"MENINAS NA ENGENHARIA": DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA DE AUTOMAÇÃO EM SALAS DE AULA COMO FORMA DE INCENTIVAR A PARTICIPAÇÃO FEMININA EM PROJETOS DE TECNOLOGIA E ENGENHARIA

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2024.5268

Autores: *ELEN CAMANHO ANTUNES, AMANDA BRITO APOLINáRIO, THAIS PEDRUZZI DO NASCIMENTO*

Resumo: *Este artigo apresenta o desenvolvimento de sistemas de automação predial focado em eficiência energética como forma de envolver alunas de escolas estaduais de ensino fundamental e médio na área de energia, eletrônica, automação e programação. O projeto envolve a realização de minicursos, oficinas e palestras, além das automações em si. Cinco escolas participaram do projeto, que resultou em cinco automações, realizadas com a participação das bolsistas - tanto da universidade quanto do ensino básico. Além disso, um Caderno Orientador foi desenvolvido, com toda a documentação do projeto e orientações para que a iniciativa seja replicada. O artigo apresenta a metodologia, os resultados e discute brevemente a repercussão das ações desenvolvidas.*

Palavras-chave: *Mulheres em STEM, Automação Predial, Relação Universidade-Escola, Engenharia Elétrica, Programação*

"MENINAS NA ENGENHARIA": DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA DE AUTOMAÇÃO EM SALAS DE AULA COMO FORMA DE INCENTIVAR A PARTICIPAÇÃO FEMININA EM PROJETOS DE TECNOLOGIA E ENGENHARIA

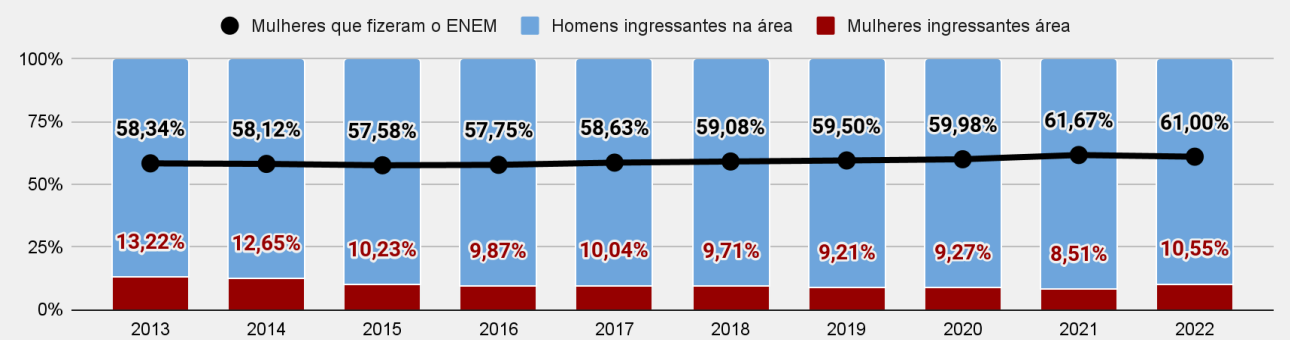
1 INTRODUÇÃO

Sabe-se que os adolescentes vivem em um ambiente repleto de tecnologia. Uma pesquisa do IBGE mostrou que, em 2022, 54,8% dos jovens entre 10 e 13 anos tinham acesso a celular próprio, esse número cresce para 84,7% para a faixa de 14 a 19 anos (Pilar e Guimarães, 2023). Entretanto, o conteúdo programático visto nas salas de aula do ensino básico parece distante de tais aplicações, de forma que esses estudantes não compreendem as tecnologias que usam cotidianamente (Ferreira, 2019). Esse cenário se aprofunda para a realidade das meninas, encorajadas a se dedicar às disciplinas de humanas e biologia (Rosemberg, 2002).

A inserção de mais mulheres nas áreas de tecnologia é um desafio complexo da sociedade, apresentado no Objetivo de Desenvolvimento Sustentável da ONU de número 5 (IPEA, 2024). Particularmente, a meta 5.B trata da necessidade do aumento do uso de tecnologias de informação e comunicação para promover o empoderamento das mulheres. Para o IPEA (2024), o debate brasileiro nesse contexto ultrapassa a dimensão do uso dessas tecnologias, contemplando também a produção delas, bem como a produção do conhecimento científico em todas as áreas do conhecimento. Inclui-se também a necessidade de uma produção científica considerando o debate sobre gênero.

A realidade nos cursos superiores das áreas de tecnologia apresenta, ainda hoje, uma grande desigualdade de gênero. O gráfico da Figura 1 mostra uma comparação, entre 2013 e 2022, do percentual de mulheres e homens ingressantes em cursos superiores da área de engenharia elétrica no Brasil. O gráfico mostra que, apesar da participação feminina no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) se equiparar com a participação masculina, o ingresso das mulheres nos cursos das áreas de eletricidade, energia, eletrônica e automação ainda é inexpressivo, variando entre 8,51% e 13,22%;

Figura 1 - Evolução do percentual de mulheres ingressantes e homens ingressantes nas áreas de eletricidade, energia, eletrônica e automação, e de mulheres inscritas no ENEM.



