

UNIVERSIDADE DE ARARAQUARA – UNIARA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO TERRITORIAL E
MEIO AMBIENTE

RENATA MORI PERRONI ABUD

CONSCIENTIZAÇÃO NO CONSUMO DE ENERGIA COMO
INSTRUMENTO DE APRENDIZAGEM NA DISCIPLINA DE FÍSICA:
ESTUDO DE CASO COM ALUNOS DO ENSINO MÉDIO

ARARAQUARA

2023

RENATA MORI PERRONI ABUD

**CONSCIENTIZAÇÃO NO CONSUMO DE ENERGIA COMO
INSTRUMENTO DE APRENDIZAGEM NA DISCIPLINA DE FÍSICA:
ESTUDO DE CASO COM ALUNOS DO ENSINO MÉDIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Territorial e Meio Ambiente, nível de Mestrado, da Universidade de Araraquara – UNIARA – como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento Territorial e Meio Ambiente.

Área de Concentração: Desenvolvimento Territorial e Meio Ambiente – Desenvolvimento Territorial e Alternativas de Sustentabilidade

Orientada: Renata Mori Perroni Abud

Orientadora: Prof Dr^a Sandra Imaculada Maintinguer

Co-Orientador: Prof Dr^a Maria Lúcia Ribeiro

ARARAQUARA

2023

RESUMO

A sociedade contemporânea considera a sustentabilidade um conceito cada vez mais relevante. Promover práticas sustentáveis e enfrentar os desafios ambientais são prioridades tanto para o nosso país, quanto para os demais países do mundo, e reduzir o consumo diário de eletricidade é essencial para atingir esses objetivos. Nesse sentido, o presente estudo avaliou a importância da aplicação de medidas sustentáveis na redução do consumo de energia elétrica utilizando práticas pedagógicas desenvolvidas na disciplina de Física para alunos do Ensino Médio Integrado da Escola Técnica Estadual José Martimiano da Silva. A pesquisa foi exploratória, descritiva e experimental, com coleta de dados feitas por meio de levantamento bibliográfico de artigos publicados entre 2017 e 2023 sobre temas correlatos ao objetivo proposto, assim como pela solicitação do registro do valor encontrado no relógio de luz residencial dos alunos participantes antes e após a introdução dos conceitos relacionados as medidas sustentáveis para a redução de energia elétrica. Considerou-se ainda, a classificação do tipo de residência dos alunos participantes do estudo, somado ao acesso ou não do relógio de luz residencial, à presença de painéis solares, e à quantidade de moradores por domicílio. Em relação aos resultados dos 106 alunos participantes do estudo, constatou-se que 80,6% residiam em casas, em contraposição a 19,4% que residiam em apartamentos, enquanto 77,8% afirmaram ter acesso ao relógio de energia. Apenas 5,6% dos alunos possuíam painéis solares instalados em suas residências e 41,6% das moradias eram habitadas por 3 moradores e 38,8% por 4 moradores. Em relação ao consumo de energia antes e após a implementação das medidas educativas, foi constatado uma redução de 8,65% do consumo de energia em kWh e a redução do consumo em porcentagem, de cada aluno, verificou-se uma redução média de 17%. Considerando essa redução em reais, houve uma diminuição de R\$ 6,43 nas contas residenciais, refletindo o impacto positivo das intervenções educativas do ensino de física para a adoção de práticas sustentáveis. Ademais, cada curso ainda ofereceu ideias específicas para abordar a redução do consumo de energia, que permearam desde a aplicação de tecnologias e sistemas inteligentes até a implementação de estratégias de design, construção eficiente, análise de dados e gestão administrativa. Sendo assim, os resultados apresentados indicam a importância de programas educacionais e conscientização para promover mudanças sustentáveis no comportamento de consumo de energia.

Palavras-chave: Educação ambiental; Sustentabilidade; Energia elétrica; Estudo experimental.

ABSTRACT

Contemporary society contemplates that the concept of sustainability is becoming increasingly important. Promoting sustainable practices and facing environmental challenges are priorities for both our country and other countries in the world, and reducing daily electricity consumption is essential to achieving these goals. In this sense, the present study evaluated the importance of applying sustainable measures to reduce electrical energy consumption using pedagogical practices developed in the Physics discipline for students of Integrated High School at the José Martimiano da Silva State Technical School. The research was exploratory, descriptive and experimental, with data collection carried out through a bibliographical survey of articles published between 2017 and 2023 on topics related to the proposed objective, as well as by requesting a record of the value found in the home light clock of the participating students, before and after the introduction of concepts related to sustainable measures for reducing electrical energy. The classification of the type of residence of the students participating in the study was also considered, in addition to the access or not of the residential light clock, the presence of solar panels, and the number of residents per household. Regarding the results of the 106 students participating in the study, it was found that 80.6% lived in houses, as opposed to 19.4% who lived in apartments, while 77.8% said they had access to the energy clock. Only 5.6% of students had solar panels installed in their homes and 41.6% of homes were inhabited by 3 residents and 38.8% by 4 residents. In relation to energy consumption before and after the implementation of educational measures, a reduction of 8.65% in energy consumption in kWh was found and analyzing the reduction in consumption in percentage, for each student, there was an average reduction of 17%. Considering this reduction in real, there was a decrease of R\$6.43 in residential electricity bills, reflecting the positive impact of educational interventions in physics teaching for the adoption of sustainable practices. Furthermore, each course also offered specific ideas to address the reduction of energy consumption, which ranged from the application of intelligent technologies and systems to the implementation of design strategies, efficient construction, data analysis and administrative management. Therefore, the results presented indicate the importance of educational programs and awareness to promote sustainable changes in energy consumption behavior.

Keywords: Environmental education, Sustainability, Electric energy, Experimental study.



UNIVERSIDADE DE ARARAQUARA - UNIARA


Rua Voluntários da Pátria, 1309 - Centro - Araraquara - SP
CEP 14801-320 | (16) 3301-7100 | www.uniara.com.br

FOLHA DE APROVAÇÃO


NOME DO(A) ALUNO(A): **Renata Mori Abud**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Territorial e Meio Ambiente, curso de Mestrado, da Universidade de Araraquara – UNIARA – como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento Territorial e Meio Ambiente.
Área de Concentração: Desenvolvimento Territorial e Alternativas de Sustentabilidade.


BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **SANDRA IMACULADA MAINTINGUER**
Data: 03/04/2024 11:09:04-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Sandra Imaculada Maintinguer UNIARA -
Araraquara

Documento assinado digitalmente
 **MATEUS EUGENIO BOSCARO**
Data: 17/04/2024 15:53:47-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Mateus Boscaro Prefeitura –
Rio Claro

Documento assinado digitalmente
 **LORENA OLIVEIRA PIRES**
Data: 17/04/2024 15:48:06-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Lorena Oliveira Pires
UNESP - Araraquara

Araraquara – SP, 22 de março de 2024

LISTA DE ABREVIATURAS

CTSA - Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente

ESG - *Environmental, Social and Governance* (Ambiental, Social e Governança)

MEC – Ministério da Educação

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fluxograma sobre a condução do estudo experimental realizado com as turmas de ensino médio da escola Técnica Estadual José Martimiano da Silva ETEC, Ribeirão Preto/SP	21
Figura 2. Tipo de moradia dos alunos participantes.....	27
Figura 3. Acesso a leitura do relógio de luz pelos alunos participantes	28
Figura 4. Presença de painéis solares nas residências dos alunos participantes.....	29
Figura 5. Quantidade de pessoas que moram nas residências dos alunos participantes.....	30

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Turmas de alunos e total de alunos participantes	20
Quadro 2. Requisitos solicitados no formulário enviado via <i>Google Forms</i> para os alunos participantes do estudo experimental	22
Quadro 3. Cronograma de aulas ministradas nas diferentes turmas de ensino médio técnico integrado da escola Técnica Estadual José Martimiano da Silva ETEC	25
Quadro 4. Resumo dos consumos energéticos realizados no estudo experimental com os 106 alunos participantes	30
Quadro 5. Ideias/Soluções apresentadas pelos alunos participantes do estudo experimental do curso técnico de Designer de Edificações	32
Quadro 6. Ideias/Soluções apresentadas pelos alunos participantes do estudo experimental do curso técnico de Administração.....	Erro! Indicador não definido.
Quadro 7. Ideias/Soluções apresentadas pelos alunos participantes do estudo experimental do curso técnico de Design de Interiores.....	35
Quadro 8. Ideias/Soluções apresentadas pelos alunos participantes do estudo experimental do curso técnico de Eletrotécnica	37
Quadro 9. Ideias/Soluções apresentadas pelos alunos participantes do estudo experimental do curso técnico de Automação Industrial	38

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	5
2. JUSTIFICATIVA	6
3. OBJETIVOS	7
3.1 OBJETIVO GERAL.....	7
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
4. REFERENCIAL TEÓRICO	8
4.1 SUSTENTABILIDADE E ENERGIA ELÉTRICA.....	8
4.1.1 <i>Sustentabilidade</i>	8
4.1.2 <i>Energia elétrica</i>	10
4.2. A EDUCAÇÃO AMBIENTAL	13
4.3. O CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA	16
5. MATERIAIS E MÉTODOS	20
5.1. ESPAÇO, SUJEITOS DA PESQUISA E COLETA DE DADOS	22
6. RESULTADOS PARCIAIS E DISCUSSÃO	24
7. CONCLUSÕES.....	40
8. PRÓXIMAS ETAPAS.....	40
REFERÊNCIAS	41

1. INTRODUÇÃO

O uso de energias alternativas/sustentáveis produzidas a partir de fontes renováveis, tais como a energia solar fotovoltaica e eólica, provocam menos impactos negativos ao meio ambiente, embora a geração destas energias represente apenas 29% da produção global, sendo a maior parte ainda oriunda de fontes não renováveis, que incluem os combustíveis fósseis, carvão mineral e energia nuclear (DAABOUL; MORIARTY; HONNERY, 2023; IEA, 2021).

O Brasil, um dos principais líderes na produção de biocombustíveis e geração de energia renovável por parte das hidrelétricas, tem enfrentado nas últimas duas décadas uma crise hídrica ocasionada especialmente pelas mudanças climáticas, exigindo por parte de órgãos governamentais, a implementação de políticas públicas que promovam a conscientização e adoção de práticas pautadas em sustentabilidade energética para a economia/redução do consumo de eletricidade (IPEA, 2021; IEMA, 2021). Medidas de não desperdício energético ministradas em contextos educativos são fundamentais para conscientizar cidadãos em formação escolar sobre a contribuição de cada um no consumo e gasto energético domiciliar, e que uma vez adotadas de modo contínuo e a longo prazo, podem ser positivas para a construção de uma sociedade mais sustentável.

Sendo assim, o objetivo deste estudo focou-se em adotar uma metodologia de conscientização do consumo e uso sustentável da energia elétrica, tendo como público alvo, alunos cursando o ensino médio da rede pública, além de enfatizar os benefícios econômicos da redução do consumo, e ressaltar o valor intrínseco dessa prática para o meio ambiente e para a qualidade de vida das gerações futuras. Esta abordagem não só possibilitará o envolvimento dos alunos em discussões práticas e concretas, mas também os motiva a adotar comportamentos sustentáveis não só na busca da economia, mas também no compromisso com o bem-estar coletivo e a proteção do planeta.

Diante disto, elaborou-se a seguinte questão-problema para ser respondida a partir da realização do presente estudo: O ensino de física do Ensino Médio de uma escola integrante da rede pública pode conscientizar na redução do consumo de energia elétrica nas residências dos alunos?

