**IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA PARA SELEÇÃO
DE INSTÂNCIAS NO ÂMBITO DO EXPERIMENTO REMOTO
BLOCK.INO**

Dissertação submetida ao Programa de
Pós Graduação em Tecnologia da
Informação e Comunicação
Universidade Federal de Santa
Catarina para a obtenção do Grau de
Mestre em Tecnologia da Informação e
Comunicação
Orientador: Prof. João Bosco da Mota
Alves, Dr.
Coorientador Prof. Juarez Bento da
Silva, Dr.

Araranguá
2019

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

Oliveira, Graceline de
IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA PARA SELEÇÃO DE
INSTÂNCIAS NO ÂMBITO DO EXPERIMENTO REMOTO
BLOCK.INO / Graceline de Oliveira ; orientador,
João Bosco da Mota Alves, coorientador, Juarez
Bento da Silva, 2019.
159 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de
Santa Catarina, Campus Araranguá, Programa de Pós
Graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação,
Araranguá, 2019.

Inclui referências.

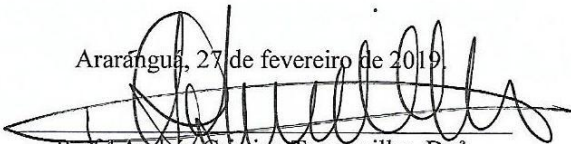
1. Tecnologias da Informação e Comunicação. 2.
Laboratórios Remotos. 3. Block.ino. 4. Arduino. 5.
Lógica de Programação. I. Alves, João Bosco da Mota.
II. Silva, Juarez Bento da. III. Universidade
Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação
em Tecnologias da Informação e Comunicação. IV. Título.

Graceline de Oliveira

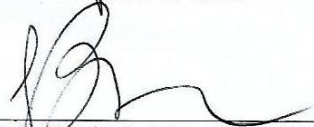
**IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA PARA SELEÇÃO DE
INSTÂNCIAS NO ÂMBITO DO EXPERIMENTO REMOTO
BLOCK.INO**

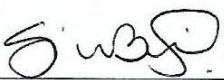
Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de
“Mestre em Tecnologia da Informação e Comunicação” e aprovada em
sua forma final pelo Programa de Pós Graduação em Tecnologia da
Informação e Comunicação

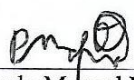
Araranguá, 27 de fevereiro de 2019.

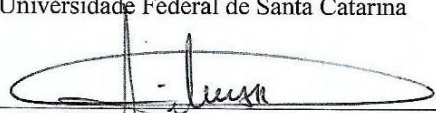

Prof.ª Andréa Cristina Trierweiller, Dr.ª
Coordenadora do Curso

Banca Examinadora:


Prof. João Bosco da Mota Alves, Dr.
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina


Prof.ª Simone Meister Sommer Bilessimo, Dr.ª
Universidade Federal de Santa Catarina


Prof. Paulo Manoel Mafra, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina


Prof. Vilmar Menegon Bristot, Dr.
Instituto Federal Santa Catarina

Dedico este trabalho ao meu pai (*in memoriam*) eterno exemplo de dedicação e bondade, e a minha mãe, minha melhor referência de fé e perseverança, indiscutivelmente, ao meu lado em todos os momentos da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a minha família, em especial à minha mãe por ter me ensinado a ter fé e sempre confiar em Deus, e por ter me incentivado a estudar desde cedo. Meu melhor exemplo de mulher forte, perseverante e minha amiga, sempre ao meu lado em todas as fases da minha vida. Sou eternamente grata, amo-a demais!

À minha irmã, Gracilene, por todo apoio e compreensão em vários momentos desta caminhada e por estar sempre comigo nos bons e maus momentos.

À Universidade Federal de Santa Catarina que me proporcionou acesso à educação pública de qualidade e pela oportunidade de realizar mais um sonho, e aos colegas e professores do PPGTIC, com quem convivi estes últimos dois anos, obrigado pelo aprendizado, companheirismo e amizade.

Ao RExLab, por me acolher para o desenvolvimento deste trabalho, e aos membros da equipe do laboratório que me deram todo suporte necessário, especialmente, minha gratidão ao meu colega de mestrado Eduardo Tocchetto, ao Mitchel Vargas, sempre otimista em todos os momentos, e principalmente, ao Eduardo de Villa, sempre prestativo e atencioso em todas as partes do desenvolvimento e implementação do projeto, um excelente profissional, obrigado de coração!

Aos meus orientadores, prof. João Bosco da Mota Alves e prof. Juarez Bento da Silva, obrigado por me receberem no laboratório e por todo suporte em todos os momentos que precisei durante o desenvolvimento da pesquisa. Obrigado pelos conselhos e aprendizado!

Agradeço à professora Andréia Ana Bernardini por todo incentivo, conselhos e apoio durante a minha graduação, e também, por toda a atenção em todas as vezes que precisei. Especialmente, por contribuir de forma efetiva para realização desta pesquisa, permitindo aplicá-la com as turmas do curso de Sistemas de Informação o qual é coordenadora na ESUCRI. Obrigado de coração! Admiro-a muito!

Agradeço às Faculdades ESUCRI, sobretudo, a equipe de TI pelo suporte para aplicação desta pesquisa.

À banca examinadora por ter aceitado o convite para avaliar este trabalho e colaborar com as devidas observações.

O segredo do sucesso é a constância do propósito.
(Benjamin Disraeli)

RESUMO

Os laboratórios remotos oferecem recursos para práticas didáticas abordando diversos temas, em diferentes áreas, possibilitando aos alunos experiências reais por meio de experimentações e manipulação de equipamentos reais. A área da computação requer recursos tecnológicos para incentivar o desenvolvimento do raciocínio lógico dos alunos para resolução de problemas, por meio da prática da lógica de programação, construção e execução de programas. O objetivo desta pesquisa é implementar um sistema para selecionar instâncias do block.ino, assim como, relatar a instalação e configuração destes recursos no laboratório de experimentação remota na Universidade Federal de Santa Catarina. Os procedimentos metodológicos deste trabalho tem ênfase na pesquisa tecnológica, uma vez que, descreve o desenvolvimento de um artefato tecnológico. Esta pesquisa está dividida em três etapas: planejamento, desenvolvimento e análise. Este trabalho, também, se propôs a apresentar dados referentes à utilização do sistema implementado e das instâncias do block.ino, a partir de instrumentos para coleta de dados aplicados aos sujeitos da pesquisa, alunos da 6ª e 7ª fases do curso superior de Sistemas de Informação, da Escola Superior de Criciúma - Santa Catarina, no ano de 2018, com a finalidade de perceber as contribuições quanto ao uso destas tecnologias. Os resultados apresentados demonstram a aprovação do sistema desenvolvido para a seleção das instâncias do block.ino, visto que, facilitam o acesso ao ambiente de desenvolvimento Arduino do experimento remoto, a partir da seleção dos componentes necessários para realização das práticas didáticas. Bem como, é notório o potencial do laboratório remoto block.ino como recurso tecnológico para auxiliar o processo de ensino e aprendizagem de lógica de programação, eletrônica básica, robótica e linguagem de programação, com acesso e manipulação de componentes reais através da internet, que pode ser aplicado tanto na educação básica quanto no ensino superior.

Palavras-chave: Laboratórios Remotos. Block.ino. Arduino. Lógica de Programação.

ABSTRACT

The remote laboratories offer resources for didactic practices on different subjects, in different areas, allowing students real experiences through experimentation and manipulation of real equipment. The area of computing requires technological resources to encourage the development of students' logical reasoning for problem resolution, through the practice of programming logic, creation and executing programs. The objective of this research is to implement a system to select instances of the block.ino, as well as to report the installation and configuration of these resources in the remote experimentation laboratory at the Federal University of Santa Catarina. The methodological proceedings of this research have an emphasis on technological research, since, it describes the development of a technological artifact. This research is divided into three stages: planning, development and analysis. This research also proposed to present data on the use of the proposed system and the instances of block.ino, from data collection instruments applied to the subjects of the research, students of the higher education in the 6th and 7th phases of the course Information Systems, of the Higher School of Criciúma - Santa Catarina, in the year 2018, with the objective of perceiving the contributions regarding the use of these technologies. The results presented demonstrate the approval of the system developed for the selection of block.ino instances, since they facilitate access to the Arduino development environment of the remote experiment, from the selection of the necessary components to execution out the proposed didactic practices. As well as, it is notorious the potential of the remote laboratory block.ino as a technological resource to assist the teaching and learning process of logic programming, basic electronics, robotics and programming language, with access and manipulation of real components through the internet, which can be applied in both basic and higher education.

Keywords: Remote Laboratories. Block.ino. Arduino. Programming Logic.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Tipos de ambientes de experimentação	38
Figura 2 - Laboratórios online.....	39
Figura 3 – Estrutura básica de um laboratório remoto	43
Figura 4 - Arquitetura geral de um laboratório remoto	45
Figura 5 - Exemplos de laboratórios remotos disponíveis no RELLE ..	48
Figura 6 – Diagrama do circuito do laboratório remoto Arduino.....	50
Figura 7 - Interface inicial da aplicação	52
Figura 8 - Categorias dos blocos	53
Figura 9 - Código fonte no lado direito dos blocos	53
Figura 10 - Diagrama do circuito	54
Figura 11 - Menu da interface do aplicativo	54
Figura 12 - Tela com botões de compilação, editor e envio do código .	55
Figura 13 - Saída IDE Arduino	56
Figura 14 - Streaming de vídeo	56
Figura 15 - Terminal Serial	57
Figura 16- Exemplos de blocos para programação Arduino do block.ino	59
Figura 17 - Arquitetura de funcionamento do experimento remoto block.ino.....	62
Figura 18 - Utilização do block.ino em lógica de programação.....	64
Figura 19 - Conversão de bases utilizando sensores	64
Figura 20 - Etapas da organização da pesquisa tecnológica.....	66
Figura 21 - Etapas da pesquisa.....	72
Figura 22 - Laboratório Remoto block.ino.....	76
Figura 23 - Microcomputador Raspberry PI acomodado no case em acrílico.....	76
Figura 24 - Laboratório Remoto block.ino acomodado sobre o case em acrílico.....	77
Figura 25 - Laboratório Remoto block.ino montado.....	77
Figura 26 - Tela de autenticação do usuário.....	80
Figura 27 - Menu do administrativo do sistema	81
Figura 28 - Tela editar usuário	81
Figura 29 - Tela listar níveis de acesso ao sistema.....	82
Figura 30 - Lista de permissões dos usuários	83
Figura 31 - Tela Listar Páginas	84
Figura 32 - Tela de Cadastrar block.ino.....	84
Figura 33 - Tela de Cadastrar Componentes do block.ino	85
Figura 34 - Lista de componentes do block.ino	85
Figura 35 - Tela com a lista de componentes das instâncias	86

Figura 36 - Tela inicial do sistema.....	87
Figura 37 - Tela de instâncias disponíveis.....	88
Figura 38 - Tela das informações do block.ino.....	88
Figura 39 - Tela de Primeiros passos.....	89
Figura 40 - Instâncias do block.ino disponíveis no GT-MRE/RELLE.....	94
Figura 41 – Primeiro block.ino.....	96
Figura 42 - Experimento replicado do block.ino.....	96
Figura 43 - Faixa etária.....	98
Figura 44 - Gênero dos alunos.....	99
Figura 45 - Fase do curso.....	99
Figura 46 - Possui computador e acesso a internet.....	100
Figura 47 - Meio preferencial de acesso à internet.....	100
Figura 48 - Local de preferência de acesso à internet.....	101
Figura 49 - Frequência que acessam a internet.....	101
Figura 50 - Atividade que mais realiza na internet.....	102
Figura 51 - Acessa a internet para realização de atividades acadêmicas.....	102
Figura 52 - Finalidade de uso da internet.....	103
Figura 53 - Trabalhando na área de tecnologia.....	103
Figura 54 - Função na empresa.....	104
Figura 55 - Pretende fazer pós-graduação.....	104
Figura 56 - Áreas que pretende cursar pós-graduação.....	105
Figura 57 - Interesse em fazer mestrado e/ou doutorado.....	105
Figura 58 - Interesse em desenvolver projetos científico-tecnológicos e/ou se tornar um pesquisador.....	106
Figura 59 - Percentuais para as subescalas do questionário (agrupamento DP/DT e CP/CT).....	109
Figura 60 - Percentuais para as subescalas do questionário.....	109
Figura 61 - Escores para as subescalas do questionário.....	110
Figura 62 - Valores para a percepção da Usabilidade.....	111
Figura 63 - Escores para percepção da Usabilidade.....	112
Figura 64 - Percentuais para a subescala Usabilidade.....	112
Figura 65 - Percentuais para cada resposta dos sete itens da subescala Usabilidade.....	113
Figura 66 - Valores para a Percepção de Aprendizagem.....	114
Figura 67 - Escores para Percepção de Aprendizagem.....	115
Figura 68 - Percentuais para subescala Percepção de Aprendizagem.....	115
Figura 69 - Percentuais para cada resposta dos seis itens da subescala.....	116
Figura 70 - Valores para a percepção de Satisfação.....	117
Figura 71 - Escores para percepção de Satisfação.....	117

Figura 72 - Percentuais para a subescala Satisfação.....	118
Figura 73 - Percentuais para cada resposta dos sete itens da subescala Satisfação	118
Figura 74 - Valores para a percepção da Utilidade	119
Figura 75 - Escores para a percepção da Utilidade	120
Figura 76 - Percentuais para a subescala Utilidade	121
Figura 77 - Percentuais para cada resposta dos seis itens da subescala Utilidade.....	121

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - <i>Plugins</i> inclusos no dispositivo móvel.....	50
Quadro 2 - Exemplos de aplicações do block.ino	63
Quadro 3 - Comparativo entre pesquisa científica e pesquisa tecnológica	67
Quadro 4 - Referências para avaliação dos coeficientes de alfa <i>Cronbach</i>	71
Quadro 5 - Componentes das instâncias do block.ino.....	95
Quadro 6 - Subescalas avaliadas e suas descrições.....	107
Quadro 7 - Valores gerais dos questionários em sua totalidade.....	108
Quadro 8 - Valores obtidos para Usabilidade (sete itens, 41 de amostra)	111
Quadro 9 - Valores obtidos para Percepção de Aprendizagem (seis itens, 41 de amostra).....	113
Quadro 10 - Valores obtidos para Satisfação (sete itens, 41 de amostra)	116
Quadro 11 - Valores obtidos para Utilidade (seis itens, 41 de amostra)	119

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Exemplo de Escala Likert	69
Tabela 2 - Consistência interna de um questionário conforme valor de Alfa.....	71
Tabela 3 - Itens para uma instância do block.ino	75
Tabela 4 - Infraestrutura da Escola Superior de Criciúma	91
Tabela 5 - Escala de valores numéricos com pontuações definidas	107
Tabela 6 - Critérios de recomendação de Confiabilidade pelo alfa de <i>Cronbach</i>	108

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

API - Application Programming Interface
CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CRUD - Create, Read, Update, Delete
CSS - Cascading Style Sheets
EAD – Ensino a Distância
EMd – Escore Médio
ESUCRI – Escola Superior de Criciúma
IDE - Integrated Development Environment
GT-MRE - Grupo de Trabalho em Experimentação Remota Móvel
GPIO - General Purpose Input/Output
GUI - Graphics User Interface
IDE - Integrated Development Environment
InTecEdu - Integração de Tecnologias na Educação
LCD - Liquid Crystal Display
LDR - Light Dependent Resistor
LED - Light Emitting Diode
LSI-TEC - Laboratório de Sistemas Integráveis Tecnológicos
JSON - Java Script Object Notation
MIT - Massachusetts Institute of Technology
NTIC - Novas Tecnologias da Informação e Comunicação
P&D - Pesquisa e Desenvolvimento
PPGTIC - Programa de Pós-Graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação
PWM - Pulse Width Modulation
RELLE - Remote Lab Learning Environment
RExLab - Laboratório de Experimentação Remota
RGB - Red Green Blue
RL - Remote Laboratory
RLMS - Remote Labs Learning Environment
RNP - Rede Nacional de Ensino e Pesquisa
STEM - Science, Technology, Engineering, and Mathematics
TIC - Tecnologia da Informação da Comunicação
UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina
USB - Universal Serial Bus
USP - Universidade de São Paulo
VPL - Visual Programming Language

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	27
1.1. CONTEXTO DA PESQUISA	28
1.2. PROBLEMÁTICA.....	30
1.3. OBJETIVOS	31
1.3.1. Objetivo geral.....	31
1.3.2. Objetivos específicos.....	31
1.4. JUSTIFICATIVA.....	32
1.5. ADERÊNCIA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO	33
1.6. ESTRUTURA DO TRABALHO.....	34
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	37
2.1. AMBIENTES DE EXPERIMENTAÇÃO	37
2.2. CLASSIFICAÇÃO DOS LABORATÓRIOS.....	39
2.2.1. Laboratórios Virtuais.....	39
2.2.2. Laboratórios Híbridos.....	40
2.2.3. Laboratórios Remotos.....	40
2.2.3.1. Sistemas de Gerenciamento de Laboratórios Remotos	44
2.3. RELLE	46
2.4. BLOCK. INO	49
2.4.1. O Experimento Remoto.....	49
2.4.1.1. Laboratório Remoto Arduino.....	49
2.4.1.2. Aplicação Cliente.....	50
2.4.1.3. <i>Lab Server Application</i>	51
2.4.2. Interface da aplicação	51
2.4.2.1. Categorias dos blocos	52
2.4.2.2. Código fonte	53
2.4.2.3. Diagrama do circuito	53
2.4.2.4. Menu.....	54

2.4.2.5. Compilação, editor e envio do código	55
2.4.2.6. Saída IDE.....	55
2.4.2.7. Streaming de vídeo	56
2.4.2.8. Terminal serial.....	57
2.4.3. Tecnologias utilizadas	57
2.4.3.1. Biblioteca <i>Google Blockly</i>	57
2.4.3.2. Arduino e componentes eletrônicos.....	59
2.4.3.3. <i>Raspberry PI</i>	60
2.4.3.4. <i>Node.JS e Materialize CSS</i>	61
2.4.4. Funcionamento do block.ino	61
2.4.5. Principais aplicações didáticas do block.ino	63
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	65
3.1. CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	65
3.2. DELIMITAÇÃO DA PESQUISA	67
3.3. COLETA E TRATAMENTO DE DADOS.....	68
3.4. ETAPAS DA PESQUISA.....	71
3.4.1. Planejamento	72
3.4.2. Desenvolvimento.....	73
3.4.3. Análise	74
3.5. CONFIGURAÇÃO E INSTALAÇÃO DAS INSTÂNCIAS	75
4 SISTEMA PARA SELEÇÃO DE INSTÂNCIAS	79
4.1. TECNOLOGIAS UTILIZADAS	79
4.2. MÓDULO ADMINISTRATIVO	80
4.3. INTERFACE <i>WEBSITE</i>	86
5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	91
5.1. LOCAL E SUJEITOS DA PESQUISA	91
5.2. INSTÂNCIAS DO EXPERIMENTO REMOTO BLOCK.INO UTILIZADOS NA PESQUISA	94

5.3. PRÁTICAS DIDÁTICAS CONSTRUÍDAS PARA A PESQUISA.....	97
5.4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS QUESTIONÁRIOS	97
5.4.1. Interpretação dos dados do questionário “Perfil dos Alunos”.....	98
5.4.2. Interpretação dos dados do questionário “Experimento Remoto Block.ino”	106
5.4.2.1. Usabilidade	110
5.4.2.2. Percepção de aprendizagem.....	113
5.4.2.3. Satisfação.....	116
5.4.2.4. Utilidade	119
5.4.2.5. Análise da questão dissertativa	122
6 CONCLUSÃO.....	125
REFERÊNCIAS	129
APÊNDICE A – Práticas didáticas desenvolvidas para aplicação do block.ino – Versão A	141
APÊNDICE B – Práticas didáticas desenvolvidas para aplicação do block.ino – Versão B.....	143
APÊNDICE C – Questão discursiva do questionário “Experimento Remoto block.ino”	145
ANEXO A – Questionário do perfil dos alunos.....	149
ANEXO B - Questionário Experimento Remoto block.ino	151
ANEXO C – Fotos da aplicação do projeto.....	157

1 INTRODUÇÃO

Os avanços tecnológicos devem ser expandidos e vistos como aliados das atividades pedagógicas em vários níveis da educação. Neste sentido, os laboratórios experimentais simbolizam recursos para realização de práticas didáticas, as quais possibilitam aos alunos desenvolverem vários campos de conhecimento, por meio de testes e validação de inúmeros conceitos, que podem favorecer a capacidade de abstração.

As práticas experimentais representam um componente importante da metodologia de ensino e pesquisa em diversas áreas de conhecimento. Entretanto, existem restrições para implementação destas práticas, como o custo dos equipamentos, segurança, tempo, manutenção e espaço com limite de capacidade (SANTANA et al., 2013).

A partir destas limitações, os laboratórios remotos se configuram como uma ferramenta valiosa para o aprendizado do aluno, viabilizando um amplo acesso aos experimentos e interação em tempo real com o sistema do laboratório para realização das práticas, visualizando e analisando o comportamento dos componentes do experimento remoto (CARDOSO et al., 2016).

Acrescenta-se também, conforme Santana et al. (2013) que, os laboratórios remotos representam novas oportunidades oferecidas pela Tecnologia da Informação da Comunicação (TIC) para reduzir as restrições para implementação de práticas experimentais. Os alunos podem acessar os experimentos remotos com menos restrições de horário e local, além de realizarem atividades com segurança, de acordo com orientações disponíveis para as mesmas no ambiente do recurso.

Na última década, os laboratórios remotos surgiram com dois objetivos principais agregados: (1) oferecer a um maior número de alunos a oportunidade de aprender por meio de experimentações com uso de recursos remotos; (2) possibilitar que as instituições de ensino tenham controle de seus orçamentos, com a redução de custos de salas de aula e laboratórios (VIEGAS et al., 2018).

Por outro lado, poucos laboratórios remotos oferecem recursos que contribuem para que os alunos aprendam e pratiquem conceitos de eletrônica básica, robótica, lógica de programação ou linguagens de programação. Como afirmam Lopes et al. (2017), entre as habilidades fundamentais na área da computação, está o uso de ferramentas de programação que permitam que os alunos construam e executem programas. A habilidade de programação consiste em uma das

principais competências que os alunos de cursos superiores de computação e engenharia devem possuir. A robótica, como enfatizam Lessa et al. (2015), além de se caracterizar como um recurso tecnológico que demanda programação, é uma área multidisciplinar a qual incentiva os alunos a obterem soluções que incluem conceitos e aplicações de disciplinas como: matemática, física, mecânica, eletrônica, informática e *design*.

O experimento remoto *block.ino* foi desenvolvido com a finalidade de suprir a necessidade de professores e alunos quanto a ambientes de experimentação destinados a criação e execução de códigos de programação, com a possibilidade de manipular componentes eletrônicos reais e verificar o desempenho destes por meio de vídeo *streaming* em tempo real.

Para incentivar o desenvolvimento do raciocínio lógico dos alunos, bem como, ensinar conceitos de ciência da computação, o ambiente de desenvolvimento de programação em Arduino do *block.ino* utiliza a linguagem de programação visual, a qual facilita a construção dos códigos, com a vantagem de acionar sensores e atuadores disponíveis neste experimento. Como evidenciam Simão et al. (2016), a experimentação remota possibilita que os alunos acionem via interface web e configurem remotamente dispositivos reais para receber valores reais das leituras de sensores, com a possibilidade de executar essas experiências independente do lugar e do momento.

Esta pesquisa tem por objetivo desenvolver e implementar um sistema para seleção de instâncias do *block.ino*, com intuito de perceber possíveis melhorias para a realização das práticas pedagógicas ao oferecer várias instâncias do mesmo experimento remoto, que podem ser acessadas ao mesmo tempo por usuários diferentes.

Pretende-se também, descrever a montagem, configuração e instalação da réplica do *block.ino*, com a intenção de disponibilizar mais instâncias do experimento remoto na Universidade Federal de Santa Catarina, e possibilitar a utilização do sistema proposto.

Por fim, realizar uma pesquisa de satisfação com alunos do ensino superior referente ao uso destes recursos nas atividades didáticas propostas nesta pesquisa.

1.1. CONTEXTO DA PESQUISA

Os avanços nas Novas Tecnologias da Informação e Comunicação (NTIC) estão influenciando a educação, aprimorando e promovendo aprendizagem com uso de tecnologias que estão se

tornando cada vez mais populares. Entre estas tecnologias, têm-se os laboratórios online, que de acordo com Simão et al. (2017), representam ferramentas tecnológicas que permitem a realização de práticas experimentais através do uso de artefatos computacionais, que constantemente são utilizados como complemento às atividades de experimentação tradicionais, e em cursos à distância, sendo uma opção às atividades presenciais em laboratórios. Estes recursos tecnológicos propiciam que alunos e professores realizem atividades de experimentação mais interativas e dinâmicas, e com a possibilidade de vivenciar várias experiências diferentes provenientes das diversas configurações possíveis nestes recursos.

Geralmente, os laboratórios online abrangem três categorias: (1) Laboratórios virtuais baseados em modelos de simulações de *software* fornecidos pela internet (ZUTIN et al., 2010); (2) Laboratórios híbridos, que consistem na combinação do laboratório virtual e do laboratório remoto (SANTOSO; KHOSWANTO; SANDJAJA 2018) e (3) Laboratórios remotos que, são compostos por equipamentos de *hardware* reais os quais podem ser manipulados pelos usuários (ZUTIN et al., 2010). Sendo, os laboratórios remotos o foco desta pesquisa.

Os laboratórios remotos equivalem a recursos em que os equipamentos estão conectados ao um servidor que oferecem práticas com experimentos sem a necessidade que os estudantes estejam presentes fisicamente no laboratório (CONSIDINE; NEDIC; NAFALSKI, 2017). Além disso, os laboratórios remotos podem ser acessados sem limitações de tempo e espaço e representam um recurso prático o qual permite que os alunos realizem experiências online, em que estes podem acessar diversos experimentos distribuídos com custo reduzido, ao contrário das práticas em laboratórios tradicionais (ZUTIN et al., 2010).

Os laboratórios remotos estão evoluindo e, com utilização de novos modelos didáticos e novas formas de realizar as práticas de experimentação, sua aplicação em ambientes educacionais poderá ser expandida. E por consequência, mesmo os alunos de escolas que não possuam recursos poderão ser beneficiados com acesso as ferramentas disponíveis nos laboratórios remotos (RIVERA; LARRONDO-PETRIE, 2016).

Uma das formas para ampliar o uso de laboratórios remotos, visando atender mais instituições e mais alunos, refere-se à replicação dos experimentos. O laboratório de pesquisa RExLab mantém em seu ambiente os procedimentos documentados para criar e disponibilizar experimentos remotos, embasados em um de seus princípios: a réplica

dos experimentos com baixo custo para atender um maior número de usuários para popularizar conhecimentos científicos e tecnológicos.

Porém, além de replicar os experimentos, é necessário disponibilizar ferramentas para explorar os componentes e/ou acessar as instâncias do experimento replicado em questão, como nesta pesquisa, a replicação do experimento remoto block.ino.

1.2. PROBLEMÁTICA

A crescente popularização dos laboratórios de experimentação remota possibilita que estudantes e pesquisadores, independente de seu nível econômico, tenham acesso a equipamentos, alguns com certo grau de complexidade e relativamente caros, desenvolvidos e instalados em diversas instituições de ensino. Como afirmam Orduña et al. (2015) e Santana et al. (2013), os laboratórios remotos têm como principal vantagem o compartilhamento de recursos entre instituições e centros de pesquisa, independente de suas localizações geográficas.

Porém, o compartilhamento online destes recursos, para a realização das práticas experimentais, pode ocasionar múltiplos acessos simultâneos ao mesmo experimento remoto. Diante desta questão, quando os experimentos remotos são requisitados por vários usuários, a fila é a solução mais comum utilizada para gerenciar as sessões de acesso ao experimento.

Como enfatiza Simão (2015), a utilização de filas é uma solução em que se o usuário estiver tentando acessar um experimento que está sendo usado, terá que aguardar até que a sessão em curso finalize ou que o usuário que está acessando o experimento desconecte-se do mesmo. Além disso, quando existem múltiplos acessos ao mesmo experimento, a experiência do usuário, ao utilizar este experimento, pode ser comprometida, e por consequência, alterar o resultado desta experiência.

Uma das alternativas para atenuar a fila é a replicação dos laboratórios remotos criando instâncias destes laboratórios. Estas instâncias de experimentos remotos podem ser idênticas as originais ou com pequenas alterações, como, por exemplo, substituindo componentes por outros ainda não utilizados anteriormente, visando aperfeiçoar as práticas experimentais de seus usuários.

O RExLab GT-MRE (Grupo de Trabalho em Experimentação Remota Móvel) oferece suporte técnico, pedagógico e metodológico disponibilizando conteúdos digitais abertos, como: roteiros de aplicações, planos de aula e manuais para replicação de recursos técnicos com o objetivo de orientar a integração de tecnologia na

educação. Uma vez que existe este amparo por parte do RExLab GT-MRE, optou-se para esta pesquisa, a duplicação do experimento remoto block.ino, criando uma nova instância com uso de alguns componentes eletrônicos diferentes.

Com relação ao uso das instâncias de experimentos remotos, a literatura não traz estudos relativos a um sistema que realize o gerenciamento de várias instâncias do mesmo experimento remoto (localizadas no mesmo laboratório de pesquisa ou não) a partir do cadastro destas instâncias, seus responsáveis, seus componentes, seus endereços eletrônicos, instituições de ensino em que estão instaladas, entre outras informações. Assim como, não expõe de que forma os usuários poderiam selecionar estas instâncias com base nos componentes disponíveis em cada um destes recursos.

Portanto, este trabalho se propõe a explorar a seguinte pergunta: “Qual o impacto da implementação de um sistema para a seleção de instâncias, a partir dos componentes eletrônicos disponíveis, no âmbito do experimento remoto block.ino?”

1.3. OBJETIVOS

Nesta seção é apresentado o objetivo geral deste trabalho e na sequência são elencados os objetivos específicos, que são etapas necessárias para alcançá-lo.

1.3.1. Objetivo geral

Desenvolver e validar um sistema para selecionar instâncias do experimento remoto block.ino, com base nos componentes disponíveis, e relatar sua aplicação no ensino superior.

1.3.2. Objetivos específicos

- Compreender o ambiente do experimento remoto block.ino e selecionar os componentes para a réplica deste experimento;
- Replicar o experimento remoto block.ino e acompanhar sua montagem, instalação e configuração;
- Desenvolver um sistema que permita cadastrar as instâncias do block.ino e gerenciar suas informações e seus componentes;

- Testar o sistema desenvolvido com alunos do ensino superior e aplicar os instrumentos para coleta de dados;
- Tabular, analisar e discutir os resultados obtidos.

1.4. JUSTIFICATIVA

O Laboratório de Experimentação Remota (RExLab) foi fundado em 1997 na Universidade Federal de Santa Catarina, e desde 2010 encontra-se localizado no Campus Araranguá, sul do estado de Santa Catarina. Este grupo de pesquisa representa um dos pioneiros no desenvolvimento de laboratórios remotos no País, e está focado no desenvolvimento e utilização de tecnologias abertas e de baixo custo que podem ser replicadas, assim como, constantemente vem promovendo iniciativas para que estas tecnologias sejam integradas na educação.

Com base na chamada do Programa de P&D (Pesquisa e Desenvolvimento) Temáticos em EAD (Educação a Distância), como descreve Simão (2018), o RExLab estabelece em 2014 a parceria com a RNP (Rede Nacional de Ensino e Pesquisa) e com a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) para a criação do Grupo de Trabalho em Experimentação Remota Móvel. O GT-MRE faz parte do InTecEdu (Programa de Integração na Educação) do RExLab, que é conduzido, desde 2008, a partir de projetos de pesquisa e extensão. O GT-MRE também é responsável pelo desenvolvimento do *Remote Labs Learning Environment* (RELLE), que compreende um ambiente para manipulação e gerenciamento de experimentos remotos.

Em 2016, o grupo de pesquisa do RExLab desenvolveu o block.ino, o qual consiste em um controlador de blocos multiplataforma para Arduino acessado remotamente através da internet. O experimento remoto block.ino possibilita desenvolver códigos com uso da linguagem de programação visual e testar os mesmos em placas do Arduino e componentes eletrônicos reais, além de, permitir a visualização, por *streaming* de vídeo, do resultado destes testes.

O projeto block.ino foi vencedor da 4ª edição do programa *Campus Mobile* na categoria Educação. O *Campus Mobile* é promovido pelo Instituto Embratel Claro e pelo Laboratório de Sistemas Integráveis Tecnológicos (LSI-TEC) da Universidade de São Paulo (USP), e seu principal objetivo é incentivar jovens talentos na busca por soluções

criativas e inovadoras para resolução de problemas da sociedade (REXLAB, 2016).

O experimento remoto block.ino visa potencializar o processo de ensino e aprendizagem de conceitos de lógica de programação, robótica e eletrônica básica em disciplinas relativas as áreas *STEM* (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*). Como enfatizam Lopes et al. (2017) o uso de laboratórios remotos podem despertar o interesse e motivar os alunos a aprender lógica de programação, além de desenvolver o raciocínio lógico, aprender o processo de resolução de problemas e apresentar soluções em forma de algoritmos.

Diante deste contexto, o block.ino se tornou um excelente recurso que pode contribuir para o ensino e desenvolvimento de habilidades relacionadas a programação, com uso de uma interface que permite a construção e execução de códigos, além da verificação do comportamento de equipamentos reais. No entanto, para atender um número maior de instituições e alunos, é essencial disponibilizar mais réplicas deste experimento, principalmente, com variações de componentes eletrônicos com intuito de oferecer uma diversidade de práticas didáticas com estes recursos tecnológicos. Como também, uma forma de gerenciar estas réplicas do experimento remoto, e facilitar o acesso às mesmas.