Fonte: elaboração própria a partir dos microdados do Censo da Educação Superior (INEP, 2023a) e do ENEM (INEP, 2023b).[1]

A combinação da eletrônica, eletricidade, energia e automação pode ser aplicada na automação predial que, de acordo com Braga, Braga e Braga (2007), “pode garantir uma utilização de energia de forma racional e um provimento contínuo de dados, que analisados adequadamente, viabilizam um gerenciamento e operação parcimoniosos e com alta integridade dos serviços ou funções da edificação.”

Diante do exposto, o projeto “Consumo sustentável de energia em ambientes escolares: iniciativas femininas” foi proposto com o objetivo geral de despertar a comunidade escolar e seu entorno para a problemática da eficiência energética, atribuindo à comunidade feminina da escola a liderança de ações de monitoramento e redução do consumo de energia elétrica que deverão culminar na automação de ambientes escolares escolhidos pelas escolas participantes. Destacam-se, entre os objetivos específicos do projeto,(i) despertar o interesse e estimular a participação e a formação de meninas e mulheres para a área de Engenharia Elétrica e (ii) capacitar professores e estudantes das escolas participantes nos conteúdos necessários para o desenvolvimento do projeto, que envolvem diversas áreas da Engenharia Elétrica como energia, automação, eletrônica, comunicação e computação.

O contexto utilizado para atingir esses objetivos foi o de automatizar salas de aulas, abordando a problemática do consumo sustentável de energia elétrica, com a participação efetiva de meninas e mulheres em todas as etapas de desenvolvimento do projeto. Dessa forma, não apenas despertando interesse na área de forma teórica como também de forma prática e responsável, além de beneficiar as escolas com um ambiente automatizado e com consumo monitorado de energia elétrica para sua eficiência energética. A escolha das escolas foi realizada pela Secretaria de Estado da Educação (SEDU) de acordo com quatro critérios, escolas que (i) utilizam metodologia de aprendizado baseado em problemas (Problem Based Learning - PBL) e abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), (ii) realizam olimpíadas de ciências anualmente e mobilizam a comunidade em seu entorno com atividades nas escolas, (iii) já receberam premiações em educação científica, sendo que uma delas recebeu premiação internacional e este projeto permitirá a continuidade do trabalho em educação científica, com grande potencial de gerar resultados relevantes para a educação científica no Estado do Espírito Santo, e (iv) possuem localização estratégica: áreas urbanas e área rural. As escolas escolhidas foram as Escolas Estaduais de Ensino Fundamental e Médio Silvio Rocio, Gisela Salloker Fayet, Professora Juraci Machado, Victório Bravim e Colégio Estadual do Espírito Santo.

2 METODOLOGIA

As primeiras atividades realizadas visam a capacitação das alunas do ensino fundamental e médio, nas áreas necessárias para a compreensão e desenvolvimento do projeto. Com esse fim, foram ministradas aulas e oficinas de programação e eletrônica básica às meninas do Ensino Fundamental e Médio participantes do projeto nas escolas contempladas, iniciando em conceitos básicos de programação e eletrônica, apresentação de componentes e montagens de circuitos eletrônicos simples, e finalizando com a programação de microcontroladores para o controle de circuitos eletrônicos. Os

[1] Os detalhes da análises, incluindo o código utilizado, estão disponíveis no endereço no Github dos autores (link a ser disponibilizado na versão final do artigo para não ferir a política de revisão cega).

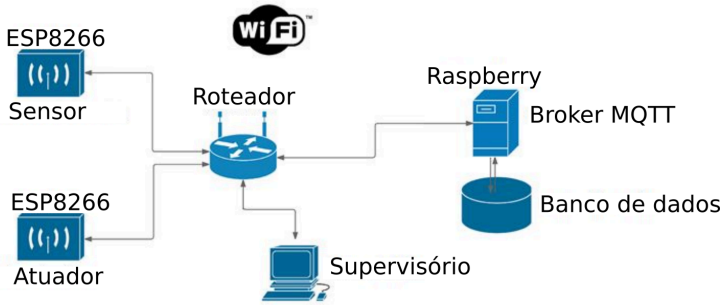
conteúdos foram passados de forma presencial em uma oficina e em aulas remotas feitas através da plataforma de reunião online Google Meet. Todo conteúdo foi gravado e disponibilizado no canal Meninas na Engenharia[2] na plataforma YouTube, em que os vídeos estão organizados em três categorias: "Curso Eletrônica" (aulas focadas nas ferramentas de *hardware),* "Curso Python" (aula focadas nas ferramentas de *software*) e "Palestras", como pode-se observar na Figura 2. Além disso, ao longo das aulas, foi feito um “Diário de Aulas” para registrar todo o conteúdo coberto, bem como disponibilizar códigos e outras atividades. Esse diário está disponível em uma página *online*, que foi chamada de Caderno Orientador[3]. Após as aulas e oficinas, foi dado início a etapa de desenvolvimento e implementação dos projetos de automação.

