

AÇÕES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA: APLICAÇÕES DE CONCEITOS PARA REDUÇÃO NO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA EM UMA ESCOLA MUNICIPAL DE CANAÃ DOS CARAJÁS

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2023.4564

Rafael luiz da silva oliveira Batista - rafaellbatista@unifesspa.edu.br
UNIFESSPA UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ

Raymisson da silva gomes - silvagomes@unifesspa.edu.br
UNIFESSPA UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ

Ronaldo Silva Da Conceição - ronaldo.eletrica@unifesspa.edu.br
Unifesspa

DIORGE DE SOUZA LIMA - diorgelima@unifesspa.edu.br
UNIFESSPA

DIEGO DE AZEVEDO GOMES - DIAGOMES@UNIFESSPA.EDU.BR
UNIFESSPA

Valdez Aragão de Almeida Filho - valdez.filho@unifesspa.edu.br
Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

Resumo: *Este estudo tem como objetivo principal, analisar a viabilidade para implementação de equipamentos tecnológicos, com o propósito de automatizar as salas de aula para controle dos sistemas de ar condicionado. Através da automação, busca-se alcançar a otimização no consumo de energia elétrica. Para alcançar os objetivos, foram instalados, na EMEF CARMELO MENDES DA SILVA localizada na cidade de Canaã dos Carajás, dispositivos que permitem o controle remoto dos sistemas de ar condicionado, possibilitando ajustes precisos de temperatura de forma automatizada. Após a implementação dos equipamentos, realizou-se uma análise do consumo de energia elétrica comparando-se o período anterior e posterior à automação das salas de aula. Os resultados demonstraram uma redução significativa no consumo de energia elétrica para um funcionamento equivalente da sala de aula. Esses dados sugerem que a utilização de sistemas de automação e controle remoto pode contribuir para a eficiência energética em ambientes educacionais, resultando em benefícios tanto econômicos quanto*

"ABENGE 50 ANOS: DESAFIOS DE ENSINO, PESQUISA E
EXTENSÃO NA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA"

18 a 20 de setembro
Rio de Janeiro-RJ



51º Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia
VI Simpósio Internacional de Educação em Engenharia

ambientais. Essa abordagem pode ser uma solução viável para a otimização do consumo de energia em instituições de ensino, promovendo práticas sustentáveis e contribuindo para a redução do impacto ambiental.

Palavras-chave: *Eficiência energética, Economia de energia, Equipamentos tecnológico, Sala de aula*

Realização:



Organização:



ações de eficiência energética: aplicações de conceitos para redução no consumo de energia elétrica em uma escola municipal de canaã dos carajás

1 INTRODUÇÃO

Destaca-se que o crescente consumo de energia per capita tem afetado diferentes países, que por muitas vezes grande parte da energia consumida é derivada de fontes não renováveis. No entanto, no Brasil a maior parte da geração é baseada em fontes renováveis, tais como a energia hidroelétrica, sendo percebido um aumento considerável da participação de usinas solares fotovoltaicas, mesmo ainda tendo uma pequena participação na matriz elétrica brasileira (LOSEKANN, TAVARES, 2020).

Considerando a importância da utilização da energia elétrica para o ser humano em diversos processos, tais como em processos em fábricas, em escolas, em hospitais, comércio, de uma forma geral. Assim, a utilização da energia elétrica tem proporcionado diversos benefícios à sociedade, tais como aumento de produtividade, conforto, segurança e eficiência no desenvolvimento de atividades. Entretanto, pode-se destacar alguns problemas, tais como: poluição, esgotamento de recursos energéticos, alterações de características no meio ambiente, dentre outros (RODRIGUES, 2022).