1.5. ADERÊNCIA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO

Este trabalho foi desenvolvido na linha de pesquisa Tecnologia Computacional do Programa de Pós-Graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação (PPGTIC), a qual visa “[...] desenvolver modelos, técnicas e ferramentas computacionais auxiliando na resolução de problemas de natureza interdisciplinar” (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA. CATARINA, 2019).

Portanto, trata-se de uma pesquisa interdisciplinar, visto que, se processa “[...] 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).

Neste sentido, Tamayo (2003), argumenta que a interdisciplinaridade consiste em uma metodologia de pesquisa científica que possui como principal característica promover a

integração de resultados de várias disciplinas, sendo derivada de duas origens: (1) Interna que está focada em uma mudança do sistema científico, acompanhado de seu progresso e organização e, (2) Externa que é caracterizada pela crescente mobilização em favor do saber e multiplicação de especialistas.

Ainda neste contexto, o documento da área interdisciplinar da CAPES, relata que a integração desta área visa resolver “[...] novos problemas que emergem no mundo contemporâneo, de diferentes naturezas e com variados níveis de complexidade, muitas vezes decorrentes do próprio avanço dos conhecimentos científicos e tecnológicos” (COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR, 2016, p. 8).

Sendo assim, esta pesquisa enquadra-se nesta linha de pesquisa, pois descreve a montagem, configuração e instalação de artefatos tecnológicos com o objetivo de atender um grupo específico (alunos e professores) para auxiliar no processo de ensino e aprendizagem de áreas *STEM*. Assim como, aborda o desenvolvimento e implementação de um sistema que tem por objetivo facilitar o acesso dos usuários a estes recursos, com uso dos conhecimentos científicos e tecnológicos.

Além do mais, diversos trabalhos presentes no PPGTIC referem-se ao assunto experimentação remota, foco deste trabalho, justificando assim a aderência ao programa de Pós-Graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação. Entre os trabalhos disponíveis no programa, relacionados a esta temática, encontram-se os apresentados por Heck (2017), Pereira (2018), Simão (2018), Chitungo (2018) e Santos (2018), que abordam soluções voltadas para diferentes contextos com uso da experimentação remota.

1.6. ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho está estruturado em 6 (seis) capítulos, que apresentam os seguintes conteúdos:

O capítulo 1 consiste no capítulo introdutório, composto pelo contexto da pesquisa, problemática, objetivos, justificativa, aderência ao programa PPGTIC e estrutura do trabalho.

O capítulo 2 apresenta-se a revisão da literatura na qual se baseia a pesquisa. Serão apresentados os ambientes de experimentação, incluindo os laboratórios online, tais como laboratórios virtuais, híbridos e remotos, além de apresentar o RELLE e o laboratório de experimentação remota block.ino.

O capítulo 3 descreve os procedimentos metodológicos utilizados no desenvolvimento da pesquisa, o qual retrata a caracterização da pesquisa, sua delimitação, a coleta de dados e etapas da pesquisa. Assim como, são descritas a configuração e instalação das instâncias do experimento.

O capítulo 4 aborda a apresentação do sistema desenvolvido para selecionar as instâncias do block.ino e as tecnologias utilizadas em seu desenvolvimento. Do mesmo modo que, descreve o módulo administrativo do sistema, expondo suas principais telas e funcionalidades, como também, o módulo *website* exibindo as páginas públicas do sistema, sobretudo a página *home* e os campos de busca por instâncias do block.ino.

O capítulo 5 contempla a apresentação dos resultados, bem como o local e sujeitos da pesquisa, as instâncias do experimento utilizadas, e as atividades didáticas construídas para a aplicação da pesquisa. Também, expõe a análise e discussão dos questionários, incluindo a interpretação dos dados do questionário do perfil dos participantes e interpretação dos dados do questionário de avaliação da utilização do experimento remoto com uso do sistema proposto para selecionar entre as instâncias existentes.

O capítulo 6 contém as conclusões, verificando se os objetivos estabelecidos foram alcançados e sugestões para trabalhos futuros.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo, primeiramente, são apresentados os tipos de ambientes de experimentação para as áreas da engenharia e ciência. A classificação dos laboratórios online é abordada na seção seguinte, apresentando os laboratórios virtuais, laboratórios híbridos e os laboratórios remotos, como também, a arquitetura geral dos laboratórios remotos. Na terceira seção é citado o ambiente de gerenciamento de experimentos remotos e a lista dos laboratórios remotos presentes neste sistema. Na última seção, o experimento remoto block.ino é exposto com detalhes sobre sua criação, tecnologias utilizadas em seu desenvolvimento, seu funcionamento e algumas aplicações didáticas.

2.1. AMBIENTES DE EXPERIMENTAÇÃO

Existem diversos e diferentes ambientes de experimentação. Esses ambientes podem ser agrupados de acordo com alguns critérios e descritos individualmente para melhor compreendê-los.

Neste contexto, Bencomo (2004), classifica os ambientes de experimentação conforme dois critérios sob a perspectiva do uso dos estudantes:

- **O modo que os recursos são acessados para propósitos experimentais:** acesso remoto e o acesso local;
- **A natureza do sistema físico:** modelos simulados e ambientes reais.

Considerando a combinação destes critérios são gerados quatro tipos de ambientes diferentes, que englobam todas as formas viáveis de experimentação, como descrito por Bencomo (2004) e Heradio et al. (2016):

- **Recurso real e acesso local:** representação de um laboratório prático tradicional em que o estudante interage com o experimento através da internet para realização das práticas;
- **Recurso simulado e acesso local:** representa a configuração de um laboratório virtual mono-usuário. O ambiente é um *software* e a interface de experimentação faz uso de um recurso simulado que não existe fisicamente. Conhecidos por simulação local;

- **Recurso real e acesso remoto:** o aluno acessa através de uma interface de experimentação e controla remotamente um ambiente com equipamentos reais através da internet. Conhecido como laboratório remoto, via web ou telelaboratório;
- **Recurso simulado e acesso remoto:** o aluno acessa uma interface de experimentação em um sistema virtual via internet. O diferencial é que vários alunos podem acessar ao mesmo tempo com o mesmo sistema virtual. Pode ser replicado, pois é um processo simulado, não existe recurso físico. É conhecido como laboratório virtual multi-usuário.

De acordo com os dois critérios expostos por Bencomo (2004), a Figura 1 apresenta os tipos ambientes de experimentação viáveis gerados conforme o acesso e a natureza do recurso.

Figura 1 – Tipos de ambientes de experimentação

		Localização	
		Local	Remoto
Natureza	Real	Laboratório Hands-on	Laboratório Remoto
	Virtual	Laboratório Virtual Mono-usuário	Laboratório Virtual Multi-usuário Híbridos

Fonte: Adaptado de BENCOMO (2004); GOMES; BOGOSYAN (2009); RODRIGUEZ-GIL et al. (2017).

Os laboratórios *hands-on* ou reais são aqueles em que os estudantes interagem com equipamentos reais, ou seja, manipulam os experimentos diretamente ou com uso de computador. Nas experiências realizadas nestes laboratórios são obtidos dados reais. Porém, existe a necessidade de supervisão de um técnico ou professor para que os estudantes realizem as experiências da forma correta. Completando as desvantagens deste tipo de laboratórios, incluem-se o alto custo, restrições de tempo e local e requer agendamento para realizar as experiências (NEDIC; MACHOTKA; NAFALSKI, 2003).

No que diz respeito às duas formas de acesso aos recursos (locais e remotos), Bencomo (2004) destaca que, a procura por acesso remoto está em crescente evolução, uma vez que oferece acesso e controle de equipamentos reais, além de acesso a recursos de experimentação virtual ou real através da internet. Como caracteriza Silva et al. (2014) “experimentos remotos são experiências reais, com elementos físicos que interagem por comandos virtuais, que não há restrições de tempo ou espaço e interações diretas com equipamento real são possíveis.”

2.2. CLASSIFICAÇÃO DOS LABORATÓRIOS

Os laboratórios online consistem em ambientes acessados através da internet para realização de simulações com a utilização *softwares*, e experimentação com uso de *hardware* específico (ZUTIN et al., 2010).

Como salienta Silva (2006) um laboratório online busca mesclar os pré-requisitos dos laboratórios locais com a versatilidade das simulações, e permite acesso remoto através da internet aos equipamentos do laboratório e a todas as experiências que podem ser geradas.

No que se refere aos laboratórios online, na visão de Lei et al. (2018) e Zutin et al. (2010), podem ser classificados em três tipos de laboratórios: (1) Laboratórios Virtuais; (2) Laboratórios Híbridos e (3) Laboratórios Remotos, como mostra a Figura 2.

Figura 2 - Laboratórios online



Fonte: Adaptado de LEI et al. (2018).

2.2.1. Laboratórios Virtuais

O laboratório virtual representa uma versão simulada do laboratório físico que pode ser acessado através da internet para realização de simulações. Não existe experimento envolvido, somente o

software de simulação executado pelo servidor (SANTOSO; KHOSWANTO; SANDJAJA, 2018); (ZUTIN et al., 2010).

Para Rivera e Larrondo-petrie (2016) as simulações realizadas pelos laboratórios virtuais reproduzem as práticas processadas por experimentos reais presentes em laboratórios físicos.

Como descrevem Nedic, Machotka e Nafalski (2003), os laboratórios virtuais são ideais para realização de experiências que buscam a explicação de conceitos até então abstratos. São laboratórios sem restrições de tempo e local e seu custo é considerado baixo em comparação a outros tipos de laboratórios. No entanto, os estudantes não interagem com equipamento real, uma vez que as experiências são simuladas por computadores, não são reais.

2.2.2. Laboratórios Híbridos

Um laboratório híbrido pode ser decorrente da combinação de dois ou mais tipos de laboratórios, como afirmam Rivera et al. (2018). Sendo assim, este recurso tem a vantagem de permitir experiências remotas e virtuais (LEI et al., 2018).

Neste contexto Zutin et al. (2010), enfatizam que um laboratório híbrido é acessado através da internet que mescla tecnologias de laboratórios virtuais e laboratórios remotos, que oferece experimentos reais de *hardware* e simulações de *software*.

Além disso, os laboratórios híbridos buscam destacar alguns benefícios dos laboratórios virtuais e remotos, especialmente por oferecerem baixo custo, realismo em suas práticas e recursos extras, como por exemplo, ambientes virtuais e gamificação (RODRIGUEZ-GIL et al., 2017).

Como também, de acordo com Rivera et al. (2018) os laboratórios híbridos podem contribuir para o processo educacional em todos os níveis de ensino, principalmente no ensino superior. Segundo Santoso, Khoswanto e Sandjaja (2018), o estudante define se acessa a versão simulada do laboratório ou realizar as suas experiências com experimentos reais através da interface web.

2.2.3. Laboratórios Remotos

Um RL (*Remote Laboratory*) é um recurso composto por *hardware* e *software* em que os usuários acessam e manipulam remotamente, através da internet, equipamentos reais presentes em laboratórios físicos reais para verificação de aferições reais (ORDUÑA

et al., 2015; RIVERA; LARRONDO-PETRIE, 2016; ZUTIN et al., 2010).

De acordo com Nedic, Machotka e Nafalski (2003), os laboratórios remotos correspondem a melhor alternativa para realizar experiências reais, que possuem entre suas vantagens: a interação com componentes reais, sem limitação de tempo ou espaço, informação reais das leituras, custo médio de instalação, suporte e manutenção. Além disto, como sustentam Simão et al. (2013) “Diferente da simulação e dos laboratórios virtuais, os laboratórios remotos utilizam experimentos reais, o que aproxima os resultados dos obtidos pelos laboratórios presenciais (*hands-on*)”.

Um laboratório remoto é composto por elementos específicos e distintos, conforme descrevem García-Zubía, López-de-Ipiña e Orduña (2005):

- Alguns equipamentos de laboratórios programáveis que serão controlados através de um *software*, por exemplo, controle numérico e microcontrolado;
- Equipamento do laboratório conectado a um servidor que será responsável por programar e controlar os dispositivos;
- Um *website* que ofereça acesso via internet para os usuários interessados em utilizar o laboratório remotamente;
- Computadores clientes que se conectem ao servidor do laboratório remoto através do *website* do laboratório;
- *WebCam* conectada ao servidor do laboratório remoto para demonstrar a evolução das práticas dos equipamentos através do *website* do laboratório.

Conforme Gomes e Bogosyan (2009), os laboratórios remotos são diferentes entre si, porém possuem alguns componentes que habitualmente são encontrados:

- O experimento em si;
- Recursos e equipamentos de instrumentação para controlar o experimento e obter os resultados da experimentação;
- Um servidor de laboratório para assegurar o controle e supervisão do experimento;
- Um servidor para garantir a conexão entre o servidor do laboratório e os usuários remotos, geralmente através da internet;

- Um servidor de *webcam* para o usuário remoto ter um *feedback* visual e de áudio do status da experiência;
- Ferramentas que auxiliem a comunicação de áudio, vídeo e conversas entre usuários;
- Estações de trabalho do cliente (*Client Workstations*) para garantir que os usuários remotos se conectem ao experimento e aos recursos associados, uma vez que, alguns laboratórios remotos necessitam de *plugins* específicos ou programas para acesso adequado ao experimento, além de um navegador.

Segundo Gomes e Bogosyan (2009), para os defensores dos experimentos práticos, os laboratórios remotos são os únicos que podem substituir a altura os experimentos físicos reais no ensino das áreas da engenharia. Como enfatizam Garcia-Loro et al. (2018), a vantagem que os laboratórios remotos tem em relação aos laboratórios práticos locais, está no seu livre acesso sem restrições geográficas ou de tempo.

Além disto, os laboratórios remotos podem ser compartilhados entre diferentes instituições ampliando as oportunidades para áreas carentes e estudantes com deficiências, e por consequência, contribuir para que as lacunas educacionais sejam fechadas (GAMPE et al., 2014). Portanto, como afirma Silva (2006): “O uso dos laboratórios de experimentação remota é viável tecnicamente e cada vez mais frequente como alternativa aos laboratórios tradicionais”.

De acordo com Heradio, La Torre e Dormido (2016), para controlar remotamente dispositivos reais os laboratórios remotos utilizam uma arquitetura cliente-servidor. Um aplicativo baseado na Web do lado do cliente interage com o servidor para controlar e manipular remotamente os equipamentos reais presentes no laboratório, e visualizar, por meio de *streaming* de vídeo, informações sobre as leituras dos sensores, entre outras.

Como alega Bencomo (2004) os requisitos básicos para os ambientes de experimentação remota são:

- **Facilidade na instalação e no uso:** devem ter instalação e uso simples, e oferecer ao aluno experiências ricas em detalhes e dispor de recursos para suprir a falta de um tutor;
- **Acesso pela internet:** devem ser acessados somente pela internet, necessitando apenas de um navegador web;
- **Sem custos:** o único custo para os alunos deve ser o acesso pela internet. Nenhum tipo de *software* deve ser adquirido pelos

alunos, e sem custos ao utilizarem os computadores do laboratório de informática;

- **Realismo e interatividade:** devem possuir um sistema dinâmico para responder em tempo real as práticas dos alunos. Independente se o ambiente possui dispositivos reais ou simulados, devem despertar o interesse e curiosidade dos alunos em relação aos resultados reais apresentados;
- **Disponibilidade total:** Sem restrição de tempo ao usar os ambientes de experimentação. Com exceção do tempo em que o ambiente está em manutenção.

Neste contexto, Chevalier et al. (2017), apontam que os laboratórios remotos são baseados em uma estrutura cliente-servidor que utiliza uma conexão TCP/IP. Esta estrutura é composta principalmente por quatro partes: (1) Cliente; (2) Servidor, onde está o *middleware* responsável pela troca de informações entre computador local e remoto; (3) Servidor do experimento que atua como *gateway* entre a planta e os computadores remotos, que controla a planta; e (4) a instalação em si. Esta representação da estrutura básica de um laboratório remoto pode ser observada na Figura 3.

Figura 3 – Estrutura básica de um laboratório remoto



Fonte: Adaptado de CHEVALIER et al. (2017, p. 128).

Considine, Nedic e Nafalski (2017) realçam que em um laboratório remoto um servidor recebe comandos de um cliente para manipular o equipamento, assim como, o servidor é encarregado pela manipulação do equipamento e por encaminhar os resultados aos usuários.

2.2.3.1. Sistemas de Gerenciamento de Laboratórios Remotos

De acordo com a literatura, os laboratórios remotos possuem diversas arquiteturas de sistema, Interfaces Gráficas de Usuário ou *Graphical User Interface* (GUIs), conceitos de escalabilidade e *software* de gerenciamento (GAMPE et al., 2014).

Uma série de recursos (comuns à maioria dos laboratórios e independente de suas configurações específicas) é gerenciada em cada laboratório remoto, tais como: autorização, autenticação, agendamento de usuários garantindo acesso exclusivo (geralmente por meio de agendamento com base em calendário ou com sistema de fila), administração de usuários e ferramentas de controle (ORDUÑA et al., 2015).

Conforme Mendes et al. (2016) a maioria dos experimentos remotos necessita de grupo de atividades comuns incorporadas, incluindo o controle de acesso e gerenciamento de dados. Neste sentido, os Sistemas de Gerenciamento de Laboratórios Remotos ou RLMS (*Remote Labs Learning Environment*) possuem uma infraestrutura de suporte eficaz e confiável com o objetivo de gerenciar os componentes administrativos, técnicos e pedagógicos. Entre os principais RLMS estão *iLab* do MIT (*Massachusetts Institute of Technology*), *Weblab Deusto* e *REALabs*.

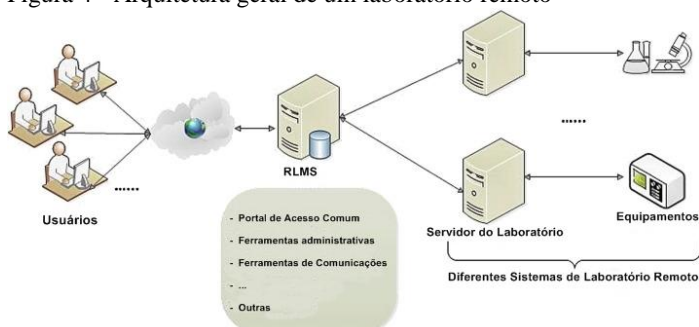
Para facilitar o gerenciamento dos recursos que fazem parte de cada laboratório remoto, alguns RLMS, como *MIT iLabs*, *WebLab-Deusto* e *Labshare Sahara*, disponibilizam kits de ferramentas para viabilizar o desenvolvimento de novos laboratórios e ferramentas de gerenciamento e serviços básicos, como: autenticação, autorização e mecanismos de agendamento (ORDUÑA et al., 2015).

Vale ressaltar que, grande parte dos laboratórios remotos, que possuem a arquitetura cliente-servidor, do lado do cliente existirá alguma forma de gerenciamento de usuários, como filas e reservas para acessar. Caso necessário, os usuários deverão fornecer suas credenciais para realizar seu *login* (SIMÃO et al., 2014).

A estrutura online oferecida pelos RLMSs, como apontam Lowe et al. (2016), permite acessar e gerenciar um extenso grupo de sistemas de laboratórios remotos diferentes que podem ser instalados em instituições e localizações diferentes. Estes sistemas fornecem serviços como avaliação, reserva, rastreamento e ferramentas de comunicação.

A arquitetura geral de um laboratório remoto pode ser observada na Figura 4, de acordo com Lowe et al. (2016).

Figura 4 - Arquitetura geral de um laboratório remoto



Fonte: Adaptado de LOWE et al. (2016, p.22).

No que se refere aos RLMS, Maiti, Maxwell e Kist (2013) identificam alguns aspectos relevantes que os mesmos devem considerar:

- **Escalonamento:** um dos principais aspectos em laboratórios remotos, uma vez que é necessário coordenar o acesso ao *hardware*, pois os usuários não tem conhecimento das atividades de outros usuários no sistema. Geralmente utiliza-se o controle da fila e o agendamento, onde os usuários tem acesso por ordem de chegada;
- **Operações de equipamento:** geralmente os equipamentos que compõem um laboratório remoto são controlados por um computador. O RLMS será aplicado para fazer as solicitações a estes equipamentos, através de comandos, e receber os dados coletados;
- **Ferramentas multimídia/dados sobre experimentos:** referente às ferramentas oferecidas por muitos RLMS para visualização ou análise dos dados obtidos na utilização do experimento remoto;
- **Interface de usuário do experimento:** relativo ao uso de um navegador web para que os usuários consigam observar, interagir e controlar o equipamento disponível no laboratório, e por consequência obtenham dados ou resultados;
- **Gerenciamento de usuários:** diz respeito à gestão e armazenamento em banco de dados das informações dos usuários. Desta forma, controla-se o acesso dos usuários ao sistema e aos experimentos.

2.3. RELLE

A aplicação denominada RELLE, sigla do termo em inglês para *Remote Lab Learning Environment*, consiste na principal solução desenvolvida pelo GT-MRE, que tem o propósito de realizar o gerenciamento e manipulação dos experimentos remotos, bem como, é um repositório de laboratórios remotos e um ambiente de aprendizagem (LIMA, 2016).

Evidencia-se ainda, que o GT-MRE tem por objetivo desenvolver e implementar uma plataforma integrando ambientes virtuais de ensino e aprendizagem e laboratórios remotos, viabilizando conteúdos didáticos online para universidades e escolas, que podem ser acessados através de dispositivos móveis ou convencionais. A arquitetura do GT-MRE está baseada em *software* e *hardware* aberto, e as tecnologias para acessar e utilizadas no desenvolvimento dos experimentos possuem baixo custo, facilitando assim, a replicação dos laboratórios remotos que podem ser aplicados nas disciplinas *STEM* em diferentes níveis educacionais (GT-MRE, 2018).

Além do mais, o sistema do RELLE possui especificações que permitem que usuários de outras instituições desenvolvam seus experimentos e os disponibilizem no ambiente do RELLE com funcionalidades como: autenticação, fila e emissão de relatórios. Além disso, o RELLE possui código aberto e está disponível sob a licença *MIT* no repositório público do RExLab (RELLE, 2018).

Atualmente os experimentos remotos disponíveis no RELLE são intitulados como: (1) Painel Elétrico CC; (2) Painel Elétrico CA; (3) Meios de Propagação de Calor; (4) Microscópio Remoto; (5) Plano Inclinado; (6) Disco de *Newton*; (7) Conversão de Energia Luminosa em Elétrica; (8) Banco Óptico; (9) Condução de calor em barras metálicas; (10) block.ino; (11) VISIR; (12) Ambiente para Desenvolvimento em Arduino; (13) Motor CA . Neste ambiente se encontram laboratórios de outros desenvolvedores ou localizados em outras instituições como: Microscópio Remoto LTE¹; Observando a água¹; Lab Água¹; Titulador online¹; Experimento de Thomson²; Arduino SENAI-RS³ (RELLE, 2018). De acordo com Lima (2016), entre os laboratórios remotos

¹ Experimento desenvolvido pelo Laboratório de Tecnologias Educacionais da Universidade Estadual de Campinas.

² Experimento em desenvolvimento em parceria com o Núcleo de Pesquisa em Tecnologias Cognitivas da Universidade Federal de Uberlândia.

³ Experimento desenvolvido pelo SENAI-RS.

presentes no conjunto de laboratórios do RELLE, o Painel Elétrico, o Plano Inclinado e o Disco de Newton possuem duplicação de instância.

No tocante aos recursos presentes em cada laboratório, Lima (2016) afirma que, estes devem ser acessados apenas um usuário por vez, sendo assim, é essencial um sistema de escalonamento de usuários. O ambiente do RELLE possui implementado um sistema de escalonamento que abrange aplicações cliente e servidor em que a comunicação ocorre através de um protocolo de mensagens assíncrono e com base em eventos. Os experimentos remotos disponíveis no laboratório possuem a mesma arquitetura básica, com a utilização de uma placa de aquisição e controle que é encarregada de receber e enviar sinais de sensores e atuadores e, transmitir os dados ao servidor do laboratório.

Portanto, com base na facilidade de replicação de baixo custo dos laboratórios remotos desenvolvidos pelo GT-MRE, decorrentes da estrutura do grupo de trabalho, e também, das especificações do RELLE que viabilizam a inserção de experimentos no ambiente, o experimento remoto escolhido para replicação para este projeto, foi o laboratório block.ino.

Desta forma, os estudantes podem selecionar entre as instâncias disponíveis do block.ino, com base nos componentes eletrônicos existentes em cada uma das instâncias, através de um sistema desenvolvido para este propósito. Os estudantes poderão realizar suas práticas didáticas relacionadas ao contexto de determinadas disciplinas, como lógica de programação e robótica, utilizando o ambiente de desenvolvimento em Arduino, com uso de diferentes sensores e atuadores disponíveis nas instâncias do experimento.

A Figura 5 ilustra exemplos de laboratórios desenvolvidos pelo GT-MRE e disponíveis no ambiente de aprendizagem RELLE.

Figura 5 - Exemplos de laboratórios remotos disponíveis no RELLE

The image shows a grid of 20 laboratory cards from the RELLE website. Each card contains a small photograph of the experimental setup, a title, a short description of the experiment, and a green 'Acessar' button. The cards are arranged in two columns and ten rows. The top navigation bar includes the RELLE logo and links for 'Laboratórios', 'Cursos', 'Tutoriais', 'Sobre', 'Contato', 'Busca', 'Entrar', and a language selector. A secondary navigation bar at the top right lists 'Todos | Física | Biologia | Robótica'. The bottom right corner of the page has a 'Copyright 2018' notice.

Fonte: Adaptado de RELLE (2018).

2.4. BLOCK. INO

2.4.1. O Experimento Remoto

O experimento remoto block.ino foi desenvolvido no RExLab, na Universidade Federal de Santa Catarina e, conforme relata Carlos et al. (2016), concentra-se na utilização de linguagem visual, com uso de blocos e uma placa de Arduino, para realizar a programação remota com a finalidade de auxiliar professores e alunos no processo de aprendizagem de disciplinas referentes as áreas de ciência, tecnologia, engenharia e matemática.

Logo, o uso da experimentação remota, em especial o experimento remoto block.ino, pode impulsionar o aprendizado de conceitos de lógica de programação, robótica e eletrônica básica em disciplinas relacionadas às áreas *STEM*, na educação básica e no ensino superior, através da internet (CARLOS et al., 2016).

Para o desenvolvimento do experimento, a arquitetura empregada é a cliente-servidor. O desenvolvimento do block.ino incluem quatro etapas: (1) laboratório remoto Arduino; (2) Aplicação Cliente, a qual integra o desenvolvimento da interface de programação e material para suporte ao usuário; (3) desenvolvimento da *Lab Server Application* que tem o papel de realizar a comunicação entre o laboratório remoto e a aplicação; e (4) a elaboração de sequências didática para auxiliar o docente (CARLOS et al., 2016).

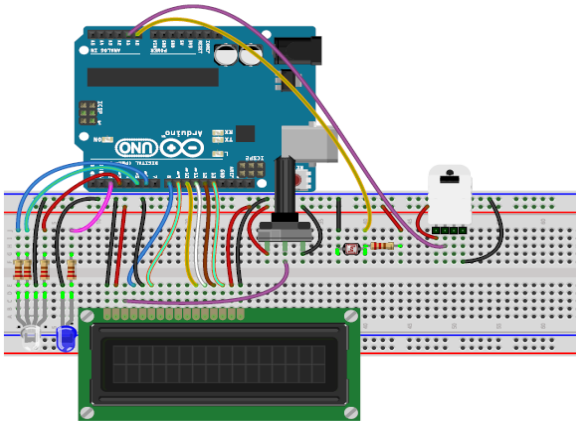
Visando um melhor entendimento, as três primeiras etapas do desenvolvimento do experimento, Laboratório Remoto Arduino, Aplicação Cliente e *Lab Server Application*, são descritos na sequência.

2.4.1.1. Laboratório Remoto Arduino

Como descrito por Carlos et al. (2016) a primeira etapa de desenvolvimento do experimento remoto block.ino concentra-se no laboratório remoto Arduino que inclui: uma placa Arduino Uno, ou qualquer outro modelo similar, uma *protoboard*, sensores e atuadores e um case de acrílico. Todos os componentes estão acomodados sobre o case, incluindo os sensores e atuadores conectados a *protoboard* e ao Arduino.

O laboratório remoto Arduino do block.ino pode ser observado Figura 6, onde é possível notar o esquema dos pinos e as conexões entre componentes, *protoboard* e placa de Arduino.

Figura 6 – Diagrama do circuito do laboratório remoto Arduino



Fonte: BLOCK.INO (2019).

2.4.1.2. Aplicação Cliente

Com relação à aplicação cliente, optou-se pela utilização de tecnologias Web e *design* responsivo para que a interface seja ajustável às várias dimensões de telas dos diversos dispositivos. A escolha da tecnologia web se justifica, pois a biblioteca *Google Blockly* responsável pela criação dos blocos está disponível no formato web e, por consequência, esta forma de desenvolvimento favorece que a aplicação seja utilizada em navegadores e aplicações móveis através do desenvolvimento de aplicações híbridas (CARLOS et al., 2016).

Além disso, como argumentam Carlos et al. (2016), um *framework Front-End Materialize CSS* é utilizado para o desenvolvimento de sistemas web com base no padrão *Google Material Design*. Bem como, o aplicativo desenvolvido com base no modelo *Embed WebView* utiliza alguns *plugins* para acessar funções do dispositivo, como descritos na Quadro 1.

Quadro 1 - *Plugins* inclusos no dispositivo móvel

Identificação	Função
<i>cordova-plugin-whitelist</i>	Controle de navegações em URLs
<i>Cordova-plugin-network-information</i>	Estado da conexão com a Internet
<i>cordova-plugin-x-toast</i>	Mensagens em formato de Toast
<i>cordova-plugin-file</i>	Escrita e leitura de arquivos

Fonte: CARLOS et al. (2016, p. 154).

2.4.1.3. *Lab Server Application*

Como descrevem Carlos et al. (2016), o laboratório remoto consiste em um recurso independente conectado à internet que tem seu funcionamento com base em uma API (*Application Programming Interface*). Uma placa de baixo custo, especificamente o *Raspberry PI* modelo B, é utilizada para processar a aplicação *stand-alone*. O *Raspberry* carrega a aplicação processando o *Node.js* e, por consequência, aciona o funcionamento da API citada, que é encarregada por controlar a placa de Arduino e as ferramentas de desenvolvimento, assim como, é responsável pelo gerenciamento de usuários através de uma fila.

Com relação ao transporte dos dados trocados entre o cliente e o servidor é utilizado o protocolo *WebSocket*, e para a estruturação dos dados é utilizado o formato JSON (*Java Script Object Notation*). O *WebSocket* é um protocolo assíncrono que oferece um canal de comunicação de duas vias entre um usuário e um *host* remoto, e aliado ao modelo orientado a eventos fornecido pelo *Node.js* é altamente indicado para utilização em aplicações de laboratório remotos (CARLOS et al, 2016); (LIMA et al, 2016).

Quanto ao processo de compilação e *upload* da aplicação, Carlos et al. (2016) mencionam que, está diretamente ligado as ferramentas fornecidas pela *Atmel* para microcontroladores AVR e as bibliotecas Arduino, que são as mesmas utilizadas na IDE (*Integrated Development Environment*) original da plataforma Arduino. A partir da conexão da placa de Arduino a porta USB (*Universal Serial Bus*) do *host* servidor da aplicação, o envio e recepção de mensagens através da porta serial podem ser processados. Não existe botão de *reset* manual no microcontrolador, no entanto, através de *software* na aplicação cliente, o usuário pode reiniciá-lo.

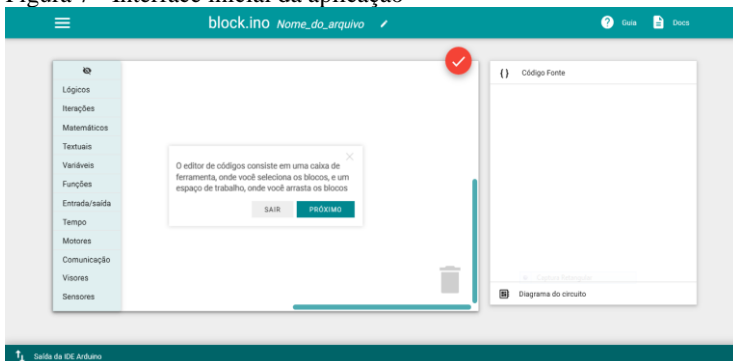
Vale ressaltar que, o processo de gerenciamento da fila de requisições de usuários e permitir a execução em uma seção apenas, é responsabilidade do *lab server application*. Neste caso, o envio e testes dos códigos de cada usuário para o laboratório Arduino devem acontecer dentro de um tempo limitado, e em situações onde não se tenha outros usuários solicitando acesso, este tempo pode ser ampliado (CARLOS et al., 2016).

2.4.2. Interface da aplicação

O experimento remoto `block.ino` atualmente está disponível em quatro idiomas: (1) Português; (2) Inglês; (3) Espanhol e (4) Francês. Sua interface possui algumas funções de acessibilidade como um “Guia”, localizado no canto superior direito, que apresenta as principais funções que o usuário irá explorar durante o desenvolvimento de seu código. Como também, uma página de documentação (*Docs*) foi implementada para que o usuário tenha conhecimento de como utilizar os principais blocos disponíveis na aplicação, bem como, explore alguns exemplos de funcionalidades que podem ser praticadas no ambiente de desenvolvimento Arduino.

A Figura 7 apresenta a janela *pop-up* do “Guia” que pode ser acionada a qualquer momento pelo usuário. No centro, na parte superior da tela, está o espaço para digitar e editar o nome do arquivo. A tela do editor de código, onde são arrastados e soltos os blocos está localizada no centro da tela do aplicativo.