Figura 2 - Playlists criadas no canal do YouTube.

Fonte: autoria própria.

O objetivo de cada implementação é que seja possível controlar elementos como ventiladores, ar condicionado e lâmpadas usando um aplicativo *Android*, bem como acompanhar o consumo de energia desses elementos. A partir da leitura e análise das referências principais do projeto - os trabalhos de Bruno et al. (2018) e Oliveira (2022) - foi definida a arquitetura do projeto, quais sensores, atuadores e microcontroladores a serem utilizados, além da aplicação de um microprocessador para o armazenamento, tratamento e transferência dos dados coletados. Esta seção será dividida de acordo com os elementos mostrados na Figura 3. A Seção 2.1 tratará do supervisório (aplicativo), do Broker MQTT (que controla a comunicação entre os elementos) e da *Raspberry* (que faz o controle central). A Seção 2.2 tratará dos sensores e atuadores, além dos microcontroladores que comandam e processam os dados até a *Raspberry*.

Figura 3 - Arquitetura base do sistema.



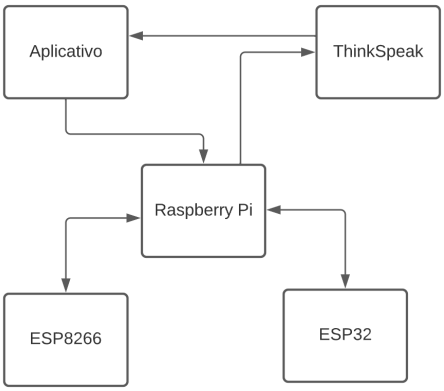
Fonte: Adaptada de Bruno et al. (2018).

[2] O canal pode ser acesso pelo link: https://www.youtube.com/@meninasnaengenharia2021
[3] Para acessar o Diário de Aulas: http://meninasnaengenharia.inf.ufes.br/capitulo2.html#diarioDeAulas

2.1 Controlador, comunicação e interfaces

A Raspberry foi configurada com o protocolo de comunicação MQTT (em inglês, *Message Queuing Telemetry Transport*) atuando como um servidor, gerenciando o tráfego de mensagens entre os outros dispositivos. A Figura 4 apresenta o fluxograma das mensagens e requisições trocadas entre os dispositivos, ilustrando o processo de comunicação e controle, e cada elemento será explicado com mais detalhes na sequência.

Figura 4 – Fluxograma das mensagens enviadas.



Fonte: autoria própria

O protocolo MQTT foi selecionado devido à sua ampla utilização em ambientes com recursos computacionais limitados e redes sujeitas a instabilidades (Soni e Makwana, 2017), uma condição comum em muitas instituições escolares, sobretudo considerando as instituições públicas. Esse protocolo opera sob o modelo de publicação/assinatura (*publish/subscribe*), permitindo que os dispositivos se inscrevam em tópicos para receber mensagens e publiquem em outros tópicos para enviar mensagens. Nesse contexto, a presença de um *broker* desempenha um papel crucial. Um *broker* MQTT facilita a comunicação entre os dispositivos, sendo responsável por gerenciar a inscrição dos dispositivos em tópicos, lidar com mensagens perdidas, garantir a segurança e realizar a autenticação e autorização. O Mosquitto (Eclipse Foundation, 2024) foi escolhido como *broker* devido à sua natureza de código aberto e ao seu desempenho eficiente, quando instalado na Raspberry Pi (Soni e Makwana, 2017).

Por meio da programação dos ESPs, utilizando a plataforma Arduino IDE (Arduino, 2024) e a linguagem de programação C, foi possível estabelecer a conexão com a rede Wi-Fi da escola e, posteriormente, com o *broker* MQTT. Cada ESP foi configurado para ter um IP fixo, a fim do *broker* sempre saber seus endereços, e se inscrever em um tópico específico, permitindo o acionamento controlado dos relés de acordo com os comandos recebidos. Adicionalmente, os ESPs enviam mensagens à Raspberry Pi com os valores dos sensores, indicando a potência energética em cada relé. Esses dados são então utilizados para a geração de gráficos na plataforma ThinkSpeak (2024), um serviço gratuito que facilita a visualização e análise dos dados coletados. O ThinkSpeak atua, dessa forma, como o banco de dados da Figura 3.

Para a concepção do aplicativo responsável pelo controle das operações, optou-se pela plataforma MIT App Inventor (2024), que oferece uma abordagem de programação baseada em blocos para o desenvolvimento de aplicativos destinados a dispositivos Android, simplificando o processo de criação. O aplicativo foi projetado com a inclusão de um botão para estabelecer a conexão com a Raspberry Pi, bem como outros botões destinados a ativar e desativar os dispositivos eletrônicos sob seu controle.