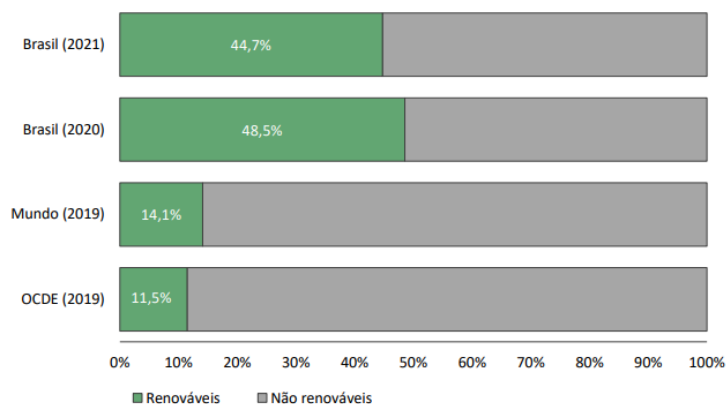
A eficiência energética está relacionada ao uso otimizado da energia para alcançar um determinado resultado ou desempenho. Isso implica em reduzir ao mínimo o consumo de energia enquanto maximiza a produção, o rendimento ou mesmo o conforto. Existem diferentes áreas nas quais se pode-se aplicar a eficiência energética, tais como a construção de edificações eficientes, nos transportes, na indústria, bem como no uso comercial e residencial, utilizando equipamentos cada vez mais eficientes. De acordo com MENKES (2004) desta forma, algumas medidas de eficiência energética incluem a melhoria do isolamento térmico dos edifícios, bem como a utilização de iluminação e refrigeração dos ambientes cada vez mais eficaz e utilização de equipamentos com aberturas para ancoragem de novas tecnologias.

Nesta perspectiva, destaca-se que os discentes do curso de Engenharia Elétrica de Canaã dos Carajás apresentaram a proposta de um sistema de automação para ser utilizado em salas de aulas de uma escola do município. O principal objetivo é propor a utilização dos dispositivos de automação para proporcionar economia energética e o aumento da vida útil dos equipamentos. Por ter sido observado que, muitos equipamentos permanecem por um longo tempo funcionando, mesmo sem a execução de atividades nas salas. Portanto, a utilização de forma adequada corrobora na redução do consumo energético.

2 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

A matriz energética do Brasil, quando comparada a nível mundial, apresenta grande participação de fontes primárias renováveis, conforme demonstrado na Figura (1) (BRASIL, 2022).

Figura 1 - Demonstração da participação de fontes renováveis e não renováveis na matriz energética.



Fonte: BRASIL, 2022.

Torna-se importante destacar que mesmo tendo uma matriz energética com grande participação de fontes renováveis, e com a queda de participação da energia hidráulica associada à escassez hídrica, deve-se realizar ações de eficiência energética, na tentativa de utilização de forma eficaz conforme (Losekann e Tavares, 2020). Logo, a eficiência energética é importante por várias razões: reduzir a demanda de energia, o que pode ajudar a diminuir a dependência dos combustíveis fósseis, bem como reduzir as emissões de gases de efeito estufa que contribuem para a mudança climática além disso, pode gerar ganhos econômicos significativos a nível individual e coletivo, ao reduzir os custos de energia levando ainda, a proporcionar maior segurança no sistema elétrico, não necessitando da realização de investimento a curto prazo (KOIVUKANGAS, 2022).

A matriz energética do Brasil, quando comparada a nível mundial, apresenta grande participação de fontes primárias renováveis (BRASIL, 2022). Destaca-se que a realização de incentivos governamentais para a promoção de ações de eficiência energética é uma estratégia, por meio de normas e regulamentações, bem como a fomentação de programas de incentivo e subsídio para implementação de medidas de eficiência energética, é uma iniciativa estratégica de muitos países (KOIVUKANGAS, 2022).

Com o passar dos anos, com a disposição tecnológica e equipamentos de automação na sociedade, tem se buscado cada vez mais a utilização de equipamentos que executam a mesma função com o menor consumo de energia elétrica, ainda, a automatização para utilização de equipamentos de forma eficiente, na tentativa de otimizar a utilização do equipamento de forma a permitir o seu funcionamento em horários específicos e necessários. Nesta perspectiva, pode-se destacar que as escolas municipais de Canaã dos Carajás utilizam de uma grande quantidade de equipamentos de ar condicionado, o que corrobora para um grande consumo de energia elétrica. Muitos desses equipamentos funcionam durante todo o dia, não necessariamente o espaço sendo utilizado para alguma atividade de ensino (tendo em vista que nem todas as atividades são desenvolvidas na sala de aula, podendo ser desenvolvida no laboratório de informática ou mesmo na biblioteca).