Figura 7 - Interface inicial da aplicação

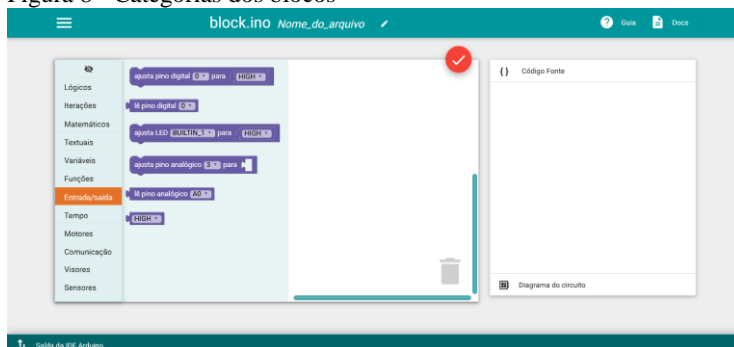


Fonte: BLOCK.INO (2019).

2.4.2.1. Categorias dos blocos

Com a intenção de oferecer ao usuário flexibilidade na construção de seu código, o menu de categorias dos blocos possui 12 categorias diferentes, sendo que algumas são básicas e comuns da maioria das linguagens de programação e outras específicas para a programação em Arduino. As categorias de blocos incluem: Lógicos, Iterações, Matemáticos, Textuais, Variáveis, Funções, Entrada/Saída, Tempo, Motores, Comunicação, Visores e Sensores, apresentados nos idiomas disponíveis da aplicação. A Figura 8 demonstra o menu com as 12 categorias de blocos, localizado no lado esquerdo da interface.

Figura 8 - Categorias dos blocos

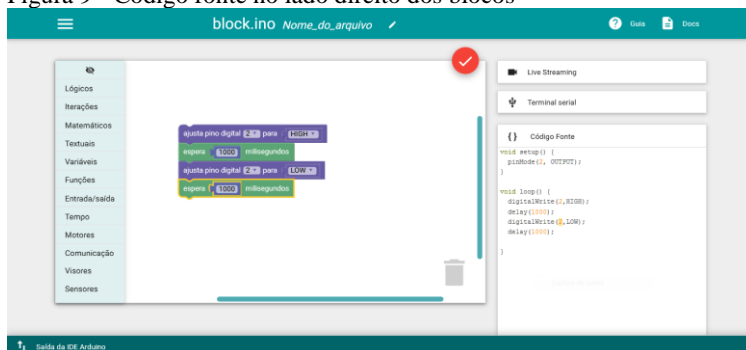


Fonte: BLOCK.INO (2019).

2.4.2.2. Código fonte

Ao montar os blocos, na aba do código fonte, os códigos construídos em linguagem de programação visual são traduzidos automaticamente para código fonte na linguagem de programação textual, ou seja, linguagem de Arduino. Como representado na Figura 9, na aba do código fonte, igualmente a IDE Arduino, o código traduzido será sempre estruturado a partir de duas funções básicas, *setup()* e *loop()*.

Figura 9 - Código fonte no lado direito dos blocos



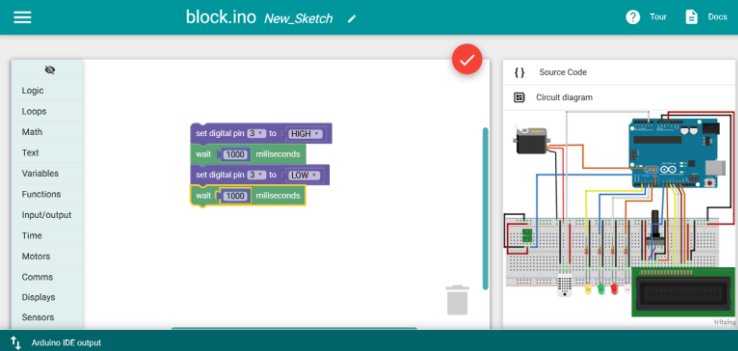
Fonte: Adaptado de BLOCK.INO (2019).

2.4.2.3. Diagrama do circuito

A aba do circuito do diagrama apresentará ao usuário uma imagem com os componentes presentes em cada instância do block.ino.

Neste diagrama é possível identificar pinos os quais os componentes eletrônicos estão conectados a placa de Arduino e a uma *protoboard* de prototipagem. Na Figura 10, o circuito do diagrama de uma das instâncias do block.ino pode ser observado.

Figura 10 - Diagrama do circuito

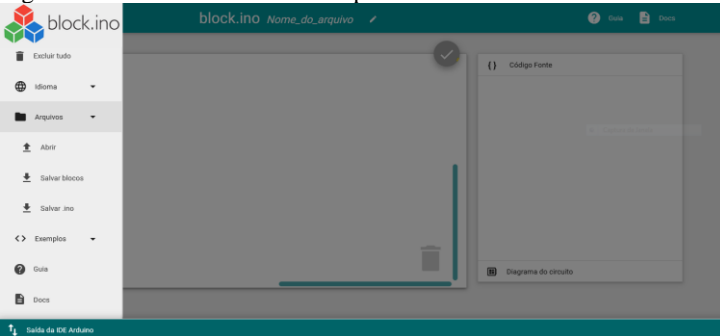


Fonte: Adaptado de BLOCK.INO (2019).

2.4.2.4. Menu

O menu da interface do aplicativo está localizado no canto superior esquerdo, Figura 11, e possui algumas funções essenciais como: excluir tudo, tradução para os quatro idiomas disponíveis, opções de abrir, salvar blocos, salvar.ino localmente os arquivos, exemplos de códigos para utilizar os componentes das instâncias, acessar o Guia e a documentação do aplicativos (*Docs*).

Figura 11 - Menu da interface do aplicativo



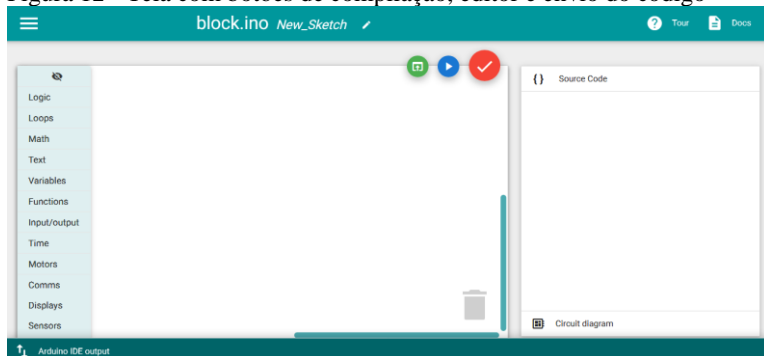
Fonte: BLOCK.INO (2019).

2.4.2.5. Compilação, editor e envio do código

A área destinada à construção do código ou *script*, denominada editor de códigos, é constituída por área de trabalho (centro da tela), botões, lixeira e blocos. Na parte superior estão localizados três botões: na cor verde, serve para ampliar a área de trabalho; na cor azul para enviar o código; e o botão vermelho para compilar o código. Vale destacar, que é aconselhável compilar o código antes de enviá-lo (*upload*) para a placa de Arduino.

A Figura 12 ilustra a tela da área de construção do código, com seus respectivos botões acima citados.

Figura 12 - Tela com botões de compilação, editor e envio do código

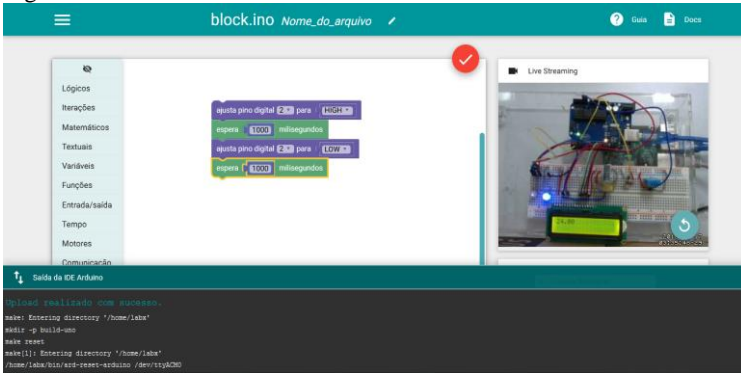


Fonte: BLOCK.INO (2019).

2.4.2.6. Saída IDE

Na parte inferior da interface, se encontra a saída da IDE do Arduino, Figura 13, a qual apresenta o retorno das informações do código compilado, assim como as devidas informações após o *upload* do código desenvolvido. Deste modo, se podem observar possíveis erros durante o desenvolvimento e testes do código compilado e enviado para a placa Arduino.

Figura 13 - Saída IDE Arduino



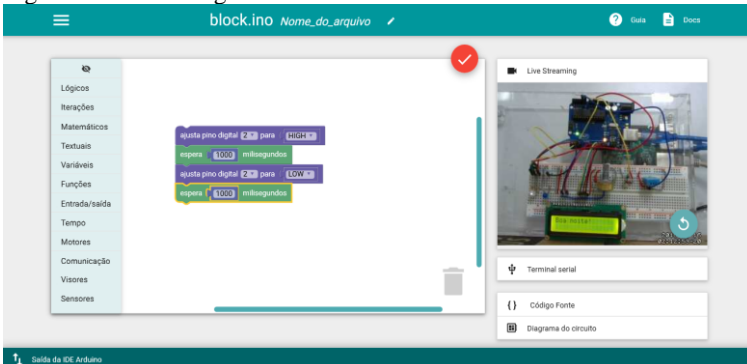
Fonte: Adaptado de BLOCK.INO (2019).

2.4.2.7. Streaming de vídeo

Na aba do *streaming* de vídeo é demonstrado o que está acontecendo no momento do envio do código. Para comprovar a autenticidade de que a execução do programa ocorre simultaneamente ao envio dos códigos, a data e horário são mostrados no canto inferior. Acima destas informações, há um botão que reinicia a placa de Arduino, propiciando executar novamente o último código desde início do mesmo. Para visualizar o vídeo *streaming* em seus detalhes, basta clicar em cima da imagem para ampliá-la.

A Figura 14 apresenta o *streaming* de vídeo após o envio do código compilado.

Figura 14 - Streaming de vídeo



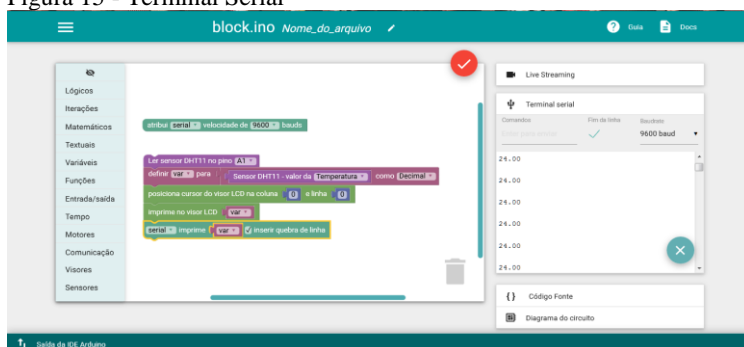
Fonte: Adaptado de BLOCK.INO (2019).

2.4.2.8. Terminal serial

Ainda no lado esquerdo da interface está a aba do terminal serial. O terminal serial consiste em um meio de comunicação direta com o Arduino. O envio de um dado é possível configurando a taxa de transmissão de dados (*baudrate*), escrever na caixa “Comandos” e pressionar “Enter”. O caractere “Quebra linha” pode ser habilitado ou desabilitado ao marcar ou desmarcar a caixa “Fim de linha”.

O Terminal serial é ideal para registrar e capturar dados, depuração e desenvolvimento. Usualmente, a taxa de dados padrão configurada no terminal serial é de 9600 *baud*. O ícone circular com “X”, localizado no canto inferior à direita, ao ser clicado tem a função de limpar o *log* do terminal. A Figura 15 ilustra a utilização do terminal serial com a apresentação dos dados gerados pelo sensor de temperatura.

Figura 15 - Terminal Serial



Fonte: Adaptado de BLOCK.INO (2019).

2.4.3. Tecnologias utilizadas

Nesta seção são apresentadas e descritas as tecnologias aplicadas nas etapas de desenvolvimento do experimento remoto block.ino.

2.4.3.1. Biblioteca *Google Blockly*

Entre as principais tecnologias empregadas no desenvolvimento do experimento remoto block.ino está a biblioteca *Blockly*. De acordo com Google (2018), essa biblioteca disponibiliza um editor de código visual que utiliza blocos gráficos que se encaixam para construção de

representações de código, como variáveis, expressões lógicas, *loops*, entre outras, para aplicativos web e móveis.

Como enfatizam Pasternak, Fenichel e Marshall (2017) o *Blockly* é uma biblioteca de *software* livre que foi lançada em maio de 2012 e seu desenvolvimento continua ativo desde 2017, propiciando seu uso em diversos projetos educacionais.

Para os usuários, o *Blockly* se configura em uma forma visual e intuitiva de construir códigos de programação. Para os desenvolvedores, o *Blockly* representa uma interface de usuário completa para criar uma linguagem visual que apresenta o código gerado pelo usuário sem erros de sintaxe. Além disso, o *Blockly* pode exportar os blocos para diversas linguagens de programação como: *Javascript*, *Python*, *PHP* e *Lua* (GOOGLE, 2018).

No entanto, como acentuam Pasternak, Fenichel e Marshall (2017), a principal biblioteca do *Blockly* é escrita em *Javascript* e pode ser implementada como parte integrante de qualquer *website*. A biblioteca também está disponível para as versões nativas para *Android* e *iOS* e, disponibiliza um subgrupo de recursos que possibilitam desenvolver aplicativos móveis de alto desempenho.

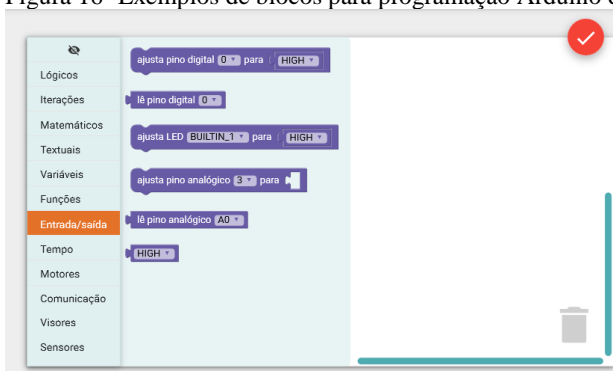
Além da lista básica de blocos pré-definidos que fazem parte da biblioteca *Blockly*, que incluem desde funções matemáticas até estruturas de *looping*, a biblioteca possibilita a criação de blocos personalizados para formar uma API (GOOGLE, 2018). Da mesma forma, Pasternak, Fenichel e Marshall (2017) destacam que, os desenvolvedores serão responsáveis por integrar a biblioteca a alguma forma de saída, criar seus blocos e vocabulários, de acordo com o contexto, assim como definir qual a forma de execução do código.

Os requisitos básicos para construir um aplicativo utilizando a biblioteca *Blockly* são descritos a seguir conforme Google (2018):

- **Integrar o editor Blockly:** o editor *Blockly* é basicamente uma caixa de ferramentas para armazenar tipos de blocos e um espaço de trabalho para organizar os blocos e construir a estrutura dos códigos;
- **Criar blocos para o aplicativo:** após inserção do *Blockly* no aplicativo, é necessário criar blocos específicos para adicionar a caixa de ferramentas do *Blockly* de seu aplicativo;
- **Construir o restante do aplicativo:** o objetivo para qual foi criado o aplicativo é responsável por determinar o que será feito com o código. O *Blockly* é apenas um modo de gerar esse código.

Com base nestes aspectos da biblioteca *Blockly*, os blocos para programação em ambiente Arduino foram criados e integrados à interface do experimento remoto *block.ino*. Estes blocos incluem, principalmente, os blocos de entrada/saída, sensores, visores, motores, tempo e comunicação serial, como exemplificado na Figura 16.

Figura 16- Exemplos de blocos para programação Arduino do *block.ino*



Fonte: BLOCK.INO (2019).

2.4.3.2. Arduino e componentes eletrônicos

A plataforma de prototipagem eletrônica Arduino Uno R3 é parte integrante do Laboratório Remoto Arduino do experimento remoto *block.ino*. O Arduino Uno é uma placa que tem como componente principal o microcontrolador ATMEGA 328. Esta placa que dispõe de 14 pinos de entrada e saída digitais que operam em 5v e podem receber ou fornecer uma corrente máxima de 40mA. Sendo que, 6 destes pinos (3, 5, 6, 9, 10 e 11) podem ser usados como saída PWM (*Pulse Width Modulation*) de 8 bits e ainda 6 entradas analógicas, um cristal de quartzo de 16mhz, uma conexão USB, um conector de energia, um conector ICSP e um botão de *reset* (ARDUINO, 2018).

O Laboratório Remoto Arduino do *block.ino* inclui uma *protoboard* a qual estão fixados os componentes eletrônicos, como resistores, LEDs (*Light Emitting Diode*), sensores e atuadores, que serão conectados aos pinos da placa de Arduino.

O LED é um diodo emissor de luz, e nas instâncias do *block.ino* estão disponíveis cinco leds difusos 5 mm conectados às saídas digitais nas cores: branco, vermelho, amarela, verde e azul. E, mais um led RGB

(*Red Green Blue*), para emissão de cores diferentes com mesmo led, conectado a saídas PWM.

As instâncias do block.ino possuem instalados os sensores DHT11 e LDR (*Light Dependent Resistor*). O sensor DHT11 permite realizar leituras de temperatura entre 0 e 50° Celsius e umidade entre 20 e 90%, igualmente a IDE Arduino utiliza a biblioteca DHT.h.

O sensor LDR 5mm é um componente o qual sua resistência varia conforme a intensidade da luz do ambiente. Desta forma, sua utilização nas instâncias refere-se à medição da intensidade da luz natural do ambiente o qual o experimento está locado.

No que diz respeito à visualização de dados, cada instância do experimento remoto possui um *display* LCD (*Liquid Crystal Display*). O *display* LCD 16x2, que possui 16 colunas e 2 linhas apresentará as leituras dos sensores ou mensagens textuais após o envio dos códigos. Este atuador utiliza a biblioteca “*LiquidCrystal.h*” que deve constar no ambiente de desenvolvimento do experimento, como na IDE Arduino.

O sensor de efeito de *Hall* também está presente no laboratório remoto arduino. Sua função é trabalhar juntamente com o servo motor para sensoriamento magnético. O servo motor é um atuador, que funciona conectado aos pinos PWM, muito utilizado na robótica, pois atua com movimentos de 0 a 180°. Igualmente a IDE Arduino, utiliza a biblioteca “*servo.h*”.

2.4.3.3. *Raspberry PI*

O *Raspberry PI* é um microcomputador desenvolvido pela *Raspberry Pi Foundation* que utiliza o sistema operacional *Raspbian*, que é um sistema operacional baseado em *Linux* e otimizado para utilização com o *Raspberry* (CAMILLO, 2018).

A função do *Raspberry PI* no laboratório remoto Arduino é o processamento entre a placa de Arduino e a interface do aplicativo, uma vez que todo o sistema da aplicação, incluindo a interface do experimento remoto, está armazenado em um cartão microSD neste microcomputador.

Entre as principais características deste microcomputador, para as versões PI 2 e PI 3 têm-se: conector *Ethernet*, *Bluetooth*, *HDMI*, processador *Quad Core* de 32 e 64 bits, e *clock* de 900 MHz 1.2GHZ, 1 GB de *RAM*, 4 portas *USB*, conectores para câmera (*CSI*), *display* (*DSI*), slot para cartão microSD para carregar o sistema, e conector *GPIO* (*General Purpose Input/Output*) de 40 pinos (RASPBERRY PI, 2018).

2.4.3.4. *Node.JS e Materialize CSS*

O *framework Node.JS* é aplicado no desenvolvimento da aplicação *web server-side* utilizando *JavaScript*. Este interpretador construído sobre o motor *javascript* do *Google Chrome*, que possui código aberto, auxiliou a criação da aplicação *back-end* do experimento remoto (LOPES, 2014).

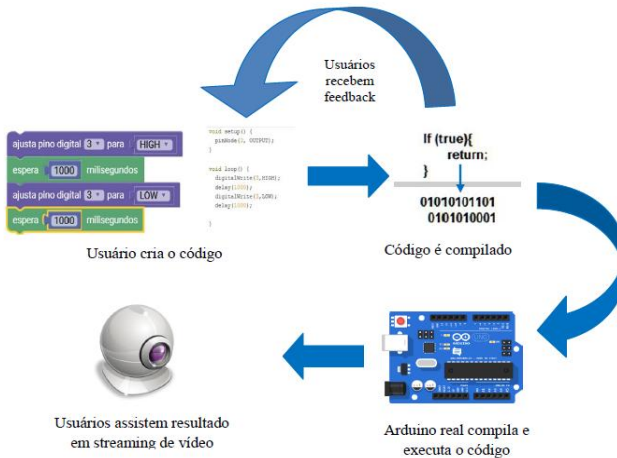
Quanto ao desenvolvimento utilizou-se o *Materialize CSS*. Segundo Gonçalves (2018), o *Materialize CSS* é um moderno *framework front-end* responsivo que auxilia o desenvolvimento de sistema web utilizando o padrão do *Google Material Design*. O *Material Design* é um processo unificado que reúne ferramentas, recursos e teoria para desenvolver experiências digitais – *material.io* – que foi desenvolvido por *designers* do *Google* e tem a finalidade de combinar a experiência do usuário na usabilidade de seus *softwares* no *smartphone*, *desktops* e/ou *tablets*.

2.4.4. Funcionamento do block.ino

O experimento remoto *block.ino* pode ser acessado e utilizado de duas formas diferentes: (1) pelo navegador através da internet e (2) através de aplicativo móvel para *Android*. Independente da forma escolhida para acessar o *block.ino*, o usuário pode construir seu código e interagir com uma placa de *Arduino* e componentes eletrônicos, com uso da técnica de arrastar e soltar os blocos (*drag and drop*) localizados no menu das categorias. Na sequência, os processos de compilação e *upload* do código devem ser executados pelo usuário, para que este código seja convertido de linguagem de blocos para linguagem de programação C/C++, possibilitando seu envio para a placa de *Arduino* através do protocolo *WebSocket*. Nesta fase do funcionamento do experimento, o usuário pode visualizar a execução de seu código via *streaming* de vídeo *MJPEG* (CARLOS et al., 2016; LIMA et al., 2016).

A representação da arquitetura de funcionamento do experimento remoto *block.ino* pode ser observada Figura 17.

Figura 17 - Arquitetura de funcionamento do experimento remoto block.ino



Fonte: Adaptado de LIMA et al. (2016, p. 88).

As interfaces gráficas com ênfase em usabilidade e mobilidade do usuário representam características que diferenciam o ambiente de desenvolvimento do block.ino de outros ambientes de programação arduino com finalidades similares. Além disso, no ambiente de desenvolvimento arduino do block.ino estão todos os recursos presentes na IDE do arduino para que o usuário programe e teste seu código em placas, sensores e atuadores reais disponíveis nas instâncias do experimento remoto (LIMA et al., 2016).

O experimento remoto block.ino é direcionado ao ensino-aprendizado de programação básica e robótica para iniciantes, e conforme os alunos melhoram suas habilidades com a programação em Arduino, podem migrar da interface baseada em linguagem de programação visual ou *Visual Programming Language* (VPL) para a interface baseada em linguagem de programação textual, similar a IDE do Arduino.

Para Lima et al. (2016), o experimento remoto block.ino além de oferecer atividades didáticas direcionadas para o ensino básico e superior, também se propõe a aumentar gradativamente a dificuldade visando o envolvimento do usuário desde seu primeiro acesso ao ambiente de desenvolvimento.

2.4.5. Principais aplicações didáticas do block.ino

Os blocos dispostos nas 12 categorias do experimento remoto block.ino podem ser utilizados por professores em conteúdos didáticos para atividades de várias disciplinas. Os professores podem fazer alterações no contexto e finalidades da atividade, para alinhar ao conteúdo dos exercícios didáticos para a disciplina em questão. Neste cenário, o experimento remoto block.ino oportuniza o desenvolvimento da capacidade de raciocínio lógico e matemático, noções de Arduino e robótica, de alunos nas disciplinas da educação básica ao ensino superior.

Na sequência, no Quadro 2, são expostos algumas práticas didáticas que podem ser desenvolvidas com uso do block.ino.

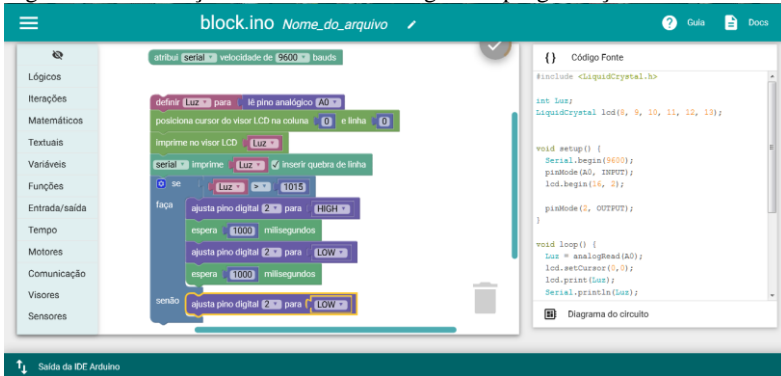
Quadro 2 - Exemplos de aplicações do block.ino

Aplicação	Descrição
Lógica de programação	Algumas categorias de blocos são comuns à maioria das linguagens de programação podem ser aplicados em práticas da lógica de programação. Pode se criar tipos diferentes de variáveis, iterações com contador (<i>loops</i>), usar operadores lógicos e interagir com os componentes disponíveis.
Ensino da conversão de bases	Podem-se realizar práticas de conversão de bases com auxílio do aplicativo, como por exemplo: conversão da escala termométrica, com uso do sensor DHT11 para converter a temperatura do ambiente de graus <i>Celsius</i> para <i>Kelvin</i> ou <i>Fahrenheit</i> .
Equações de segundo grau	As categorias dos blocos podem auxiliar a realização de operações matemáticas como a fórmula de <i>Bhaskara</i> , e usar componentes do experimento para demonstração.
Análise combinatória	Alguns blocos e componentes eletrônicos da aplicação podem contribuir para demonstração de análises combinatórias, como o conceito Fatorial.
Arduino e robótica	Os componentes comuns às práticas com Arduino ou robótica estão disponíveis no experimento. Desta forma, a aplicação pode auxiliar práticas didáticas, que vão desde acionar LEDs, sensores e atuadores, como servo motor (usado em robótica).

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

A Figura 18 ilustra um exemplo de aplicação didática do experimento remoto block.ino em lógica de programação.

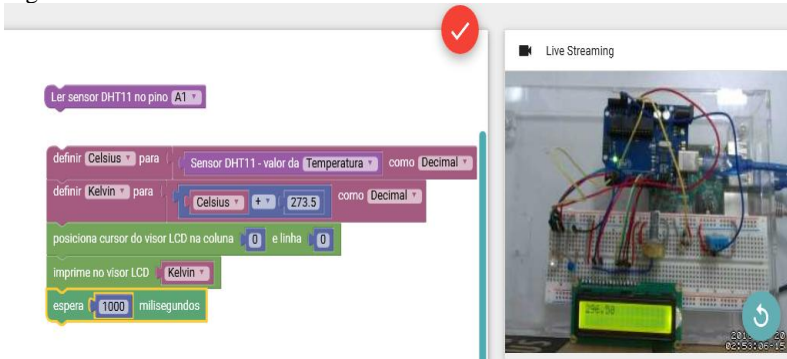
Figura 18 - Utilização do block.ino em lógica de programação



Fonte: Elaborado pela autora (2018).

Na Figura 19, pode se observar a exemplificação de aplicação didática do experimento remoto para a prática de conversão de base com uso do sensor de temperatura:

Figura 19 - Conversão de bases utilizando sensores



Fonte: Adaptado BLOCKINO (2019).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este capítulo tem por objetivo descrever os procedimentos metodológicos utilizados nesta pesquisa. Inicialmente, é especificada a caracterização da pesquisa, com ênfase na pesquisa tecnológica. Na seção seguinte, é relatada a delimitação da pesquisa, e na sequência é descrito a coleta e tratamento dos dados expondo a utilização da escala *Likert* e o coeficiente alfa de *Cronbach*.

Na quarta seção, as etapas da pesquisa são expostas, incluindo o planejamento, desenvolvimento e análise. A configuração e instalação das instâncias do experimento remoto são relatadas na última seção.

3.1. CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa representa um método em que as pessoas adquirem novos conhecimentos, sobre o mundo ou sobre si mesmas, com intuito de solucionar um problema, atender a uma necessidade ou responder a um questionamento. A pesquisa surge a partir de um problema, de uma interrogação, um contexto em que o acervo de conhecimentos existentes não fornece uma explicação satisfatória (JUNG, 2003); (PRODANOV; FREITAS, 2013).

Uma pesquisa pode ser classificada de várias formas, e como afirmam Prodanov e Freitas (2013), para classificação dos tipos de pesquisas convêm ressaltar que existem critérios que podem mudar conforme o foco da abordagem, os objetivos, os campos, as metodologias, as situações e os objetos de estudo.

A metodologia científica aplicada neste trabalho tem ênfase na pesquisa tecnológica, uma vez que envolve o desenvolvimento de um artefato que visa auxiliar na solução de problemas de grupos específicos da sociedade.

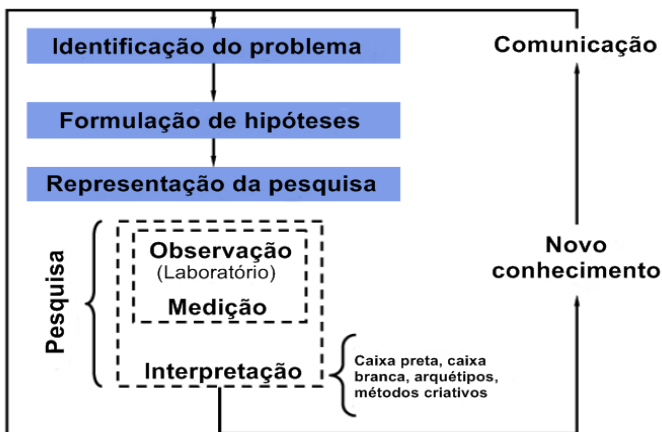
A tecnologia tem características que a diferenciam da ciência e, por este motivo, a tecnologia tem destaque na pesquisa por soluções aos problemas atuais da sociedade (FREITAS JUNIOR et al., 2014). É através de pesquisas tecnológicas que se experimenta o comportamento futuro do objeto, que o conhecimento tecnológico é obtido. Diferente o conhecimento científico que deriva da pesquisa do objeto no passado e no presente (MONTES, 2010).

A pesquisa tecnológica é basicamente experimental, e seu principal objetivo é desenvolver dispositivos que podem ser, além de produtos físicos e concretos, produtos intelectuais. Está focada em sua finalidade de solucionar e o resultado final, é o desenvolvimento de uma

nova tecnologia (FREITAS JUNIOR et al., 2014); (SÁNCHEZ, 2004). No entanto, conforme destaca Cupani (2006), o desafio que a pesquisa tecnológica enfrenta envolve critérios que devem satisfazer, incluindo viabilidade, eficiência dos experimentos e confiabilidade, além de, fornecer uma relação custo-benefício adequada, aspectos que não estão inclusos nas pautas de descobertas científicas. Com relação aos objetivos dos experimentos na pesquisa tecnológica, segundo Cupani (2006), consistem em conhecimento prático: “o dispositivo funcionará?” “Terá imprevistos, aspectos identificados experimentalmente que não foram previstos teoricamente?”.

Convém destacar, que antes de iniciar uma pesquisa tecnológica é fundamental planejar seu desenvolvimento. As etapas fundamentais para a realização da organização da pesquisa incluem: identificação do problema, formulação de hipóteses e representação da pesquisa (MONTES, 2010). A Figura 20 ilustra as etapas da organização da pesquisa tecnológica.

Figura 20 - Etapas da organização da pesquisa tecnológica



Fonte: Adaptado de MONTES (2010, p. 61).

Para melhor entendimento das diferenças entre a pesquisa científica e pesquisa tecnológica, o Quadro 3 apresenta uma comparação entre estas duas pesquisas, salientando os principais aspectos, conforme Torres (2013).

Quadro 3 - Comparativo entre pesquisa científica e pesquisa tecnológica

Pesquisa Científica	Pesquisa Tecnológica
Orientada para o conhecimento	Orientada para as necessidades
Parte da busca pelo conhecimento	Parte da utilidade
Solução de perguntas	Resolve problemas práticos
Questionadora	Construtiva
Excelência	Custo benefício
Prazos mais longos	Prazos mais curtos
Admite curiosidade	Essencial definir objetivos específicos. A curiosidade pode ser um obstáculo.
Delimitação do objetivo do estudo	A interdisciplinaridade é necessária.

Fonte: Torres (2013, p. 10).

3.2. DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

Como consideram Marconi e Lakatos (2003), delimitar a pesquisa representa “estabelecer limites para a investigação”, que podem estar restritos ao assunto, à extensão e a outros aspectos relevantes para a pesquisa.

O contexto da pesquisa, envolve a replicação do experimento remoto block.ino para permitir acesso a diferentes instâncias do experimento, com base nos grupos de componentes disponíveis.

O projeto que tem como base a ampliação do número de instâncias do experimento para suprir algumas necessidades, deriva de observações já publicadas. Lima et al. (2016), destacam que, a possibilidade de oferecer o acesso a diversas instâncias do experimento remoto block.ino com conjuntos diferentes de componentes eletrônicos, pode contribuir para que um amplo número de usuários consigam acessar ao mesmo tempo instâncias diferentes para práticas didáticas no ambiente de desenvolvimento Arduino.

Além disso, como descrito por Lima et al. (2016), com a existência de múltiplas instâncias do block.ino, cada servidor do laboratório será especificado por seus metadados, englobando a descrição de sensores, atuadores, pinos, modelos de Arduino, entre outros.