Adicionalmente, foi incorporado um botão que direciona o usuário para uma nova tela no dispositivo móvel, apresentando os gráficos referentes ao consumo de energia. Com base nessas implementações, o *software* destinado ao controle da automação dos dispositivos eletrônicos na sala de aula foi finalizado. O aplicativo é o supervisório da Figura 3.

2.2 Sensores e atuadores

A programação dos microcontroladores ESP8266 e ESP32 foi realizada utilizando a linguagem de programação C. Já os sensores empregados, responsáveis pelo monitoramento das variáveis desejadas, foram sensores de corrente do tipo ACS712 (Allegro Microsystems, 2024), sensores de tensão do tipo ZMPT101B (Innovators Guru, 2024), transmissores e receptores infravermelhos e sensores de movimento do tipo PIR (Infravermelho Passivo, do inglês *Passive Infrared*). Por fim, para concretização da automatização de equipamentos, os atuadores usados para o acionamento elétrico das cargas envolvidas foram relés, componentes que funcionam como interruptores eletromecânicos. Os módulos utilizados para isso foram os de 1 relé com alimentação de 5V com carga nominal de 10A/250VAC, 10A/125VAC ou 10A/30VDC.

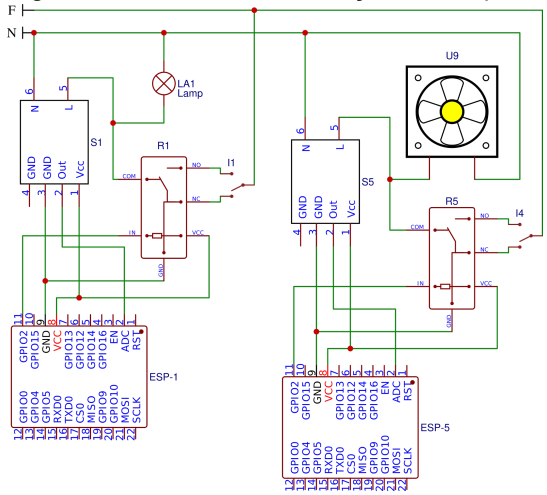
Para se ter um ambiente teste para implementação em cada escola, foi desenvolvida uma bancada de simulação, montada em laboratório. Após a confecção dos esquemáticos elétricos de cada ambiente escolar, foi desenvolvido um para a bancada de teste, considerando circuitos de iluminação e circuitos de ventilação com acionamento tanto por interruptores paralelos ou por meio de relés controlados por microcontroladores do tipo ESP8266 programados para realizarem acionamentos temporizados, além da aplicação de sensores de tensão e *coolers* de 12V, para a representação dos circuitos de ventilação, a fim de tornar a bancada de testes mais simples, didática e portátil.

A confecção da bancada de teste foi primordial para validação e escolha de equipamentos e tecnologias que apresentassem melhor desempenho. Um exemplo foi o módulo do sensor de movimento do tipo PIR que, a princípio, foi escolhido para o controle de iluminação de acordo com a presença de pessoas no ambiente, porém apresentou invariâncias e descontinuidades de funcionamento desde sua compra. Para sanar os problemas foram realizadas pesquisas, medições de tensão de saída do sinal, testes de alcance e frequência de comunicação e novas tentativas de programação. Com os problemas persistindo e a necessidade de cumprir os prazos de instalações definidos, foi testado o uso de um sensor de presença comercial, que manifestou melhor desempenho e portanto, foi utilizado na instalação, sendo ligado diretamente à rede e ao circuito de iluminação, de forma que, apesar de não obter um pino de saída para o uso no controle do acionamento realizado pelo microcontrolador, apresentou funcionamento eficiente no sistema de automação implementado na escola EEEFM Prof Juraci Machado.

Após a validação da tecnologia aplicada na bancada de testes, foi dado início à confecção de diagramas elétricos compostos pelas ligações eletroeletrônicas necessárias para a automatização e monitoramento das cargas presentes em cada ambiente escolar. Para isso, foram consideradas as instalações elétricas já presentes nos ambientes, e os componentes fundamentais para a realização de um sistema de automação.

O diagrama elétrico apresentado na Figura 5, exemplifica um esquemático para controle de uma lâmpada e um ventilador. O elemento "LA1" representa a lâmpada, conectada ao sensor de corrente ACS712, representado por "S1" na figura, ao relé ("R1") e a um ESP8266 ("ESP-1"). O ventilador é representado por "U9", e também está conectado a um sensor de corrente ("S5"), um relé ("R5") e um ESP8266 ("ESP-5").

Figura 5 – Diagrama elétrico com automação de lâmpada e ventilador.



Fonte: autoria própria

3 RESULTADOS

Os resultados desse projeto serão apresentados considerando (i) as implementações dos sistemas de automação[4], (ii) a repercussão do projeto e (iii) o material produzido.