Assim, pode-se destacar que durante essas atividades fora da sala de aula, por muitas vezes o equipamento permanece funcionando, representando um consumo de

energia de forma a não ser utilizado. Ainda, na maioria das vezes, os equipamentos são ligados pela manhã e desligados somente ao final do expediente, ou seja, não são utilizados conforme a sua demanda. Assim como realizado em Koivukangas (2022), foi observado a possibilidade de economia nos custos com o consumo de energia elétrica, com a utilização de forma eficiente dos equipamentos de ar condicionado.

Portanto, neste trabalho será apresentado a implementação e estudos com o desenvolvimento da automação dos equipamentos de refrigeração de uma sala de aula da Escola Municipal de Ensino Fundamental Carmelo Mendes da Silva, no município de Canaã dos Carajás. Destaca-se que esta implementação foi desenvolvida por discentes do curso de Engenharia Elétrica da Unifesspa (Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará) de Canaã dos Carajás.

3 PBE - POLÍTICA BRASILEIRA DE ETIQUETAGEM

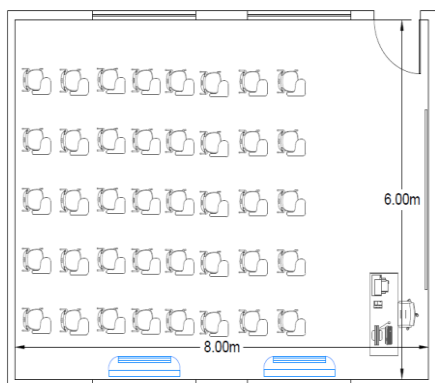
O programa brasileiro de etiquetagem (PBE), no qual é coordenado pelo Inmetro, fornece informações sobre o desempenho dos produtos, com foco especial na eficiência energética, com objetivo de fornecer informações úteis, orientando a escolha dos consumidores que, assim, poderão tomar decisões de compra mais conscientes, considerando outros atributos, além do preço, no momento da aquisição dos produtos estimular a competitividade da indústria, que deverá fabricar produtos cada vez mais eficientes consequentemente de melhor eficiência energética (BRICS, 2021).

O selo Procel, (programa nacional de conservação de energia elétrica), é um programa do Governo Federal, coordenado pelo Ministério de Minas e Energia – MME e executado pela Eletrobrás (Secretaria Executiva do Programa). Foi instituído em 30 de dezembro de 1985, pela Portaria Interministerial nº 1.877, para promover o uso eficiente da energia elétrica e combater o seu desperdício. Desde então, as ações do Procel contribuem para o aumento da eficiência dos bens e serviços, para o desenvolvimento de hábitos e conhecimentos sobre o consumo eficiente da energia (PROCEL, 2021).

4 EQUIPAMENTOS UTILIZADOS NA AUTOMAÇÃO

Destaca-se que todas as salas de aula na Escola Carmelo Mendes da Silva em Canaã dos Carajás são semelhantes e padronizadas. Assim, as salas analisadas possuem um espaço físico de aproximadamente 48m², conforme demonstrado na Figura (2). Este espaço é destinado para aproximadamente 40 alunos. São utilizados 02 (duas) centrais de ar condicionado do tipo split, que iniciam o seu funcionamento em potência máxima às 06h30min e finalizam o seu funcionamento às 22h30min (total de 16h diárias de funcionamento). Ressalta-se que durante os horários matutino e vespertino, as salas são utilizadas para o ensino de crianças (ensino fundamental), já no horário noturno, as salas são utilizadas para ensino na graduação (cursos oferecidos pela Unifesspa em Canaã dos Carajás).

Figura 2 - Demonstração das salas de aulas utilizadas na análise.



Fonte: Os Autores.

Na Tabela (1) é demonstrado a descrição dos materiais utilizados na automatização de todo o sistema na sala de aula.

Tabela 1 - Descrição dos materiais utilizados

EQUIPAMENTOS	POTÊNCIA (w)	CONSUMO MENSAL (kw)
Controlador Echo Dot	2,64	1,9
Controlador Infravermelho	2,46	1,77
Sensor de Presença	1,36	0,98
Sensor de temperatura e umidade	1,11	0,8
Ar Condicionado	1.476,66	424,54

Fonte: Os Autores.