Assim sendo, para complementar a replicação do block.ino foi desenvolvido um sistema que permite aos responsáveis por laboratórios, em que o experimento encontra-se localizado, cadastrar e gerenciar as instâncias deste experimento e seus respectivos conjuntos de componentes eletrônicos, disponibilizando-as para o acesso público. Desta forma, os estudantes podem selecionar, a partir dos componentes

eletrônicos disponíveis, as instâncias do block.ino que estão acessíveis para as práticas com ambiente de desenvolvimento Arduino.

3.3. COLETA E TRATAMENTO DE DADOS

A coleta de dados se refere à etapa em que se busca obter informações da realidade. Nesta fase, é definido como e onde será realizada a pesquisa, assim como a amostragem, a população, os instrumentos de coleta de dados e como serão analisados os dados obtidos. Em resumo, é a fase em que os dados são reunidos com uso de técnicas específicas (PRODANOV; FREITAS, 2013).

Nessa perspectiva, os processos de coleta de dados deste trabalho foram efetuados com a aplicação de dois questionários: (1) um questionário, nomeado de “Questionário do perfil dos alunos”, com perguntas fechadas com a finalidade de identificar o perfil da amostra (Anexo A) e, (2) um questionário intitulado “Questionário Experimento Remoto block.ino” (Anexo B), com perguntas objetivas para analisar a percepção por parte dos alunos com referência à usabilidade, percepção de aprendizagem, satisfação e utilidade dos recursos disponibilizados durante a aplicação da pesquisa.

O primeiro questionário, identificado como “Questionário do perfil dos alunos”, foi aplicado com objetivo de identificar as características da amostra da pesquisa, com intuito de analisar o perfil dos sujeitos envolvidos na pesquisa.

O segundo questionário, nomeado de “Questionário Experimento Remoto block.ino”, foi aplicado com a intenção de avaliar a utilização do sistema desenvolvido para a seleção das instâncias do experimento e quanto ao uso das instâncias do laboratório remoto block.ino, através da solução das atividades didáticas (exercícios direcionados para as instâncias e os componentes disponíveis em cada uma das mesmas), com um total de 27 questões, sendo: sete questões referentes a usabilidade do sistema e do experimento remoto, seis questões relativas a percepção de aprendizagem, sete questões sobre satisfação de uso do sistema e do experimento remoto, e seis questões referentes a utilidade da aplicação integrada ao sistema. Cada questão, deste questionário, apresentava uma afirmação com cinco alternativas de respostas com objetivo de compreender o nível de concordância que cada estudante teve em relação à questão apresentada. Além de, uma última questão dissertativa, em que os alunos descrevem pontos positivos e negativos com relação ao uso dos recursos.

Vale destacar que, este questionário foi estruturado com base nos questionários desenvolvidos e utilizados pelo professor Euan David Lindsay, da *Curtin University* na Austrália, e publicado no documento “*The Impact of Remote and Virtual Access to Hardware upon the Learning Outcomes of Undergraduate Engineering Laboratory Classes*” (LINDSAY, 2005), bem como pelo questionário utilizado pelos professores Sergio López, Antonio Carpeño e Jesús Arriaga, da *Universidad Politécnica* de Madrid, e publicado no documento “*Laboratorio remoto eLab3D: Un mundo virtual inmersivo para el aprendizaje de la electrónica*” (LÓPEZ; CARPEÑO; ARRIAGA, 2014).

Para realização do cálculo dos escores de satisfação, foi adotada uma escala do tipo *Likert* de cinco pontos (LIKERT, 1932), composta por diversos elementos em forma de afirmações, acerca dos quais deve ser exposto seu grau de satisfação e, para efetuar a análise adotou-se os seguintes valores numéricos: -2 Discorda Totalmente (DT), -1 Discordo Parcialmente (DP), 0 (zero) Sem Opinião (SO), 1 Concordo Parcialmente (CP) e 2 Concordo Totalmente (CT). Sendo que, para cada item considerou-se o número de estudantes (frequência) que assinalou cada uma das alternativas para o cálculo da porcentagem.

A Escala *Likert* consiste em um método amplamente utilizado e discutido entre pesquisadores, e que foi desenvolvido por Rensis Likert em 1932 para aferir atitudes no contexto das ciências comportamentais (SILVA JÚNIOR; COSTA, 2014). Em questionários que utilizam a Escala de *Likert*, os sujeitos da pesquisa indicam “seu nível de concordância com uma afirmação proposta em um item do questionário (assertiva atitudinal), mediante um critério que pode ser objetivo ou subjetivo” (MATTHIENSEN, 2011, p. 14).

Conforme Silva Júnior e Costa (2014, p.4), a Tabela 1 apresenta um exemplo de Escala Likert para medição de satisfação com um serviço, em cinco pontos.

Tabela 1 - Exemplo de Escala Likert

ESTOU SATISFEITO COM O SERVIÇO RECEBIDO:				
Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Não concordo, nem discordo.	Concordo parcialmente	Concordo totalmente
-2	-1	0	1	2

Fonte: Adaptado de SILVA JÚNIOR; COSTA (2014, p. 4).

De acordo com Silva Júnior e Costa (2014), a princípio a Escala *Likert* apresentava a ideia de sua aplicação com cinco pontos, com variação de discordância total até a concordância total. Porém, na atualidade existem alguns modelos do tipo *Likert* com alterações na pontuação, conforme as necessidades do pesquisador. Como enfatiza Heck (2017) a utilização da Escala *Likert* é possível efetivar a medição do nível de concordância ou não concordância com relação à afirmação apresentada em um item do questionário. A escala com cinco níveis de respostas é o padrão mais utilizado da Escala *Likert*, no entanto, alguns pesquisadores preferem utilizar as escalas com quatro, sete ou nove níveis.

Ao utilizar uma escala *Likert* com cinco níveis de satisfação, os valores do Escore Médio (EMd) maiores do que 1,0 devem ser considerados concordantes, e os valores menores do que 1,0 devem ser considerados discordantes, visto que o ponto neutro apresentaria um valor igual a 1,0 (Heck, 2017).

Visando estimar a confiabilidade do questionário aplicado, utilizou-se o coeficiente de alfa de *Cronbach*, com intuito de proporcionar maior relevância à pesquisa. O coeficiente alfa de *Cronbach* foi apresentado por Lee J. Cronbach, em 1951. De acordo com o criador, refere-se a uma correlação média entre perguntas, onde o alfa mede a correlação entre as respostas em um questionário com base na análise do perfil das respostas oferecidas pelos participantes da pesquisa (HORA; MONTEIRO; ARICA, 2010).

Neste contexto, Welch e Comer (2006) afirmam que através do uso do alfa de *Cronbach*, a medida de confiabilidade admite que os itens (aferidos em uma escala do tipo *Likert*) medem o mesmo constructo e que estão extremamente correlacionados. Quanto aos valores de alfa, estes variam de 0 a 1,0, e quanto mais próximos de 1, maior é a consistência interna dos itens analisados. A confiabilidade da escala precisa ser adquirida sempre com os dados, de cada amostra, para assegurar a medida confiável do constructo na amostra real da investigação.

Para Hair Junior (2005) a utilização de medidas de confiabilidade, como por exemplo, o alfa de *Cronbach*, não assegura a unidimensionalidade ao questionário, porém reconhece sua existência. A unidimensionalidade corresponde a um aspecto de um grupo de indicadores que possuem somente um conceito em comum. As seguintes referências para avaliação dos coeficientes de alfa de *Cronbach*, de acordo com Quadro 4 são apresentadas por George e Mallery (2003) como regra geral.

Quadro 4 - Referências para avaliação dos coeficientes de alfa *Cronbach*

Alfa	Confiabilidade
>.9	Excelente
>.8	Bom
>.7	Aceitável
>.6	Questionável
>.5	Pobre
<.5	Inaceitável

Fonte: Adaptado de GEORGE; MALLERY (2003).

Ainda de acordo com Landis e Koch (1977), a consistência interna de um questionário pode ser avaliada conforme o valor de alfa, como expõe Tabela 2.

Tabela 2 - Consistência interna de um questionário conforme valor de Alfa

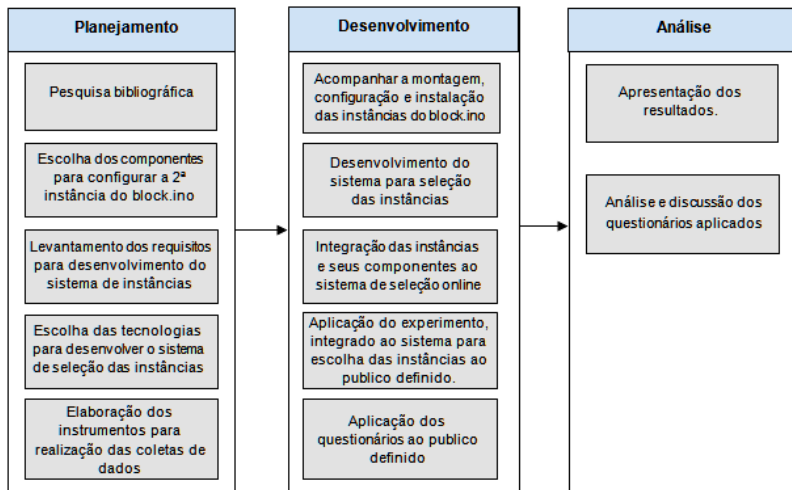
Valor de alfa	Consistência interna
Maior do que 0,80	Quase perfeito
De 0,80 a 0,61	Substancial
De 0,60 a 0,41	Moderado
De 0,40 a 0,21	Razoável
Menor do que 0,21	Pequeno

Fonte: Adaptado de LANDIS; KOCH (1977).

3.4. ETAPAS DA PESQUISA

Esta seção se propõe a apresentar as etapas realizadas para alcançar os objetivos estabelecidos nesta pesquisa. Sendo assim, optou-se pela divisão da pesquisa em três etapas: Planejamento, Desenvolvimento e Análise, e em cada etapa existem subetapas que foram levantadas para demonstrar as atividades necessárias para a finalização de cada uma das respectivas etapas. Conforme a Figura 21, as três etapas e suas respectivas subetapas são expostas.

Figura 21 - Etapas da pesquisa



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

3.4.1. Planejamento

A primeira etapa, o planejamento, está dividida em algumas subetapas que, para melhor compreensão, serão descritas a seguir.

A pesquisa bibliográfica refere-se à busca bibliográfica sobre ambientes de experimentação e relativa ao block.ino, experimento remoto utilizado neste projeto.

Na sequência, para a configuração da segunda instância do experimento remoto block.ino foi realizada a escolha do conjunto de componentes eletrônicos, principalmente, quais sensores e atuadores estariam presentes nesta instância, além da placa de Arduino, *Display* LCD e o modelo do *Raspberry* PI. Para isto, levou-se em consideração a possibilidade de usar sensores e atuadores ainda não utilizados na primeira instância do experimento presente no RExLab, como sensor de luminosidade LDR e LED RGB.

Na terceira subetapa, foram definidos alguns requisitos básicos para o desenvolvimento do sistema para selecionar as instâncias do block.ino. A partir de algumas informações pesquisadas em publicações referentes ao desenvolvimento e aperfeiçoamentos do block.ino, o sistema para selecionar as instâncias deve ter um ambiente administrativo com níveis de acessos diferentes que permita, aos

usuários cadastrados, acessar e manipular o ambiente de acordo com o seu nível de permissão.

Além disso, o ambiente administrativo deve oferecer o gerenciamento dos usuários, componentes, instâncias, instituições e da interface web, ou seja, permitir realizar atividades importantes no ambiente, como: cadastrar, consultar, editar e excluir informações conforme permissões concedidas para cada nível de acesso. Quanto à interface pública (*website*), a qual os alunos/usuário terão acesso, para selecionar com os quais componentes desejam realizar suas práticas no ambiente de desenvolvimento Arduino, esta deve apresentar, principalmente, o motor de pesquisa para efetivar a busca pelas instâncias do experimento. Igualmente, deve conter as informações sobre o experimento e primeiros passos para auxiliar nas práticas didáticas com o *block.ino*.

Na quarta subetapa foi realizada a escolha das tecnologias para desenvolver o sistema para seleção de instâncias. Uma vez que, se trata de uma aplicação cliente/servidor o qual fará uso da internet para conexão entre usuários e serviços disponíveis, optou-se por ferramentas e tecnologias direcionadas para o desenvolvimento de interfaces web. Entre estas o PHP, *Javascript*, *Bootstrap*, *CSS*, *MySQL* e o *phpMyAdmin*, ferramentas e recursos comuns a uma grande parte de aplicações em web.

A última subetapa do planejamento aborda a elaboração dos instrumentos de coleta de dados, com o intuito de conhecer os sujeitos da pesquisa, como também, buscar perceber se o sistema desenvolvido atende os objetivos para o qual foi criado e, se o experimento remoto *block.ino* e atividades desenvolvidas colaboraram de forma positiva para ensino e aprendizagem dos temas abordados.

3.4.2. Desenvolvimento

No que diz respeito à segunda etapa, o desenvolvimento, está constituída de subetapas que contribuem para evolução da pesquisa.

Inicialmente, se fez necessário o acompanhamento da montagem e instalação da réplica e, configuração das instâncias do experimento remoto *block.ino* no laboratório de pesquisas RExLab. Por se tratar de uma subetapa que demanda de mais detalhes, será apresentada adiante na seção 3.5.

Na segunda subetapa, ocorreu o desenvolvimento do sistema, envolvendo o gerenciamento das páginas que compõem este *software*. Uma vez que nesta fase se faz necessário a demonstração do sistema,

visando, também, expor que os requisitos básicos foram alcançados, este sistema será apresentado posteriormente no capítulo 4.

Na terceira subetapa do desenvolvimento, as instâncias disponíveis no laboratório REXLab foram integradas ao sistema. Nesta fase, todos os componentes eletrônicos de cada uma das instâncias foram cadastrados no sistema, assim como, o nome das instituições, *links* de acesso, tipos de componentes, nome do block.ino e situação (ativo, inativo ou análise). Após essa subetapa concluída, as instâncias estarão disponíveis para os estudantes acessarem através do *site* com uso dos campos para pesquisa de acordo com cinco variáveis (block.ino, instituição, *url* da instância, componente, aplicação do componente).

Na quarta subetapa do desenvolvimento, aconteceu a aplicação dos experimentos remotos block.ino cadastrados no sistema, e disponíveis para busca das instâncias, com as turmas de 6^a e 7^a fases do curso superior de Sistemas de Informação na ESUCRI - Escola Superior de Criciúma – Ltda, nas disciplinas de Sistemas de Informações Gerenciais e Análise e Projetos de Sistemas, respectivamente.

E por fim, na última subetapa da etapa de desenvolvimento, foi realizada a aplicação dos questionários aos alunos da subetapa anterior, com a finalidade de coletar os dados referentes ao perfil dos alunos e quanto à percepção destes alunos com relação ao uso do sistema para a busca das instâncias e ao uso do experimento remoto block.ino nas práticas didáticas propostas.

3.4.3. Análise

Finalmente a terceira etapa, a análise, é constituída por duas subetapas como mencionadas a seguir.

A primeira subetapa refere-se à apresentação dos resultados em que são retratados: o local e os sujeitos da pesquisa, as instâncias utilizadas na pesquisa e as atividades didáticas construídas para a aplicação da pesquisa.

Finalizando esta etapa, tem-se a subetapa que é responsável pela análise e discussão dos resultados obtidos nos instrumentos de coleta de dados aplicados aos estudantes, relacionados ao questionário do perfil do aluno e ao questionário referente à aplicação do experimento remoto block.ino . Por ser uma subetapa que possui certo grau de complexidade, esta será abordada posteriormente com mais ênfase no capítulo 5.

3.5. CONFIGURAÇÃO E INSTALAÇÃO DAS INSTÂNCIAS

A configuração das instâncias do block.ino envolve a montagem do laboratório remoto Arduino com o conjunto de componentes eletrônicos selecionados e demais itens que completam a estrutura do experimento remoto. Os itens que fazem parte da réplica do experimento remoto block.ino e seu custo aproximado estão expostos na Tabela 3.

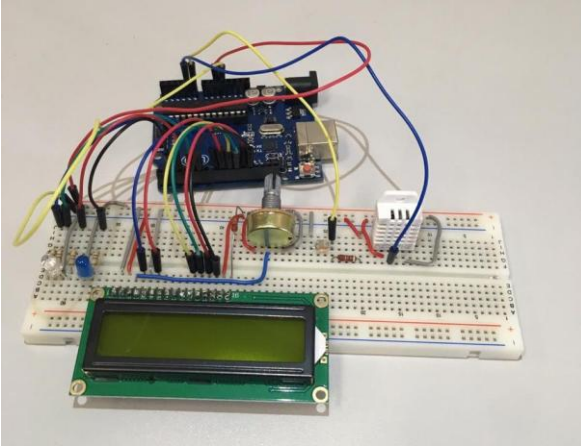
Tabela 3 - Itens para uma instância do block.ino

Itens	Qtde	Custo (R\$)
Placa Arduino Uno R3	01	54,90
<i>Protoboard</i> 840 furos	01	16,90
<i>Raspberry PI 3 Model B</i>	01	279,90
Fonte de energia	01	34,90
<i>Web Cam</i>	01	100,00
Potenciômetro	01	2,90
Resistores	04	2,40
<i>Display LCD 16x2</i>	01	16,90
Sensor de luminosidade LDR	01	1,90
Sensor Temperatura e umidade DHT11	01	15,90
LED Difuso azul	01	0,50
LED RGB	01	1,40
Case em acrílico (25 cm x 15 cm x 4 cm)	01	45,00
<i>Jumpers</i>	± 30	11,90
Barra de pinos para <i>display</i>	01	1,90
Total		587,30

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

As fases de montagem da instância do block.ino envolvem primeiramente o laboratório remoto Arduino, onde os componentes eletrônicos são conectados, como exposto na Figura 22. Isto é, com uso de uma *protoboard* e uma placa de Arduino Uno, os sensores, atuadores, LEDs e outros componentes são conectados e testados como acontece em práticas com IDE Arduino.

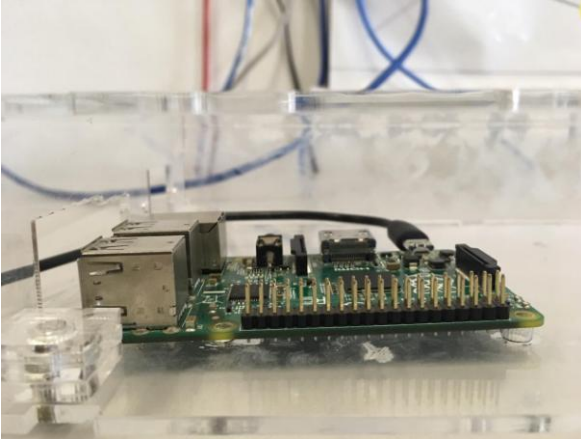
Figura 22 - Laboratório Remoto block.ino



Fonte: Elaborado pela autora (2018).

Na sequência com o *case* em acrílico montado, o microcomputador *Raspberry PI* é acomodado no interior do mesmo e, conectado a fonte de energia, a internet através de um cabo RJ-45 e a uma placa de Arduino Uno com uso de um cabo USB. A Figura 23 expõe o *Raspberry PI 3 Model B* disposto dentro do *case* em acrílico, como continuação da montagem da instância do *block.ino*.

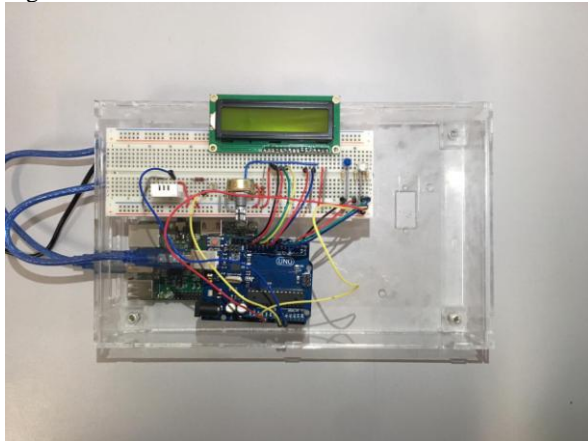
Figura 23 - Microcomputador Raspberry PI acomodado no case em acrílico



Fonte: Elaborado pela autora (2018).

Com o laboratório remoto Arduino montado com as devidas conexões, este é organizado sobre o *case* em acrílico e conectado ao *Raspberry PI* que está no interior do *case*. Como é possível visualizar na Figura 24, a placa de Arduino já está conectada ao microcomputador.

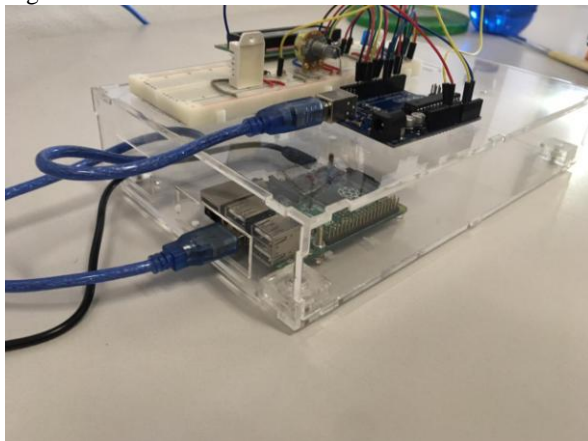
Figura 24 - Laboratório Remoto block.ino acomodado sobre o case em acrílico



Fonte: Elaborado pela autora (2018).

Conforme a Figura 25 se pode ter uma visão lateral do case em acrílico montado com *Raspberry PI* em seu interior e conectado a fonte de energia e a placa de Arduino Uno através de um cabo de USB.

Figura 25 - Laboratório Remoto block.ino montado



Fonte: Elaborado pela autora (2018).

A etapa final da instalação da instância do block.ino consiste na configuração do experimento com o uso do *Raspberry PI 3 model B* e as informações gravadas no cartão microSD que incluem a aplicação Cliente e o *Lab Server Application* para efetivar o funcionamento da aplicação. Na sequência, o experimento foi inserido na lista de experimentos disponíveis do RELLE para acesso público.

4 SISTEMA PARA SELEÇÃO DE INSTÂNCIAS

Neste capítulo, na primeira seção, são apresentadas as tecnologias utilizadas para o desenvolvimento do sistema para selecionar as instâncias do experimento remoto block.ino. Na segunda seção é exposto o módulo administrativo do sistema com suas principais telas e suas respectivas descrições. Na última seção é apresentado o módulo *website* do sistema, evidenciando a tela da página *home*, com os campos de busca para selecionar as instâncias, conforme as variáveis dispostas.

4.1. TECNOLOGIAS UTILIZADAS

O sistema proposto visando oferecer aos usuários a possibilidade de escolher entre as instâncias disponíveis do experimento remoto block.ino, foi desenvolvido utilizando as seguintes tecnologias:

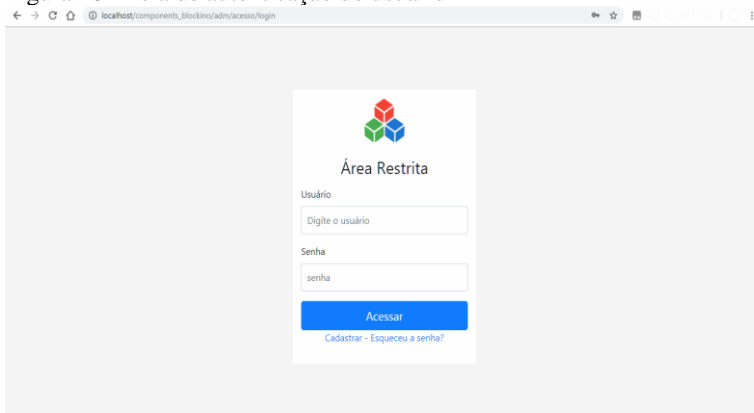
- **PHP versão 7.2:** linguagem de *script open source* amplamente utilizada para o desenvolvimento web e pode ser inserida dentro do HTML (PHP. NET, 2019);
- **HTML5:** *Hypertext Markup Language* versão 5, ou simplesmente, HTML5 é uma linguagem de marcação para a Web;
- **CSS3:** *Cascading Style Sheets* ou CSS são folhas de estilo que permitem adicionar estilos a um documento web;
- **Javascript:** é uma linguagem de programação *client-side* baseada em *scripts*, utilizada para controlar o *HTML* e *CSS* para manipular comportamentos nas páginas web.
- **jQuery:** é uma biblioteca com funções *Javascript* que visa facilitar o desenvolvimento de *scripts* do lado cliente de aplicações web. Sendo a biblioteca *Javascript* mais utilizada, cerca de 73,7% de todos os sites utilizam essa biblioteca (W3TECHS, 2019);
- **Bootstrap:** é um *framework* web de código-fonte aberto para desenvolvimento de componentes de interface e *front-end* para aplicações web utilizando *HTML*, *CSS* e *Javascript* (BOOTSTRAP, 2019);
- **PhpMyAdmin:** ferramenta de *software* livre escrita em PHP para administração do *MySQL* através da web. Habitualmente utilizada para gerenciamento de banco de dados, tabelas, índices,

permissões, colunas, entre outros elementos (PHPMYADMIN, 2019);

4.2. MÓDULO ADMINISTRATIVO

Com relação ao ambiente administrativo do sistema, optou-se por desenvolver um painel administrativo onde constam as principais funcionalidades para gerenciar tanto o ambiente administrativo quanto o *website*. Para acessar o módulo administrativo do sistema, com uso do endereço: <http://components.blockino.ufsc.br/adm/>, é necessário inserir os dados do usuário cadastrado, como demonstra a Figura 26.

Figura 26 - Tela de autenticação do usuário



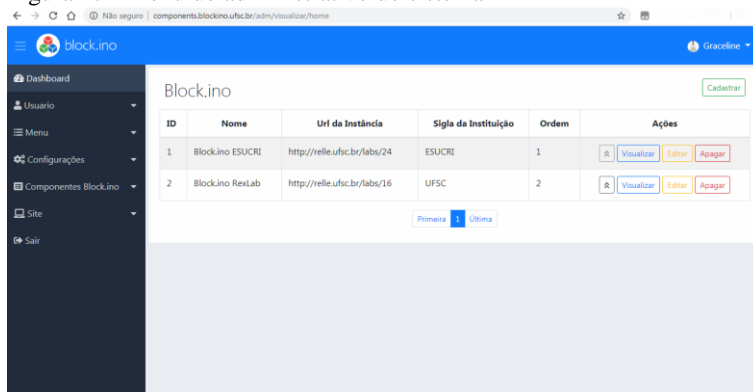
Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Na sequência serão apresentadas as principais páginas do modelo administrativo, com suas respectivas descrições, para melhor compreensão do funcionamento do sistema.

O painel administrativo é composto por um menu lateral, com uma lista submenus, que pode ser alterado de acordo com a preferência do desenvolvedor, ou seja, os itens do menu podem ser incluídos ou excluídos para modificar o acesso e visualização das informações do sistema.

Na Figura 27 pode ser visualizada a tela inicial do ambiente administrativo, com o menu à esquerda e no canto superior esquerdo o logotipo do block.ino. Ainda, no canto superior direito o usuário que está conectado ao painel administrativo, e na parte central da tela são exibidos as instâncias do block.ino cadastradas no sistema até então.

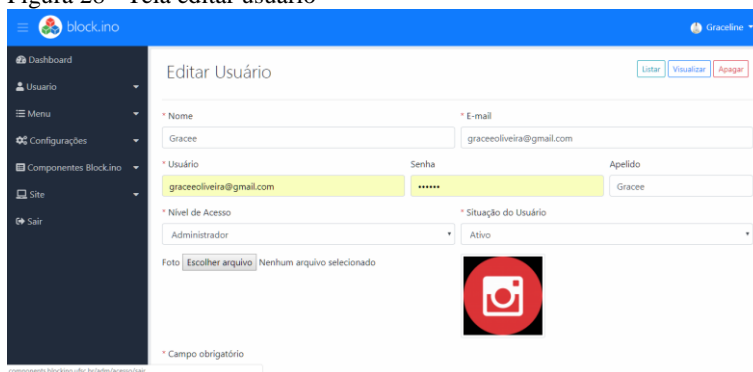
Figura 27 - Menu do administrativo do sistema



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Os dados do usuário que está online no ambiente podem ser editados, ao clicar na seta ao lado de seu nome no canto superior direito. A Figura 28 ilustra a tela para editar as informações do usuário. Vale lembrar que, os dados dos usuários podem ser alterados pelo nível de acesso mais elevado, denominado “super administrador”.

Figura 28 - Tela editar usuário



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Com relação aos níveis de acesso para os usuários do ambiente administrativo do sistema, até o presente existem quatro tipos de níveis de acesso, sendo: (1) Super Administrador, que possui o acesso total ao sistema, uma vez que é responsável pelo sistema, (2) Administrador, que é direcionado aos responsáveis pelas instâncias do block.ino, (3) Colaborador, que tem seu nível de permissão abaixo do administrador, e

(4) Assistente, que possui o menor nível de acesso autorizado pelo administrador ou colaborador. Os acessos às páginas e ações existentes no sistema, somente podem ser liberados pelo “super administrador”, conforme a necessidade ou de acordo com as atribuições do usuário ao ser cadastrado no sistema.

Vale destacar, que ao lado dos nomes do nível de acesso, estão os botões: Permissão, que lista as permissões do usuário conforme seu nível de acesso; Visualizar, que apresenta informações do usuário; Editar, onde é possível editar o nome do nível de acesso e por fim, Apagar para deletar o nível de acesso cadastrado. Na parte superior direita estão os botões de sincronizar, para atualizar os níveis de acesso ao sistema após modificações, e cadastrar, para inserir novos níveis de acesso. Estas informações descritas podem ser observadas conforme Figura 29.

Figura 29 - Tela listar níveis de acesso ao sistema

ID	Nome	Ordem	Ações
1	Super Administrador	1	Permissão Visualizar Editar Apagar
2	Administrador	2	Permissão Visualizar Editar Apagar
3	Colaborador	3	Permissão Visualizar Editar Apagar
4	Assistente	4	Permissão Visualizar Editar Apagar

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Como informado anteriormente, ao clicar no botão “Permissão”, uma lista com as páginas é apresentada e o usuário pode visualizar se sua permissão a determinada ação está como “Liberado” ou “Bloqueado”. Caso o usuário tenha nível de acesso que permita alterar o *status* destas permissões, poderá fazê-lo clicando sobre o ícone verde de “Liberado” ou vermelho de “Bloqueado”.

Na coluna “*Dropdown*” o usuário pode optar entre ativar e desativar esta funcionalidade. Na coluna “Ordem”, se pode verificar a ordem das páginas, e na coluna “Ações” está os botões de “Editar” para realizar modificações referentes a configurações destas páginas. Ao lado

do botão editar se encontra o botão para alterar a ordem da página na lista de permissões.

Na Figura 30 é possível verificar estas informações descritas com relação à tela de permissões dos usuários, de acordo com seu nível de acesso ao sistema.

Figura 30 - Lista de permissões dos usuários

ID	Página	Permissão	Menu	Dropdown	Ordem	Ações
1	Home	Liberado	Liberado	Não	1	Editar X
55	Liberar Menu	Liberado	Bloqueado	Sim	1	Editar X
59	Liberar Dropdown no menu	Liberado	Bloqueado	Sim	1	Editar X
63	Alterar Ordem do Menu	Liberado	Bloqueado	Sim	1	Editar X
67	Sincronizar Páginas	Liberado	Bloqueado	Sim	1	Editar X
125	Editar ícone do menu	Liberado	Bloqueado	Sim	1	Editar X
133	Cadastrar Menu	Liberado	Bloqueado	Sim	1	Editar X
71	Login	Liberado	Bloqueado	Sim	2	Editar X
2	Usuarios	Liberado	Liberado	Sim	2	Editar X
3	Nível de acesso	Liberado	Liberado	Sim	3	Editar X
4	Páginas	Liberado	Liberado	Sim	4	Editar X
5	Menu	Liberado	Liberado	Sim	5	Editar X

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Partindo do princípio que o ambiente administrativo deve gerenciar as páginas e ações que fazem parte do sistema, foi implementado as quatro operações básicas utilizadas em banco de dados relacionais, denominada *CRUD* (*Create, Read, Update e Delete*) para realizar funções importantes no ambiente, como: cadastrar, consulta/listar, editar e apagar informações. Desta forma, o usuário pode manipular as informações, e conseqüentemente, estas serão alteradas no banco de dados.

Portanto, todas as páginas que fazem parte do ambiente administrativo e do *website* são cadastradas através do painel administrativo. A tela da lista de páginas é exemplificada Figura 31 que, além da lista de páginas, apresenta o endereço da página, o tipo de página (“*adms*” para administrativa, “*sts*” para *site* e “*blck*” para *block.ino*). Assim como, a coluna “Ações” com botões: “Visualizar” para verificar as informações; “Editar” para edição das informações e “Apagar” para excluir as páginas. No canto superior direito, está o botão de “Cadastrar” para incluir novas páginas ao sistema.

Figura 31 - Tela Listar Páginas

ID	Nome	Endereço	Tipo Página	Ações
1	Home	visualizar/home	adms	Visualizar Editar Apagar
2	Login	acesso/login	adms	Visualizar Editar Apagar
3	Validar Login	acesso/valida	adms	Visualizar Editar Apagar
4	Sair	acesso/sair	adms	Visualizar Editar Apagar
5	Usuarios	listar/list_usuario	adms	Visualizar Editar Apagar
6	Nível de acesso	listar/list_niv_aces	adms	Visualizar Editar Apagar
7	Páginas	listar/list_pagina	adms	Visualizar Editar Apagar
8	Menu	listar/list_menu	adms	Visualizar Editar Apagar

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

A Figura 32 e a Figura 33 representam exemplos das telas de cadastrado que fazem parte do sistema. Como citado anteriormente, todas as páginas são cadastradas através do painel do administrador, e cada página possui seus campos exclusivos para inserir informações e consequente inclusão ao sistema.