3.1 Implementações

Após a concretização da bancada de testes e validação do sistema de automatização projetado para os ambientes, foi dado início a implementação física dos sistemas nas escolas. Para isso as intervenções foram feitas com o acoplamento de caixas de passagem de sobrepor com dimensões de acordo com a complexidade do circuito de cada escola e com a substituição dos interruptores simples existentes por interruptores paralelos, para garantir que o acionamento pudesse ser realizado de forma local e remota. Desta forma, as caixas continham os circuitos eletrônicos de controle de acionamento e monitoramento das cargas, os quais foram desenvolvidos previamente às instalações, contendo as ligações entre microcontroladores, relés e sensores de corrente.

Para consolidação do conhecimento aprendido ao longo do projeto e desempenhar práticas de instalações elétricas - fazer emendas em fios condutores, conexão entre lâmpadas e interruptores e de conhecer na prática o sistema de automatização instalado - as alunas integrantes do projeto de cada escola foram convidadas a participar dos momentos de implementação. Na escola EEEFM Prof Juraci Machado foi realizado um sistema de automatização da iluminação de um banheiro controlado por sensor de presença, além do monitoramento de consumo de energia, utilizando o microcontrolador e sensor de corrente. Para demonstrar sua implementação, a Figura 6a apresenta o esquemático elétrico.

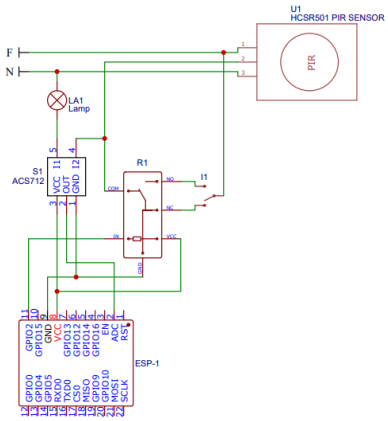
Para as implementações em todas as escolas foram considerados circuitos de ventilação simples, porém no Colégio Estadual os ventiladores funcionam também em modo exaustor, portanto, para este ambiente escolar foram necessárias adaptações na solução projetada. A solução considerada foi a adição de um circuito com chaves

[4] Devido ao limite de páginas, aqui foram mostrados apenas alguns exemplos, mas as fotos de todas as implementações podem ser vistas no link: http://meninasnaengenharia.inf.ufes.br/fotosAutomatizacao.html

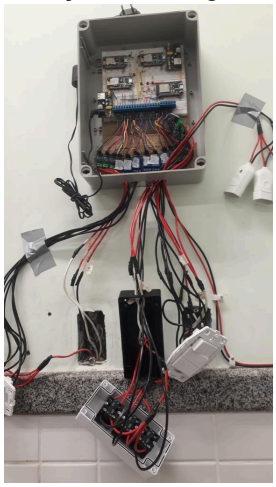
seletoras de três estados, onde um estado mantém o componente desligado, em outro estado aciona o modo exaustor e por fim o último estado habilita a passagem de energia para os interruptores paralelos que permitem o acionamento do modo ventilação de forma local ou de forma remota através do comando enviado por aplicativo. As Figuras 6b e 6c apresentam a implementação da solução projetada.

Figura 6 - Exemplos de implementações

(a) Esquema elétrico da EEEFM Prof Juraci Machado



(b) Conexões elétricas da implementação do Colégio Estadual



(c)Implementação finalizada do Colégio Estadual

Fonte: autoria própria.

Foram desenvolvidos cinco aplicativos distintos para dispositivos *Android*, um para cada escola selecionada para participar do projeto de automação. Cada aplicativo está equipado com um botão para estabelecer conexão com o *broker* e outro para a visualização de gráficos relacionados ao consumo de energia. No caso do Colégio Estadual, não havia acesso à internet na sala onde foi feita a automação, portanto era inviável a comunicação entre o site de gráficos e o aplicativo. Fotos dos aplicativos estão disponíveis na Figura 8. Adicionalmente, conforme as necessidades específicas de cada escola, os aplicativos foram personalizados para incluir um número variável de botões destinados ao controle de dispositivos nas salas de aula, como luzes e ventiladores.