2. JUSTIFICATIVA

A conscientização sobre práticas sociais em um cenário caracterizado pela degradação recorrente do meio ambiente e de seu ecossistema, engloba a disseminação de conhecimento, habilidades e competências sobre educação ambiental. Essa responsabilidade em um contexto educacional envolve várias áreas do conhecimento, bem como a necessidade de qualificação dos educadores que atuarão de forma interdisciplinar, de modo a englobar as inter-relações entre o meio social e o ambiente natural, a análise dos determinantes do processo, e o papel dos diversos atores envolvidos.

A complexidade ambiental gera uma oportunidade estimulante para entender o papel de cada indivíduo no consumo dos bens esgotáveis presentes na natureza e sobre o impacto ambiental ocasionado por ações indevidas que não prezam pela conservação e preservação destes recursos. Somado a isso, as práticas e valores que orientam as ações sociais predominantes são questionadas, implicando em uma mudança de pensamento e na transformação de conhecimentos em práticas educacionais.

Desse modo, é fundamental conscientizar indivíduos em formação sobre atividades sociais que parecem tão simples, como o ato de acender uma lâmpada, antes mesmo de abordar o impacto ambiental e financeiro que pode ser alcançado através de medidas sustentáveis que mitiguem o seu consumo. Além disso, faz-se necessário explorar os princípios envolvidos entre energia, transições e os desafios envolvidos na gestão dos recursos naturais.

Sendo assim, o presente estudo pautou-se na disseminação de conhecimentos baseados nos princípios da física, a fim de elucidar como a energia elétrica é gerada e quais ações podem ser adotadas para garantir a redução de desperdícios no dia-a-dia dos lares resididos pelos estudantes participantes.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Avaliar a importância de medidas sustentáveis para a redução do consumo de energia elétrica por alunos do Ensino Médio de uma escola da rede pública estadual, por meio de práticas pedagógicas desenvolvidas na disciplina de Física.

3.2 Objetivos específicos

- Estabelecer e explorar conceitos de sustentabilidade ministrados na disciplina de Física e aplicados ao consumo de energia elétrica.
- Apresentar os fundamentos da educação ambiental, destacando suas implicações práticas na vida cotidiana, com foco na redução do consumo de energia.
- Realizar uma avaliação comparativa do consumo de energia elétrica antes e após a implementação das práticas conduzidas durante as aulas de Física.
- Examinar a relevância de práticas sustentáveis para a redução do consumo de energia elétrica entre alunos do ensino médio de instituições públicas estaduais por meio de uma abordagem pedagógica implementada no contexto da disciplina de física.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 Sustentabilidade e energia elétrica

4.1.1 Sustentabilidade

Segundo Marinho (2020), atender às necessidades presentes sem comprometer as possibilidades futuras é do que trata a sustentabilidade. Essa definição destaca a importância do desenvolvimento que não foca apenas nas necessidades imediatas, mas também preserva os recursos naturais e garante uma boa qualidade de vida para as gerações vindouras. A sustentabilidade passa pela compreensão da correlação entre a sociedade e a natureza, tema esse abordado em Geografia Física. Marinho (2020) discutiu como esse campo apresenta os métodos necessários para investigar e compreender fenômenos naturais como biogeografia, clima, geomorfologia e hidrologia.

Dotar os alunos de bases teóricas e metodológicas para uma análise aprofundada das relações entre sociedade e natureza é fundamental para abordar a sustentabilidade. Adquirir conhecimento sobre processos naturais e transformações ambientais, bem como ações humanas e seus impactos no meio ambiente, é considerado essencial (MARINHO, 2020).

A sustentabilidade e o desenvolvimento sustentável tornaram-se temas dominantes na agenda global. Conforme estudo publicado por Carvalho (2019), uma abordagem integrada considerando as dimensões econômica, social e ambiental é indispensável para adotar uma perspectiva moderna sobre sustentabilidade e desenvolvimento sustentável.

A capacidade das gerações futuras de atender às suas próprias necessidades sem comprometer os recursos consumidos está no centro da sustentabilidade. Essa definição destacou a importância de preservar o meio ambiente, equilibrando o uso dos recursos naturais, garantindo a conservação dos ecossistemas e mantendo a qualidade de vida das pessoas (CARVALHO, 2019).

Conservação ambiental, justiça social e crescimento econômico são fatores que o desenvolvimento sustentável visa equilibrar (CARVALHO, 2019). Essa abordagem reconheceu a interconexão dessas dimensões e busca soluções que sejam justas, duradouras e vantajosas em todas as três áreas. A sustentabilidade, como aponta Carvalho (2019), exigiu um novo olhar e perspectiva. É preciso revisar o paradigma existente que rege os processos de comportamento e pensamento. O foco principal é repensar os caminhos atuais de consumo e produção e explorar alternativas mais ecológicas que minimizem os danos ambientais. Além

disso, impulsionar a participação social é essencial, defendendo o envolvimento colaborativo para responsabilidade mútua e resultados compartilhados.

Sousa e Oliveira (2020) destacaram o meio ambiente como um aspecto crucial, englobando a gestão sustentável dos recursos naturais e a preservação dos ecossistemas. Depois, há o componente social, que visa promover a inclusão social, a igualdade e a justiça para todos.

Adicionalmente, a dimensão econômica procurou conciliar o crescimento econômico com a utilização eficaz dos recursos, ao mesmo tempo que estabeleceu oportunidades sustentáveis. A sustentabilidade não se limitou a apenas um setor ou faceta; ao contrário, exigiu uma abordagem holística (SOUSA & OLIVEIRA, 2020).

Para adotar práticas sustentáveis em todas as operações, as organizações têm feito da sustentabilidade um tema estratégico em nível de negócios. Carvalho (2019) enfatizou que a sustentabilidade corporativa incluiu a integração do princípio ESG, do inglês, *Environmental, Social and Governance* (Ambiental, Social e Governança), englobando todas as etapas da cadeia de valor, desde a produção até a distribuição e descarte dos produtos.

As políticas de governança pública com foco na sustentabilidade desempenharam um papel crucial na condução de mudanças sistêmicas e na criação de um ambiente propício à adoção de práticas sustentáveis. Carvalho (2019) observou que uma estratégia abrangente deve ser implementada para alinhar as políticas com os princípios ESG. Focar em uma economia verde, proteger os recursos naturais, promover a inclusão social e estimular o engajamento cívico são elementos centrais dessa conduta.

Observando a crescente relevância do conceito ESG, é necessário esclarecer que esses princípios têm sido abordados em diversas áreas para promover uma visão mais responsável e consciente dos aspectos ambientais, sociais e de governança. A incorporação desses princípios não é apenas uma tendência, mas uma necessidade global, pois as empresas buscam se comportar de forma mais sustentável e ética. Essa abordagem holística refletiu numa compreensão mais ampla dos impactos sociais e ambientais da conduta empresarial e é uma das razões pelas quais o conceito de ESG tem gerado tanto interesse e é comumente referido como o novo paradigma de negócios sustentáveis. Assim, uma mudança de paradigma foi essencial, especialmente no que se referiu a reavaliação entre sociedade, tecnologia e meio ambiente (CORTESE *et al.*, 2019).

Tecnologias e soluções inovadoras podem ser implementadas pelas cidades para promover a sustentabilidade em áreas como eficiência energética, gestão de resíduos, mobilidade urbana e preservação ambiental. Portanto, a ampla conscientização e engajamento

da sociedade são essenciais para promover a adoção de práticas mais sustentáveis em ambientes urbanos (CORTESE *et al.*, 2019).

Para promover a sustentabilidade de forma eficaz, a educação é crucial. A correta disseminação do conhecimento e a conscientização ajudam a formar cidadãos conscientes e envolvidos com as questões ambientais. Como Cortese et al. (2019) enfatizaram, a incorporação de temas de sustentabilidade nas disciplinas escolares é essencial para fornecer aos alunos as ferramentas necessárias para compreender os desafios ambientais e responder a eles adequadamente.

Um estudo realizado em um ambiente de ensino médio por Almeida et al. (2019) destacaram a importância da educação ambiental na conscientização sobre a destinação dos resíduos sólidos locais, água e restos de alimentos. A pesquisa mostrou como as abordagens educacionais podem aumentar a conscientização dos alunos sobre as questões ambientais e incentivar a mudança de comportamento para o desenvolvimento sustentável.

O estudo da física no ensino médio tem um papel importante no ensino sobre o uso da eletricidade e seu efeito na sustentabilidade. Com esse conhecimento, os alunos são capazes de compreender os princípios científicos que envolvem o consumo de energia elétrica e os efeitos de suas ações no meio ambiente (CORTESE *et al.*, 2019).

Nesse contexto, a educação, a conscientização e a inovação tecnológica tornam-se ferramentas importantes para orientar a sociedade em direção a práticas mais conscientes e regenerativas. À medida que enfrentamos os obstáculos que o presente apresenta, uma abordagem interdisciplinar e uma colaboração global abrirão caminho para um futuro mais sustentável, onde as gerações presentes e futuras possam viver em harmonia com o nosso planeta.

4.1.2 Energia elétrica

Para múltiplos propósitos em nossa vida diária, a energia elétrica assume um papel importante. Essa forma de energia surge do movimento sincronizado de elétrons em um condutor, permitindo que a eletricidade seja gerada e empregada para iluminar, aquecer e operar várias máquinas. Do uso doméstico ao comercial, a energia elétrica é um componente vital na vida diária. Para entender por que é essencial, é fundamental compreender sua história e conceito (BORGES, 2021).

Impulsionadas pela crescente necessidade de eletricidade e pelos avanços tecnológicos, as primeiras máquinas geradoras de energia foram desenvolvidas no final do

século XIX, marcando um ponto crucial na evolução da energia elétrica. Essa descoberta levou à construção de sistemas de distribuição e a novos desenvolvimentos que mudariam o curso da história (BORGES, 2021).

Para obter informações sobre como os sistemas de distribuição de energia elétrica funcionam e por que eles são importantes, é vital uma compreensão completa dos princípios e conceitos que envolvem esses sistemas. Uma perspectiva interessante sobre esse tópico foi oferecida por Kagan, Oliveira e Robba (2021), onde foram descritos os fundamentos e funcionamento dos sistemas de distribuição de eletricidade. A distribuição de eletricidade, conforme descrito pelos autores, onde a energia elétrica gerada pelas usinas foi transferida para os usuários finais. A transmissão de energia em alta tensão foi uma das etapas desse processo, juntamente com a redução de tensão e a entrega de energia elétrica aos pontos de consumo.

Os sistemas de distribuição de energia elétrica sofreram variações na demanda de energia que podem atingir picos em diferentes horários do dia. Os sistemas devem proporcionar um fornecimento de energia estável e seguro para atender à demanda flutuante sem interrupções. As redes elétricas devem proteger os usuários considerando medidas de segurança, como prevenir sobrecargas e curtos-circuitos e garantir a integridade do sistema. Sistemas de proteção através de dispositivos como fusíveis e disjuntores, deficiências e perigos relacionados aos sistemas elétricos são evitados (KAGAN; OLIVEIRA; ROBBA, 2021).

A geração de energia elétrica é um processo complexo que combina várias tecnologias e fontes de energia. A queima de combustíveis fósseis para geração de eletricidade foi discutida por Borges, Preza e Costa (2019), com foco específico em usinas termelétricas. Essas instalações aquecem a água com carvão, óleo ou gás natural para gerar eletricidade usando turbinas movidas a vapor. Tais métodos de geração têm sido os mais predominantes devido à disponibilidade de combustível e acessibilidade.