Para o cálculo dos custos utilizou-se da Equação 1. (Foram utilizados como parâmetros para cálculo, 5 dias por semana, com 16 horas por dia, além do custo por kwh de R\$1,39075). As tarifas apresentadas nestes estudos, estão disponibilizadas conforme a Resolução Homologatória ANEEL nº 3.092/2022, publicada no diário oficial em 02/06/2022

que permanece em vigor até o dia 06/08/2023 (Período base para este estudo: Ano de 2022).

$$\text{Valor da fatura} = (\text{horas} \times \text{dias}) \times \text{consumo em kwh} \times \text{valor kwh} \quad (1)$$

$$\text{Valor da fatura} = \text{R\$}732,00$$

Desta forma, para cada uma da sala de aula que funciona com dos equipamentos de refrigeração, ou seja, duas centrais de ar condicionado, totalizam um gasto médio mensal de R\$ 1.464,00, considerando a sua utilização somente em dias úteis. Assim, para a realização das análises foram utilizados equipamentos de automatização que permitem a eficiência dos ambientes, tendo um melhoramento na eficiência energética e consequentemente a redução no consumo de energia elétrica.

Na Figura (2) é apresentada a sequência lógica para a automatização dos equipamentos de refrigeração onde a controladora EchoDot, conectada à rede wi-fi, a partir dos parâmetros programados previamente atuará para maior otimização do funcionamento das unidades de ar condicionado a partir dos dados fornecidos por todos os periféricos que compõem este sistema.

Na Figura (3) são apresentados os componentes utilizados para automatização da sala de aula.

Figura 3 - Equipamentos utilizados para automatização da sala de aula.



(a)



(b)



(c)

Fonte: Os Autores.

Na Figura (3 - a) é demonstrado o controlador Echo Dot de terceira geração, que funciona como interface de ligação entre os demais equipamentos. Este equipamento mantém a comunicação via rede wi-fi, por se tratar de um sistema smart speaker o mesmo deve ter o microfone desativado, a fim de evitar interferências durante as aulas. Neste equipamento serão inseridos os parâmetros de funcionamento, como horários de aula, temperatura desejada e pareamento de dispositivos necessários. Segundo os dados de seu fabricante, o consumo mensal máximo é de 3,6w. Para controle e verificação da

temperatura ambiente e então controle da potência necessária do ar condicionado, faz parte do sistema a utilização de Controle remoto infravermelho (conforme a Figura 3 - b).

Outro motivo para o funcionamento de forma eficiente dos equipamentos, refere-se à movimentação dos discentes na sala de aula. Então, para o devido controle, serão utilizados sensores infravermelhos (conforme a Figura 3 - c). Assim, caso seja necessário a utilização das salas fora dos horários programados previamente, estes irão ativar o funcionamento do sistema de climatização. Como função auxiliar, este método de controle irá desligar o sistema, nos casos em que, nos horários de aulas, não haja alunos em sala de aula.

Como as centrais existentes nas salas não são do tipo inteligente (smart), a comunicação final entre a controladora e a central de ar, ocorrerá através de sensor infravermelho smart (Figura 4 - a). As centrais de ar presentes nas salas de aula (conforme o modelo ilustrado na (Figura 4 - b) são equipamentos de 24000 BTU e após a implementação do sistema automatização, estes equipamentos serão acionados sempre 15 minutos antes do início das aulas e desligados em 20 minutos na situação em que os alunos não estejam na sala de aula.

Figura 4 - Equipamentos utilizados para automatização da sala de aula.



(a)



(b)

Fonte: Os Autores.

Algumas situações também serão programadas na *interface* do sistema a fim de potencializar sua eficiência, conforme demonstrado na Tabela (2).

Tabela 2 - Descrição situações analisadas para execução da automatização

SITUAÇÃO ANALISADA	AÇÃO PARA EXECUÇÃO
Termômetro apresenta temperatura acima da desejada	Aumenta a potência do Ar condicionado (disponibilizar maior refrigeração);
Termômetro apresenta temperatura abaixo da desejada	Diminui a potência do Ar condicionado (manter a temperatura)
15 minutos antes do início das aulas	Acionados os condicionadores de ar;
20 minutos após o Acionado - Sensor de presença não detecta movimento	Desligados os condicionadores de ar;
Fora dos Horários programados - Sensor de presença detecta movimento na sala	Acionados os condicionadores de ar;

Fonte: Os Autores

O sistema implementado, permite que as unidades de ar condicionado, sejam acionadas somente com a real necessidade, além de que com o ajuste preciso da temperatura, menor será o consumo de potência nas situações em que a sala esteja refrigerada, assim resultando em menor gasto de energia elétrica.