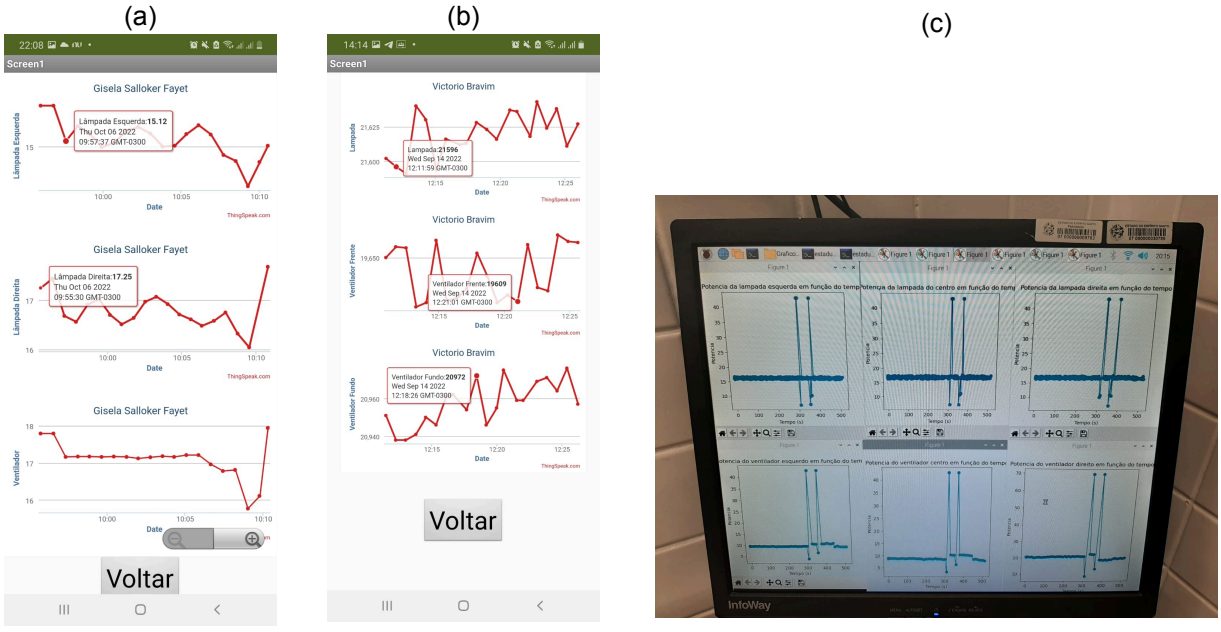
A interação do usuário com qualquer desses botões inicia a transmissão de uma mensagem através do protocolo MQTT, originada do dispositivo móvel para a Raspberry Pi. Esta, por sua vez, redireciona a mensagem para os módulos ESP específicos. O módulo ESP designado, correspondente ao botão acionado, ativa ou desativa o relé associado, possibilitando o controle das luzes e ventiladores da sala.

Figura 8 - Aplicativos da escola (a) Gisela Salloker Fayet, (b) Victorio Bravim, (c) Silvio Rocio, (d) Colégio Estadual do Espírito Santo, (e) Juraci Machado.

Fonte: autoria própria

Os gráficos foram gerados através do envio da potência média medida pelos sensores para o site ThinkSpeak que, por sua vez, possuía um link para que apenas um gráfico fosse exibido, possibilitando a adição de diferentes gráficos em uma mesma tela. No Colégio Estadual, devido à falta de internet, os gráficos foram colocados em um monitor na sala. A Figura 9 mostra alguns gráficos criados.

Figura 9 - Gráficos no aplicativo da escola (a) Gisela Salloker Fayet, (b) Victorio Bravim e (c) Colégio Estadual do Espírito Santo



Fonte: autoria própria.

3.2 Repercussão do projeto

As oficinas presenciais, realizadas no início do projeto, tiveram público de, em média, 40 alunos. Além das oficinas também foram realizadas palestras e rodas de

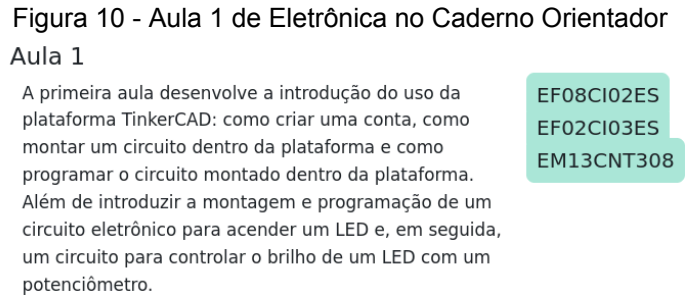
conversa sobre ciência, tecnologia e gênero. Essas palestras também tiveram um bom público, que variou entre 20 e 50 alunos, dependendo da escola.

Houve ainda a gravação de um vídeo para a TV da universidade sobre o projeto[5], onde algumas alunas foram entrevistadas e deram suas opiniões sobre ele. Uma delas afirma a seguinte frase: "Eu percebi que eu me interesso muito mais por engenharia do que eu achava e por matemática e por todo esse assunto.", já outra destaca a importância desse contato com o ensino superior, pois comunica que: "Eu acho que a coisa mais importante foi que a gente pode ter um contato mais próximo, porque ali no nosso dia a dia, na escola, a gente está ali, na sala, vendo muita teoria. Aqui não: a gente já tem contato com pesquisadores, com pessoas que estudam há bastante tempo. Ou seja, a gente consegue estar mais próximo e perceber como é realmente o ensino superior."