Figura 32 - Tela de Cadastrar block.ino

Cadastrar Block.ino

***** Nome

Nome do block.ino

***** Uri da Instância

Uri da instância do block.ino

***** Instituição de ensino

Selecione

***** Usuário do Block.ino

Selecione

***** Situação

Selecione

* Campo obrigatório

Cadastrar

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Figura 33 - Tela de Cadastrar Componentes do block.ino

Cadastrar Componentes do block.ino

Nome
Nome do componente

Descrição

Aplicação

Tipo de Componente
Seleção

Situação
Seleção

* Campo obrigatório

Cadastrar

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

A Figura 34 ilustra a visualização da lista de componentes, com seus respectivos detalhes, das instâncias do block.ino cadastrados no sistema. Além das ações que podem ser realizadas em cada item cadastrado, como: editar, visualizar, editar, apagar ou alterar a ordem de cada um destes componentes. Os componentes cadastrados podem ter *status* de ativo, inativo ou análise, que pode ser alterado ao clicar no botão editar.

Figura 34 - Lista de componentes do block.ino

ID	Nome	Descrição	Aplicação	Ordem	Ações
1	Uno R3	O Arduino Uno é uma plataforma de prototipagem eletrônica de hardware livre e de placa única	Ambiente de desenvolvimento integrado onde você pode escrever o seu código utilizando o bloco e a própria IDE fará todo o processo de compilação e transferência do código da interface block.ino para o microcontrolador Atmega do Uno.	1	Visualizar, Editar, Apagar
2	LDR	Sensor de luminosidade	Leitura da luz natural ou artificial do ambiente	2	Visualizar, Editar, Apagar
3	Display LCD	Display LCD 16x2	Apresentar os dados compilados	3	Visualizar, Editar, Apagar
4	Led RGB	Led compacto por três leds com cores diferentes: Red, Green e Blue.	Gear cores diferentes, além das cores vermelha, verde e azul, por meio de valores entre 0 a 255.	4	Visualizar, Editar, Apagar
5	Led	Led emite a cor branca	Accionado com intervalo de 0 a 255 para práticas de intensidade da luz emitida pelo led e piscar com	5	Visualizar, Editar, Apagar

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

A Figura 35 apresenta a tela com a lista de componentes cadastrados nas respectivas instâncias disponíveis no RELLE. As informações relativas ao nome do block.ino, url da instância, nome do

componente, tipo de componente, instituição onde está locado o block.ino, situação do componente (ativo, inativo ou análise) e os botões para visualizar, editar, apagar ou mudar a ordem na listagem são exibidas.

Figura 35 - Tela com a lista de componentes das instâncias

ID	Blockino	URL da Instância	Componentes	Tipo	Instituição	Situação	Ordem	Ações
2	Blockino ESUCRI	http://relle.ufsc.br/rlabs/24	LDR	Sensor	ESUCRI	Ativo	2	Visualizar Editar Apagar
10	Blockino ESUCRI	http://relle.ufsc.br/rlabs/24	Led Azul	Atuador	ESUCRI	Ativo	5	Visualizar Editar Apagar
6	Blockino ESUCRI	http://relle.ufsc.br/rlabs/24	Uno R3	Placa de Arduino	ESUCRI	Ativo	3	Visualizar Editar Apagar
20	Blockino ESUCRI	http://relle.ufsc.br/rlabs/24	DHT22	Sensor	ESUCRI	Ativo	14	Visualizar Editar Apagar
1	Blockino ESUCRI	http://relle.ufsc.br/rlabs/24	Display LCD	Atuador	ESUCRI	Ativo	1	Visualizar Editar Apagar
8	Blockino ESUCRI	http://relle.ufsc.br/rlabs/24	Led RGB	Atuador	ESUCRI	Ativo	4	Visualizar Editar Apagar
12	Blockino REUSAB	http://relle.ufsc.br/rlabs/16	Led Amarelo	Atuador	UFSC	Ativo	7	Visualizar Editar Apagar
16	Blockino REUSAB	http://relle.ufsc.br/rlabs/16	Led Verde	Atuador	UFSC	Ativo	10	Visualizar Editar Apagar
21	Blockino REUSAB	http://relle.ufsc.br/rlabs/16	DHT22	Sensor	UFSC	Ativo	13	Visualizar Editar Apagar
14	Blockino REUSAB	http://relle.ufsc.br/rlabs/16	Led Branco	Atuador	UFSC	Ativo	8	Visualizar Editar Apagar

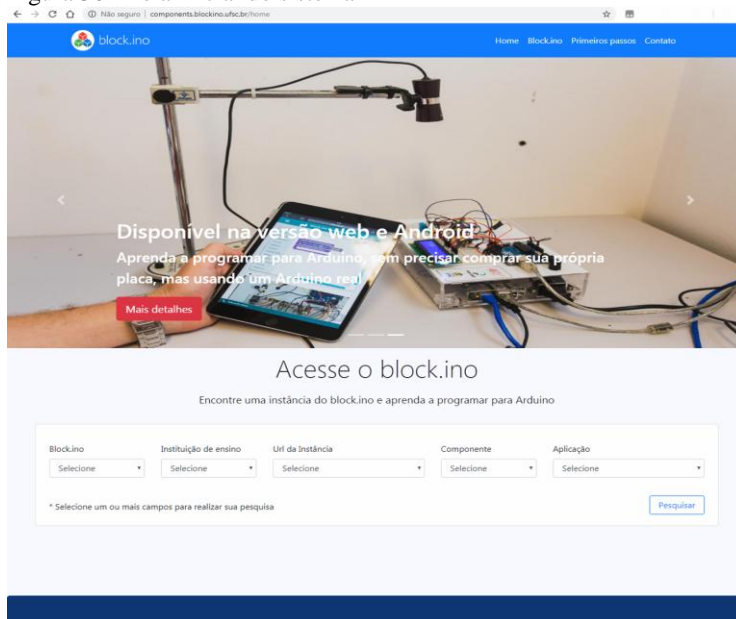
Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Além destas telas expostas, no ambiente administrativo estão páginas importantes do sistema que podem ser visualizadas, editadas ou apagadas, tais como: Tipo de componentes, Instituição de ensino, páginas do *site*, *carousel*, pergunta e resposta, sobre RELLE (*links* para acessar experimentos remotos disponíveis no RELLE), sobre o block.ino (*links* com artigos referentes ao experimento remoto).

4.3. INTERFACE WEBSITE

O *website* do sistema apresenta as páginas com informações sobre o block.ino e, principalmente, como realizar a busca pelas instâncias cadastradas no ambiente do sistema. Este *website* pode ser acessado através do endereço web: <http://components.blockino.ufsc.br/>. A Figura 36, exhibe no canto superior esquerdo o ícone do block.ino, e um menu, no canto superior esquerdo, com acesso as páginas *home*, block.ino, primeiros passos e contato.

Figura 36 - Tela inicial do sistema



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

A principal função do sistema, o motor de busca, está disponível na página *Home*, em que estão dispostos cinco campos de pesquisa com variáveis diferentes: (1) *block.ino*, para encontrar instância pelo nome do *block.ino*; (2) Instituição de ensino, para acessar o *block.ino* com base no nome da instituição onde está localizado a instância, (3) *Url* da Instância, para selecionar a instância através de seu endereço web, (4) Componente, com base nos componentes cadastrados no sistema e de acordo com componentes desejado para a prática didática, e (5) Aplicação, para selecionar a instância com base nas aplicações didáticas dos componentes eletrônicos do ambiente de desenvolvimento Arduino.

Após selecionar uma ou mais alternativas para encontrar uma instância disponível do *block.ino*, o usuário será encaminhado para a tela com a lista das instâncias disponíveis e um botão com nome da instância na coluna ações, o qual ao ser clicado direcionará o usuário para a interface do experimento remoto, como se pode visualizar na Figura 37.

Figura 37 - Tela de instâncias disponíveis

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Ao clicar na aba “Block.ino” o usuário será direcionado para a tela, Figura 38, com as informações referentes ao experimento remoto block.ino, que incluem: tipo, responsável pelo laboratório, contato, faixa etária, idiomas que o experimento está acessível, se requer reserva e registro, link de acesso, descrição e informação adicional.

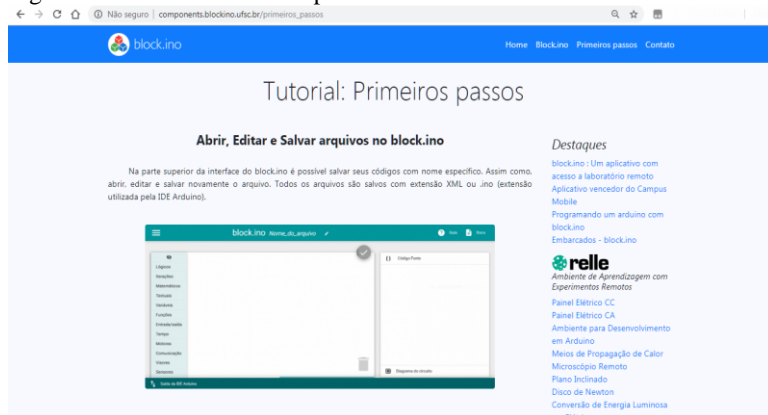
Figura 38 - Tela das informações do block.ino

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Visando auxiliar o estudante na execução dos exercícios propostos por professores, ou para auxiliar o uso dos componentes disponíveis nas instâncias do experimento remoto, a página “Primeiros passos”, foi criada. Como exemplificada na Figura 39, a tela de primeiros passos apresenta um tutorial passo a passo com imagens e

descrições referentes a cada situação ou aplicações, incluindo desde a manipulação de arquivos ao uso dos componentes eletrônicos das instâncias, como sensores e atuadores:

Figura 39 - Tela de Primeiros passos



Tutorial: Primeiros passos

Abrir, Editar e Salvar arquivos no block.ino

Na parte superior da interface do block.ino é possível salvar seus códigos com nome específico. Assim como, abrir, editar e salvar novamente o arquivo. Todos os arquivos são salvos com extensão XML ou .ino (extensão utilizada pela IDE Arduino).

Destaques

- block.ino - Um aplicativo com acesso a laboratório remoto
- Aplicativo vencedor do Campus Mobile
- Programando um arduino com block.ino
- Embarcados - block.ino
- rele** Ambiente de Aprendizagem com Experimentos Remotos
- Painel Elétrico CC
- Painel Elétrico CA
- Ambiente para Desenvolvimento em Arduino
- Meios de Propagação de Calor
- Microscópio Remoto
- Plano Inclinado
- Disco de Newton
- Conversão de Energia Luminosa em Elétrica

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Este capítulo busca descrever inicialmente o local e os sujeitos da pesquisa. Na seção seguinte, refere-se às instâncias do experimento remoto block.ino usados nesta pesquisa. Na terceira seção, são descritas as atividades didáticas construídas para aplicação desta pesquisa. Na quarta seção é apresentada a análise e discussão dos resultados expondo as interpretações dos dados quanto ao questionário Perfil dos Alunos e ao questionário Experimento Remoto block.ino.

5.1. LOCAL E SUJEITOS DA PESQUISA

O estudo foi realizado em uma instituição de ensino superior particular, situada na cidade de Criciúma, no estado de Santa Catarina, na região sul do País. A instituição possui aproximadamente 3.480 alunos no ensino superior, abrangendo os 14 cursos oferecidos na modalidade presencial. Além disso, a infraestrutura da instituição conta com mais de 9.000m² construídos entre salas de aula, laboratórios, biblioteca, estacionamento, auditório, quadra poliesportiva, academia de musculação, centro esportivo com campos de futebol suíço, centro eventos, entre outros ambientes, e ainda, dispõem de projetores multimídia, TVs, conexão à internet e banda larga.

Essa instituição de ensino é a “**ESUCRI - Escola Superior de Criciúma - Ltda.**”. A Tabela 4 demonstra mais detalhes com relação à infraestrutura e os indicadores da instituição superior.

Tabela 4 - Infraestrutura da Escola Superior de Criciúma

Infraestrutura	Indicadores	
Laboratórios de informática	06	Total de alunos matriculados = 3480
Internet e banda larga	Sim	
Laboratórios de ciências	05	
Alunos matriculados no curso de Sistemas de Informação	272	
Alunos matriculados em todos os cursos superiores presenciais	3208	
Computadores para uso dos alunos nos laboratórios	160	
Computadores para uso dos alunos na biblioteca	17	
Computadores para uso dos alunos, para consultas, nas unidades da instituição.	10	

Fonte: FACULDADES ESUCRI (2019).

Esta pesquisa foi desenvolvida durante o ano letivo de 2018 e contemplou alunos do curso superior de Sistemas de Informação da ESUCRI.

Os sujeitos da pesquisa foram alunos cursando a disciplina de Sistemas de Informações Gerenciais, referente à 6ª fase do curso, e alunos presentes na disciplina de Análise e Projeto de Sistemas, relativa à 7ª fase do curso, ambas no período noturno. Deste modo, foram duas turmas, com um total de 41 alunos respondentes.

Para realização da presente pesquisa, além do apoio dos professores das disciplinas, também foi muito importante e fundamental o apoio da coordenação do curso superior de Sistemas de Informação da instituição, que contribuiu de forma decisiva para a realização da mesma, bem como, o suporte técnico recebido do RExLab da UFSC, pois sem esses apoios esta pesquisa não seria viabilizada.

As turmas participantes da pesquisa foram escolhidas, principalmente, de acordo com o interesse dos professores das disciplinas em apresentar aos seus alunos a experimentação remota, e em particular, envolvê-los em uma atividade com um experimento remoto com ambiente de desenvolvimento Arduino, uma vez que, estes alunos não tiveram contato anterior com a plataforma de programação Arduino ou robótica em disciplinas do curso.

Diante deste cenário, a aplicação da pesquisa visando a utilização do sistema para escolha das instâncias do experimento remoto block.ino, contribuiu não somente para os alunos realizarem atividades didáticas em um ambiente de desenvolvimento Arduino através da internet com componentes reais, mas também, apresentar aos sujeitos da pesquisa os laboratórios de experimentação remota.

A aplicação da pesquisa ocorreu em duas datas distintas, sendo uma data para cada turma participante, que serão descritas na sequência.

A aplicação da pesquisa ocorreu primeiramente na disciplina de Análise e Projeto de Sistemas, relativa à 7ª fase do curso, com um total de dez alunos presentes na aula neste dia. Entre os respondentes da pesquisa estavam nove alunos da 7ª fase e um aluno da 8ª fase do curso. Inicialmente, os alunos foram apresentados ao experimento remoto block.ino, visando expor seu ambiente para as práticas didáticas da pesquisa, e em seguida, foi demonstrada a interface do sistema objetivando a seleção das instâncias do block.ino disponíveis no ambiente do RELLE.

Durante a etapa de utilização das instâncias do block.ino, os alunos tentaram acessar ao mesmo tempo o ambiente do experimento remoto. Como consequência, o acesso ao ambiente da aplicação ficou

sobrecarregado, originando alguns problemas para realização das práticas didáticas propostas. Mesmo com duas instâncias, a fila deve ser respeitada e se o aluno tenta acessar o experimento que está sendo utilizado, o mesmo deve aguardar o atual usuário desconectar-se do experimento ou o tempo da atual sessão finalizar.

Na sequência, em outra data pré-estabelecida, aconteceu a segunda aplicação da pesquisa. Nesta ocasião foi solicitado aos alunos que formassem equipes para realização das práticas propostas e que o acesso às instâncias do experimento remoto deveria ocorrer conforme o número de instâncias do block.ino disponíveis, ou seja, de duas em duas equipes. Deste modo, foram evitados problemas que aconteceram no primeiro dia de aplicação dos recursos, ou seja, que vários acessos simultâneos ao mesmo tempo às instâncias prejudicassem a execução das atividades no ambiente de desenvolvimento Arduino do block.ino e, utilização dos atuadores e sensores de cada instância do experimento.

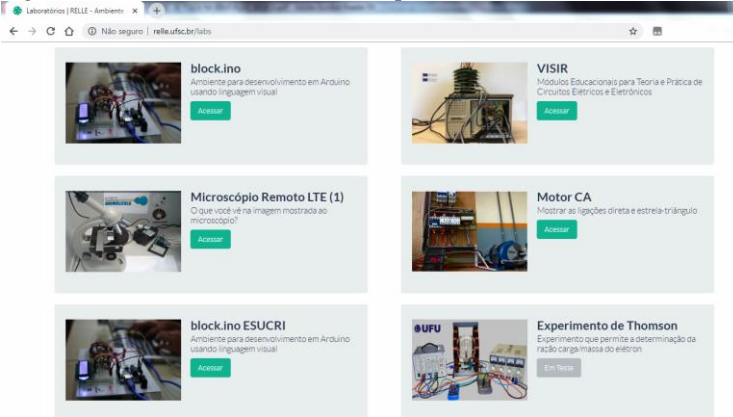
Os sujeitos da pesquisa foram alunos presentes na disciplina de Sistemas de Informações Gerenciais referente à 6ª fase do curso superior de Sistemas de informação, com um total de 31 participantes respondentes. Primeiramente, os alunos conheceram a interface do experimento remoto block.ino, com a finalidade de apresentar seu ambiente de desenvolvimento em Arduino, e na sequência, o sistema para seleção das instâncias foi demonstrado visando sua utilização durante as práticas didáticas com o block.ino.

Em ambas as aplicações, foi solicitado aos alunos que acessassem o endereço eletrônico do sistema proposto para selecionar as instâncias, e com base na lista de exercícios sugerida, realizassem a busca pela instância a qual contêm os componentes necessários para a realização das práticas didáticas com uso do experimento remoto block.ino.

As instâncias do laboratório remoto block.ino foram desenvolvidos no âmbito do GT-MRE do RExLab da UFSC, e estão disponíveis para acesso através do RELLE. Estes laboratórios remotos podem ser acessados de forma gratuita através do endereço eletrônico do GT-MRE: <http://gtmre.ufsc.br/> ou utilizando o endereço eletrônico do RELLE: <http://relle.ufsc.br/>, em qualquer horário e local.

A Figura 40 ilustra as duas instâncias do experimento remoto block.ino disponíveis para acesso nestes ambientes.

Figura 40 – Instâncias do block.ino disponíveis no GT-MRE/RELLE



Fonte: Adaptado de RELLE (2018).

5.2. INSTÂNCIAS DO EXPERIMENTO REMOTO BLOCK.INO UTILIZADOS NA PESQUISA

Como descrito anteriormente, para esta pesquisa foi configurada e implementada mais uma instância do laboratório remoto block.ino para alcançar o objetivo principal da mesma. Sendo assim, duas instâncias foram utilizadas nesta pesquisa: (1) instância do block.ino já disponível no laboratório RexLab e disponível ao público para acesso via web no ambiente do RELLE através do endereço eletrônico: <http://relle.ufsc.br/labs/16>; e uma segunda instância do experimento planejada e configurada para realização desta pesquisa, que posteriormente foi acrescentada ao ambiente de aprendizagem com experimentos e disponibilizado para acesso público através do endereço eletrônico: <http://relle.ufsc.br/labs/24>. Por sua vez, estas duas instâncias foram cadastradas no sistema proposto, com todas as suas informações, para que os alunos consigam acessar a instância conforme os componentes pertinentes à realização das práticas didáticas.

O laboratório remoto block.ino tem por características principais auxiliar o processo de ensino aprendizagem de lógica de programação, robótica e eletrônica básica com uso da linguagem visual construída por blocos. Com uso do ambiente de desenvolvimento Arduino os alunos podem realizar práticas didáticas remotamente utilizando os componentes eletrônicos disponíveis, como se utilizassem a IDE Arduino em um laboratório físico com os mesmos componentes.

A instância do block.ino presente no laboratório de pesquisa RexLab, antes do desenvolvimento desta pesquisa, possui um conjunto de componentes eletrônicos comuns e habitualmente utilizados em práticas iniciais com a programação Arduino. Como forma de ampliar essas práticas iniciais com ambiente Arduino, e também, oferecer novos aprendizados com alguns componentes diferenciados, uma vez que, existe um número limitado de saídas e entradas digitais e analógicas da placa de Arduino Uno R3, optou-se por replicar o experimento remoto com a montagem e implementação de mais uma instância, com alguns componentes ainda não utilizados anteriormente.

Para melhor compreensão e visualização dos componentes existentes nas duas instâncias do experimento remoto block.ino, o Quadro 5 apresenta os itens que fazem parte deste projeto.

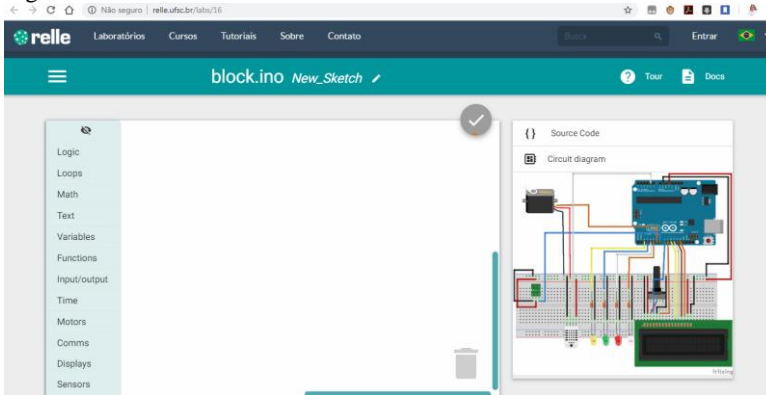
Quadro 5 – Componentes das instâncias do block.ino

block.ino original (modelo)		block.ino replicado	
Componente	Qtde	Componente	Qtde
Placa Arduino Uno R3	01	Placa Arduino Uno R3	01
Protoboard	01	Protoboard	01
Raspberry PI 2 model B	01	Raspberry PI 3 Model B	01
Web Cam	01	Web Cam	01
Fonte de energia	01	Fonte de energia	01
Potenciômetro	01	Potenciômetro	01
Resistores	04	Resistores	04
Display LCD 16x2	01	Display LCD 16x2	01
Servo Motor	01	Sensor de luminosidade LDR	01
Sensor Temperatura e umidade DHT11	01	Sensor Temperatura e umidade DHT11	01
Sensor de Hall	01	LED Difuso azul	01
LEDs Difusos (amarelo, verde, vermelho, branco).	04	LED RGB	01
Case em acrílico (25 cm x 15cm x 4cm)	01	Case em acrílico (25 cm x 15cm x 4cm)	01
Jumpers	± 30	Jumpers	± 26

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

A Figura 41 apresenta a interface da instância presente no RELLE antes desta pesquisa, acessível pelo endereço eletrônico: <http://relle.ufsc.br/labs/16> ou <http://app.blockino.ufsc.br/>.

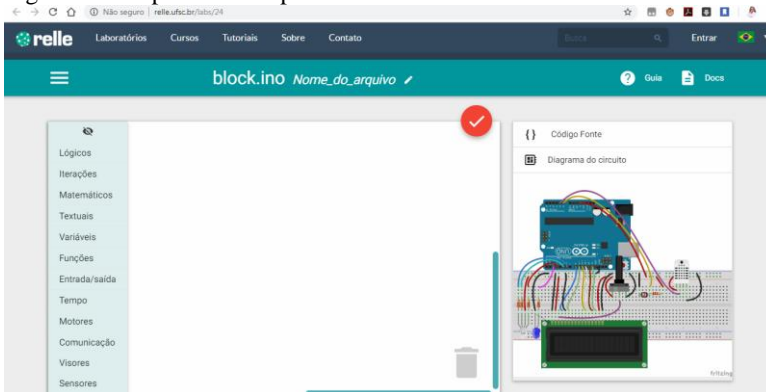
Figura 41 – Primeiro block.ino



Fonte: RELLE (2018).

No que diz respeito à interface da segunda instância do block.ino, acessível pelo endereço eletrônico: <http://relle.ufsc.br/labs/24> ou <http://app.blockino.ufsc.br/esucrj>, que a partir desta pesquisa está presente no RELLE, pode ser observada na Figura 42.

Figura 42 - Experimento replicado do block.ino



Fonte: RELLE (2018).

No ambiente do GT-MRE estão disponibilizados alguns cursos direcionados aos laboratórios remotos, para os alunos e professores, ou ainda, outros usuários acessem e realizem as práticas com os experimentos remotos. Para iniciar as práticas no ambiente de desenvolvimento Arduino com experimento remoto block.ino, está disponível através do endereço eletrônico:

<http://gt-mre.ufsc.br/moodle/course/view.php?id=19>, o curso intitulado “Controlando LEDs com Arduino”, que tem por finalidade ensinar os conceitos básicos sobre a plataforma Arduino, os pinos de algumas placas e, como usar as funções para acionar as portas digitais com uso de LEDs.

5.3. PRÁTICAS DIDÁTICAS CONSTRUIDAS PARA A PESQUISA

Com a intenção de proporcionar aos alunos, participantes da pesquisa, algumas atividades para que estes aprendam ou pratiquem a programação em Arduino com uso da ambiente de desenvolvimento do experimento, foram desenvolvidos alguns exercícios didáticos, direcionados às duas instâncias e seus respectivos componentes eletrônicos, que estes alunos devem solucionar.

Estas práticas didáticas envolvem duas listas de exercícios intituladas: “Questões para resolver com as instâncias do block.ino”, sendo que, foram divididas em versão “A” e versão “B”, ou seja, uma versão cada instância do block.ino.

Deste modo, os alunos podem acessar a instância relativa aos componentes necessários para a resolução dos exercícios, com uso do sistema de seleção de instâncias.

A versão “A” da lista de exercícios contem seis questões, enquanto a versão “B” da lista de exercícios compreendem cinco questões para realização de atividades no ambiente de desenvolvimento em Arduino do aplicativo.

Estas duas versões das listas de exercícios incluem práticas com LEDs, sensores e atuadores, além do uso de blocos de várias categorias do menu do block.ino, entre estas categorias estão: Iterações, Lógicos, Matemáticos, Variáveis, Comunicação, Sensores, Visores e, principalmente, Entrada/Saída. Tanto a versão “A”, quanto a versão “B” da lista de exercícios estão disponíveis no apêndice A e no apêndice B, respectivamente.

5.4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS QUESTIONÁRIOS

Nesta seção são apresentados os resultados relativos à terceira etapa da pesquisa, denominada na metodologia da pesquisa como “Coleta de Dados”, que diz respeito à elaboração e aplicação dos instrumentos de coleta de dados. A coleta de dados foi efetivada a partir da aplicação de dois questionários intitulados: “Questionário do Perfil

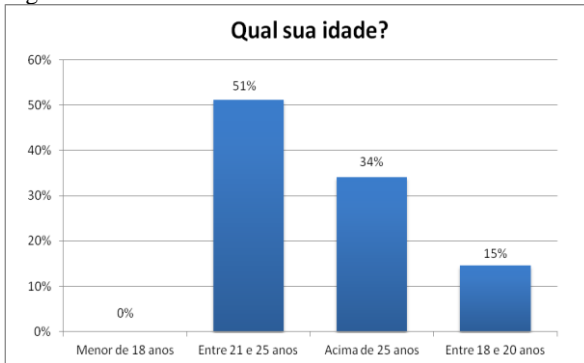
dos Alunos” e “Questionário Experimento Remoto block.ino”, os quais terão seus dados apresentados e discutidos a seguir.

5.4.1. Interpretação dos dados do questionário “Perfil dos Alunos”

O questionário aplicado “Perfil dos Alunos” (Anexo A) teve como finalidade a identificação do perfil dos alunos participantes da pesquisa. Essa amostra foi constituída por 41 alunos de turmas da 6ª e 7ª fases do curso superior de Sistemas de Informação, de uma instituição de ensino superior particular, do município de Criciúma, sul do estado de Santa Catarina.

A Figura 43 ilustra a distribuição dos alunos por faixa etária. Pode-se perceber que 51% dos alunos estão na faixa etária entre 21 e 25 anos, 34% estão acima de 25 anos, enquanto 15% dos alunos estão na faixa etária entre 18 e 20 anos.

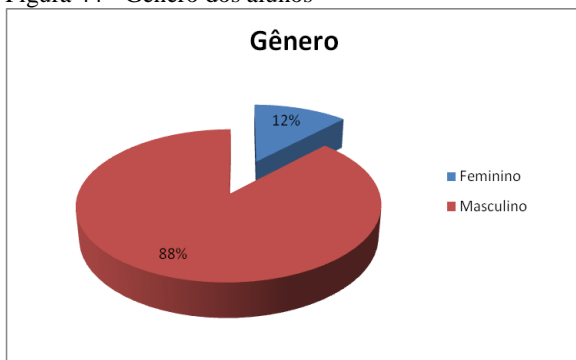
Figura 43 - Faixa etária



Fonte: Elaborador pela autora (2018).

A Figura 44 apresenta os percentuais dos alunos quanto ao gênero. Pode se observar que 88% dos participantes da pesquisa são do sexo masculino, enquanto 12% pertencem ao sexo feminino.

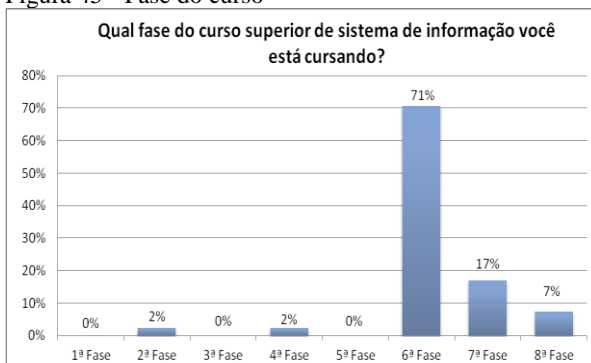
Figura 44 - Gênero dos alunos



Fonte: Elaborador pela autora (2018).

Na Figura 45 são expostos os dados quanto à fase do curso superior que os alunos estão matriculados. Verificou-se que 71% dos alunos estavam cursando a 6ª fase, 17% a 7ª fase, enquanto 7% estavam na 8ª fase do curso, e 2% dos respondentes eram da 2ª e 4ª fases do curso superior de Sistemas de Informação.

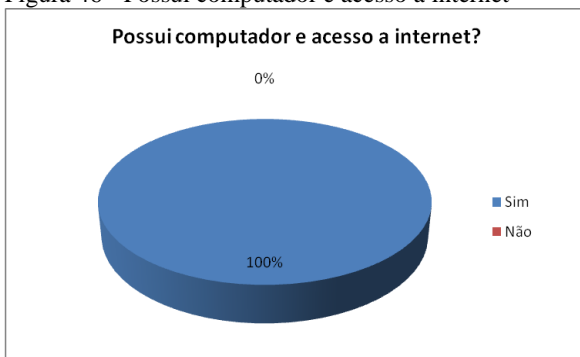
Figura 45 - Fase do curso



Fonte: Elaborador pela autora (2018).

Quando indagados se possuíam computador e acesso à internet, como pode ser observado na Figura 46, 100% dos alunos participantes responderam que “Sim”.

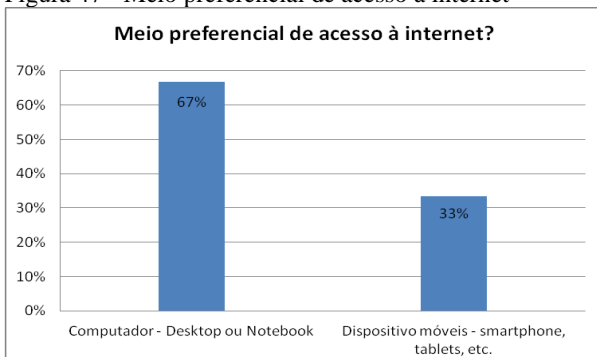
Figura 46 - Possui computador e acesso a internet



Fonte: Elaborador pela autora (2018).

Na Figura 47, foram agrupados os dados relativos ao meio preferencial de acesso à internet utilizado pelos alunos. Como demonstra a imagem, 67% dos alunos utilizam o computador (*desktop* ou *notebook*) para acessar a internet e 33% utilizam dispositivos móveis (*smartphones*, *tablets*, entre outros).

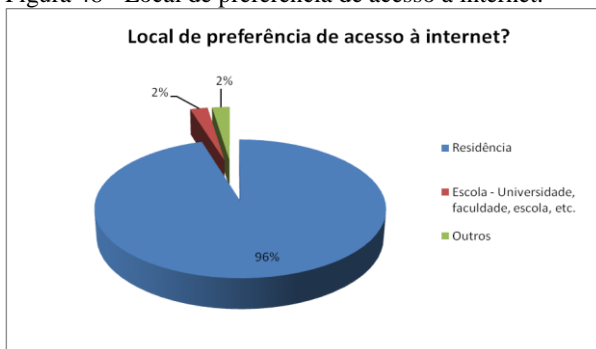
Figura 47 - Meio preferencial de acesso à internet



Fonte: Elaborador pela autora (2018).

Quanto ao local que os respondentes preferem acessar a internet, como apresenta a Figura 48, 96% dos alunos acessam a internet de sua residência, enquanto apenas 2% usam o ambiente de ensino e outros locais para se conectarem a internet.

Figura 48 - Local de preferência de acesso à internet.



Fonte: Elaborador pela autora (2018).

Na Figura 49, os alunos responderam sobre a frequência que acessam a internet. Neste sentido, como se pode observar 100% dos alunos informaram que acessam a internet várias vezes ao dia.

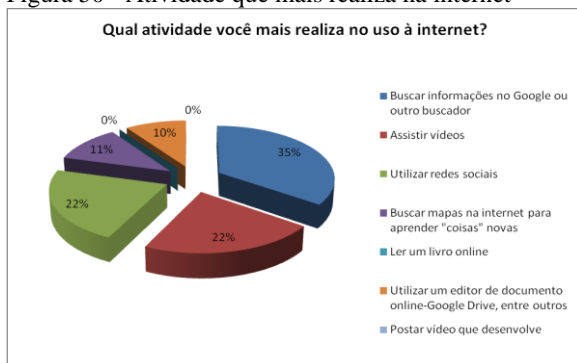
Figura 49 - Frequência que acessam a internet



Fonte: Elaborador pela autora (2018).