5 RESULTADOS

Após a implementação do sistema de gerenciamento, espera-se que o custo de operação das centrais de ar seja reduzido em 18,31% apenas com a redução das horas de trabalho das centrais, não sendo considerados nestes cálculos a quantia economizada com a variação de potência dos equipamentos durante o dia. Conforme a Equação (2) foram consideradas 287,5 horas mensais para as centrais de ar e em média 20 horas diárias para os outros equipamentos.

(2)

$$\text{Valor da fatura} = 424,54 \times R\$1,39075 + R\$7,58$$

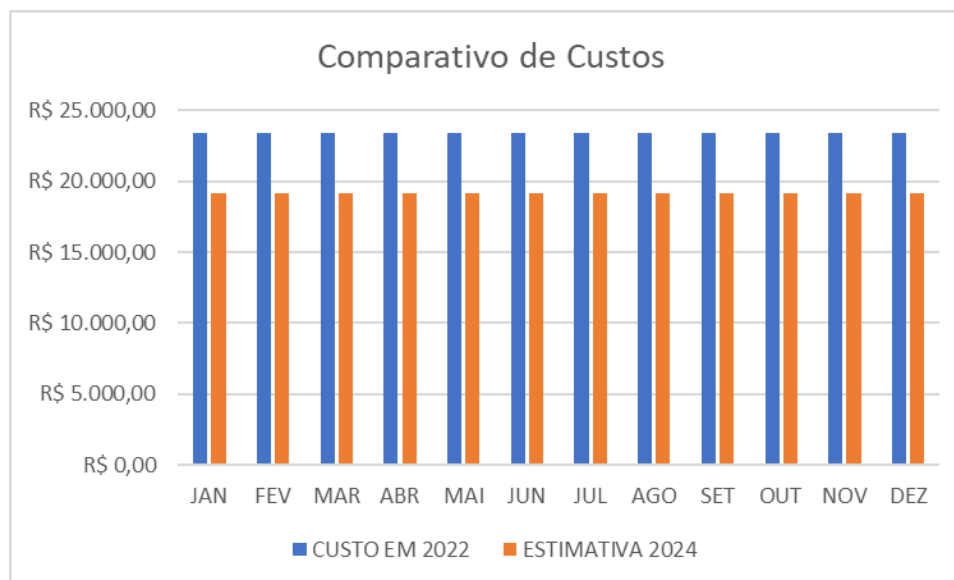
$$\text{Valor da fatura} = R\$598,01 \text{ por unidade de ar condicionado}$$

Observando-se que a escola analisada dispõe de 13 salas de aula, cada sala com 2 unidades de ar condicionado, além das salas de diretoria, laboratório de informática, Sala de leitura, Sala de recursos multifuncionais, sala de professores e biblioteca nas quais existe 1 aparelho instalado, e que, juntas somam 32 unidades de ar condicionado, resultando em uma economia mensal de R\$4.287,68.

De acordo o censo do IBGE (2023) Canaã dos carajás teve um aumento populacional de 188,51% desde 2010 até 2023, isso impacta na criação de novas unidades de escolas, creches e outras repartições públicas. Portanto, se levar em consideração esse projeto, e aplicá-lo, com o passar dos anos haverá um ganho significativo na fatura de energia elétrica.

Na Figura (5) é apresentado o custo para o ano de 2022 (levando em consideração o ano completo com o funcionamento normal dos equipamentos) e o ano de 2024 (com as modificações realizadas para a automatização das salas de aula).

Figura 5 - Equipamentos utilizados para automatização da sala de aula.



Fonte: Os Autores.