3.3 Caderno orientador

Um caderno orientador[6] foi desenvolvido para disseminar o conhecimento adquirido e para que iniciativas similares ao projeto possam ser replicadas em outras escolas. O caderno tem duas seções: uma para professores e uma para estudantes. Ele possui recomendações sobre como conduzir as aulas, além da relação entre os assuntos abordados pelas aulas do projeto e as competências do currículo do estado (ESPÍRITO SANTO, 2018). Essa equivalência foi feita com o suporte dos professores e professoras das escolas parceiras. O exemplo da Aula 1 da trilha de Eletrônica é mostrado na Figura 10, em que se observa que essa aula, que aborda o uso do Tinkercad para a montagem de um circuito para acender um LED, se relaciona com os conteúdos do ensino fundamental EF08CI02ES, EF02CI03ES e o conteúdo do ensino médio EM13CNT308. O Quadro 1 descreve as três competências na íntegra.

Figura 10 - Aula 1 de Eletrônica no Caderno Orientador



Fonte: autoria própria.

Quadro 1 - Competências do ensino fundamental e médio relacionadas a Aula 1 de Eletrônica

Código	Descrição
EF08CI02ES	Construir circuitos elétricos simples, a partir da compreensão de como ocorre a corrente elétrica, identificando a função dos elementos de circuito mais comuns (resistores, capacitores, geradores, etc.), reconhecendo medidas básicas de segurança ao lidar com eletricidade, e comparar as características desses circuitos com as dos circuitos elétricos residenciais
EF02CI03ES	Discutir os cuidados necessários à prevenção de acidentes domésticos (objetos cortantes e inflamáveis, eletricidade, produtos de limpeza, medicamentos etc.), identificando possíveis situações de risco no meio em que vive e relacionando atitudes para evitá-las.
EM13CNT308	Investigar e analisar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos e sistemas de automação para compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos sociais, culturais e ambientais.

Fonte: autoria própria a partir dos Currículos dos Ensinos Fundamental e Médio (ESPIRITO SANTO, 2018).

[5] Para assistir a matéria na íntegra: https://www.youtube.com/watch?v=BVQljO4cILk
[6] Link para o Caderno Orientador: http://meninasnaengenharia.inf.ufes.br/

4 CONCLUSÃO

Este artigo tratou do projeto “Consumo sustentável de energia em ambientes escolares: iniciativas femininas”, que tinha como objetivo principal envolver meninas de escolas públicas de ensino fundamental e médio no desenvolvimento de um sistema de automação para controle e monitoramento do consumo de energia elétrica.

Como resultado positivo pode-se destacar a realização das implementações em todas as escolas, o interesse pelas oficinas realizadas presencialmente, e o Caderno Orientador, legado do projeto que pode ser utilizado por outras pessoas de outras localidades, incentivando iniciativas semelhantes. A repercussão deste projeto mostra que iniciativas como essa podem ajudar a atrair jovens para o ensino superior, sobretudo para os cursos de tecnologia e engenharia.

Cabe ressaltar, por outro lado, as dificuldades encontradas pela equipe executora do projeto, como as limitações de infraestrutura das escolas - por exemplo, a falta de internet ocorrida em uma das escolas participantes. Outra adversidade encontrada foi a rotatividade das integrantes do projeto, mesmo sendo contemplado com 15 bolsas de Iniciação Científica Júnior e 3 bolsas de Iniciação Científica para alunas de graduação pelo CNPq, algumas integrantes precisaram ser trocadas por razões adversas, como: desligamento da escola, participar do programa Menor Aprendiz ou de outros projetos. Uma das possíveis soluções pensadas seria o aumento do financiamento e de parcerias que fomentem o interesse das alunas em permanecer no programa.

O desafio atual para a equipe é a continuidade do projeto, mantendo a parceria com a Secretaria de Educação do Estado para estender a atuação para outras escolas, além de fazer parcerias com prefeituras, por exemplo, para atuar em escolas municipais. Há algumas iniciativas embrionárias nesse sentido, no departamento da qual as autoras deste artigo fazem parte.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao CNPq pelo financiamento deste projeto, via chamada CNPq/MCTIC No 31/2018. Agradecemos à SEDU e às escolas Escolas Estaduais de Ensino Fundamental e Médio Silvio Rocio, Gisela Salloker Fayet, Prof. Juraci Machado, Victório Bravim e Colégio Estadual do Espírito Santo, pela parceria durante o projeto.

REFERÊNCIAS

ALLEGRO MICROSYSTEMS. **ACS712**. Disponível em: https://www.sparkfun.com/datasheets/BreakoutBoards/0712.pdf. Acesso em: 16 maio 2024.

ARDUINO. **Arduino IDE**: discover all the features of the arduino ide, our most popular programming tool. Disponível em: https://docs.arduino.cc/software/ide/. Acesso em: 16 maio 2024.