Em muitos países, as usinas termelétricas desempenham um papel importante na geração de eletricidade, mas essa abordagem apresenta preocupações e implicações sociocientíficas consideráveis. A descarga de gases de efeito estufa causada pela incineração de combustíveis fósseis em usinas termelétricas agrava o problema das mudanças climáticas e do aquecimento global (BORGES; PREZA; COSTA, 2019). Além disso, a exploração desses combustíveis fósseis pode provocar efeitos ambientais notáveis, incluindo a degradação do ecossistema, além da poluição do ar e da água.

No ensino de física, o tema da produção de energia por meio de usinas termelétricas tem sido apresentado como uma oportunidade de contemplação das complexidades que envolvem questões sociais, financeiras e ecológicas. É encorajado um exame, usando uma abordagem sócio-científica, dos vários componentes envolvidos na geração de energia, juntamente com seus prós e contras (BORGES; PREZA; COSTA, 2019).

Hammel, Miyahara e dos Santos (2019) apontaram que houve avanços significativos na produção de energia elétrica ao longo dos anos, e que foram impulsionados pela demanda da civilização moderna por uma maior oferta de energia. O início da pesquisa em eletricidade abriu caminho para o desenvolvimento de métodos inovadores na fabricação e geração de energia elétrica.

O estudo conduzido por de Silva (2019) mostrou o potencial das energias renováveis, como alternativas sustentáveis aos métodos tradicionais de geração de energia. Estes recursos naturais caracterizam-se pela sua natureza inesgotável e pelo facto de se renovarem rapidamente.

Diferentes fontes podem produzir energia elétrica limpa e versátil. As fontes utilizadas na produção de eletricidade dependem da matriz energética do país (ANDRADE, 2017). O Brasil, por exemplo, depende principalmente de fontes renováveis, sendo a hidrelétrica a que mais se destaca, baseada na força da água de rios e reservatórios para acionar turbinas e gerar eletricidade (BORGES, 2021).

Vários países têm adotado esse método de produção de energia para desenvolver os recursos hídricos de forma sustentável. Traduzir essa abordagem sustentável em engenharia de barragens não apenas gera eletricidade de forma eficiente, mas também cria reservatórios que regulam o fluxo de água, auxiliando na gestão dos recursos hídricos e fornecendo uma solução para a crescente demanda por eletricidade. A convergência entre produção de energia e gestão ambiental destaca o potencial da energia hidrelétrica como chave para um futuro energético mais limpo e sustentável (SILVA, 2019).

Entretanto, o fornecimento de eletricidade pode ser impactado por desafios como condições climáticas desfavoráveis, limitando o uso de certas fontes de eletricidade como a geração de energia hidrelétrica. A crise de eletricidade é um exemplo notável destes desafios, afetando a disponibilidade e qualidade do fornecimento de eletricidade, em situações específicas, onde a dependência destas fontes é elevada (BORGES, 2021).

Gerar eletricidade de forma sustentável é essencial para enfrentar os desafios que afetam nosso meio ambiente e a segurança energética. Isso requer a exploração de fontes alternativas como solar, eólica e biomassa para diversificar nosso mix de energia. Silva (2019)

destacou a energia solar como uma significativa fonte de energia renovável, aproveitada por meio de painéis solares fotovoltaicos para transformar a luz do sol em energia elétrica. O conhecimento desses métodos é fundamental para formar cidadãos educados que possam fazer escolhas informadas sobre produção e consumo de energia (BORGES; PREZA; COSTA, 2019).

A assimilação de conceitos como energia, impactos ambientais, eficiência energética e consumo pode ser possível para os alunos por meio de atividades lúdicas. Essas atividades ajudam a promover a conscientização sobre o uso responsável da energia elétrica (MOURA, 2020).

Silva (2019) também propôs discutir as energias renováveis no ensino de física, aumentando a consciência dos alunos sobre os benefícios e a importância dessas fontes de energia e também a reflexão analítica sobre a necessidade de transição para um sistema de energia mais ecologicamente correto e sustentável, levando em consideração os aspectos sociais, ambientais e econômicos.

4.2. A Educação ambiental

O papel da educação ambiental é fundamental na formação de uma sociedade mais consciente e responsável em relação ao meio ambiente. Conforme observado por Dias e Salgado (2023), o objetivo da educação ambiental é cultivar a compreensão dos princípios e métodos necessários para conservar e salvaguardar o meio ambiente. Isso é feito por meio da educação dos indivíduos para que façam escolhas sustentáveis e se comportem de forma responsável em relação aos recursos naturais. Os princípios-chave da educação ambiental servem como a espinha dorsal para direcionar as práticas educacionais dentro deste campo.

Esses princípios abrangem a valorização e o respeito à vida, uma perspectiva integral e integrada, a inclusão da participação democrática, a agregação de saberes, o reconhecimento e a celebração da diversidade, a busca da sustentabilidade e a adesão de práticas ambientais éticas (DIAS & SALGADO, 2023).

A educação ambiental é mais do que apenas monitoramento, envolve uma série de táticas e métodos que visam disseminar o conhecimento e inspirar mudanças de comportamento em relação ao meio ambiente. Esses métodos incluem programas educacionais, campanhas de conscientização, projetos comunitários e integração de questões ambientais no currículo escolar (SOARES; PRADO; SILVA, 2019).

O objetivo da educação ambiental não é apenas transmitir informações sobre os problemas ambientais, mas também estimular o pensamento crítico e incentivar as pessoas a se envolverem ativamente na busca de soluções sustentáveis. É fundamental destacar que o escopo da educação ambiental se estende para além dos limites da escola tradicional. É imperativo que seja incorporado em todas as facetas da sociedade, como instituições, empresas e comunidades. O envolvimento de todos os setores é fundamental para estabelecer uma cultura de sustentabilidade e preservar o meio ambiente para as próximas gerações (SOARES; PRADO; SILVA, 2019).

Quando se trata de educar sobre o meio ambiente, é fundamental abordar temas como preservação da biodiversidade, conservação dos recursos naturais, combate às mudanças climáticas e adoção de práticas sustentáveis (SOARES; PRADO; SILVA, 2019).

No campo da educação ambiental, uma tática primária é aumentar a consciência pública sobre a importância de proteger os recursos naturais. Compreender a gravidade das questões ambientais é uma fase inicial essencial para que os indivíduos participem de medidas corretivas (DIAS & OLIVEIRA, 2017).

A educação ambiental é uma área onde as atividades interdisciplinares servem a um propósito significativo. O método interdisciplinar facilita a fusão das ciências naturais, sociais e humanas, levando a uma compreensão mais abrangente das questões ecológicas e explorando soluções sustentáveis (DIAS & OLIVEIRA, 2017). Essas atividades incentivam os alunos a pensar criticamente, debater e participar ativamente, promovendo o desenvolvimento de habilidades de análise ambiental, tomada de decisão e resolução de problemas.

Uma possível ilustração de um esforço interdisciplinar de educação ambiental poderia envolver a revitalização de uma região degradada em colaboração com a população vizinha. Ao longo dessa empreitada, os estudiosos poderiam realizar pesquisas sobre o passado do local, reconhecer suas repercussões ambientais, sugerir resoluções e engajar a comunidade na execução dessas ações. Essa estratégia interdisciplinar foi realizada e permitiu que os alunos mesclassem informações derivadas de campos distintos como biologia, geografia, sociologia e administração ambiental (DIAS, 2015).

Uma abordagem holística sobre educação ambiental procura amalgamar múltiplas áreas do conhecimento, incluindo, mas não se limitando a ciências naturais, ciências sociais, humanidades e tecnologia. O objetivo final é compreender os meandros das questões ambientais e encontrar soluções abrangentes. A educação ambiental coloca uma ênfase significativa na participação democrática (DIAS & SALGADO, 2023).

Dias e Salgado (2023) enfatizaram o papel crucial que os membros da comunidade, estudantes, educadores e outros atores sociais desempenham na contribuição ativa para uma educação ambiental eficaz. O envolvimento coletivo desses grupos promoveu um senso de engajamento, empoderamento e apoia o desenvolvimento de soluções sustentáveis.

Consequentemente, a sociedade como um todo, pode desenvolver uma compreensão mais profunda dos desafios ambientais e suas causas subjacentes. Na educação ambiental, o princípio da valorização da diversidade tem grande importância. Esse princípio envolve mostrar reverência por uma ampla gama de diversidades, incluindo diferenças culturais, étnicas, sociais e biológicas. Reconhecer e valorizar a diversidade é crucial na construção de uma sociedade inclusiva e sustentável (DIAS & SALGADO, 2023).

Diante das mudanças climáticas e da necessidade em conservar os recursos naturais existentes, a redução do consumo de eletricidade tornou-se um hábito a ser implementado. Assim, a educação ambiental serve como um componente crucial na conscientização sobre a necessidade de mudança de hábitos e atitudes, e a adoção de práticas sustentáveis quando se trata de consumo de energia (DIAS & SALGADO, 2023).

A prática de ações descomplicadas, como por exemplo, desligar os aparelhos quando não estão a ser utilizados, evitar o modo de espera, optar por lâmpadas de baixo consumo e selecionar aparelhos com classificação de eficiência energética, pode contribuir significativamente para a redução do consumo de energia elétrica no dia a dia. Além disso, a educação ambiental serve para aumentar o reconhecimento do papel crucial que a iluminação adequada desempenha em vários ambientes, priorizando a utilização da luz natural sempre que possível, e selecionar luzes LED que sejam econômicas e energeticamente eficientes (DIAS & SALGADO, 2023).

O uso de energias renováveis também é uma prática a ser implementada em nossas rotinas diárias. Ao implementar nas práticas domésticas, o uso de painéis solares e energia solar para aquecimento de água, podemos integrar opções de energia mais sustentáveis em nossas vidas diárias (DIAS & SALGADO, 2023).

Medir e contemplar as demandas de energia para reduzir o desperdício de forma eficiente também é uma prática valiosa, juntamente com o uso de tecnologias que permitam o acionamento da iluminação por meio de sensores de presença e o ajuste adequado da temperatura do ar-condicionado (DIAS & SALGADO, 2023).

Rufino, Camargo e Sánchez (2020) enfatizaram a necessidade de promover a educação ambiental para conscientizar sobre o uso ideal de sistemas de climatização e consumo de

energia. Para evitar o desperdício, é importante regular a temperatura para um nível confortável e usar sistemas de isolamento térmico para minimizar a perda de calor ou frio.

A etiqueta energética de muitos produtos fornece informações valiosas sobre o consumo de energia, e é importante prestar atenção a isso ao escolher eletrodomésticos e eletrônicos, priorizando aparelhos ecologicamente corretos autorizados com o selo Procel de economia de energia (SILVEIRA & LORENZETTI, 2021).

Em suma, educar-se em questões ecológicas é fundamental para reduzir o consumo de energia. As melhores maneiras de alcançar a eficiência energética incluem o uso de luz natural, conservação de sistemas de aquecimento/resfriamento, gerenciamento de eletrodomésticos e equipamentos e uso de isolamento térmico. Ao colocar esses métodos em ação, o uso de eletricidade pode ser reduzido e o mundo pode se tornar um lugar mais verde.

Assim, as interligações entre a educação ambiental, a disciplina de física e a conscientização sobre questões ambientais não apenas revelam o poder transformador da educação, mas também destacam a importância de capacitar os jovens como condutores da construção de um futuro sustentável e equitativo. Essa interligação não apenas resgata a relevância da disciplina no contexto educacional, mas também a posiciona como catalisadora de mudanças positivas no meio ambiente e na sociedade em geral.

4.3. O consumo de energia elétrica

O uso de eletricidade é afetado pelo crescimento econômico, conforme afirmaram Finkler et al. (2016). Um impulso no crescimento econômico, como o crescimento do setor de serviços e o aumento da atividade industrial, provoca um aumento na demanda por eletricidade. A utilização de equipamentos elétricos, máquinas industriais, iluminação, sistemas de ar-condicionado e outros aparelhos elétricos que auxiliam no funcionamento das atividades econômicas levam a esse surto de demanda.