Como ilustra a Figura 50, estão agrupados os dados quanto à atividade que os alunos participantes da pesquisa mais realizam ao acessar a internet. Verificou-se que 35% dos alunos utilizam o *Google* ou outro buscador para procurar por informações, 22% usam a internet para assistir vídeos e utilizar a rede social. Enquanto 11% dos alunos acessam a internet para buscar mapas para aprender “coisas” novas, e 10% destes alunos responderam que usam a internet para utilizar um editor de documento online, *Google Drive*, entre outros.

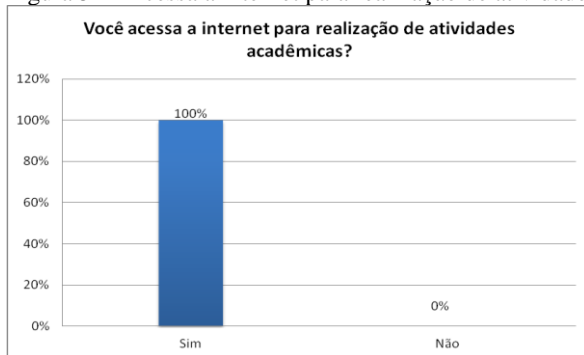
Figura 50 - Atividade que mais realiza na internet



Fonte: Elaborador pela autora (2018).

Na Figura 51, os alunos foram indagados se acessam a internet para realização de atividades acadêmicas. Como pode se observar 100% dos alunos participantes responderam que “Sim”.

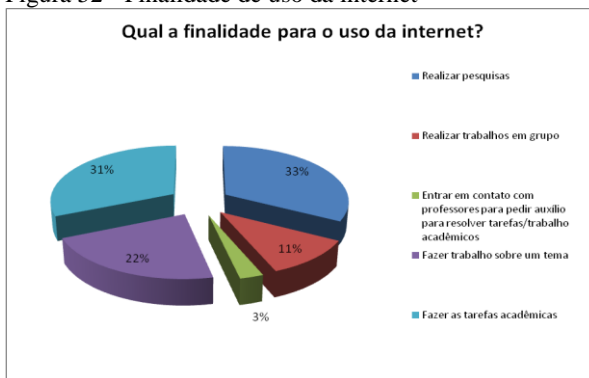
Figura 51 - Acessa a internet para realização de atividades acadêmicas



Fonte: Elaborador pela autora (2018).

Na Figura 52, são apresentados os dados dos alunos com relação à finalidade do uso da internet. Como é possível perceber, 33% dos alunos usam a internet para realizar pesquisas, 31% desses alunos utilizam a internet para fazer tarefas acadêmicas, 22% fazem uso da internet para fazer trabalho sobre um tema, 11% usam a internet para realizar trabalhos em grupo, e apenas 3% utilizam a internet para entrar em contato com professores para pedir auxílio para resolver tarefa/trabalho acadêmicos.

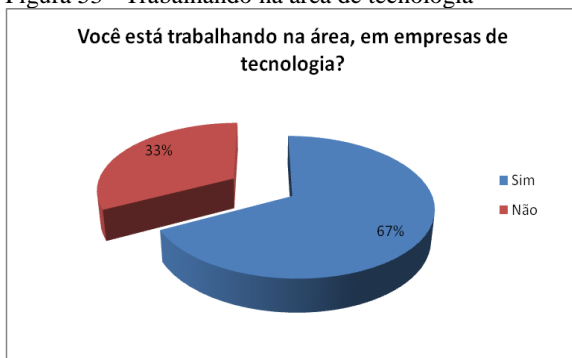
Figura 52 - Finalidade de uso da internet



Fonte: Elaborador pela autora (2018).

Na Figura 53 estão agrupados os dados dos alunos quando questionados se estão trabalhando na área de tecnologia. Entre os participantes, 67% responderam que “Sim”, e 33% responderam que “Não”.

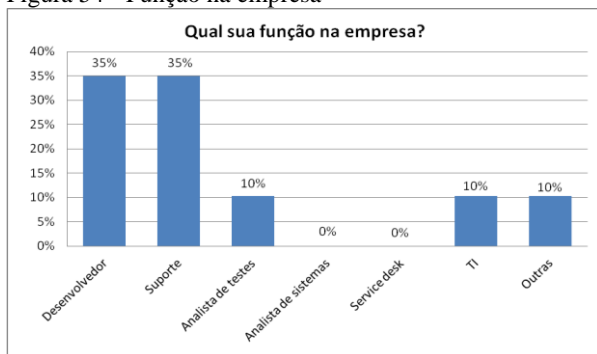
Figura 53 - Trabalhando na área de tecnologia



Fonte: Elaborador pela autora (2018).

A Figura 54, apresenta os dados dos alunos referentes à função que exercem nas empresas de tecnologia. Como pode se observar 35% dos alunos exercem a função de desenvolvedor e suporte, enquanto 10% exercem a função de analista de testes, TI e outras, nas empresas em que trabalham.

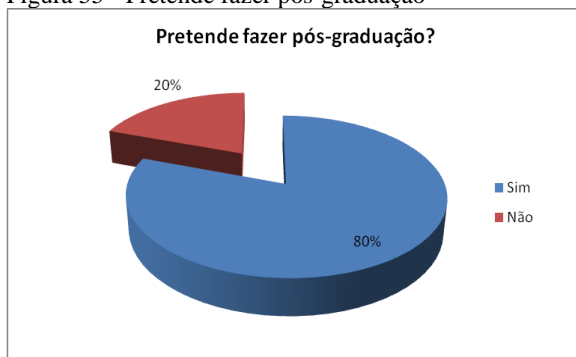
Figura 54 - Função na empresa



Fonte: Elaborador pela autora (2018).

No que diz respeito à intenção dos alunos em fazer pós-graduação, conforme a Figura 55, se pode observar que 80% dos participantes da pesquisa pretendem fazer pós-graduação, enquanto 20% não pretende fazer pós-graduação.

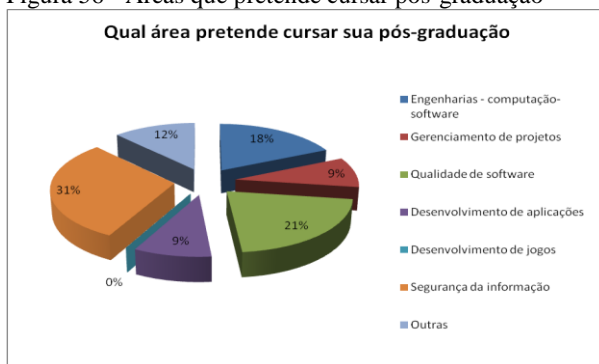
Figura 55 - Pretende fazer pós-graduação



Fonte: Elaborador pela autora (2018).

Ainda com relação à pós-graduação, conforme demonstra a Figura 56, 31% pretendem cursar pós-graduação em segurança da informação, 21% em qualidade de software, 18% em engenharias (computação, software), 12% outras áreas de pós-graduação e, 9% em gerenciamento de projetos e desenvolvimento de aplicações.

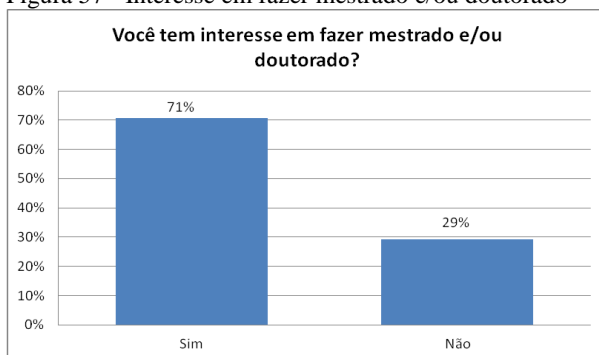
Figura 56 - Áreas que pretende cursar pós-graduação



Fonte: Elaborador pela autora (2018).

Na Figura 57, são mostrados os dados dos alunos participantes quando questionados se têm interesse em fazer mestrado e/ou doutorado. Como se pode observar 71% dos alunos responderam que “Sim”, enquanto 29% dos alunos responderam que “Não” tem interesse em fazer mestrado e/ou doutorado.

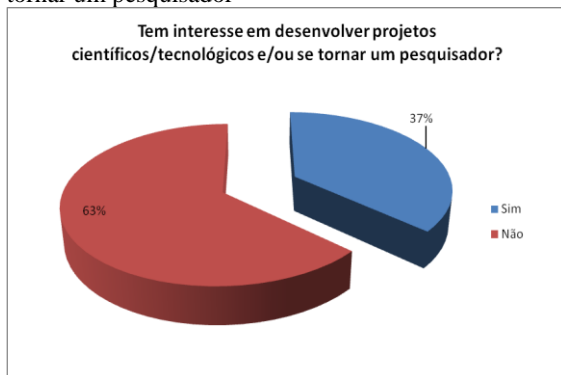
Figura 57 - Interesse em fazer mestrado e/ou doutorado



Fonte: Elaborador pela autora (2018).

No entanto, quando os participantes foram questionados se têm interesse em desenvolver projetos científico-tecnológicos e/ou se tornar um pesquisador, conforme a Figura 58, 63% dos alunos responderam que “Não” e, 37% dos alunos responderam que “Sim”:

Figura 58 - Interesse em desenvolver projetos científico-tecnológicos e/ou se tornar um pesquisador



Fonte: Elaborador pela autora (2018).

5.4.2. Interpretação dos dados do questionário “Experimento Remoto Block.ino”

O questionário “Experimento Remoto block.ino” foi aplicado aos alunos matriculados na disciplina de Sistemas de Informações Gerenciais, referente 6ª fase, e alunos matriculados na disciplina de Análise e Projeto de Sistemas relativa a 7ª fase do curso superior de Sistemas de Informação de uma instituição de ensino superior particular do sul do estado de Santa Catarina. O número de respondentes foi 41 alunos, incluindo estas fases do curso. Este número representa 91% (31 alunos) e 77% (10 alunos) do total de alunos matriculados nestas disciplinas da 6ª e 7ª fases, respectivamente.

O questionário de avaliação do sistema e do experimento remoto compreendeu 26 questões elaboradas de acordo com o modelo de uma escala aditiva tipo *Likert* de cinco pontos, com o propósito de perceber qual a opinião dos alunos com relação ao uso do sistema para selecionar as instâncias do experimento e a utilização da experimentação remota como ferramenta para auxiliar o processo de aprendizado sobre programação Arduino e robótica. Nas questões que acompanham os itens das respostas foram avaliados com pesos de -2 a 2. Neste caso, os alunos participantes exteriorizam seu grau de concordância ou de rejeição a partir de uma escala com pontuações definidas Tabela 5.

Tabela 5 - Escala de valores numéricos com pontuações definidas

Discordo Totalmente (DT)	Discordo Parcialmente (DP)	Sem Opinião (SO)	Concordo Parcialmente (CP)	Concordo Totalmente (CT)
-2	-1	0	1	2

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

A análise dos resultados apresentados nesta seção, inicialmente expõe a relação entre as informações de subescalas em uma análise geral. Na sequência os dados em cada subescala do questionário são analisados individualmente. Com relação às subescalas exploradas pelo questionário de aplicação do experimento remoto, estas correspondem a quatro critérios: (1) Usabilidade, (2) Percepção de aprendizagem, (3) Satisfação e, (4) Utilidade. Esses critérios são detalhados no Quadro 6.

Quadro 6 - Subescalas avaliadas e suas descrições

Subescala	Descrição
Usabilidade	Relacionado à facilidade ao usar o sistema para selecionar as instâncias e o experimento. Se não encontrou problema para executar as ações que gostaria. Se as informações disponíveis na tela auxiliaram para manipular o experimento, se o tempo disponibilizado para executar e manusear o experimento para realizar as atividades foi suficiente.
Percepção de Aprendizagem	Revela se ao utilizar a experimentação remota, o aluno evoluiu a aprendizagem, auxiliando na solução de problemas. Se ao utilizar a ferramenta o aluno teve uma melhor compreensão dos conceitos abordados quando relacionados com o cotidiano do aluno. Se todas as habilidades obtidas foram importantes para a aprendizagem.
Satisfação	Refere-se ao nível de satisfação quanto ao site para busca e acesso as instâncias e aos laboratórios remotos. Se ao utilizar o experimento a motivação do aluno aumentou para aprender mais sobre o assunto. Sobre o interesse em usar laboratórios remotos relacionados a outras áreas. Se o experimento foi relevante para o aprendizado sobre lógica e programação.
Utilidade	Relacionado ao nível de convencimento do aluno em estar realizando um experimento real e não remoto, ao manipular os experimentos. Se a ferramenta possibilita novas formas de aprender, e se o acesso a qualquer hora do dia e local pode facilitar o planejamento do tempo de estudo. Se o uso de laboratórios remotos pode melhorar desempenho em laboratório real.

Fonte: Adaptado de HECK (2017).

No tocante aos dados obtidos através do questionário, estes foram agrupados conforme as quatro subescalas citadas e, de acordo com a escala *Likert* foram apurados os escores de cada uma destas subescalas. Com o intuito de validação do questionário, abrangendo todas as questões, foi adotado o coeficiente de consistência interna alfa de *Cronbach*. Como pode se perceber a Tabela 6 apresenta os critérios de recomendação estimada pelo alfa de *Cronbach*, de acordo com Peterson (1994). Vale ressaltar que, o questionário aplicado nesta pesquisa obteve o valor de 0,89, em sua totalidade (26 questões).

Tabela 6 - Critérios de recomendação de Confiabilidade pelo alfa de *Cronbach*

Autor	Situação	Alfa de <i>Cronbach</i> considerado aceitável
Davis (1964, p.24).	Previsão para indivíduo	> 0.75
	Previsão para grupo de 25-50 indivíduos	> 0.50
	Previsão para grupo acima de 50 indivíduos	< 0.50
Kaplan e Saccuzzo (1982, p.106).	Pesquisa básica	0.7 – 0.8
	Pesquisa aplicada	0.95
Murphy e Davidshofer (1988, p.89).	Confiabilidade inaceitável	< 0.6
	Confiabilidade baixa	0.70
	Confiabilidade moderada a elevada	0.8 – 0.9
Nunnally (1978, p. 245-246).	Confiabilidade elevada	0.90
	Pesquisa preliminar	0.7
	Pesquisa básica	0.8
	Pesquisa aplicada	0.9 – 0.95

Fonte: Adaptado de PETERSON (1994).

De acordo com o Quadro 7 o coeficiente de alfa de *Cronbach* obtido para o questionário aplicado, abrangendo os 26 itens, foi de 0,89. Enquanto o Desvio Padrão para a média dos 26 itens é de 1,43, e o Coeficiente de Variação é de 19,05%.

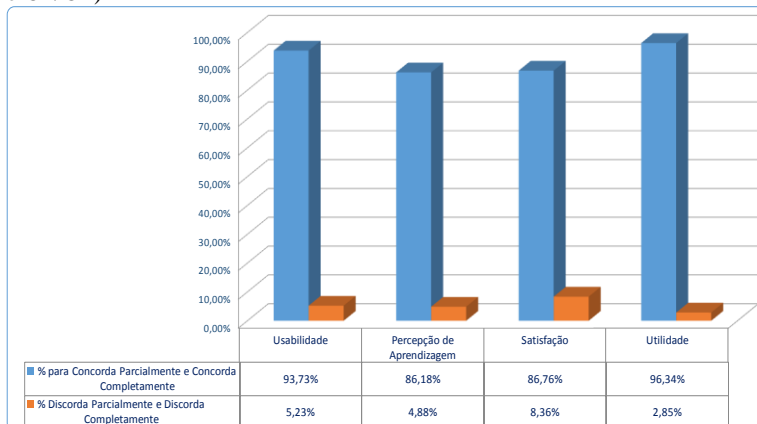
Quadro 7 - Valores gerais dos questionários em sua totalidade

Alfa de Cronbach	0,89
Média dos itens	1,43
Desvio padrão para a média dos itens	0,23
Coeficiente de variação (%) itens	19,05%

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Na Figura 59, pode se observar os valores percentuais por escala agrupados em dois grupos de dados: Concorda Parcialmente/Concorda Totalmente e Discorda Parcialmente/Discorda Totalmente. Percebe-se uma tendência muito positiva com relação à opinião dos alunos quanto aos recursos utilizados.

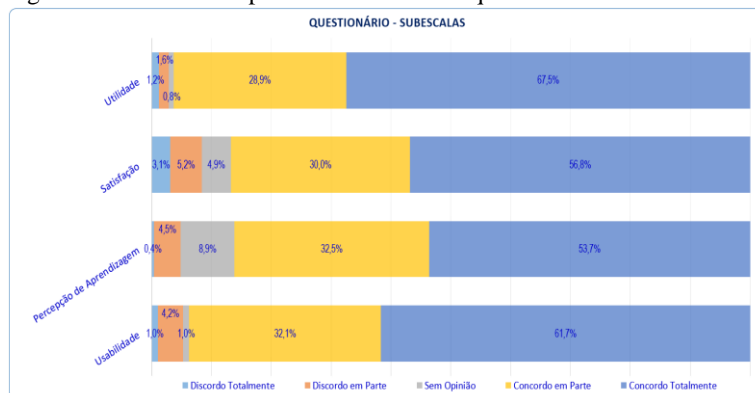
Figura 59 - Percentuais para as subescalas do questionário (agrupamento DP/DT e CP/CT)



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Os valores percentuais obtidos para as subescalas podem ser contemplados na Figura 60.

Figura 60 - Percentuais para as subescalas do questionário



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

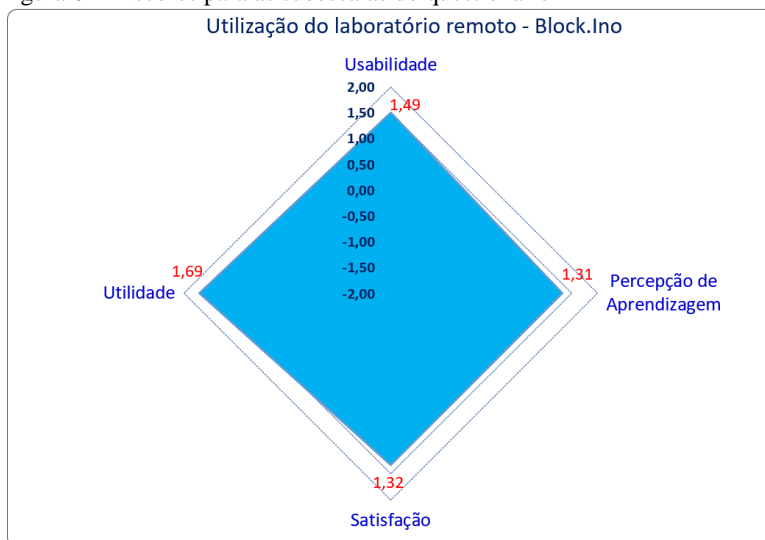
Com o objetivo de facilitar a análise dos resultados, optou-se por se realizar e estabelecer o Escore Médio (EMd) para as respostas adquiridas no questionário, com base na escala tipo *Likert* de cinco pontos. Com o intuito de analisar, se as atitudes foram positivas ou negativas, através do EMd, foram atribuídos as seguintes condições: valores inferiores a 0 (zero) representam atitudes adversas e maiores do que 0 (zero) representam atitudes favoráveis, ao passo que o valor 0 (zero) foi considerado como “sem opinião”.

Nesta pesquisa, os escores médios, na escala de Likert, para as subescalas analisadas foram os seguintes:

- Usabilidade: 1,49;
- Percepção de Aprendizagem: 1,31;
- Satisfação: 1,32;
- Utilidade: 1,69.

Os valores dos escores médios para as subescalas podem ser observados na Figura 61, de forma gráfica.

Figura 61 - Escores para as subescalas do questionário



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

5.4.2.1. Usabilidade

Com o propósito de apresentar os dados sobre a percepção de Usabilidade foram elaborados sete itens, dos quais os escores médios estão evidenciados no Quadro 8. O coeficiente de alfa de *Cronbach* constatado para esta subescala, Usabilidade, foi de 0,67. Enquanto o EMD obtido para estes sete itens foi de 1,49. O desvio padrão para a média dos itens foi de 0,18 e o coeficiente de variação foi de 4,43%.

Quadro 8 - Valores obtidos para Usabilidade (sete itens, 41 de amostra)

Alfa de Cronbach	0,67
Média dos itens	1,49
Desvio padrão para a média dos itens	0,18
Coeficiente de variação (%) itens	4,43%

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

A Figura 62 demonstra os valores percentuais dos sete itens de Usabilidade referentes aos agrupamentos de dados: DT, DP, SO, CP, CT. Pode se examinar uma inclinação muito positiva relativa à posição dos alunos para recursos utilizados, uma vez que 93,73% referem-se ao agrupamento de dados CP/CT e somente 5,23% ao agrupamento de dados DP/DT.

Figura 62 - Valores para a percepção da Usabilidade

Usabilidade	DT		DP		SO		CP		CT		Total
	Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%	
1 – Foi simples usar o site/home Page para escolher os componentes para	3	1,05%	12	4,18%	3	1,05%	92	32,06%	177	61,67%	287
2 – O site atendeu satisfatoriamente o acesso às instâncias do block. ino?	0	0,00%	0	0,00%	1	2,44%	10	24,39%	30	73,17%	41
3 – Foi simples usar o experimento remoto block.ino?	0	0,00%	4	9,76%	0	0,00%	12	29,27%	25	60,98%	41
4 – Não encontrei problema para executar as ações que desejava no experimento remoto.	1	2,44%	5	12,20%	1	2,44%	14	34,15%	20	48,78%	41
6 – As informações explicativas contidas na página contribuíram para manusear os laboratórios(s) remotos e o block.ino?	1	2,44%	0	0,00%	1	2,44%	13	31,71%	26	63,41%	41
7 – O tempo de execução do(s) laboratório(s) remoto(s) foi suficiente para realizar minhas atividades?	1	2,44%	2	4,88%	0	0,00%	13	31,71%	25	60,98%	41
9 – Eu me senti confortável em usar o experimento remoto.	0	0,00%	1	2,44%	0	0,00%	12	29,27%	28	68,29%	41

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Na Figura 63 estão expostos os escores médios da Usabilidade para os sete itens. No que se refere às afirmações, o menor escore foi apurado no item nº 4, com 1,15 e o maior escore foi verificado no item nº 2 com 1,71. Com relação ao item nº 4, este apresentou a seguinte afirmação: “Não encontrei problema para executar as ações que

desejava no experimento remoto”, e o item nº 2 apresentou a afirmação: “O *site* atendeu satisfatoriamente o acesso às instâncias do *block.ino*”.

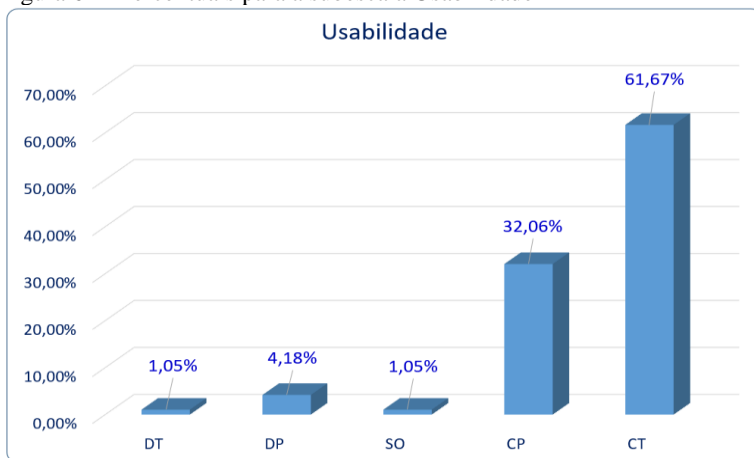
Figura 63 - Escores para percepção da Usabilidade

Usabilidade	Discorda Completamente		Discorda Parcialmente		Nem concorda ou discorda		Concorda Parcialmente		Concorda Completamente		Total	Média
	-2		-1		0		1		2			
	Freq	Md	Freq	Md	Freq	Md	Freq	Md	Freq	Md		
1 – Foi simples usar o site/home Page para escolher os componentes para acessar as instâncias do <i>block.ino</i> ?	-6	-0,02	-12	-0,04	0	0,00	92	0,32	354	1,23	428	1,49
2 – O site atendeu satisfatoriamente o acesso às instâncias do <i>block.ino</i> ?	0	0,00	0	0,00	0	0,00	10	0,24	60	1,46	70	1,71
3 – Foi simples usar o experimento remoto <i>block.ino</i> ?	0	0,00	-4	-0,10	0	0,00	12	0,29	50	1,22	58	1,41
4 – Não encontrei problema para executar as ações que desejava no experimento remoto.	-2	-0,05	-5	-0,12	0	0,00	14	0,34	40	0,98	47	1,15
6 – As informações explicativas contidas na página contribuíram para manusear os laboratórios(s) remotos e o <i>block.ino</i> ?	-2	-0,05	0	0,00	0	0,00	13	0,32	52	1,27	63	1,54
7 – O tempo de execução do(s) laboratório(s) remoto(s) foi suficiente para realizar minhas atividades?	-2	-0,05	-2	-0,05	0	0,00	13	0,32	50	1,22	59	1,44
9 – Eu me senti confortável em usar o experimento remoto.	0	0,00	-1	-0,02	0	0,00	12	0,29	56	1,37	67	1,63

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Conforme a Figura 64, pode se observar os percentuais para as respostas dos alunos com referência aos sete itens que compõe a subescala de Usabilidade. Neste caso, 61,67% dos respondentes afirmaram Concordar Totalmente e 32,06% afirmaram Concordar Parcialmente com as afirmações relativas à Usabilidade dos recursos utilizados.

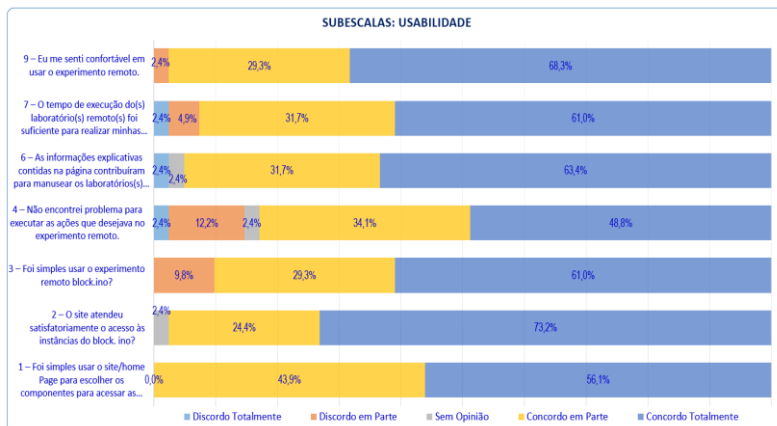
Figura 64 - Percentuais para a subescala Usabilidade



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Os percentuais para cada resposta dos alunos relativos aos sete itens sobre a Usabilidade pode ser verificada na Figura 65. Sendo que, 100% dos participantes afirmaram Concordar Parcialmente ou Concordar Totalmente sobre a simplicidade em usar o *site* para escolher os componentes eletrônicos para acessar as instâncias do block.ino.

Figura 65 - Percentuais para cada resposta dos sete itens da subescala Usabilidade



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

5.4.2.2. Percepção de aprendizagem

Para apresentar os dados relativos à percepção dos alunos quanto à subescala Percepção de Aprendizagem foram construídos seis itens, em que os escores médios estão ilustrados no Quadro 9. O coeficiente de alfa de *Cronbach* apurado para esta subescala foi de 0,82. O EMD obtido para estes seis itens foi de 1,35. O desvio padrão para a média dos itens foi de 0,19 e o coeficiente de variação foi de 5,02%.

Quadro 9 - Valores obtidos para Percepção de Aprendizagem (seis itens, 41 de amostra)

Alfa de Cronbach	0,82
Média dos itens	1,35
Desvio padrão para a média dos itens	0,19
Coeficiente de variação (%) itens	5,02%

Fonte: Elaborada pela autora (2019).

Os valores percentuais dos seis itens de Percepção de Aprendizagem relativos aos agrupamentos de dados: DT, DP, SO, CP e CT são expostos na Figura 66. Pode-se verificar uma tendência muito positiva com relação à posição dos alunos sobre a percepção de aprendizagem referente aos recursos utilizados, dado que, 86,18% referem-se ao agrupamento de dados CP/CT e apenas 4,88% ao agrupamento de dados DP/DT.

Figura 66- Valores para a Percepção de Aprendizagem

Percepção de Aprendizagem	DT		DP		SO		CP		CT		Total
	Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%	
	1	0,41%	11	4,47%	22	8,94%	80	32,52%	132	53,66%	
10 – O experimento remoto block.ino melhorou minha compreensão dos conceitos teóricos que foram abordados	0	0,00%	2	4,88%	1	2,44%	20	48,78%	18	43,90%	41
11 – O experimento remoto block.ino ajudou a relacionar os conceitos estudados em sala de aula com o cotidiano ao acionar a plataforma arduino e seus componentes.	1	2,44%	3	7,32%	7	17,07%	11	26,83%	19	46,34%	41
12 – O experimento remoto contribuiu para minha aprendizagem.	0	0,00%	1	2,44%	4	9,76%	8	19,51%	28	68,29%	41
13- A experimentação remota foi uma experiência de aprendizagem eficaz.	0	0,00%	3	7,32%	0	0,00%	10	24,39%	28	68,29%	41
14 – As habilidades adquiridas ao realizar os exercícios foram valiosas para minha aprendizagem.	0	0,00%	1	2,44%	3	7,32%	16	39,02%	21	51,22%	41
15 – A forma como o experimento remoto block.ino foi abordado em sala de aula contribuiu para a resolução de problemas.	0	0,00%	1	2,44%	7	17,07%	15	36,59%	18	43,90%	41

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

A Figura 67 apresenta os escores médios da Percepção de Aprendizagem para seis itens. Com relação às afirmações, o menor escore foi obtido no item nº 11, com 1,07, e o maior escore foram apurados nos itens nº 12 e 13, ambos com 1,54. A afirmação apresentada no item nº 11 foi: “O experimento remoto block.ino ajudou a relaciona os conceitos estudados em sala de aula com o cotidiano, ao acionar a plataforma arduino e seus componentes”, e nos itens nº 12 e 13 apresentaram as afirmações:”O experimento remoto contribuiu para minha aprendizagem” e “A experimentação remota foi uma experiência de aprendizagem eficaz”, respectivamente.

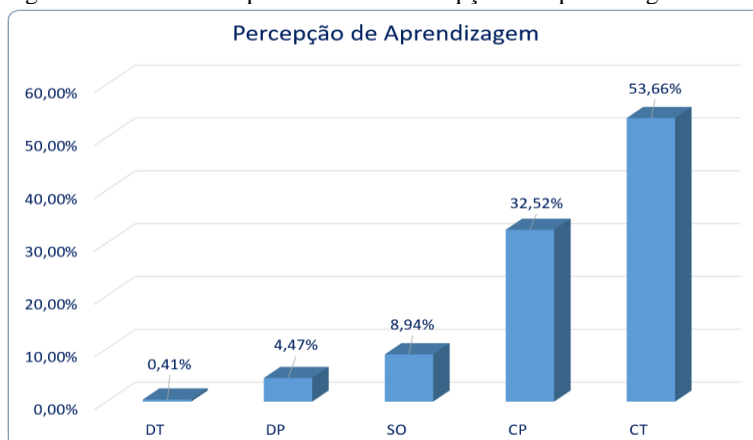
Figura 67 - Escores para Percepção de Aprendizagem

Percepção de Aprendizagem	Discorda Completamente		Discorda Parcialmente		Nem concorda ou discorda		Concorda Parcialmente		Concorda Completamente		Total	Média
	-2		-1		0		1		2			
	Freq	Md	Freq	Md	Freq	Md	Freq	Md	Freq	Md		
	-2	-0,01	-11	-0,04	0	0,00	80	0,33	264	1,07		
10 – O experimento remoto block.ino melhorou minha compreensão dos conceitos teóricos que foram abordados com a prática ao acessar o experimento.	0	0,00	2	-0,05	0	0,00	20	0,49	36	0,88	54	1,32
11 – O experimento remoto block.ino ajudou a relacionar os conceitos estudados em sala de aula com o cotidiano ao acionar a plataforma arduino e seus componentes.	2	-0,05	3	-0,07	0	0,00	11	0,27	38	0,93	44	1,07
12 – O experimento remoto contribuiu para minha aprendizagem.	0	0,00	1	-0,02	0	0,00	8	0,20	56	1,37	63	1,54
13- A experimentação remota foi uma experiência de aprendizagem eficaz.	0	0,00	3	-0,07	0	0,00	10	0,24	56	1,37	63	1,54
14 – As habilidades adquiridas ao realizar os exercícios foram valiosas para minha aprendizagem.	0	0,00	1	-0,02	0	0,00	16	0,39	42	1,02	57	1,39
15 – A forma como o experimento remoto block.ino foi abordado em sala de aula contribuiu para a resolução de problemas.	0	0,00	1	-0,02	0	0,00	15	0,37	36	0,88	50	1,22

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Como ilustra a Figura 68, pode se perceber os percentuais para as respostas dos alunos relativas aos seis itens que integram a subescala Percepção de Aprendizagem. Verifica-se que 53,66% afirmaram Concordar Totalmente e 32,52% afirmaram Concordar Parcialmente com as afirmações referentes à Percepção de Aprendizagem dos recursos utilizados.