BRUNO, Gustavo Pereira *et al*. **Automação de uma sala de aula: um projeto de baixo custo**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AUTOMÁTICA,., 2018, João Pessoa. Anais [...] . [S.l.]: Sba, 2019. v. 1, p. 1-6.

BRAGA, Laura Caixeta; BRAGA, Carmela Maria Polito M.; BRAGA, Anísio Rogério. **Estudos Preliminares para Projetos de Automação Predial com Eficiência Energética**. In: II Congresso Brasileiro de Eficiência Energética. 2007.

ECLIPSE FOUNDATION. **Eclipse Mosquitto™: an open source mqtt broker**. An open source MQTT broker. Disponível em: https://mosquitto.org/. Acesso em: 16 maio 2024.

ESPÍRITO SANTO. SECRETARIA DA EDUCAÇÃO. **Currículo**. 2018. Disponível em: https://curriculo.sedu.es.gov.br/curriculo/documentos/. Acesso em: 31 maio 2024.

ESPRESSIF. **ESP8266-DevKitC**: getting started guide. Disponível em: https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/ESP8266-DevKitC_getting_started_guide__EN.pdf. Acesso em: 16 maio 2024.

ESPRESSIF. **ESP32 Series Datasheet**. Disponível em: https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32_datasheet_en.pdf. Acesso em: 16 maio 2024.

FERREIRA, Maria Eugênia; LIMA, Danielli A.; SILVA, Aline. Data analysis for robotics and programming project evaluation involving female students participation. In: **2019 Latin American Robotics Symposium (LARS), 2019 Brazilian Symposium on Robotics (SBR) and 2019 Workshop on Robotics in Education (WRE)**. IEEE, 2019. p. 417-422.

INNOVATORS GURU. **ZMPT101B**. Disponível em: https://datasheetspdf.com/pdf-down/Z/M/P/ZMPT101B-ETC.pdf. Acesso em: 16 maio 2024.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. Manual para Classificação dos Cursos de Graduação e Sequenciais: CINE Brasil. INEP, Brasília, 2019.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). **Censo da Educação Superior.** 2023a. Disponível em: https://www.gov.br/inep/pt-br/acesso-a-informacao/dados-abertos/microdados/censo-da-educacao-superior. Acesso em 27 de abril de 2024.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). **Enem.** 2023b. Disponível em: https://www.gov.br/inep/pt-br/acesso-a-informacao/dados-abertos/microdados/enem. Acesso em 27 de abril de 2024.

IPEA. **Igualdade de Gênero.** Disponível em: https://www.ipea.gov.br/ods/ods5.html. Acesso em 29 de abril de 2024.

MIT APP INVENTOR. **About Us**. Disponível em: https://appinventor.mit.edu/about-us. Acesso em: 16 maio 2024.

OLIVEIRA, Luany Toniato. **AUTOMATIZANDO AMBIENTES ESCOLARES UTILIZANDO PRINCÍPIOS DE IOT**. 2022. 85 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2022.

PILAR, Ana Flávia; GUIMARÃES, Maria. **No Brasil, 85% das crianças têm acesso a internet e mais da metade já tem celular**. 2023. Disponível em: https://oglobo.globo.com/economia/noticia/2023/11/09/no-brasil-85percent-das-criancas-tem-acesso-a-internet-e-mais-da-metade-ja-tem-celular.ghtml. Acesso em: 23 maio 2024.

RASPBERRY PI. **Raspberry Pi 3 Model B+**. Disponível em: https://www.raspberrypi.com/products/raspberry-pi-3-model-b-plus/. Acesso em: 16 maio 2024.

ROSEMBERG, Fúlvia. Educação formal, mulheres e relações de gênero: balanço preliminar da década de 90. **Gênero, democracia e sociedade brasileira. São Paulo: Editora**, v. 34, 2002.

SONI, Dipa; MAKWANA, Ashwin. A survey on mqtt: a protocol of internet of things (iot). In: **International conference on telecommunication, power analysis and computing techniques (ICTPACT-2017**). 2017. p. 173-177.

THINGSPEAK. **Learn More About ThingSpeak**. Disponível em: https://thingspeak.com/pages/learn_more. Acesso em: 16 maio 2024.

"GIRLS IN ENGINEERING": DEVELOPING A CLASSROOM AUTOMATION SYSTEM AS A WAY OF ENCOURAGING FEMALE PARTICIPATION IN TECHNOLOGY AND ENGINEERING PROJECTS

Abstract: *This article presents the development of building automation systems focused on energy efficiency as a way of involving female students from state primary and secondary schools in the areas of energy, electronics, automation, and programming. The project involves mini-courses, workshops, and lectures, as well as automation itself. Five schools took part in the project, resulting in five automations carried out with the participation of scholarship holders—from both university and elementary school. Additionally, a Guide Book was developed, containing all project documentation and guidelines for replicating the initiative. The article presents the methodology, the results, and briefly discusses the repercussions of the actions taken.*

Keywords: *women in STEM, building automation system, university-school relationship, electrical engineering, programming*