Além do crescimento econômico, existem inúmeros fatores que podem impactar o consumo de energia elétrica. A grande maioria da população e os indivíduos em formação escolar não possuem uma compreensão correta e abrangente sobre o uso da eletricidade e seu impacto no meio ambiente. Deste modo, o consumo excessivo e hábitos de desperdício podem prevalecer quando os aparelhos elétricos são usados em excesso (SOUZA; MONTEIRO; MONTEIRO, 2017).

A implementação de estratégias educativas, pode mudar positivamente esta situação atual. Ser capaz de compreender a importância de usar dispositivos eficazes, desligar

aparelhos de espera, usar a iluminação com sabedoria e adotar hábitos de consumo responsável traz um maior senso de responsabilidade (SOUZA; MONTEIRO; MONTEIRO, 2017).

O estudo conduzido por Giassi et al. (2016), revela a necessidade de conscientização sobre o uso da eletricidade e de seu impacto ambiental. Os autores abordam a falta de conhecimento dos alunos sobre o impacto ambiental ocasionado pelo uso excessivo de eletricidade e o seu desperdício. O estudo enfatiza o fornecimento de programas educacionais para os alunos, possivelmente usando métodos de educação ambiental, a fim de educá-los sobre as consequências do uso insustentável da eletricidade. Essas ações, uma vez postas em práticas podem trazer mudanças positivas no comportamento dos alunos, levando-os a adotar uma abordagem mais consciente e responsável no uso da eletricidade.

A relevância da educação ambiental nos cursos de física é demonstrada por estudos como Sudário, Fortunato e Lourenço (2016), que revelam como falta na prática dos alunos a consciência da sustentabilidade e dos impactos ambientais. No entanto, estratégias inovadoras neste contexto têm o potencial de mudar o comportamento dos alunos e torná-los mais conscientes da necessidade de mudança.

Vale a pena explorar técnicas de ensino que infundem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente (CTSA) no ensino de física para obter uma compreensão mais profunda da produção e uso de eletricidade. Essa visão gira em torno da produção, geração e consumo de energia elétrica, considerando também as implicações sociais e ambientais que a acompanham. Os alunos são assim incentivados a refletir sobre estes aspectos, a par da compreensão dos princípios científicos e tecnológicos envolvidos neste processo (HAMMEL; MIYAHARA; DOS SANTOS, 2019).

Capacitando os alunos para uma perspectiva mais ampla, o método CTSA ajuda a cultivar o sentido de responsabilidade face ao consumo de eletricidade, permitindo-lhes fazer escolhas deliberadas e informadas sobre a sua utilização nas suas rotinas diárias (HAMMEL; MIYAHARA; DOS SANTOS, 2019).

A eficiência energética é uma das temáticas mais estudadas no curso de física e abrange tudo, desde a seleção cuidadosa de aparelhos até a compreensão das certificações de eficiência energética. Ao ensinar esses princípios, os alunos são capazes de entender a importância do uso responsável da energia. Integrar a educação ambiental às aulas de física pode motivar os alunos a adotarem práticas mais sustentáveis, conforme já citado no tópico anterior, como desligar aparelhos que não estão em uso e optar por lâmpadas de LED. Além

de afetar diretamente o consumo de energia elétrica, essa abordagem também aumenta a consciência de responsabilidade ambiental (SUDÁRIO; FORTNATO; LOURENÇO, 2016).

Através das aulas na disciplina de física, os alunos são ensinados a desenvolver práticas que lhes permitam conhecer a inter-relação entre o crescimento econômico e o consumo de eletricidade, reconhecendo a importância da adoção de medidas que reduzam o consumo de energia e promovam abordagens à sustentabilidade. Ao compreender o impacto ambiental que o consumo excessivo de eletricidade tem, os alunos podem se tornar agentes de mudança em suas residências, disseminando práticas sustentáveis (FINKLER *et al.*, 2016).

Explicar o significado das etiquetas de eficiência energética e fornecer informações aos alunos sobre o funcionamento dos aparelhos pode garantir ações para a economia energética. Vale a pena notar que essas práticas não afetarão apenas o consumo de energia dentro dos lares, mas também fora deles. Neta et al. (2017) enfatizaram que disseminar a conscientização sobre essas práticas fora da sala de aula é fundamental para incutir uma cultura de utilização de eletricidade com eficiência energética.

A eficiência energética pode ser melhorada rastreando o uso de eletricidade e analisando os padrões de consumo. A desagregação do consumo com técnicas de monitoramento de carga, conforme sugerido por Azzini et al. (2019), fornece uma análise mais aprofundada e precisa do uso de equipamentos. Por meio do uso de técnicas de monitoramento de carga, é possível identificar quais aparelhos consomem mais energia. Ao identificar equipamentos de alto consumo, os usuários são capazes de adotar medidas para reduzir seu consumo ou atualizar para equipamentos mais eficientes energeticamente (AZZINI *et al.*, 2019).

Ao comparar o consumo antes e depois da implementação de práticas de redução de energia, os dados podem fornecer uma avaliação objetiva e mensurável de seu impacto. O impacto das ações realizadas nas aulas pode ser melhor avaliado com base nos dados obtidos (AZZINI *et al.*, 2019). Por meio dessas avaliações, os indivíduos podem obter uma compreensão mais profunda de seus esforços de sustentabilidade.

De fato, a implementação de uma educação voltada para a gestão ambiental tem potencial para grandes reduções no consumo de energia elétrica. Isso destaca o papel inestimável que a educação desempenha na promoção da conscientização e do compromisso com práticas de vida sustentáveis (SILVA; SOUSA; CARVALHO, 2015).

Um estudo conduzido na cidade de Bagé, demonstrou como a educação infantil pode ajudar na conscientização sobre o consumo de energia elétrica. A implementação de experiências lúdicas e instrutivas foram empregadas para as crianças entenderem o significado

de conservar energia e adotar medidas eficazes para reduzir seu uso. A partir desse estudo, os pesquisadores constataram uma mudança de comportamento no consumo de eletricidade por parte das crianças (BAIERLE; SKORUPA; PAZ, 2018).

Conforme destacado por Baierle, Skorupa e Paz (2018), hábitos sustentáveis podem ser inculcados desde cedo, introduzindo conceitos relacionados ao uso da eletricidade de forma divertida e esclarecedora. Adicionalmente, uma abordagem dirigida às crianças poderá contribuir para a criação de uma geração mais informada e responsável na utilização da eletricidade, contribuindo assim para um futuro mais sustentável e com menor consumo de energia.

É cada vez mais necessário consolidar novos paradigmas educacionais, centrados na preocupação de iluminar a realidade sob outros ângulos, e isso pressupõe a formulação de novos objetos conceituais de referência e, sobretudo, a transformação de atitudes (PONTES, 2012). Desta forma, diversos experimentos desenvolvidos em sala de aula têm motivado os alunos na conscientização ambiental e social de modo prático e econômico, conforme descritos a seguir.

Segundo Azevedo e Scarpa (2017), diversos conceitos e fenômenos podem ser melhor assimilados quando há participação com regularidade do aluno em atividades experimentais. Isto não quer dizer, contudo, que a experiência em sala de aula não seja importante, ela é, sim, relevante para a compreensão dos fundamentos teóricos. Contudo, a aprendizagem aplicada é imprescindível para que se proporcione ao aluno uma experiência concreta, com problemas reais, sobre o que lhe foi apresentado em abstrato em sala de aula.

Borges, Dickman e Vertchenko (2018) elaboraram um experimento interessante sobre conversões de energia, utilizando somente uma roda de bicicleta acoplada a um alternador e a um farol acionado por um motor. Por meio da adoção deste método de ensino, relataram um maior envolvimento dos alunos, com um maior número de respostas sobre diferentes tipos de energia, bem como sobre as possíveis conversões ocorridas entre um e outro tipo, e a dissipação de energia. A seu ver, as competências e habilidades referentes à dissipação e transferência de energia foram desenvolvidas com êxito nos alunos durante a demonstração experimental.

Souza et al. (2019) também propuseram o uso de instrumentos diferenciados para fins de experimentação em Física – no caso, de um jogo didático de partículas, com vistas a complementar o ensino do conteúdo de altas energias na temática de Física de Partículas Elementares.

Jardim e Guerra (2018), propuseram a replicação de experimentos históricos – no caso, da Garrafa de Leiden – com material de baixo custo. Conforme os autores, tal proposta tem o seu lugar ao se considerar que a atividade experimental proporciona aos alunos, em sala de aula, a vivência das teorias abstratas, que se dá por meio da participação em procedimentos práticos relacionados diretamente em sua execução. Em relação ao experimento por eles realizado, trabalhou-se o conceito de circuito elétrico e o papel do capacitor elétrico em um circuito simples, estabelecendo ligações entre sua estrutura e conceitos físicos trabalhados em sala de aula, demonstrando, assim, o caráter contextual e dinâmico do conhecimento científico.

De um modo geral, tais modelos de ensino recorrem a princípios e materiais simples, de fácil disponibilidade e baixo custo, a fim de reproduzir experimentos que proporcionam aos alunos uma experiência de aprendizagem ativa, tornando, assim, o processo educacional mais leve e significativo (DIAS; SALGADO, 2023).

Ao enfatizar a relação entre eficiência energética e consciência ambiental, a pesquisa em educação ambiental apoia a ideia de que os alunos podem ser agentes de mudança não apenas na escola, mas também em suas casas e comunidades. Assim como nos estudos até aqui relatados, o presente estudo experimental objetivou-se avaliar a importância do ensino de práticas pedagógicas sustentáveis desenvolvidas na disciplina de Física em turmas de ensino médio técnico integrado para a redução do consumo de energia elétrica.

5. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo tratou-se de uma pesquisa exploratória, descritiva e experimental, realizado na escola Técnica Estadual José Martimiano da Silva ETEC da cidade de Ribeirão Preto/SP para turmas cursando o ensino médio técnico integrado aos cursos evidenciados no Quadro 1.

Quadro 1. Turmas de alunos e total de alunos participantes.

Período/ Curso	Alunos participantes
3º Ano do Ensino Médio Integrado ao Técnico de Administração	200
3º Ano do Ensino Médio Integrado ao Técnico de Eletrotécnica	
3º Ano do Ensino Médio Integrado ao Técnico de Automação Industrial	
3º Ano do Ensino Médio Integrado ao Técnico de Designer de Interiores	

A análise do conteúdo e a pesquisa exploratória e descritiva, foram realizadas após levantamento bibliográfico em revistas específicas do ensino de Física mediante seleção das palavras-chave “Educação Ambiental”, “Sustentabilidade”, “Eletricidade”, “Ensino da Física”, “Experimento” e considerou artigos escritos em português e/ou inglês publicados entre 2017 e 2023, com propostas didáticas por meio da experimentação.