Figura 68 - Percentuais para subescala Percepção de Aprendizagem

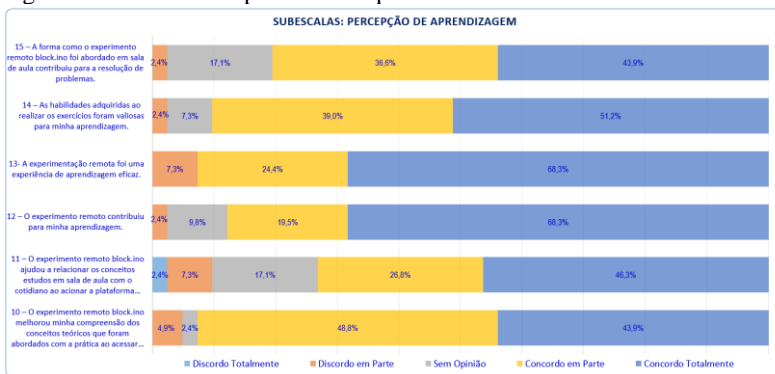


Fonte: Elaborado pela autora (2019).

A Figura 69 demonstra os percentuais para cada resposta dos alunos com referência aos seis itens sobre a Percepção de

Aprendizagem. Como se pode contemplar, 92,7% dos respondentes afirmaram Concordar Totalmente ou Concordar Parcialmente sobre o experimento remoto block.ino melhorar a compreensão dos conceitos teóricos que foram abordados ao acessar o experimento remoto e que a experimentação remota foi uma experiência de aprendizagem eficaz.

Figura 69 - Percentuais para cada resposta dos seis itens da subescala



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

5.4.2.3. Satisfação

Para demonstrar os dados com relação à percepção de Satisfação foram elaborados sete itens, em que os escores médios são apresentados no Quadro 10. O coeficiente de alfa de *Cronbach* verificado foi de 0,78 para esta subescala. Enquanto o EMd apurado para estes sete itens foi de 1,32. O desvio padrão para a média dos sete itens foi de 0,30 e o coeficiente de variação foi de 6,65%.

Quadro 10 - Valores obtidos para Satisfação (sete itens, 41 de amostra)

Alfa de Cronbach	0,78
Média dos itens	1,32
Desvio padrão para a média dos itens	0,30
Coefficiente de variação (%) itens	6,65%

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Na Figura 70, pode se observar os valores percentuais relacionados aos sete itens construídos para a subescala Satisfação relativos aos agrupamentos de dados: DT, DP, SO, CP, CT. Como exposto, pode se observar uma inclinação muito positiva no que se

refere à posição dos alunos quanto à satisfação ao utilizar os recursos, visto que 86,76% são referentes ao agrupamento de dados CP/CT e somente 8,37% ao agrupamento de dados DP/DT.

Figura 70 - Valores para a percepção de Satisfação

Satisfação	DT		DP		SO		CP		CT		Total
	Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%	
	9	3,14%	15	5,23%	14	4,88%	86	29,97%	163	56,79%	287
16 – Em geral, estou satisfeito com site para acessar as instâncias do block.ino?	0	0,00%	1	2,44%	0	0,00%	8	19,51%	32	78,05%	41
17 – O site facilitou a busca por componentes e suas aplicações nas instâncias disponíveis?	0	0,00%	2	4,88%	2	4,88%	12	29,27%	25	60,98%	41
18 – Com relação aos laboratórios remotos e ao block.ino, em geral estou satisfeito?	0	0,00%	3	7,32%	0	0,00%	15	36,59%	23	56,10%	41
19 – O uso do experimento remoto block.ino aumentou minha motivação para aprender mais sobre a plataforma e programação em arduino?	3	7,32%	4	9,76%	4	9,76%	11	26,83%	19	46,34%	41
20 – Aconselharia meus colegas a utilizar os laboratórios remotos?	1	2,44%	0	0,00%	2	4,88%	10	24,39%	28	68,29%	41
21 – Gostaria de utilizar outros laboratórios remotos relacionados a outras áreas da tecnologia.	3	7,32%	2	4,88%	3	7,32%	11	26,83%	22	53,66%	41
22 – O experimento remoto block.ino foi relevante para meus estudos sobre lógica de programação e linguagem de programação arduino.	2	4,88%	3	7,32%	3	7,32%	19	46,34%	14	34,15%	41

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Os escores médios da Satisfação para os sete itens estão apresentados Figura 71. Com relação às afirmações, o menor escore foi obtido no item nº 19 com 0,95 em que se apresentou a afirmação: “O uso do experimento remoto block.ino aumentou minha motivação para aprender mais sobre a plataforma e programação arduino”. Enquanto o maior escore foi identificado no item nº 16 com 1,73, o qual se apresentou a afirmação: “Em geral estou satisfeito com o *site* para acessar as instâncias do block.ino”.

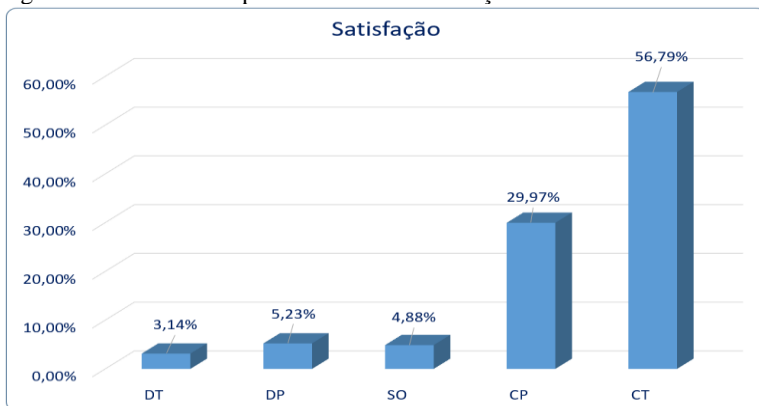
Figura 71 - Escores para percepção de Satisfação

Satisfação	Discorda Completamente		Discorda Parcialmente		Nem concorda ou discorda		Concorda Parcialmente		Concorda Completamente		Total	Média
	-2		-1		0		1		2			
	Freq	Md	Freq	Md	Freq	Md	Freq	Md	Freq	Md		
	-18	-0,06	-15	-0,05	0	0,00	86	0,30	326	1,14	379	1,32
16 – Em geral, estou satisfeito com site para acessar as instâncias do block.ino?	0	0,00	-1	-0,02	0	0,00	8	0,20	64	1,56	71	1,73
17 – O site facilitou a busca por componentes e suas aplicações nas instâncias disponíveis?	0	0,00	-2	-0,05	0	0,00	12	0,29	50	1,22	60	1,46
18 – Com relação aos laboratórios remotos e ao block.ino, em geral estou satisfeito?	0	0,00	-3	-0,07	0	0,00	15	0,37	46	1,12	58	1,41
19 – O uso do experimento remoto block.ino aumentou minha motivação para aprender mais sobre a plataforma e programação em arduino?	-6	-0,15	-4	-0,10	0	0,00	11	0,27	38	0,93	39	0,95
20 – Aconselharia meus colegas a utilizar os laboratórios remotos?	-2	-0,05	0	0,00	0	0,00	10	0,24	56	1,37	64	1,56
21 – Gostaria de utilizar outros laboratórios remotos relacionados a outras áreas da tecnologia.	-6	-0,15	-2	-0,05	0	0,00	11	0,27	44	1,07	47	1,15
22 – O experimento remoto block.ino foi relevante para meus estudos sobre lógica de programação e linguagem de programação arduino.	-4	-0,10	-3	-0,07	0	0,00	19	0,46	28	0,68	40	0,98

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

De acordo com a Figura 72, pode se verificar os percentuais para as respostas dos alunos referentes aos sete itens que constituem a subescala de Satisfação. Sendo, 86,76% dos participantes afirmaram Concordar Totalmente ou Concordar Parcialmente com as afirmações relativas à Satisfação dos recursos utilizados.

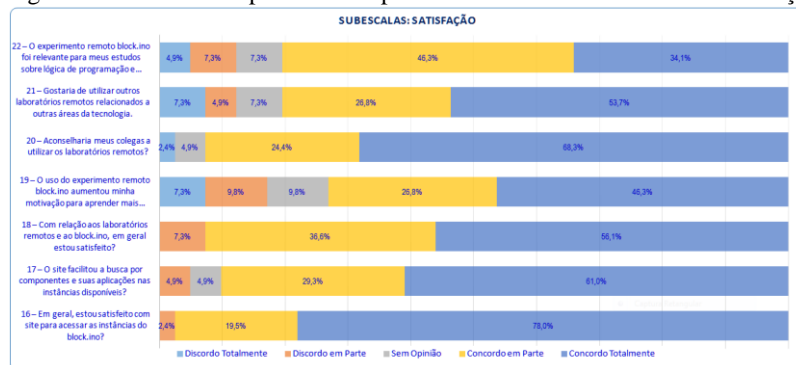
Figura 72 - Percentuais para a subescala Satisfação



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

No tocando aos percentuais para cada resposta dos alunos com relação aos sete itens sobre a Satisfação, estes podem ser verificados na Figura 73. Pode se evidenciar que 97,5% dos participantes afirmaram Concordar Totalmente ou Concordar Parcialmente que estão satisfeito com site para acessar as instâncias do block.ino.

Figura 73 - Percentuais para cada resposta dos sete itens da subescala Satisfação



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

5.4.2.4. Utilidade

Com o objetivo de apresentar os dados relacionados à percepção de Utilidade foram elaborados seis itens, em que os escores médios são expostos no Quadro 11. O coeficiente de alfa de *Cronbach* apurado, para a esta subescala foi de 0,70. O EMd obtido para estes seis itens foi de 1,60. Enquanto o desvio padrão para a média dos seis itens foi de 0,15 e o coeficiente de variação foi de 2,95%.

Quadro 11 - Valores obtidos para Utilidade (seis itens, 41 de amostra)

Alfa de Cronbach	0,70
Média dos itens	1,60
Desvio padrão para a média dos itens	0,15
Coefficiente de variação (%) itens	2,95%

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

A Figura 74 apresenta os valores percentuais dos seis itens de Utilidade referentes aos agrupamentos de dados: DP, DT, SO, CP e CT. Pode se observar uma inclinação muito positiva relativa à posição dos alunos quanto aos recursos utilizados, visto que 96,34% dizem respeito ao agrupamento de dados CP/CT e somente 2,85% ao agrupamento de dados DP/DT.

Figura 74 - Valores para a percepção da Utilidade

Utilidade	DT		DP		SO		CP		CT		Total
	Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%	
23 – Em relação ao experimento remoto block.ino fiquei convencido de estar realizando um experimento real e não remoto?	3	1,22%	4	1,63%	2	0,81%	71	28,86%	166	67,48%	246
24 – O laboratório de experimentação remota pode proporcionar novas formas de aprender.	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	15	36,59%	26	63,41%	41
25 – Acredito que é possível alcançar aprendizagens similares, com relação a programação arduino e as aplicações de componentes, sensores e atuadores utilizando o experimento remoto block.ino, às adquiridas em um laboratório presencial	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	13	31,71%	28	68,29%	41
26 – A possibilidade de acessar o laboratório remoto em qualquer momento do dia e de qualquer lugar é muito útil para planejar o aprendizado sobre a programação arduino, sensores e atuadores.	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	10	24,39%	31	75,61%	41
27 – O experimento remoto block.ino e a busca por componentes nas instâncias possibilitou realizar tarefas experimentais envolvendo programação para arduino e verificar o funcionamento dos componentes disponíveis.	0	0,00%	0	0,00%	1	2,44%	12	29,27%	28	68,29%	41
28 – A realização de experimento em um laboratório remoto pode melhorar o desempenho em um laboratório real (práticas com arduino).	1	2,44%	1	2,44%	0	0,00%	12	29,27%	27	65,85%	41

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Conforme a Figura 75, os escores médios da Utilidade para seis itens estão dispostos. Quanto à afirmação, o menor escore foi obtido no

item nº 23, com 1,32, que apresentou a seguinte afirmação: “Em relação ao experimento remoto block.ino fiquei convencido de estar realizando um experimento real e não remoto”. E no que diz respeito à afirmação com maior escore, esta foi apurada no item nº 26, com 1,76, que apresentou a afirmação: “A possibilidade de acessar o laboratório remoto em qualquer momento do dia e de qualquer lugar é muito útil para planejar o aprendizado sobre a programação arduino”.

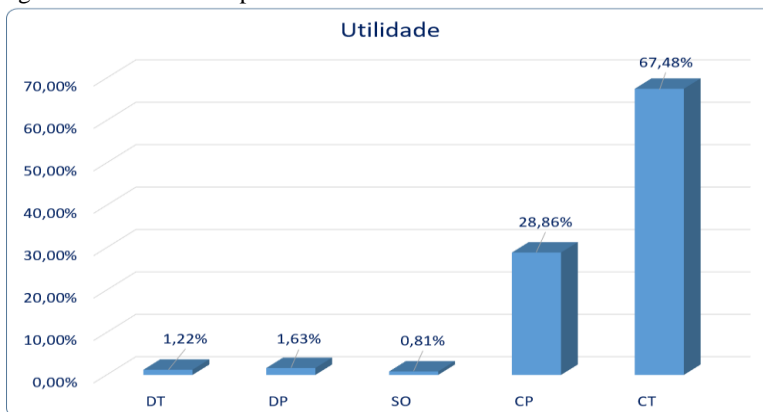
Figura 75 - Escores para a percepção da Utilidade

Utilidade	Discorda Completamente		Discorda Parcialmente		Nem concorda ou discorda		Concorda Parcialmente		Concorda Completamente		Total	Média
	-2		-1		0		1		2			
	Freq	Md	Freq	Md	Freq	Md	Freq	Md	Freq	Md	Freq	Md
23 – Em relação ao experimento remoto block.ino fiquei convencido de estar realizando um experimento real e não remoto?	-6	-0,02	-4	-0,02	0	0,00	71	0,29	332	1,35	393	1,60
24 – O laboratório de experimentação remota pode proporcionar novas formas de aprender.	0	0,00	0	0,00	0	0,00	15	0,37	52	1,27	67	1,63
25 – Acredito que é possível alcançar aprendizagens similares, com relação a programação arduino e as aplicações de componentes, sensores e atuadores utilizando o experimento remoto block.ino, às adquiridas em	0	0,00	0	0,00	0	0,00	13	0,32	56	1,37	69	1,68
26 – A possibilidade de acessar o laboratório remoto em qualquer momento do dia e de qualquer lugar é muito útil para planejar o aprendizado sobre a programação arduino.	0	0,00	0	0,00	0	0,00	10	0,24	62	1,51	72	1,76
27 – O experimento remoto block.ino e a busca por componentes nas instâncias possibilitou realizar tarefas experimentais envolvendo programação para arduino e verificar o funcionamento dos componentes disponíveis.	0	0,00	0	0,00	0	0,00	12	0,29	56	1,37	68	1,66
28 – A realização de experimento em um laboratório remoto pode melhorar o desempenho em um laboratório real (práticas	-2	-0,05	-1	-0,02	0	0,00	12	0,29	54	1,32	63	1,54

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Os percentuais para as respostas dos alunos, no que se refere aos seis itens que integram a subescala de Utilidade, podem ser verificados na Figura 76. Neste caso, 67,48% dos alunos afirmaram Concordar Totalmente e 28,86% afirmaram Concordar Parcialmente com as afirmações quanto à Utilidade dos recursos utilizados.

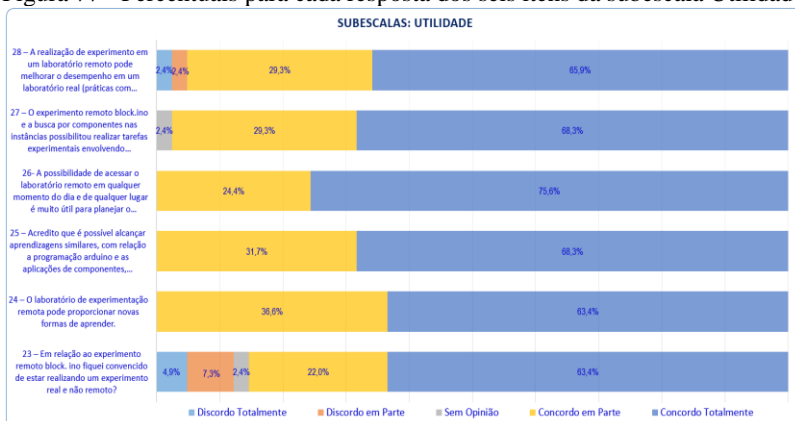
Figura 76 - Percentuais para a subescala Utilidade



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Os percentuais para cada resposta dos alunos com referência aos seis itens sobre a Utilidade podem ser observados na Figura 77. Neste contexto, 100% dos alunos afirmaram Concordar Totalmente ou Concordar Parcialmente sobre a facilidade de acessar o laboratório remoto em qualquer dia e local para planejar o aprendizado sobre programação arduino, como também acreditam que é possível alcançar aprendizagens semelhantes às adquiridas em um laboratório presencial com uso de componentes eletrônicos, e ainda que, o laboratório de experimentação remota pode proporcionar novas formas de aprender.

Figura 77 - Percentuais para cada resposta dos seis itens da subescala Utilidade



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

5.4.2.5. Análise da questão dissertativa

No questionário “Experimento Remoto block.ino” aplicado, os alunos foram convidados a responder uma questão para “indicar pontos positivos e negativos quanto ao uso do *site* para selecionar as instâncias do experimento remoto e, quanto ao uso da experimentação remota”. Entretanto, da amostra de 41 alunos respondentes da pesquisa, 10 alunos não responderam a questão por uma falha de comunicação no momento da aplicação do questionário, não ficando explícita a obrigatoriedade em responder a mesma. Sendo assim, 31 alunos participantes da pesquisa responderam a esta questão dissertativa.

As respostas obtidas destes 31 alunos possibilitaram adquirir informações consideráveis sobre o sistema desenvolvido para selecionar as instâncias, com base nos componentes disponíveis, e também, com relação às instâncias do experimento remoto block.ino aplicados na pesquisa. Consequentemente, estas informações podem contribuir para melhorias do sistema de seleção, como também proporcionar aprimoramento do experimento e motivar modificações para sua melhor utilização em sala de aula.

Na sequência, as descrições de algumas respostas são apresentadas, no entanto, todas as respostas podem ser visualizadas no Apêndice C. As respostas oferecidas pelos alunos participantes da pesquisa, em geral destacaram: a simplicidade em manusear os recursos, fácil entendimento e interatividade, como se pode verificar em suas falas: “*A experiência com o site e a ferramenta apresentados, foram ótimas, fácil manuseio, entendimento dos passos, boa interatividade*”, “*Muito fácil o acesso, e simples de se utilizar*”, “*O site é fácil de entender e prático*”.

Outro aspecto levantado pelos alunos se refere ao experimento remoto block.ino auxiliar o aprendizado de lógica de programação e em programação Arduino para iniciantes ou que não tenham acesso a laboratórios físicos, como destacam estes relatos: “*Aprendizado a linguagem lógica utilizada*”, “*Auxílio a lógica de programação*”, “*Auxílio a lógica de programação de um modo mais intuitivo*”, “*Não atuo na área de eletrônica, mas a proposta da ferramenta facilitará muito o aprendizado de iniciantes na área ou pessoas que não podem ter acesso físico aos equipamentos.*”

Além disso, outro ponto favorável está relacionado à experimentação remota acessível a qualquer hora e local, que foi observado na resposta do aluno: “*Poder acessar e testar de qualquer lugar e a qualquer momento, com certeza é um ponto positivo*”.

Quanto à seleção dos componentes disponíveis nas instâncias e suas aplicações, mesmo sem domínio ou explicação prévia, os alunos conseguiram realizar os exercícios, como comentou um aluno: *“No início da utilização tivemos um pouco de dificuldade para compreender os componentes e suas utilidades. Após melhor compreensão, os testes foram realizados de forma bem interessante e apresentou resultados satisfatórios e motivadores”*.

Com referências aos pontos negativos percebeu-se que o maior problema diz respeito à espera na fila para realizar a atividade com experimento remoto. Os alunos realizaram as atividades com uso de dois block.inos disponíveis para acesso online, porém, somente um aluno por vez pode acessar cada um dos experimentos. Em casos em que o número de usuários é superior aos experimentos disponíveis, ocorre uma fila, que conforme o protocolo existente, o primeiro a acessar a interface do experimento será o primeiro a utilizá-lo. O próximo da fila será autorizado a acessar o experimento após o tempo de acesso do usuário anterior se encerrar ou este sair do experimento.

No tocante ao limite de tempo, como ressalta o aluno em sua resposta, interfere nas atividades: *“Ter um limite de acesso dificulta muito o acesso, por conta disto, pontuo como negativo”*. Com relação à fila, os alunos responderam que: *“A fila para executar acaba atrapalhando”*, *“Nesse momento, é referente às filas que tem uma demora considerável para executar as ações”*, *“Demora nas filas para execução dos testes”*. No entanto, como destaca outro aluno: *“Um pouco de demora na fila, mas nada que impede no processo em si”*.

Diante dos relatos, pode-se perceber que mesmo em um curso superior, os alunos tiveram a possibilidade de acessar pela primeira vez um experimento remoto através da internet e realizar uma atividade de experimentação remota. Praticamente em quase sua totalidade, os participantes não tiveram contato anterior com sistemas embarcados ou componentes eletrônicos, como sensores e atuadores, para realização de práticas em ambiente de desenvolvimento Arduino ou robótica. Ao mesmo tempo, observou-se que os alunos ficaram motivados com as práticas remotas com os componentes disponíveis nas instâncias, assim como, gostariam de utilizar outros experimentos direcionados a área de tecnologia.

Enfim, mesmo sendo o primeiro contato dos alunos com experimentação remota e ambiente de desenvolvimento arduino, os aspectos positivos destacaram-se em relação aos aspectos negativos quanto à utilização do sistema para seleção de instâncias do experimento e ao uso dos laboratórios remotos block.ino.

6 CONCLUSÃO

As tecnologias de informação e comunicação promovem o desenvolvimento de recursos tecnológicos que integrados ao ambiente escolar tem potencial para melhorar a qualidade da educação, seja produzindo novos recursos ou aprimorando aqueles já existentes, potencializando, assim, o processo de ensino e aprendizagem. Neste sentido, os laboratórios remotos representam tecnologias que podem ser aplicadas no ambiente educacional com a intenção de proporcionar aos estudantes meios práticos para melhor compreensão de conceitos teóricos no ensino das áreas de engenharia, tecnologia e ciências, além de oferecer os ambientes para experimentação com custo reduzido e sem restrição de hora e local.

Neste trabalho foram expostos os conceitos e aspectos referentes a estes laboratórios, como também, os tipos de laboratórios online que podem ser utilizados nas áreas *STEM*, evidenciando especificamente o laboratório remoto *block.ino*, recurso tecnológico utilizado nesta pesquisa, o qual tem por finalidade auxiliar, principalmente, o processo de aprendizagem em eletrônica básica, robótica e programação através de um ambiente de desenvolvimento em *Arduino*.

O objetivo deste trabalho foi o desenvolvimento e implementação de um sistema para seleção de instâncias do experimento remoto *block.ino*, com base nos componentes eletrônicos disponíveis em cada uma destas instâncias. Ao mesmo tempo em que, descreveu a replicação, configuração e instalação do experimento remoto *block.ino*, seu cadastro no sistema de seleção e, conseqüentemente, sua utilização por alunos do ensino superior.

Com relação aos procedimentos metodológicos, optou-se por caracterizá-la como pesquisa tecnológica, visto que apresentam o desenvolvimento de um artefato tecnológico e recursos para utilizá-lo, que visam auxiliar na solução de problemas de um grupo específico da sociedade, nesta pesquisa em particular, recursos para o âmbito educacional. Da mesma forma, foram descritas as etapas relacionadas à montagem, configuração e instalação das instâncias do experimento remoto *block.ino*, e também, o sistema desenvolvido para selecionar as instâncias foi apresentado, acentuando suas especificações e funcionalidades essenciais para desempenhar seu papel nesta pesquisa.

Com a intenção de disponibilizar informações que visem aperfeiçoar o sistema desenvolvido para seleção das instâncias e possíveis modificações para aprimorar o experimento remoto, foi realizada a aplicação destes recursos junto aos sujeitos da pesquisa,

alunos do curso de Sistemas de Informação da ESUCRI – Escola Superior de Criciúma Ltda, instituição de ensino superior particular, com a utilização de um questionário específico para o sistema e experimento remoto block.ino.

No tocante a pergunta que norteou esta pesquisa: “Qual o impacto da implementação de um sistema para a seleção de instâncias, a partir dos componentes eletrônicos disponíveis, no âmbito do experimento remoto block.ino?”, conforme a interpretação dos dados obtidos através do questionário aplicado, os resultados apresentados foram positivos com relação ao uso do sistema e a utilização do experimento e seus componentes nas práticas didáticas propostas.

Conforme os dados coletados na aplicação da pesquisa, o sistema para selecionar as instâncias, com base nos componentes disponíveis, atendeu de forma satisfatória o acesso às instâncias, como também, foi simples usar o *site* para escolher os componentes necessários para as atividades com os experimentos remotos. Quanto a avaliação do block.ino, os dados expõem que a experimentação remota foi considerada uma experiência eficaz e que contribuiu para o aprendizado dos alunos participantes da pesquisa, principalmente relacionado a lógica de programação e ao ambiente de desenvolvimento Arduino.

Outro aspecto de destaque, referente às informações obtidas, refere-se à liberdade de acessar o experimento remoto de qualquer local a qualquer hora, o qual foi considerado como fundamental para planejar o aprendizado sobre programação Arduino.

No entanto, algumas observações relatadas pelos respondentes da pesquisa apontam dificuldades que precisam ser superadas para que se tenha um uso mais eficiente e constante destes recursos em sala de aula. Entre estas situações negativas estão o agendamento na fila de espera para acessar os experimentos e o tempo limitado para uso destes recursos.

Os resultados apresentados apontam que a replicação do experimento remoto pode colaborar para que mais alunos acessem ao mesmo tempo estes experimentos, mesmo que seja em instâncias diferentes, mas com práticas didáticas semelhantes. Assim como, o sistema para seleção das instâncias pode direcionar de forma mais simples e objetiva para a interface do experimento com base nos componentes disponíveis para realização das práticas experimentais.

Desta forma, o cadastro das instâncias ao sistema de seleção poderá proporcionar aos professores recursos para elaboração de dinâmicas para seus alunos conforme o contexto das disciplinas que envolvam componentes eletrônicos geralmente utilizados em

programação Arduino com base nas suas aplicações neste ambiente. Para os alunos, a proposta se configura em uma forma interativa para introdução de práticas com prototipação em Arduino, com acréscimo na facilidade de selecionar os componentes para solucionar as dinâmicas experimentais e ainda, assimilar a aplicação e funcionalidade de cada um dos componentes das instâncias do experimento remoto.

Contudo, a pesquisa desenvolvida não se encerra com a conclusão deste trabalho.

Para trabalhos futuros, sugere-se pesquisas relacionadas à análise de dados derivados da utilização das ferramentas e informações sobre o aprendizado fornecido pelo experimento remoto `block.ino`, por meio da criação e integração de modelos para esta finalidade. Deste modo, as experiências de aprendizagem podem ser registradas, e por consequência, estes dados, possam ser disponibilizados e analisados para avaliar questões relacionadas ao uso da aplicação.

Outra sugestão é ampliação do projeto, com mais instâncias do experimento, para que um número maior de instituições participe e oportunize que os alunos realizem práticas didáticas que possam contribuir para ingresso e formação de qualidade destes alunos em áreas de tecnologia que envolve robótica, eletrônica básica e programação.

Por fim, sugere-se um repositório de práticas didáticas seja criado e inserido no sistema desenvolvido para que os alunos possam acessar e realizar exercícios relativos aos conjuntos componentes existentes nas instâncias do experimento remoto `block.ino`.

REFERÊNCIAS

ARDUINO. **Arduino Uno Rev3**. 2018. Disponível em: <https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3>. Acesso em: 18 dez. 2018.

BENCOMO, S.dormido. Control learning: present and future. **Annual Reviews In Control**, [s.l.], v. 28, n. 1, p.115-136, jan. 2004. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.arcontrol.2003.12.002>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1367578804000148?via%3Dihub>. Acesso: 29 dez. 2019.

BLOCK.INO. **Diagrama do circuito**. 2019. Disponível em: <http://app.blockino.ufsc.br/esucri/>. Acesso em: 20 jan. 2019.

BLOCK.INO. **Docs**. 2019. Disponível em: <http://app.blockino.ufsc.br/>. Acesso em: 20 jan. 2019.

BOOTSTRAP. **Bootstrap**. 2019. Disponível em: <https://getbootstrap.com/>. Acesso em: 19 jan. 2019.

CAMILLO, Renata de. **Nova Raspberry Pi 3 Model B+**. 2018. Disponível em: <https://www.embarcados.com.br/nova-raspberry-pi-3-modelo-b/>. Acesso em: 15 dez. 2018.

CARDOSO, Alberto *et al.* Demonstration of a remote lab based on a vibrating beam apparatus. **2016 13th International Conference On Remote Engineering And Virtual Instrumentation (rev)**, [s.l.], p.357-358, fev. 2016. IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/rev.2016.7444502>. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7444502>. Acesso em: 22 jan. 2019.

CARLOS, Lucas Mellos *et al.* Block.ino: Um experimento remoto para ensino de lógica de programação, robótica e eletrônica básica. **Anais dos Workshops do V Congresso Brasileiro de Informática na Educação (cbie 2016)**, [s.l.], p.151-158, 10 nov. 2016. Sociedade Brasileira de Computação - SBC. <http://dx.doi.org/10.5753/cbie.wcbie.2016.151>. Disponível em: <http://br-ie.org/pub/index.php/wcbie/article/view/6922>. Acesso em: 15 dez. 2018.

CHEVALIER, Amelie *et al.* A Three-Year Feedback Study of a Remote Laboratory Used in Control Engineering Studies. **IEEE Transactions On Education**, [s.l.], v. 60, n. 2, p.127-133, maio 2017. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE).
<http://dx.doi.org/10.1109/te.2016.2605080>. Disponível em:
<https://ieeexplore.ieee.org/document/7577834>. Acesso em: 04 jan. 2019.

CHITUNGO, Herculano Henriques Chingui. **O uso de laboratórios remotos no ensino de física na educação básica**: estudo de caso em escola da rede pública. 2018. 112 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós Graduação em Tecnologia da Informação e Comunicação, PPGTIC, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Araranguá, 2018. Disponível em:
<http://tede.ufsc.br/teses/PTIC0028-D.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2018.

CONSIDINE, Hugh; NEDIC, Zorica; NAFALSKI, Andrew. Assisting students in online experimentation. **2017 4th Experiment@international Conference (exp.at'17)**, [s.l.], p.47-51, jun. 2017. IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/expat.2017.7984371>. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7984371v>. Acesso: Acesso: 29 dez. 2019.

COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR. **Documento de Área Interdisciplinar**. Brasília: [s.n.], 2016. Disponível em:
http://capes.gov.br/images/documentos/Documentos_de_area_2017/INTE_docarea_2016_v2.pdf. Acesso em: 19 jan 2019.

CUPANI, Alberto. **La peculiaridad del conocimiento tecnológico**. *Scientiae Studia*, São Paulo, v. 4, n. 3, p. 353-71, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ss/v4n3/a01v4n3.pdf>. Acesso em: 22 dez. 2018.

FACULDADES ESUCRI. A ESUCRI - Escola Superior de Criciúma. 2019. Disponível em: <http://www.esucri-univer.com.br/siteesucri/index.htm>. Acesso em: 19 jan. 2019.

FREITAS JUNIOR, V. *et al.* A pesquisa científica e tecnológica. **Espacios**, [S.I.], v. 09, n. 35, p. 1-10, set. 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/286937562_A_pesquisa_cientifica_e_tecnologica. Acesso em: 22 dez. 2018.

GAMPE, Andreas *et al.* An Assessment of Remote Laboratory Experiments in Radio Communication. **IEEE Transactions On Education**, [s.l.], v. 57, n. 1, p.12-19, fev. 2014. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). <http://dx.doi.org/10.1109/te.2013.2262685>. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6518150>. Acesso: 29 dez. 2019.

GARCIA-LORO, Felix *et al.* Remote Laboratories Integration into Electronics Engineer Curricula. **2018 IEEE World Engineering Education Conference (edunine)**, [s.l.], p.1-6, mar. 2018. IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/edunine.2018.8450972>. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8450972>. Acesso em: 02 dez. 2018.

GARCÍA-ZUBÍA, Javier; LÓPEZ-DE-IPÍÑA, Diego; ORDUÑA, Pablo. Evolving towards better architectures for remote laboratories: a practical case. **Ijoe International Journal Of Online Engineering**. [S.I.], p. 1-11. jun. 2005. Disponível em: <http://online-journals.org/index.php/i-joe/article/view/308/2995>. Acesso em: 29 nov. 2018.

GEORGE, Darren; MALLERY, Paul. **SPSS for Windows step by step: A simple guide and**. 2003.

GOMES, L.; BOGOSYAN, S.. Current Trends in Remote Laboratories. **IEEE Transactions On Industrial Electronics**, [s.l.], v. 56, n. 12, p.4744-4756, dez. 2009. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). <http://dx.doi.org/10.1109/tie.2009.2033293>. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/5280206>. Acesso: 19 dez. 2019.

GONÇALVES, Tássio. **Materialize CSS: Conheça o Framework CSS Baseado no Material Design**. 2018. Disponível em: <https://medium.com/v%C3%ADdeos-de-ti/antes-de-iniciarmos-nosso-bate-papo-sobre-o-materialize-css-vamos-falar-um-pouco-sobre-material-20063515cece>. Acesso em: 15 dez. 2018.

GT-MRE. **GT-MRE**. 2018. Disponível em: <http://gtmre.ufsc.br/>. Acesso em: 12 dez. 2018.

GOOGLE, INC. Google Developers. **Google for Education: Blockly**. 2018. Disponível em: <https://developers.google.com/blockly/guides/overview>. Acesso em: 18 dez. 2018.

HAIR JUNIOR, Joseph F. *et al.* Análise multivariada de dados. Porto Alegre: Bookman, 2005.