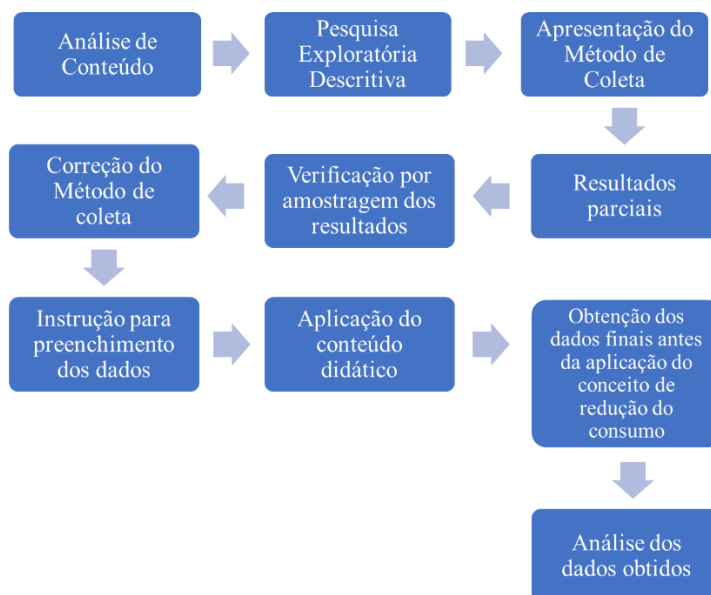
O método de coleta foi conduzido a partir da solicitação de captura de imagens do relógio de luz residencial dos alunos participantes e de respostas relacionadas a: tipo de moradia, acesso ao relógio de energia, instalação de painel solar em domicílios e; número de moradores por domicílio.

A aplicação do conteúdo didático dentro da disciplina de física, focou-se nos temas: conceito de energia elétrica, consumo e medidas de redução do seu consumo, detalhados a seguir.

Na fase de análise dos conteúdos, o estudo buscou identificar o impacto das intervenções educativas/sustentáveis na redução do consumo de energia elétrica residencial.

O fluxograma sumariza como o estudo experimental foi conduzido dentro da escola (Figura 1).

Figura 1. Fluxograma sobre a condução do estudo experimental realizado com as turmas de ensino médio da escola Técnica Estadual José Martimiano da Silva ETEC, Ribeirão Preto/SP.



5.1. Espaço, sujeitos da pesquisa e coleta de dados

Os alunos participantes assistiram uma sequência de aulas dentro da disciplina de física sobre todos os tipos de geração de energia elétrica, matriz energética no Brasil, conceitos sobre quilowatts (kW) e quilowatt-hora (kWh), operador nacional (valor do kWh), ressaltando que cada estado possui o seu operador, de acordo com a demanda energética e o grau de desenvolvimento do mesmo, potência de equipamentos, destacando àqueles que demandam maior potência e que consomem maior energia elétrica.

Com o término das aulas ministradas, solicitou-se aos alunos participantes que realizassem uma leitura dos números presentes nos relógios residenciais de luz através da captura de uma imagem por meio de câmera de celular. Esse primeiro momento da atividade prática, realizado especificamente no dia 13/11/2023, foi denominado de “leitura às cegas do relógio residencial”, sem que os alunos precisassem se preocupar com a medição dos kWh gastos, em relação a semana ou mês anterior e sem nenhuma recomendação sobre medidas sustentáveis para a redução do consumo da eletricidade.

A coleta dos resultados deu-se a partir do preenchimento de um formulário *via Google Forms* enviado para cada aluno, preenchidos com dados referentes ao seu nome, RM, turma (curso), numeração do relógio, além de realizar o *upload* da foto registrada do relógio de luz e do boleto da CPFL, conforme apresentado no Quadro 2.

Quadro 2. Requisitos solicitados no formulário enviado *via Google Forms* para os alunos participantes do estudo experimental.

Nome
RM

Turma
Upload da foto do relógio de energia
Numerações do relógio no dia da leitura (correspondente a cinco dígitos)
Upload da foto do boleto da CPFL, somente das seções de “Discriminação da operação” e “Histórico de consumo”

Com um intervalo de 7 dias, solicitou-se uma segunda leitura (20/11/2023) dos relógios residenciais de luz a partir da captura de uma nova imagem, com posterior envio via plataforma *Google Forms* pelo mesmo formulário mencionado anteriormente. Neste momento, foi elucidado como seria possível a obtenção do consumo de energia em kWh, a partir de uma simples subtração da segunda medida registrada frente a primeira medida realizada. Com o valor em kWh, os alunos avaliaram o consumo ocorrido dentro do período solicitado.

A fim de prosseguir com o estudo experimental, introduziu-se conceitos sobre redução do consumo de energia consciente utilizando uma cartilha da ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica), pautada nesse assunto (https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/copy_of_Cartilhadoconsumidordeenergiaconsciente.pdf). A seguir, solicitou-se aos alunos que eles aplicassem dentro de um período de 7 dias, as práticas sustentáveis em relação ao consumo de energia elétrica, utilizando-a de maneira mais consciente no seu dia-a-dia a partir de medidas básicas já citadas: não abrir a geladeira de maneira aleatória, banhos mais curtos, manter as luzes apagadas quando possível, retirar os equipamentos elétricos da tomada quando não utilizados, aproveitar o máximo de luminosidade solar por meio da abertura das janelas/cortinas, manter o ventilador ligado somente no período que fosse necessário, e reduzir o consumo de equipamentos que utilizam resistência elétrica (chuveiro, secador de cabelo, ar-condicionado, ferro de passar roupa, etc).

Dando sequência, solicitou-se uma terceira leitura (27/11/2023) dos relógios residenciais de luz para a obtenção do valor de energia consumido em kWh, a fim de avaliar a eficiência na implementação das medidas sustentáveis praticadas pelos participantes.

Os alunos também receberam orientação de como seria feito o cálculo do custo de energia a ser pago com base nas leituras realizadas. Explicou-se que esse cálculo é feito através da multiplicação dos parâmetros de consumo energético diário (kWh), quantidade de dias do referido mês e custo do kWh, em reais. Para calcular o consumo de energia em kWh

de qualquer equipamento elétrico, basta multiplicar a sua potência em Watt (W) pelo tempo de uso em horas (h) e dividir o resultado por 1.000, conforme as Equações 1 e 2 abaixo.

$$V_{final} = C_{diário} \cdot t_{uso} \cdot C_{kWh} \quad (\text{Equação 1})$$

$$C_{diário} = \frac{\text{Potência (W)} \cdot \text{Tempo (h)}}{1000} \quad (\text{Equação 2})$$

Em que,

- V_{final} é o custo final a ser pago, em reais [R\$].
- $C_{diário}$ é o consumo de energia diário, em quilowatt-hora [kWh].
- t_{uso} é a quantidade de dias do mês que se consumiu energia.
- C_{kWh} é o custo do kWh, em reais [R\$].

Alguns dados preenchidos pelos alunos precisaram ser corrigidos, incluindo o preenchimento de consumo energético com valor negativo, adição de zeros à esquerda e, até mesmo, valores atípicos, ou seja; valores fora do padrão encontrado de outros alunos, que poderiam prejudicar a interpretação dos resultados encontrados. Neste caso, aplicou-se a ferramenta do *software Microsoft Office Excel* para que fosse possível corrigir dados pontuais.

Além disso, para garantir a confiabilidade de algumas respostas obtidas durante o estudo experimental, foi empregado um rigoroso procedimento de verificação manual dado a dado e correção das inconsistências encontradas nos campos de preenchimento dos dados. Esses procedimentos incluíram uma revisão sistemática das respostas coletadas para identificar erros de digitação, omissões ou interpretações diferentes por parte dos alunos. Esse processo de verificação através do comparativo com as fotos anexadas e correção é fundamental para garantir a integridade e confiabilidade dos dados analíticos e contribui para a robustez das conclusões da pesquisa.

6. RESULTADOS PARCIAIS E DISCUSSÃO

Em relação as aulas que foram ministradas aos alunos durante o estudo experimental, destacam-se àquelas que trataram sobre os temas relacionados sobre energia elétrica e que foram compilados no Quadro 3.

Ressalta-se que as aulas ministradas obedeceram às orientações curriculares do ensino médio de acordo com as diretrizes do MEC (Ministério da Educação) e foram aplicadas de maneira igualitária para todas as turmas e salas de aulas envolvidas na disciplina de física dos cursos de automação industrial, eletrotécnica, design de interiores, edificações e administração (Quadro 3). Destaca-se ainda, que o clima da região é considerado quente, onde o uso de aparelhos de ar-condicionado para amenizar as sensações térmicas de calor, é uma necessidade real e primária, mesmo para aqueles que não possuem uma condição financeira tão favorável.

Quadro 3. Cronograma de aulas ministradas nas diferentes turmas de ensino médio técnico integrado da escola Técnica Estadual José Martimiano da Silva ETEC.

Aulas	Temas	Datas das aulas ministradas
1 e 2	O que é energia?	31/07/23 a 14/08/23
3 e 4	Matriz energética do Brasil: Energias renováveis e não renováveis	21/08/23 a 28/08/23
5 e 6	Custo da energia elétrica consumida	04/09/23 a 11/09/23
7	Leitura do relógio residencial de luz	18/09/23 a 22/09/23
8 e 9	Importância do uso racional e consciente dos recursos energéticos	25/09/23 a 02/10/23
10 a 17	Análise do relógio residencial e práticas de redução de consumo	09/10/23 a 24/11/23

Nas aulas 1 e 2 do tema “O que é energia?”, foram apresentados conceitos físicos e equações com base nas Leis de Newton, bem como a introdução do conceito de força na sua forma mais ampla para então seguir para a definição de energia em suas diferentes formas, estudo da energia potencial, potencial gravitacional e potencial elástico, estudo da energia cinética, mecânica e energia elástica.

As aulas 3 e 4 trataram sobre o tema “Matriz energética do Brasil”, trazendo os aspectos relacionados à geração da energia elétrica. A aula foi dividida em dois tópicos: energias renováveis e energias não renováveis. No tópico sobre energias renováveis, foram feitos apontamentos sobre o que são fontes que se renovam, isto é, que não se esgotam, não poluentes ou pouco poluentes, e as diversas formas de geração de energia a partir de fontes

renováveis, incluindo: energia solar, eólica, térmica, hídrica, de biomassa. Feito isso, foi discutido como se pode converter todas essas energias em energia elétrica.

Sobre as energias não renováveis, a abordagem tratou de enfatizar as energias obtidas a partir de fontes que se esgotam, ou seja, são finitas, pois são encontradas no subsolo, em quantidades limitadas, tendo como exemplos o petróleo, o carvão mineral, o gás natural (combustíveis fósseis) e o Urânio.

As aulas 5 e 6 foram focadas no aprendizado sobre o custo da energia elétrica consumida, a partir da apresentação dos seguintes conceitos de Física: Leis de Ohm, energia elétrica, efeito Joule, tensão/diferença de potencial, corrente elétrica, potência elétrica, consumo de energia, e unidades de medição (Volt, Ampère, Ohm, Watts e kWh). Para se chegar ao entendimento do consumo e do valor pago na conta de luz mensal foi necessário ensinar que cada equipamento que utiliza eletricidade tem uma potência específica, e que, de acordo com a potência de cada aparelho, obtém-se um consumo em relação ao seu tempo de uso. Foi também explicado como calcular o consumo em kWh, a partir da multiplicação da potência (P) em kW pela quantidade de horas (t) em que um aparelho for utilizado, obtendo-se um resultado em kWh.

A aula 7 foi sobre a leitura do relógio residencial de luz, de acordo com modelos apresentados em sala de aula, com a finalidade de demonstrar na prática o consumo verídico de cada residência participante do estudo. Neste momento, foi orientado que os alunos verificassem em cada círculo do relógio, o número que o ponteiro mostrava, sendo certo que cada relógio analógico é composto por quatro mostradores que, juntos, representam os números do consumo. Explicou-se também que a leitura é feita da direita para a esquerda, e que o primeiro mostrador indica a unidade; o segundo, a dezena; o terceiro, a centena; e o quarto, o milhar e que este tipo de leitura pode ser feito em relógio de qualquer tipo de ligação (monofásica, bifásica ou trifásica), sendo o modelo mais antigo adotado pelas empresas, com algumas instalações já há mais de 20 anos.

As aulas 8 e 9 enfatizaram sobre a importância do uso racional e consciente dos recursos energéticos necessários para a redução do consumo de energia elétrica. Nessas aulas também foram abordadas questões relativas ao custo da energia elétrica do Brasil estar entre os mais caros do mundo, sendo essa uma das razões pela qual economizar energia é tão importante. O propósito foi mostrar aos alunos que, com pequenas atitudes, é possível reduzir consideravelmente o consumo de energia e, conseqüentemente, a conta no final do mês, gerando economia a curto, médio e longo prazo.

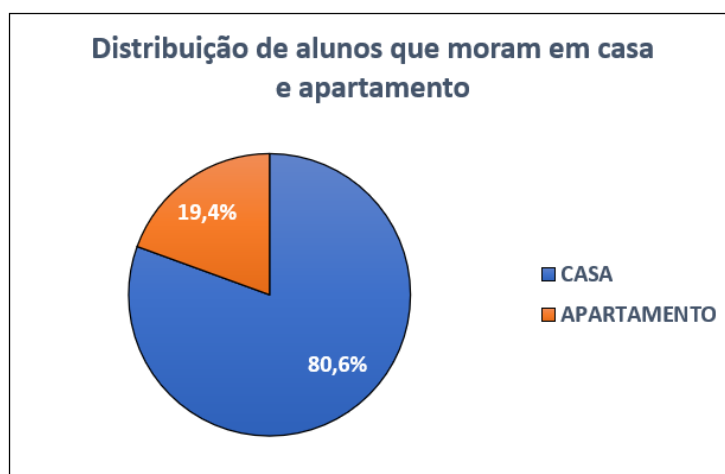
As aulas 10 a 17 abrangeu a leitura do consumo residencial, com projeção futura de economia financeira, em reais. Assim, por meio dos temas abordados em aula, os alunos foram orientados a perceber a importância de reduzir o consumo de energia, e o impacto da adoção de práticas sustentáveis em relação a essa redução.

Em relação ao número de alunos que efetivamente participaram do estudo experimental, visando aplicar os conceitos aprendidos em sala de aula dentro de suas residências, foram obtidas respostas válidas de 106 participantes, sendo eles das turmas do terceiro ano dos cursos de automação industrial, eletrotécnica, administração, designer de interiores e edificações, representando 53% do total de alunos que participaram da pesquisa nas três etapas. Esta pesquisa ainda categorizou os resultados por tipo de residência, acesso ao relógio de energia, o uso de painel solar, e a quantidade de moradores por domicílio de cada aluno participante, conforme apresentado a seguir.

- Tipo de residência:

Dos participantes da pesquisa, 85 residiam em casas, representando 80,6% do total de respostas. Enquanto isso, 21 residiam em apartamentos, correspondendo a 19,4% das respostas. A Figura 2 elucida os resultados obtidos em relação ao tipo de moradia dos alunos participantes do estudo.

Figura 2. Tipo de moradia dos alunos participantes.



Fonte: a autora (2023)

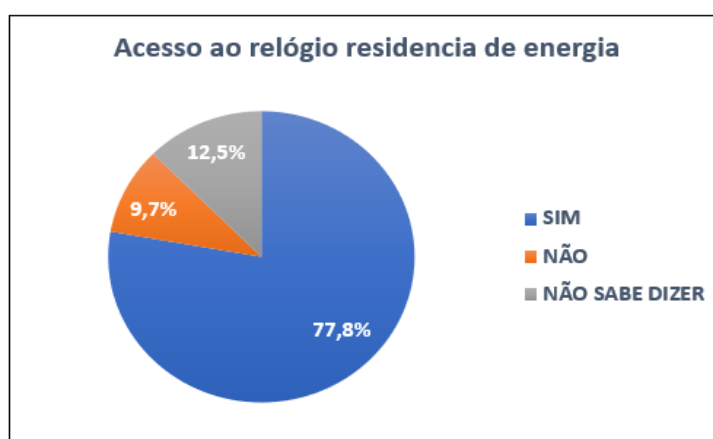
- Acesso ao relógio de medição de energia:

Houve uma variedade de modelos de relógios de energia entre os participantes do estudo, incluindo medidores eletromecânicos (analógicos) e medidores eletrônicos (digitais). Dito isso, o estudo constatou que alguns participantes tiveram dificuldade em ler o relógio corretamente, principalmente no caso de um relógio analógico. A interpretação das informações em monitores analógicos pode ser mais complicada para alguns, o que pode ocasionar erros ou incertezas na coleta de dados.

Diante dessas situações, foi necessário discutir e orientar sobre o uso correto dos relógios. Foi fornecida instruções claras e demonstrações práticas sobre como ler os dois diferentes tipos de relógios. Essas diretrizes foram elaboradas para garantir que os participantes entendessem como obter os valores corretos de consumo de energia dos relógios de medição.

Dos participantes da pesquisa, 82 indivíduos afirmam ter acesso ao relógio de energia de suas residências, representando 77,8% do total de respostas. Enquanto isso, 10 indivíduos afirmaram não ter acesso ao relógio de energia, representando 9,7% do total de respostas. Por fim, 12 indivíduos afirmaram não saber dizer devido à disposição da instalação elétrica residencial que habita, e a forma que é administrado o local que reside, representado 12,5% do total de respostas, conforme demonstrado na Figura 3.

Figura 3. Acesso a leitura do relógio pelos alunos participantes.



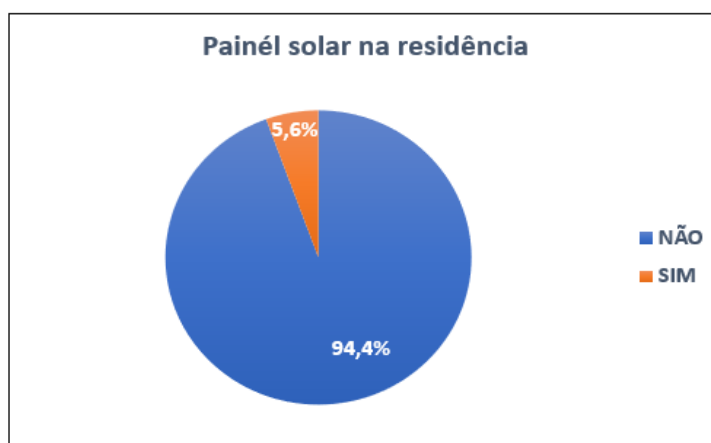
Fonte: a autora (2023)

- Presença de painéis solares por residência:

A presença de painéis solares pode ter um impacto direto nos resultados relacionados ao consumo e custos de energia. A utilização da energia solar como fonte primária de energia reduz o consumo de eletricidade na rede, pois os painéis solares cobrem parte da demanda de energia. Isso pode resultar em uma redução na sua conta mensal de eletricidade.

Dos participantes desta pesquisa, apenas 5,6% do total de respostas, isto é, 5 participantes, afirmaram ter painéis solares na residência que habita, conforme demonstrado na Figura 4. Esta informação tem implicações importantes para a compreensão deste estudo, uma vez que visa a redução e conscientização do consumo de energia, custos financeiros e comportamentos de consumo energético realizado.

Figura 4. Presença de painéis solares nas residências dos alunos participantes.

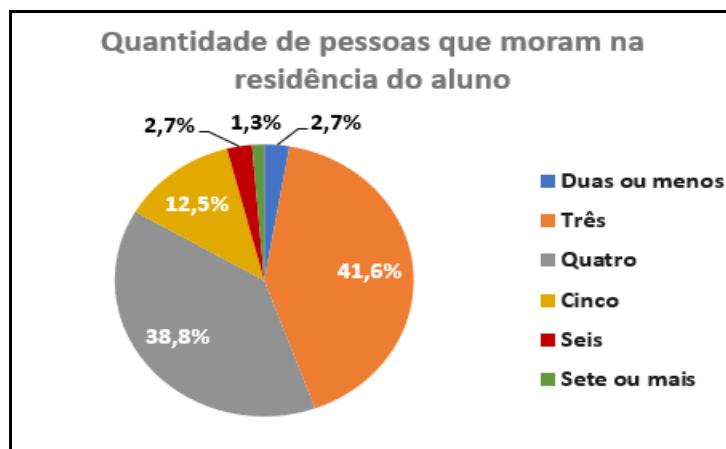


Fonte: a autora (2023)

- Distribuição de moradores por domicílio:

Foi verificado diferentes composições familiares ou de moradia presentes no grupo de estudantes pesquisado, conforme apresentado na Figura 5. Sendo assim, 41,6% das residências participantes são habitadas por 3 moradores, ao passo que, 38,8% das residências são habitadas por 4 moradores, representando 80,4% da amostragem deste estudo.

Figura 5. Quantidade de pessoas que moram nas residências dos alunos participantes.



Fonte: a autora (2023)

- Consumo de energia:

Foi verificado um consumo médio de energia de 83,54 kWh entre a primeira e a segunda leitura dos relógios, enquanto que, entre a segunda e a terceira leitura dos relógios, constatou-se um consumo médio de 76,31 kWh, com relação ao consumo de energia em kWh antes e após as aulas ministradas. Portanto, houve uma redução de consumo médio de energia de 8,65%. Analisando a redução de consumo energético entre o primeiro e o segundo momento, em porcentagem, de cada aluno, verificou-se uma redução média de 17% de consumo energético dos 106 alunos que participaram da pesquisa. Observou-se também, um desvio padrão de 116,68 kWh e 110,69 kWh para o primeiro e segundo momento, respectivamente (Quadro 4).

Quadro 4. Resumo dos consumos energéticos realizados no estudo experimental com os 106 alunos participantes.

	Consumo 1º momento	Consumo 2º momento	Diferença	Variação
Total	8855	8089	766	8,65%
Média	83,54 kWh	76,31 kWh	7,23	

No que diz respeito ao consumo em kWh, observou-se uma redução progressiva ao longo do período de análise. Essa diminuição pode ser atribuída às aulas ministradas, nas quais foram abordados conceitos relacionados ao consumo consciente e à redução de energia.

Essa conscientização parece ter influenciado positivamente o comportamento dos participantes, levando a uma redução gradual do consumo ao longo do período avaliado.

Corroborando com os resultados encontrados, Silveira e Lorenzetti (2021) destacaram que a maior parte dos trabalhos publicados entre 2007 a 2017 sobre educação ambiental, concentraram-se no ensino superior (20,2%), seguido do ensino fundamental (17,3%), ensino médio (16,34%), ensino fundamental (12,5%) e educação infantil (2,88%). Ademais, 56,82% dos trabalhos buscaram aprofundar o desenvolvimento, observação e/ou aplicação de atividades práticas para a inserção da educação ambiental, buscando auxiliar no processo formativo dos cidadãos. Além disso, os autores abordaram que dentre as metodologias adotadas, destacaram-se as atividades de campo, elaboração de vídeos, discussões e percepções sobre o meio ambiente, pesquisa-ação, bem como atividades voltadas ao exercício da cidadania (SILVEIRA & LORENZETTI, 2021).

Em sua dissertação de Mestrado, Moura (2020) evidenciou que a construção de um jogo de tabuleiro de perguntas e respostas referente ao consumo de energia elétrica residencial, e que teve como base para elaboração, o uso de situações e elementos inseridos na rotina dos cidadãos, demonstrou ser efetivo no processo de ensino e aprendizagem de Física de alunos da 3ª Série do ensino médio. A partir de sua aplicação na sala de aula, o autor constatou a motivação e o entusiasmo dos alunos em participar e discutir acerca dos fenômenos físicos sobre energia elétrica e consumo, aproximando-os daquilo que, para eles, era de difícil compreensão e assimilação, além de desenvolver atitudes de cooperação e socialização do conhecimento em grupo; envolver os aprendizes numa ação desafiadora e motivadora, somado ao desenvolvimento da criatividade dos envolvidos. Com esses indícios, Moura (2020) concluiu que o jogo de tabuleiro foi e é um material educativo para a assimilação e retenção do conhecimento, pois os fatores citados são objetos ligados diretamente a cognição do ser humano, responsáveis pelo desenvolvimento da inteligência e da personalidade.