HECK, Carina. **Integração de tecnologia no ensino de física na educação básica: um estudo de caso utilizando a experimentação remota móvel**. 2017. 133f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós Graduação em Tecnologia da Informação e Comunicação, PPGTIC, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Araranguá, 2017. Disponível em: <http://tede.ufsc.br/teses/PRIC0012-D.pdf>. Acesso em: 02 jan. 2019.

HERADIO, Ruben *et al.* Virtual and remote labs in education: A bibliometric analysis. **Computers & Education**, [s.l.], v. 98, p.14-38, jul. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2016.03.010>. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/299343605_Virtual_and_Remote_Labs_in_Education_a_Bibliometric_Analysis. Acesso em: 03 dez. 2018.

HERADIO, Ruben; LATORRE, Luis de; DORMIDO, Sebastian. Virtual and remote labs in control education: A survey. **Annual Reviews In Control**, [s.l.], v. 42, p.1-10, 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.arcontrol.2016.08.001>. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/307523335_Virtual_and_remote_labs_in_control_education_A_survey. Acesso em: 03 dez. 2018.

HORA, Rego Henrique Monteiro da; MONTEIRO, Gina Torres Rego; ARICA, Jose. **Confiabilidade em Questionários para Qualidade: Um Estudo com o Coeficiente Alfa de Cronbach**. Produto & Produção, Porto Alegre, v. 11, n. 2, p.85-103, jun. 2010. Disponível em: <http://seer.ufrgs.br/index.php/ProdutoProducao/article/view/9321/825>. Acesso em: 02 jan. 2019.

JUNG, Carlos Fernando. **Metodologia Científica: Ênfase em Pesquisa Tecnológica**. 2003. 357 slides. Disponível em: http://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/4490/material/Metodologia_Cientifica_4_Edicao_P_B.pdf. Acesso em: 26 dez. 2018.

LANDIS, J.R.; KOCH, G.G. **The measurement of observer agreement for categorical data**. *Biometrics*, Arlington, v.33, n.1, p.159-174, 1977.

LEI, Zhongcheng *et al.* Modular Web-Based Interactive Hybrid Laboratory Framework for Research and Education. **IEEE Access**, [s.l.], v. 6, p. 20152-20163, 2018. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). <http://dx.doi.org/10.1109/access.2018.2821713>. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8329124>. Acesso: 19 dez. 2019.

LESSA, V. *et al.* Programação de Computadores e Robótica Educativa na Escola: tendências evidenciadas nas produções do Workshop de Informática na Escola. **Anais do Xxi Workshop de Informática na Escola (WIE 2015)**, [s.l.], p.92-101, 26 out. 2015. Sociedade Brasileira de Computação - SBC. <http://dx.doi.org/10.5753/cbie.wie.2015.92>. Disponível em: <http://www.br-ie.org/pub/index.php/wie/article/view/4998/3408>. Acesso em: 22 jan. 2019.

LIKERT, Rensis. **A Technique for the Measurement of Attitudes**: *Archives of Psychology* 140. 22 ed. New York: [s.n.], 1932. 55 p.

LIMA, João Paulo Cardoso de. **Desenvolvimento de servidores para laboratórios remotos baseada no paradigma de dispositivos inteligentes**. 2016. 89 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia da Computação, Engenharia da Computação, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Araranguá, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/172515>. Acesso em: 13 dez. 2018.

LIMA, João Paulo Cardoso de *et al.* **Design and implementation of a remote lab for teaching programming and robotics.** Ifac-papersonline, [s.l.], v. 49, n. 30, p.86-91, nov. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ifacol.2016.11.133>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405896316325848>. Acesso em: 16 dez. 2018.

LINDSAY, Euan David. **The Impact of Remote and Virtual Access to Hardware upon the Learning Outcomes of Undergraduate Engineering Laboratory Classes.**, Department of Mechanical & Manufacturing Engineering. 2005, The University of Melbourne.

LOPES, Cosme. **O que é Node.js e saiba os primeiros passos: Da instalação ao seu primeiro web server com JavaScript.** 2104. Tableless. Disponível em: <https://tableless.com.br/o-que-nodejs-primeiros-passos-com-node-js/>. Acesso em: 13 jan. 2019.

LOPES, Maisa Soares dos Santos *et al.* Web Environment for Programming and Control of a Mobile Robot in a Remote Laboratory. **IEEE Transactions on Learning Technologies**, [s.l.], v. 10, n. 4, p.526-531, 1 out. 2017. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). <http://dx.doi.org/10.1109/tlt.2016.2627565>. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7740908>. Acesso em: 22 jan. 2019.

LÓPEZ, S.; CARPEÑO A.; ARRIAGA, J. **Laboratorio remoto eLab3D: Un mundo virtual inmersivo para el aprendizaje de la electrónica**, 2014. 11th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV), Porto, 2014, pp. 100-105. <http://dx.doi.org/10.1109/REV.2014.6784234>. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6784234>. Acesso: 02 jan. 2019.

LOWE, David *et al.* Interoperating remote laboratory management systems (RLMSs) for more efficient sharing of laboratory resources. **Computer Standards & Interfaces**, [s.l.], v. 43, p.21-29, jan. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.csi.2015.07.004>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0920548915000859?via%3Dihub>. Acesso em: 03 dez. 2018.

MAITI, Ananda; MAXWELL, Andrew D.; KIST, Alexander A.. An overview of system architectures for Remote Laboratories. **Proceedings Of 2013 Ieee International Conference On Teaching, Assessment And Learning For Engineering (tale)**, [s.l.], p.661-666, ago. 2013. IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/tale.2013.6654520>. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6654520>. Acesso em: 04 dez. 2018.

MARCONI, Marina De Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2003. 310 p.

MATTHIENSEN, Alexandre. **Uso do Coeficiente Alfa de Cronbach em Avaliações por Questionários**. Boa Vista, RR: Embrapa Roraima, 2011. 31 p. (Embrapa Roraima. Documentos, 48). Biblioteca(s): Embrapa Roraima. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/936813/1/DOC482011ID112.pdf> . Acesso em: 03 jan. 2019.

MENDES, Luciano A. *et al.* Experiment lab server architecture: A web services approach to supporting interactive LabVIEW-based remote experiments under MIT's iLab shared architecture. **2016 13th International Conference On Remote Engineering And Virtual Instrumentation (rev)**, [s.l.], p.293-305, fev. 2016. IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/rev.2016.7444486>. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7444486>. Acesso: 15 dez. 2019.

MONTES, Ciro Espinoza. **Metodología de investigación tecnológica: Pensando en sistemas**. Huancayo, Peru: Universidad Nacional del Centro del Peru, 2010. 190 p.

NEDIC, Z.; MACHOTKA, J.; NAFALSKI, A.. Remote laboratories versus virtual and real laboratories. **33rd Annual Frontiers In Education, 2003. Fie 2003.**, [s.l.], p.1-6, nov. 2003. IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/fie.2003.1263343>. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/1263343>. Acesso: 15 dez. 2019.

ORDUÑA, Pablo *et al.* An Extensible Architecture for the Integration of Remote and Virtual Laboratories in Public Learning Tools. **Ieee Revista Iberoamericana de Tecnologias del Aprendizaje**, [s.l.], v. 10, n. 4, p.223-233, nov. 2015. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). <http://dx.doi.org/10.1109/rita.2015.2486338>. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7293141>. Acesso: 15 dez. 2019.

PASTERNAK, Erik; FENICHEL, Rachel; MARSHALL, Andrew N.. Tips for creating a block language with blockly. **2017 IEEE Blocks And Beyond Workshop (b&b)**, [s.l.], p.21-24, out. 2017. IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/blocks.2017.8120404>. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8120404>. Acesso em: 20 dez. 2018.

PEREIRA, Josiel. **Implantação de módulos educacionais para circuitos elétricos e eletrônicos em Universidade brasileira no âmbito do projeto VISIR+**. 2018. 110 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós Graduação em Tecnologia da Informação e Comunicação, PPGTIC, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Araranguá, 2018. Disponível em: <http://tede.ufsc.br/teses/PTIC0026-D.pdf>. Acesso em: 19 dez. 2018.

PETERSON, Robert A.. A Meta-Analysis of Cronbach's Coefficient Alpha. **Journal Of Consumer Research**, [s.l.], v. 21, n. 2, p.381-391, set. 1994. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1086/209405>. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/24098878_A_Meta-Analysis_of_Cronbach's_Coefficient_Alpha. Acesso em: 09 jan. 2019.

PHPMYADMIN. **Bringing MySQL to the web**. 2019. Disponível em: <https://www.phpmyadmin.net/>. Acesso em: 19 jan. 2019.

PHP.NET. **Documentation: O que é PHP**. 2019. Disponível em: https://secure.php.net/manual/pt_BR/intro-what-is.php. Acesso em: 19 jan. 2019.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar De. **Metodologia do trabalho científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2 ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013. 277 p.

RASPBERRY PI. **Raspberry Pi 3 Model B**. 2018. Disponível em: <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b/>. Acesso em: 15 dez. 2018.

RELLE. **RELLE: Remote Labs Learning Environment**. 2018. Disponível em: <http://relle.ufsc.br/>. Acesso em: 13 dez. 2018.

REXLAB. **Laboratório de Experimentação Remota**. 2016. Disponível em: <https://RExLab.ufsc.br/2016/04/08/projeto-block-ino-vence-a-campus-mobile-2/>. Acesso em: 26 jan. 2019.

RIVERA, Luis Felipe Zapata; LARRONDO-PETRIE, Maria M.. Models of remote laboratories and collaborative roles for learning environments. **2016 13th International Conference On Remote Engineering And Virtual Instrumentation (rev)**, [s.l.], p.423-429, fev. 2016. IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/rev.2016.7444517>. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7444517>. Acesso: 15 dez. 2019.

RIVERA, Luis Felipe Zapata *et al.* Implementation of a Student Lab Kit Case to Allow Interfacing with Online Laboratory Systems. **Proceedings Of The 16th LACCEI International Multi-conference For Engineering, Education, And Technology: "Innovation in Education and Inclusion"**, [s.l.], p.1-6, jul. 2018. Latin American and Caribbean Consortium of Engineering Institutions. <http://dx.doi.org/10.18687/laccei2018.1.1.559>. Disponível em: http://www.laccei.org/LACCEI2018-Lima/student_Papers/SP559.pdf. Acesso em: 29 dez. 2018.

RODRIGUEZ-GIL, Luis *et al.* Towards New Multiplatform Hybrid Online Laboratory Models. **IEEE Transactions on Learning Technologies**, [s.l.], v. 10, n. 3, p.318-330, 1 jul. 2017. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). <http://dx.doi.org/10.1109/tlt.2016.2591953>. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7515014>. Acesso: 10 dez. 2019.

SÁNCHEZ, José Cegarra. **Metodología de la investigación científica y tecnológica**. Madrid: Diaz de Santos, 2004. 372 p. ISBN: 84-7978-624-8.

SANTANA, I. *et al.* Remote Laboratories for Education and Research Purposes in Automatic Control Systems. **Ieee Transactions On Industrial Informatics**, [s.l.], v. 9, n. 1, p.547-556, fev. 2013. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE).

<http://dx.doi.org/10.1109/tii.2011.2182518>. Disponível em:

<https://ieeexplore.ieee.org/document/6140966>. Acesso em: 22 jan. 2019.

SANTOS, Aline Coêlho dos. **Integração de tecnologia na educação básica**: um estudo de caso nas aulas de biologia utilizando laboratórios on-line. 2018. 267 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós Graduação em Tecnologia da Informação e Comunicação, PPGTIC, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Araranguá, 2018. Disponível em: <http://tede.ufsc.br/teses/PTIC0036-D.pdf>. Acesso em: 27 dez. 2018.

SANTOSO, Petrus; KHOSWANTO, Handry; SANDJAJA, Iwan Njoto. Web-Based Robotics Laboratory. **Matec Web of Conferences**, [s.l.], v. 164, p.1-6, 2018. EDP Sciences.

<http://dx.doi.org/10.1051/mateconf/201816401034>. Disponível em:

[https://www.matec-](https://www.matec-conferences.org/articles/mateconf/pdf/2018/23/mateconf_icesti2018_01034.pdf)

[conferences.org/articles/mateconf/pdf/2018/23/mateconf_icesti2018_01034.pdf](https://www.matec-conferences.org/articles/mateconf/pdf/2018/23/mateconf_icesti2018_01034.pdf). Acesso em: 03 jan. 2019.

SILVA JÚNIOR, S. D.; COSTA, F. J. Mensuração e Escalas de Verificação: uma Análise Comparativa das Escalas de Likert e Phrase Completion. **PMKT - Brasileira de Pesquisas de Marketing, Opinião e Mídia**, São Paulo, v. 15, p. 1-16, out. 2014. Disponível em:

<http://sistema.semead.com.br/17semead/resultado/trabalhosPDF/1012.pdf>. Acesso em: 02 jan. 2019.

SIMÃO, José Pedro Schardosim *et al.* Utilização de Experimentação Remota Móvel no Ensino Médio. **Novas Tecnologias na Educação**: CINTED-UFRGS, Porto Alegre, Rs, v. 11, n. 1, p.1-11, jul. 2013.

Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/41701>. Acesso em: 03 dez. 2018.

SIMÃO, José Pedro Schardosim *et al.* Remote labs in developing countries an experience in Brazilian public education. **IEEE Global Humanitarian Technology Conference (GHTC 2014)**, [s.l.], p.99-105, out. 2014. IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/ghtc.2014.6970267>.

Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6970267>. Acesso em: 03 dez. 2018.

SIMÃO, José Pedro Schardosim. **RELLE: Sistema de Gerenciamento de Experimentos Remotos**. 2015. 87 f. TCC (Graduação) - Curso de Tecnologia da Informação e Comunicação - TIC, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Araranguá, 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/157371>. Acesso em: 20 jan. 2019.

SIMÃO, José Pedro Schardosim *et al.* A remote lab for teaching mechanics. **2016 13th International Conference On Remote Engineering And Virtual Instrumentation (rev)**, [s.l.], p.176-182, fev. 2016. IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/rev.2016.7444460>. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7444460>. Acesso: 10 dez. 2019.

SIMÃO, José Pedro Schardosim *et al.* Laboratórios Online Móveis em um Ambiente de Experimentação Colaborativo. *In: XXXVII CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO*, 2017, São Paulo, SP. **Anais[...]**. São Paulo, SP: SBSC, 2017. p. 1526 - 1535. Disponível em: <http://csbc2017.mackenzie.br/public/files/all/anais-csbc-2017.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2019.

SIMÃO, José Pedro Schardosim. **Modelo para registro de dados de experiência de aprendizagem em laboratório remotos**. 2018. 115 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós Graduação em Tecnologia da Informação e Comunicação, PPGTIC, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Araranguá, 2018. Disponível em: <http://tede.ufsc.br/teses/PTIC0031-D.pdf>. Acesso em: 13 dez. 2018.

SILVA, Juarez Bento da. **A utilização da experimentação remota como suporte para ambientes colaborativos de aprendizagem**. 2006. 196 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Gestão do Conhecimento, Engenharia de Gestão do Conhecimento, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Florianópolis, 2006. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/88357>. Acesso: 10 dez. 2018.

SILVA, Juarez Bento da *et al.* Adaptation Model of Mobile Remote Experimentation for Elementary Schools. **IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje**, [s.l.], v. 9, n. 1, p.28-32, fev. 2014. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). <http://dx.doi.org/10.1109/rita.2014.2302053>. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6719587>. Acesso: 10 dez. 2018.

TAMAYO, Mario Tamayo e. **El proceso de La investigación científica**: incluye evaluación y administración de proyectos de investigación. 4. ed. México: Limusa, 2003. 435 p.

TORRES, Aydée Quillama. **Guía para formular proyectos de investigación e innovación tecnológica**. San Borja, Peru: Ministerio de Educación, 2013. 49 p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA. CATARINA. **Programa de Pós-Graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação - PPGTIC: Linhas de Pesquisa**. 2019. Disponível em: <http://ppgtic.ufsc.br/linhas-de-pesquisa/>. Acesso em: 19 jan. 2019.

VIEGAS, Clara et al. Impact of a remote lab on teaching practices and student learning. **Computers & Education**, [s.l.], v. 126, p.201-216, nov. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2018.07.012>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131518301878>. Acesso em: 22 jan. 2019.

W3TECHS. **Usage statistics and market share of jQuery for websites**. 2019. Disponível em: <https://w3techs.com/technologies/details/js-jquery/all/all>. Acesso em: 19 jan. 2019.

WELCH, Susan; COMER, John C.. **Quantitative Methods for Public Administration**: Techniques and Applications. 3. ed. [s.l.]: Waveland Pr Inc, 2006. 362 p.

ZUTIN, Danilo Garbi et al. Lab2go — A repository to locate educational online laboratories. **IEEE Educon 2010 Conference**, [s.l.], p.1741-1746, abr. 2010. IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/educon.2010.5492412>. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/5492412> . Acesso: 10 dez. 2019.

APÊNDICE A – Práticas didáticas desenvolvidas para aplicação do block.ino – Versão A

Questões para resolver com as instâncias do block.ino - Versão A

Trabalhando com Leds

1. Selecione os blocos necessário no Menu de categorias para acionar um led (vermelho, amarelo, verde ou branco) e faça com que este led fique piscando conforme o tempo de 1000 milisegundos.
2. Com base no exercício 1, selecione os blocos necessários no menu para acionar os leds vermelho, amarelo e verde com tempo necessário para cada led acender e apagar simulando um semáforo.
3. Com o exercício 2 resolvido utilize um laço de repetição (IF) e/ou um contador (For) para incrementar seu exercício.

Trabalhando com Sensores

4. Selecione os blocos necessários no menu, e verifique a **umidade** do ambiente com o sensor DHT 11, e mostre no visor a leitura deste sensor.
Obs.: Verifique o exemplo no tutorial para selecionar os blocos corretamente.
5. Selecione os blocos necessários no menu, e verifique a **temperatura** do ambiente com o sensor DHT 11, e mostre no visor a leitura deste sensor.
Obs.: Verifique o exemplo no tutorial para selecionar os blocos corretamente.
6. Conforme a leitura do sensor de temperatura – DHT 11, utilize os comandos da categoria lógico, “< (maior)” ou “> (menor)”, para acender e apagar um led de acordo os valores apresentados por este sensor.

APÊNDICE B – Práticas didáticas desenvolvidas para aplicação do block.ino – Versão B

Questões para resolver com as instâncias do block.ino - Versão B

Trabalhando com Leds

1. Selecione os blocos necessário no Menu de categorias para acionar um led (na cor azul) e faça com que este led fique piscando durante o tempo de 1000 milissegundos.

2. Selecione os blocos necessários no menu para acionar o led RGB (vermelho, verde e azul) com tempo necessário para cada led acender com cores diferentes.

Obs.: o led acende nas cores utilizando o valor máximo de 255 e apaga quando o valor estiver próxima a 0 (zero).

3. Com o exercício 2 resolvido utilize valores com intervalos diferentes para acionar as cores do led RGB. Por exemplo: diminuir a intensidade do led pela metade.

Trabalhando com Sensores

4. Selecione os blocos necessários no menu, e verifique a leitura a luz do ambiente com o sensor de luminosidade LDR (*Light Dependent Resistor*), e mostre no visor a leitura deste sensor.

Obs.: Verifique o exemplo no tutorial para selecionar os blocos corretamente.

5. Com base no exercício 4 (leitura da luz do ambiente com sensor LDR), faça um verificação de acordo com o valor lido e acione um led, fazendo-o ligar ou desligar conforme este valor.

Obs. Consulte o tutorial para resolver este exercício. Dicas: utilize os blocos das categorias de matemática, lógico e entrada/saída.

APÊNDICE C – Questão discursiva do questionário “Experimento Remoto block.ino”

1	<p>Positivo: Aprendizado a Linguagem Logica utilizado Negativo: Um pouco de demora no fila, mas nada que impeça no processo em si.</p>
2	<p>Fácil aprendizagem com o sistema online Dificulta a questão de fila.</p>
3	<p>Muito Fácil acesso, e simples de se utilizar.</p>
4	<p>Com alguns recursos básicos, e quanto ao uso da experimentação remota. Em todas as coisas ao site bem intuitivo, porém tem dificuldades para manusear pois não entendo muito bem.</p>
5	<p>Positivo - aprendizagem, conceitos remota Negativo - espera.</p>
6	<p>A internet ficou lenta, o delay que veio com o tempo dividindo com outros alunos isso foi do conceito "Acumulado".</p>
7	<p>Positivo • Sistema intuitivo Negativo</p>
8	<p>Fácil acesso e testes de qualquer lugar e a qualquer momento, com certeza é um ponto positivo. Ter um limite de acesso dificulta muito o acesso, por conta disso, ponto como ponto negativo.</p>
9	<p>A experiência com o site e a plataforma apresentada, foram ótimas, fácil manuseio, entendimento da página, boa interatividade. Ponto "negativo" foram a demora na execução/compilar e rápida amotia visual dos acontecimentos no arduino. Poderia ser interessante se possível deixar a tela de test como opção de ser ativada a qualquer moment.</p>
10	<p>Não estou na área de eletrônica mas a proposta de fornecer ferramentas para o aprendizado de assuntos na área em pessoas que não podem ter acesso aos equipamentos.</p>

11	<p>Pode-se destacar como ponto negativo, o tempo de espera das filas de execução. É como ponto positivo destaca-se o auxílio a lógica de programação.</p>
12	<ul style="list-style-type: none"> - Dificuldade para entender a interface - Visualização (live preview) muito bom - Demora para descobrir que deveria arrastar e soltar os itens. - Permitir editar o código poderia ser uma boa.
13	<p>Bem, em relação aos testes, os testes sempre a didático, fazei exercícios que não melhoram mais a parte do teste. Quanto ao uso, ainda bastante de pensamento.</p>
14	<p>a fila atrapalha</p>
15	<p>O do laboratório remoto é um pouco demorado devido a fila, mas a ideia é bem interessante se houver mais estrutura.</p>
16	<p>Ponto Positivo: - O site é fácil de entender a prática. Ponto negativo: Demora nas filas para execução dos testes.</p>
17	<p>Não precisa de configurações/equipamentos para iniciar, ajudando muito no começo.</p>
18	<p>↳ Ponto positivo + Não possibilidade de acesso a este conhecimento a longo. ↳ Não serve + não se usa.</p>
19	<p>A seleção de componentes e instâncias é satisfatória, porém a execução precisa ser melhorada, tanto no tempo de resposta, quanto na identificação de quem está rodando a aplicação.</p>
20	<p>Como ponto negativo, neste momento é referente as filas que tem uma demora considerável para executar os testes. Como ponto positivo auxílio a lógica de programação de um modo mais intuitivo.</p>

21	<p>No início da utilização, tivemos um pouco de dificuldade para compreender os componentes e suas utilidades. Após melhor compreensão, as tarefas foram realizadas de forma bem interessante e apresentou resultados satisfatórios e motivadora.</p>
22	<p>O fato de explicar os componentes e mostrar sua programação curou no aprendizado da lógica. Um pouco negativo é que não acesso a primeira vez, mas em alguma tutorial ou vídeos mostram qual a primeira passo a seguir.</p>
23	<p>Fiquei meio confuso no começo O experimento é muito intuitivo e satisfatório</p>
24	<p>ponto negativo: não possui nenhum conhecimento prévio do arduino.</p>
25	<p>pontos positivos: aprendizagem, interesse e saber mais sobre a tecnologia. negativos: presencialmente dava pra ver de perto a funcionamento, e talvez até as pessoas fizesse algumas alterações no projeto.</p>
26	<p>FACILITA O APRENDIZADO DE MANEIRA CLARA E SIMPLES. TEMPO DE ESPERA É UM FATOR NEGATIVO.</p>
27	<p>Positivo - FORMA DE NOVA Aquisição Negativo - Visualizações DE OUTRA SENDO UTILIZADO POR OUTRO.</p>
28	<p>Aprendizado fácil A falta de interação ao ensinar código</p>
29	<p>FÁCIL APRENDIZAGEM - POSITIVO A FIM PARA EXECUTAR ACABA ATRAPALHANDO - NEGATIVO</p>
30	<p>TEMPO DE ESPERA DIFÍCIL ACESSO A TODA A HORA</p>
31	<p>Negativo - esperar pela fila Positivo - aprendizagem e trabalhar com arduino.</p>

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

ANEXO A – Questionário do perfil dos alunos

QUESTIONÁRIO DO PERFIL DOS ALUNOS

Estimado (a) aluno (a): Este questionário é parte integrante do Projeto de aplicação do Experimento Remoto block.ino com alunos do curso superior de Sistemas de Informação, pela pesquisadora Graceline de Oliveira, orientanda pelos professores João Bosco da Mota Alves, Dr., e Juarez Bento da Silva, Dr., tendo como proposta principal a avaliação deste experimento remoto, juntamente com seu sistema de instâncias como instrumentos para auxiliar o processo de ensino-aprendizagem sobre a programação visual para plataforma arduino. Agradecemos sua colaboração no preenchimento das questões que se seguem. A equipe.

Assinale as alternativas abaixo conforme seu perfil

1 – Qual sua idade?

- menor de 18 anos entre 18 e 20 anos entre 21 e 25 anos
 acima de 25 anos

2 – Gênero

- Feminino Masculino

3 – Qual fase do curso superior de sistemas de informação você está cursando?

- 1ª fase 2ª fase 3ª fase 4ª fase
 5ª fase 6ª fase 7ª fase 8ª fase

4 – Possui computador e acesso a internet?

- Sim Não

5 – Meio preferencial de acesso à internet?

- Computador – Desktop ou notebook
 Dispositivos móveis – smartphone, tablets, etc.

6 – Local de preferência de acesso à internet?

- Residência Escola – Universidade, faculdade, escola, etc
 Lan house Outros

7 - Com que frequência você acessa a internet?

- Várias vezes ao dia Pelo menos uma vez por dia
 Não acesso a internet todos os dias

8 - Qual atividade você mais realiza no uso à internet?

- Buscar informações no Google ou outro buscador
 Assistir vídeos
 Utilizar redes sociais
 Buscar mapas na internet para aprender “coisas” novas
 Ler um livro online
 Utilizar um editor de documento online - Google Drive, entre outros.
 Postar vídeos que desenvolver

9 - Você acessa a internet para realização de atividades acadêmicas?

- Sim Não

10 – Se sim, qual a finalidade para o uso da internet?

- Realizar pesquisas Fazer trabalhos sobre um tema
 Realizar trabalhos em grupo Fazer as tarefas acadêmicas
 Entrar em contato com professor para pedir auxílio para resolver tarefas/trabalhos acadêmicos

11 – Você está trabalhando na área, em empresas de tecnologia?

- Sim Não

12 – Se sim, qual sua função na empresa?

- Desenvolvedor Suporte Analista de Testes
 Analista de sistemas service desk TI Outras

13 - Pretende fazer pós-graduação?

- Sim Não

14 – Qual área pretende cursar sua pós-graduação?

- Engenharias-computação, software Gerenciamento de projetos
 Qualidade de software Desenvolvimento de aplicações
 Desenvolvimento de jogos Segurança da informação Outros

15 – Você tem interesse em fazer mestrado e/ou doutorado?

- Sim Não

16 – Tem interesse em desenvolver projetos científicos/tecnológicos e/ou se tornar um pesquisador?

- Sim Não

ANEXO B - Questionário Experimento Remoto block.ino**Questionário Experimento Remoto block.ino****USABILIDADE****1 – Foi simples usar o site/home Page para escolher os componentes para acessar as instâncias do block.ino?**

- concorda totalmente - CT concorda parcialmente - CP
 discorda totalmente - DT discorda parcialmente - DP
 sem opinião – SO

2 – O site atendeu satisfatoriamente o acesso às instâncias do block.ino?

- concorda totalmente - CT concorda parcialmente - CP
 discorda totalmente - DT discorda parcialmente - DP
 sem opinião – SO

3 – Foi simples usar o experimento remoto block.ino?

- concorda totalmente - CT concorda parcialmente - CP
 discorda totalmente - DT discorda parcialmente - DP
 sem opinião – SO

4 – Não encontrei problema para executar as ações que desejava no experimento remoto.

- concorda totalmente - CT concorda parcialmente - CP
 discorda totalmente - DT discorda parcialmente - DP
 sem opinião – SO

6 – As informações explicativas contidas na página contribuíram para manusear os laboratórios(s) remotos e o block.ino?

- concorda totalmente - CT concorda parcialmente - CP
 discorda totalmente - DT discorda parcialmente - DP
 sem opinião – SO

7 – O tempo de execução do(s) laboratório(s) remoto(s) foi suficiente para realizar minhas atividades?

- concorda totalmente - CT concorda parcialmente - CP
 discorda totalmente - DT discorda parcialmente - DP
 sem opinião – SO

9 – Eu me senti confortável em usar o experimento remoto.

- concorda totalmente - CT concorda parcialmente - CP
 discorda totalmente - DT discorda parcialmente - DP
 sem opinião – SO

PERCEPÇÃO DE APRENDIZAGEM

10 – O experimento remoto block.ino melhorou minha compreensão dos conceitos teóricos que foram abordados com a prática ao acessar o experimento.

- concorda totalmente - CT concorda parcialmente - CP
 discorda totalmente - DT discorda parcialmente - DP
 sem opinião – SO

11 – O experimento remoto block.ino ajudou a relacionar os conceitos estudados em sala de aula com o cotidiano ao acionar a plataforma arduino e seus componentes.

- concorda totalmente - CT concorda parcialmente - CP
 discorda totalmente - DT discorda parcialmente - DP
 sem opinião – SO

12 – O experimento remoto contribuiu para minha aprendizagem.

- concorda totalmente - CT concorda parcialmente - CP
 discorda totalmente - DT discorda parcialmente - DP
 sem opinião – SO

13- A experimentação remota foi uma experiência de aprendizagem eficaz.

- concorda totalmente - CT concorda parcialmente - CP
 discorda totalmente - DT discorda parcialmente - DP
 sem opinião – SO

14 – As habilidades adquiridas ao realizar os exercícios foram valiosas para minha aprendizagem.

- concorda totalmente - CT concorda parcialmente - CP
 discorda totalmente - DT discorda parcialmente - DP
 sem opinião – SO

15 – A forma como o experimento remoto block.ino foi abordado em sala de aula contribuiu para a resolução de problemas.

- concorda totalmente - CT concorda parcialmente - CP

- discorda totalmente - DT discorda parcialmente - DP
 sem opinião – SO

SATISFAÇÃO

16 – Em geral, estou satisfeito com site para acessar as instâncias do block.ino?

- concorda totalmente - CT concorda parcialmente - CP
 discorda totalmente - DT discorda parcialmente - DP
 sem opinião – SO

17 – O site facilitou a busca por componentes e suas aplicações nas instâncias disponíveis?

- concorda totalmente - CT concorda parcialmente - CP
 discorda totalmente - DT discorda parcialmente - DP
 sem opinião – SO

18 – Com relação aos laboratórios remotos e ao block.ino, em geral estou satisfeito?

- concorda totalmente - CT concorda parcialmente - CP
 discorda totalmente - DT discorda parcialmente - DP
 sem opinião – SO

19 – O uso do experimento remoto block.ino aumentou minha motivação para aprender mais sobre a plataforma e programação em arduino?

- concorda totalmente - CT concorda parcialmente - CP
 discorda totalmente - DT discorda parcialmente - DP
 sem opinião – SO

20 – Aconselharia meus colegas a utilizar os laboratórios remotos?

- concorda totalmente - CT concorda parcialmente - CP
 discorda totalmente - DT discorda parcialmente - DP
 sem opinião – SO

21 – Gostaria de utilizar outros laboratórios remotos relacionados a outras áreas da tecnologia.

- concorda totalmente - CT concorda parcialmente - CP
 discorda totalmente - DT discorda parcialmente - DP
 sem opinião – SO

22 – O experimento remoto block.ino foi relevante para meu aprendizado sobre lógica de programação e linguagem de programação arduino.

- concorda totalmente - CT concorda parcialmente - CP
 discorda totalmente - DT discorda parcialmente - DP
 sem opinião – SO

UTILIDADE

23 – Em relação ao experimento remoto block. ino fiquei convencido de estar realizando um experimento real e não remoto?

- concorda totalmente - CT concorda parcialmente - CP
 discorda totalmente - DT discorda parcialmente - DP
 sem opinião – SO

24 – O laboratório de experimentação remota pode proporcionar novas formas de aprender.

- concorda totalmente - CT concorda parcialmente - CP
 discorda totalmente - DT discorda parcialmente - DP
 sem opinião – SO

25 – Acredito que é possível alcançar aprendizagens similares, com relação a programação arduino e as aplicações de componentes, sensores e atuadores utilizando o experimento remoto block.ino, às adquiridas em um laboratório presencial

- concorda totalmente - CT concorda parcialmente - CP
 discorda totalmente - DT discorda parcialmente - DP
 sem opinião – SO

26- A possibilidade de acessar o laboratório remoto em qualquer momento do dia e de qualquer lugar é muito útil para planejar o aprendizado sobre a programação arduino, sensores e atuadores.

- concorda totalmente - CT concorda parcialmente - CP
 discorda totalmente - DT discorda parcialmente - DP
 sem opinião – SO

27 – O experimento remoto block.ino e a busca por componentes nas instâncias possibilitou realizar tarefas experimentais envolvendo programação para arduino e verificar o funcionamento dos componentes disponíveis.

- concorda totalmente - CT concorda parcialmente - CP

discorda totalmente - DT discorda parcialmente - DP
 sem opinião – SO

28 – A realização de experimento em um laboratório remoto pode melhorar o desempenho em um laboratório real (práticas com arduino).

concorda totalmente - CT concorda parcialmente - CP
 discorda totalmente - DT discorda parcialmente - DP
 sem opinião – SO

29 – Por favor, responda:

Indique pontos positivos e negativos quando ao uso do site para selecionar os componentes e instâncias do experimento remoto block.ino, e quanto ao uso da experimentação remota.

ANEXO C – Fotos da aplicação do projeto