Couto e Viveiro (2017) também destacaram que atividades lúdicas de ensino com crianças de 3 a 6 anos de idade é uma excelente estratégia para estimular um pensar sobre meio ambiente, cultura, economia, história, política, etc.

Em seu artigo de revisão, Pereira, Fortunato e Lourenço (2016), apontaram a relevância do estudo intitulado “Ensinando Física com consciência ecológica e com materiais descartáveis”, que teve como objetivo conscientizar a população à cerca dos problemas ambientais relacionados ao aquecimento global, inserindo ações engajadas, incluindo a

construção de um aquecedor solar numa escola pública com materiais descartáveis (embalagens longa vida), que possibilitaria banhos quentes sem gasto de energia elétrica.

Frente a esses e outros resultados, foi possível perceber a importância do professor e do uso de metodologias de ensino para promover o processo de ensino e aprendizagem dentro do contexto escolar, atentando para uma abordagem socioambiental, com o uso de atividades diferenciadas, na busca de uma aprendizagem significativa.

- Valores médios por residência:

Segundo a Companhia Paulista de Força e Luz (CPFL), o preço do kWh na CPFL Paulista era de R\$ 0,89 no mês de outubro de 2023 para tarifas residenciais. Portanto, como o consumo médio de energia do primeiro momento representou 83,54 kWh, isto foi equivalente a um custo de R\$74,35. De maneira análoga, o consumo médio de energia do segundo momento representou 76,31 kWh, equivalendo a um custo de R\$ 67,92.

- Valores médios por pessoa:

O estudo também calculou o valor médio de gastos por pessoa para cada momento mencionado anteriormente. Considerando a premissa que o consumo médio de energia por pessoa no primeiro e segundo momento foram de 32,8 kWh e 29,96 kWh, o custo médio por pessoa no primeiro e segundo momento foram de R\$ 29,19 e R\$ 26,66, respectivamente.

Somado a isso, considerando que a existência de alunos cursando diferentes cursos técnicos, ainda foi proposto aos mesmos a elaboração de propostas e soluções alternativas, que poderiam contribuir com a redução do consumo de energia elétrica. Sendo assim, observou-se ideias diferentes para os alunos participantes de cada curso. O Quadro 5 sumariza as ideias sustentáveis listadas pelos alunos do curso técnico em Designer de Edificações.

Quadro 5. Ideias/Soluções apresentadas pelos alunos participantes do estudo experimental do curso técnico de Designer de Edificações (continua).

Turma/Curso	Ideias/Soluções	Fundamentos e Benefícios
		Melhor circulação de ar, facilitando a ventilação natural nos ambientes internos. Análise criteriosa das correntes de vento

3º Ano do Ensino Médio Integrado ao Técnico de Designer de Edificações	Pé direito mais alto e ventilação eficiente	dominantes na região para posicionar estrategicamente aberturas (janelas, portas, ventilações cruzadas) para aproveitar ao máximo a ventilação natural.
	Isolamento térmico e eficiência energética	A utilização de materiais específicos nas paredes, telhados e pisos, pode reduzir a perda ou ganho excessivo de calor. Implementação de estratégias de eficiência energética no design das edificações, como orientação solar adequada e seleção de materiais com propriedades termoacústicas.
	Utilização de materiais sustentáveis	Promoção do uso de materiais de construção sustentáveis e eficientes energeticamente, como concreto celular, tijolos ecológicos, vidros duplos, entre outros, para reduzir a necessidade de refrigeração e aquecimento artificial.

Quadro 5. Ideias/Soluções apresentadas pelos alunos participantes do estudo experimental do curso técnico de Designer de Edificações (conclusão).

Turma/Curso	Ideias/Soluções	Fundamentos e Benefícios
	Design bioclimático e tecnologia aplicada à edificação	Aplicação de conceitos de design bioclimático, integrando elementos arquitetônicos que maximizem o aproveitamento da luz natural e minimizem o impacto térmico nos ambientes. Além disso, integração de tecnologias inteligentes, como sensores de luz e temperatura, para automatizar o controle de iluminação e

3º Ano do Ensino Médio Integrado ao Técnico de Designer de Edificações		climatização de acordo com as condições ambientais, fazendo uso da multidisciplinaridade entre os cursos de automação eletrotécnica e design de interiores.
	Eficiência nos Sistemas de Iluminação e Ventilação	Utilização de sistemas de iluminação LED de alta eficiência e baixo consumo, além de sistemas de ventilação mecânica eficientes e ajustáveis para garantir um ambiente confortável com menor consumo de energia

Portanto, ao empregar estratégias ambientalmente corretas no âmbito da Edificação, os alunos propuseram medidas para a criação de residências mais sustentáveis, eficientes energeticamente e confortáveis, reduzindo assim o consumo de energia elétrica e promovendo práticas construtivas mais amigáveis ao meio ambiente.

Por outro lado, os alunos participantes do curso técnico de administração elaboraram as seguintes ideias apresentadas no Quadro 6.

Quadro 6. Ideias/Soluções apresentadas pelos alunos participantes do estudo experimental do curso técnico de Administração.

Turma/Curso	Ideias/Soluções	Fundamentos e Benefícios
	Análise detalhada das contas de luz	Capacitação para realizar análises minuciosas das contas de luz de uma organização, identificando padrões de consumo, áreas de maior gasto e possíveis desperdícios energéticos.
		Desenvolvimento de estratégias para implementar alternativas sustentáveis, como a troca para tecnologias mais eficientes.

3° Ano do Ensino Médio Integrado ao Técnico de Administração	Busca por alternativas sustentáveis e parcerias estratégicas	Instalação de sistemas de geração de energia renovável ou a adoção de práticas de uso consciente de energia. Procura por parcerias estratégicas com empresas especializadas em soluções energéticas sustentáveis.
	Elaboração de planos de eficiência energética	Criação de planos de eficiência energética que englobem metas claras, estratégias para redução de consumo e monitoramento contínuo dos resultados obtidos, visando otimizar os processos e reduzir os custos operacionais relacionados à energia elétrica.
	Sensibilização e educação empresarial	Promoção de ações de sensibilização e educação interna, conscientizando colaboradores sobre a importância da economia de energia, incentivando práticas mais sustentáveis no ambiente de trabalho e incentivando a participação ativa de todos na redução do consumo

Portanto, como podemos observar nos apontamentos descritos anteriormente, o curso de administração propôs a redução do consumo de energia elétrica priorizando a sua bagagem em análise, dimensionamento e implementação de estratégias para o alcance de uma economia financeira, porém ainda abrangendo benefícios ambientais e sociais para a comunidade.

Entretanto, os alunos participantes do curso técnico de Designer de Interiores, tiveram como seguintes estratégias elaboradas para a redução do consumo de energia elétrica, àquelas listadas no Quadro 7.

Quadro 7. Ideias/Soluções apresentadas pelos alunos participantes do estudo experimental do curso técnico de Designer de Interiores (continua).

Turma/Curso	Ideias/Soluções	Fundamentos e Benefícios
3º Ano do Ensino Médio Integrado ao Técnico de Designer de Interiores	Paisagismo e urbanização consciente	Integração de áreas verdes nos projetos de design de interiores para favorecer a ventilação natural e reduzir a necessidade de resfriamento artificial. Planejamento de espaços externos com vegetação adequada para sombreamento, reduzindo a incidência direta de luz solar nos ambientes internos.
	Uso estratégico de cortinas e ventilação	Utilização de cortinas ou persianas para controlar a entrada de luz solar e favorecer a ventilação cruzada, mantendo os ambientes frescos de forma natural. Planejamento de aberturas estratégicas para facilitar a circulação do ar, melhorando a ventilação e reduzindo a necessidade de sistemas de climatização.

Quadro 8. Ideias/Soluções apresentadas pelos alunos participantes do estudo experimental do curso técnico de Designer de Interiores (conclusão).

Turma/Curso	Ideias/Soluções	Fundamentos e Benefícios
3º Ano do Ensino Médio	Paredes verticais e elementos de sombreamento	Implementação de paredes verticais internas ou externas com plantas para ajudar a regular a temperatura e purificar o ar. Uso estratégico de elementos de sombreamento, como treliças ou brises, para reduzir a entrada direta de luz solar excessiva,

Integrado ao Técnico de Designer de Interiores		minimizando a necessidade de refrigeração.
	Controle do efeito estufa	Redução da quantidade de vidros ou uso de vidros com tratamento térmico para controlar o efeito estufa dentro das residências, minimizando o aquecimento excessivo.

Portanto, essas estratégias ao serem aplicadas durante o processo de design de interiores, tem o potencial de maximizar a eficiência energética das residências, criando ambientes mais confortáveis e reduzindo a dependência de recursos elétricos para climatização e iluminação.

Para o curso técnico de Eletrotécnica foram destacados tópicos para redução do consumo de energia elétrica que estão descritos no Quadro 8.

Quadro 9. Ideias/Soluções apresentadas pelos alunos participantes do estudo experimental do curso técnico de Eletrotécnica (continua).

Turma/Curso	Ideias/Soluções	Fundamentos e Benefícios
3º Ano do Ensino Médio Integrado ao Técnico de Eletrotécnica	Troca de lâmpadas	Substituir lâmpadas incandescentes por lâmpadas de LED, que consomem menos energia e têm maior durabilidade. Lâmpadas de LED consomem até 80% menos energia que as incandescentes e têm uma durabilidade muito superior.

Quadro 10. Ideias/Soluções apresentadas pelos alunos participantes do estudo experimental do curso técnico de Eletrotécnica (conclusão).

Turma/Curso	Ideias/Soluções	Fundamentos e Benefícios
	Uso de temporizadores ou sensores de movimento	Instalar temporizadores ou sensores de movimento para controlar a iluminação, garantindo que as luzes sejam desligadas automaticamente quando não há presença no ambiente.
		Realizar a manutenção regular de eletrodomésticos e equipamentos

3º Ano do Ensino Médio Integrado ao Técnico de Eletrotécnica	Manutenção de equipamentos	elétricos, como limpeza de filtros de ar-condicionado e substituição de filtros de fornos, para garantir seu funcionamento eficiente.
	Utilização de Reguladores de Tensão	Utilizar reguladores de tensão para controlar e estabilizar a voltagem fornecida aos equipamentos, o que pode prolongar sua vida útil e reduzir o consumo de energia.
	Desligamento de equipamentos em <i>stand-by</i>	Desligar dispositivos eletrônicos quando não estiverem em uso para evitar o consumo em <i>stand-by</i> .

Essas práticas simples, baseadas em conceitos de eletrotécnica, podem fazer uma grande diferença na redução do consumo de energia elétrica em residências, sem a necessidade de alterações complexas na infraestrutura elétrica. A aplicação da eletrotécnica na redução do consumo de energia elétrica é viável através da aplicação de técnicas avançadas de distribuição, controle, manutenção eficiente de equipamentos elétricos, integração de energias renováveis e desenvolvimento de sistemas de armazenamento. Tais práticas contribuem significativamente para a eficiência energética em diversos setores, impactando positivamente a redução do consumo de energia elétrica.

E por fim, os alunos participantes do curso técnico de Automação Industrial, elaboraram os seguintes tópicos descritos no Quadro 9.

Quadro 11. Ideias/Soluções apresentadas pelos alunos participantes do estudo experimental do curso técnico de Automação Industrial.

Turma/Curso	Ideias/Soluções	Fundamentos e Benefícios
	Monitoramento e Gestão Energética	Aplicar técnicas de monitoramento em tempo real do consumo elétrico e desenvolver sistemas de gestão para otimizar o uso de energia em residências e ambientes comerciais.
		Explorar tecnologias de

3º Ano do Ensino Médio Integrado ao Técnico de Automação Industrial	Controle eficiente de temperatura	automação para gerenciar termostatos e sistemas de climatização, ajustando-os de forma inteligente para reduzir o consumo energético sem comprometer o conforto dos usuários.
	Integração de dispositivos inteligentes	Promover a integração de eletrodomésticos e dispositivos a sistemas automatizados, permitindo o desligamento automático quando não estão em uso, reduzindo o consumo ocioso de energia em <i>stand-by</i> .
	Utilização de energias renováveis	Promover estratégias de automação para integrar e otimizar o uso de fontes de energia renovável, como painéis solares, por meio de sistemas de armazenamento e distribuição inteligente.

Essas propostas estão alinhadas com os conhecimentos adquiridos no curso de automação industrial, com enfoque na implementação de sistemas inteligentes para gerenciar e controlar o consumo de energia, usando tecnologias como sensores de movimento, dispositivos automatizados e monitoramento em tempo real para otimizar o uso de eletricidade, e a redução do seu consumo em ambientes residenciais e comerciais.

Em relação aos apontamentos descritos anteriormente e desenvolvidos a cada curso, pode-se chegar à conclusão de que cada um deles usa os conceitos de física aplicados em sala de aula juntamente com os conceitos específicos do seu curso técnico para promover uma redução no consumo de energia elétrica, trazendo isso para sua realidade e seu cotidiano voltado totalmente para o desenvolvimento de cada curso técnico, porém sem perder a interdisciplinaridade entre eles.

Cada curso ofereceu uma perspectiva específica para abordar a redução do consumo de energia, desde a aplicação de tecnologias e sistemas inteligentes até a implementação de

estratégias de design, construção eficiente, análise de dados e gestão administrativa. A união dessas abordagens permite uma visão integrada e ampla na busca por soluções mais sustentáveis e eficientes em termos energéticos.

7. CONCLUSÕES

Diferenças entre casas e apartamentos, o acesso ao relógio de energia, o uso de painéis solares e as médias de consumo por pessoa, por residência e os valores médios de gastos foi verificada. Tais informações podem ser úteis para identificar padrões de consumo e incentivar práticas de eficiência energética entre os alunos da rede estadual de ensino.

A eficácia das aulas ministradas sobre consumo consciente e redução de energia foi confirmada na amostra analisada. A conscientização dos participantes sobre a importância de economizar energia resultou em uma redução tanto no consumo de kWh, quanto no custo financeiro, em reais, ao longo do período avaliado. A importância de programas educacionais e conscientização para promover mudanças positivas no comportamento do consumo de energia foi evidenciado.

Portanto, os resultados apresentados anteriormente refletiram os dados tratados e validados, proporcionando uma visão abrangente do consumo de energia nesse grupo específico de alunos da rede estadual de ensino. Essas informações podem ser utilizadas como base para análises mais aprofundadas e tomadas de decisão relacionadas a políticas de consumo consciente e eficiência energética.

Essas políticas incluem incentivo à adoção de fontes renováveis de energia, regulamentação de padrões de eficiência energética para equipamentos, campanhas de conscientização para o uso racional de energia, promoção de práticas de eficiência energética em edifícios e incentivo à implementação de tecnologias mais eficientes. Tendo em conta as características e comportamentos deste grupo de alunos, os resultados obtidos podem apoiar o desenvolvimento e implementação de políticas de consumo responsável de energia.

8. PRÓXIMAS ETAPAS

8.1. Submeter artigo científico

8.2. Defender a dissertação

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, N. C. C., JUNIOR, C. F. S., NUNES, A., LIZ, M. S. M. Educação ambiental: a conscientização sobre o destino de resíduos sólidos, o desperdício de água e o de alimentos no município de Cametá/PA. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v. 100, p. 481-500, 2019.

ANDRADE, J. T. M. A matriz energética paranaense e a companhia paranaense de energia – COPEL. 2017. 140 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Econômicas, Departamento de Economia e Relações Internacionais, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

AZEVEDO, N. H & SCARPA, D. L. Revisão sistemática de trabalhos sobre concepções de Natureza da Ciência no ensino de ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Ensino de Ciências**, v. 17, p. 579 – 619, 2017.

AZZINI, H. A. D., CYPRIANO, J. G. I., SOUZA, W. A., MONZANI, R. C., SILVA, L. H. C. P., SILVA, A. C. V. Comparação das técnicas de monitoramento de cargas para a desagregação do consumo de energia elétrica. In: **Anais do Congresso Brasileiro de Automática-CBA**. v. 1, 2019.

BAIERLE, E. E., SKORUPA, T., PAZ, M. C. R. Eficiência Energética aplicada à educação infantil no município de Bagé. In: **Anais VII Congresso Brasileiro de Energia Solar-CBENS**, 2018.

BORGES, C. C., DICKMAN, A. G., VERTCHENKO, L. Uma aula sobre conversão de energia utilizando bicicleta, motor, alternador e lâmpada. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 40, n. 2, e2504, 2018.

BORGES, J. C., PRESA, S. A. B., COSTA, S. Geração de energia em larga escala por Usinas Termelétricas: uma questão sociocientífica no ensino de física. **Revista Práxis**, v. 11, n. 22, 2019.

BORGES, F. C. Crise de energia elétrica no Brasil-uma breve reflexão sobre a dinâmica de suas origens e resultados. **RECIMA21-Revista Científica Multidisciplinar-ISSN 2675-6218**, v. 2, n. 10, p. e210809-e210809, 2021.

CARVALHO, G. O. Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: uma visão contemporânea. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 8, n. 1, p. 789-792, 2019.

CARVALHO, R; MATEI, A. P. Transversalizando conteúdos de Física no ensino médio: o efeito estufa causado pela pecuária. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 25, p. 255-266, 2019.

CORTESE, T. T. P., COUTINHO, S. V., VASCONCELLOS, M. P., BUCKERIDGE, M. S. Tecnologias e sustentabilidade nas cidades. **Estudos Avançados**, v. 33, p. 137-150, 2019.

COUTO, A. R. de O & VIVEIRO, A. A. Educação Ambiental Crítica e educação infantil: uma interlocução possível. In: ENPEC, 11, 2017, Florianópolis. **Anais do XI ENPEC – Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Florianópolis, UFSC, 2017.

DAABOUL, J., MORIARTY, P., HONNERY, D. Net green energy potential of solar photovoltaic and wind energy generation systems. **Journal of Cleaner Production**, v. 415, p. 137806, 2023.

DIAS, A. A. S & OLIVEIRA, D. M. A. Educação ambiental. **Revista de direitos difusos**, v. 68, n. 2, p. 161-178, 2017.

DIAS, G. F. **Atividades interdisciplinares de educação ambiental**. Global Editora e Distribuidora Ltda, 2015.

DIAS, G. F & SALGADO, S. **Educação ambiental, princípios e práticas**. Editora Gaia, 2023.

IEA. **Global Energy Review 2021**. Renewables (2021). Disponível em: <https://www.iea.org/reports/global-energy-review-2021/renewables>. Acesso realizado em 04/01/2023.

Instituto de Energia e Meio Ambiente (IEMA). **A dependência de hidrelétricas pode ser um risco para o Brasil, mostra painel na COP26** (2021). Disponível em: <https://energiaambiente.org.br/a-dependencia-de-hidreletricas-pode-ser-um-risco-para-o-brasil-mostra-painel-na-cop26-20211108>. Acesso realizado em 04/01/2023.

Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). **Brasil gera 45% de energia renovável e lidera transição energética no Brics** (2021). Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/portal/categorias/45-todas-as-noticias/noticias/1941-brasil-gera-45-de-energia-renovavel-e-lidera-transicao-energetica-no-brics?highlight=WyJtdWRhblx1MDBIN2EiLCJjbGltXHUwMGUxdGJjYSIsIm1lZGFuXHUwMGU3YSBjbGltXHUwMGUxdGJjYSJd>. Acesso realizado em 04/01/2023.

FINKLER, A., FINKLER, D. R., CASTRO, J. L. S., MILKE, T. F. Relação do Crescimento Econômico e Consumo de Energia Elétrica. **Salão do Conhecimento**, 2016.

GIASSI, M. G., DAJORI, J. F., MACHADO, A. C., MARTINS, M. C. Ambiente e Cidadania: educação Ambiental nas escolas. **Revista de Extensão**, v. 1, n. 1, p. 24-32, 2016.

HAMMEL, C., MIYAHARA, R. Y., SANTOS, S. A. Uma UEPS com enfoque CTSA no ensino de Física: geração, produção e consumo de energia elétrica. **Experiências em ensino de ciências**, v. 14, n. 1, p. 256-270, 2019.

JARDIM, W. T & GUERRA, A. Práticas científicas e difusão do conhecimento sobre eletricidade no século XVIII e início do XIX: possibilidades para uma abordagem histórica da pilha de volta na educação básica. **História da Física e Ciências Afins, Rev. Bras. Ensino Fís.** v.40, n. 3, 2018.

KAGAN, N., OLIVEIRA, C. C. B., ROBBA, E. J. **Introdução aos sistemas de distribuição de energia elétrica**. Editora Blucher, 2021.

MARINHO, M. Geografia Física no ensino superior: entendimentos preliminares do conceito e das relações com a natureza. **Revista Ponto de Vista**, v. 9, n. 3, p. 39-56, 2020.

MONTEIRO, I. F. C., SOUZA, P. D. E. B., MONTEIRO, C. O. A educação ambiental e as representações sociais dos professores da rede pública no ensino fundamental. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, v. 12, n. 1, p. 165-176, 2017.

MOURA, F. E. Construção e aplicação de um jogo de tabuleiro sobre a temática do consumo de energia elétrica residencial no contexto da sala de aula de Física. 2020.

NETA, R. M. L., RODRIGUES, A. G., ARAÚJO, F., XAVIER, J. G. B. P., NASCIMENTO, J. C., SILVA, L. C., SANTOS, L. C. S., MACHADO, R. C., SOARES, T. B. Consumo eficiente de energia elétrica. **Entre Aberta Revista de Extensão**, v. 2, n. 1, 2017.

RUFINO, L. R., CAMARGO, D. R., SÁNCHEZ, C. Educação Ambiental Desde El Sur. **Revista Sergipana de Educação Ambiental**, v. 7, n. Especial, p. 1-11, 2020.

SILVA, E. A. O Ensino de Física e as Energias Renováveis. **Revista Acervo Educacional**, v. 1, p. e1309-e1309, 2019.

SILVEIRA, D. P & LORENZETTI, L. Estado da arte sobre a educação ambiental crítica no Encontro Pesquisa em Educação Ambiental. **Praxis & Saber**, v. 12, n. 28, p. 88-102, 2021.

SOARES, A. E. P., PRADO, A. R. M., SILVA, S. R. O monitoramento como ferramenta da redução do consumo de água potável na Faculdade de Ciências da Administração de Pernambuco–Fcap/UPE. **Tecno-lógica, Santa Cruz do Sul**, v. 43, n. 1, p. 42-48, 2019.

SOUSA, A. C & OLIVEIRA, A. K. Sustentabilidade, do conceito à na análise. **Revista Metropolitana de Sustentabilidade (ISSN 2318-3233)**, v. 10, n. 2, p. 146-166, 2020.

PEREIRA, P. S. de S., FORTUNATO, I., LOURENÇO C. A educação ambiental em periódicos brasileiros de ensino de física. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, v. 11, n. 2, p. 127-138, 2016.