Conforme observado na Figura (5), além da economia energética dos equipamentos de ar condicionado, várias outras melhorias podem potencializar as ações de eficiência energética em toda a escola, bem como: (i) substituição dos equipamentos de refrigeração por equipamentos ainda mais eficientes (com sistema inverter do tipo A); (ii) substituição da iluminação por uma iluminação inteligente (acionamento de forma inteligente proporcionando aumento no conforto visual dos ocupantes); (iii) Acionamento de forma independente das lâmpadas próximo a entrada de luz natural; (iv) aplicação de persiana nas janelas que recebem luz natural (permitir a entrada de luz quando necessário); (v) sombreamento externo para diminuição da incidência de luz de forma direta para a sala de aula; (vi) acionamento de um sistema massa mola, para manter a porta sempre fechada.

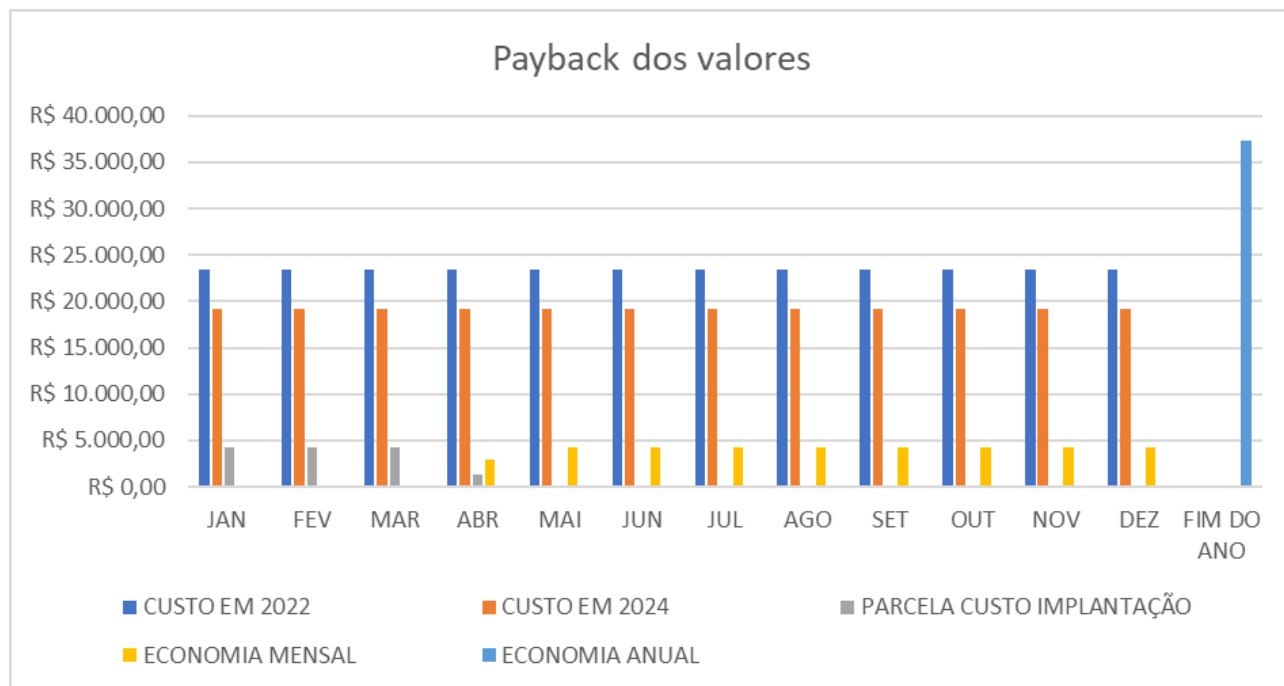
Nesta perspectiva, é apresentado na Tabela 3 o custo de investimento para a realização da automatização em todas as salas da EMEF Carmelo Mendes da Silva.

Tabela 3 - Descrição dos componentes e o custo para implementação.

Equipamentos	Valor Individual	Quantidade	Valor Total
Controlador Echo Dot	R\$249,00	19	R\$ 4.731,00
Termômetro inteligente	R\$96,15	19	R\$ 1.826,85
Sensor de presença	R\$83,95	38	R\$ 3.190,10
Controle infravermelho inteligente	R\$83,48	19	R\$ 1.586,12
Configuração e instalação do sistema	R\$2.850,00	1	R\$ 2.850,00
Valor Total do Investimento			R\$14.184,07

Fonte: Os Autores.

Figura 6 - Payback dos valores investidos



Fonte: Os Autores.

Com isso, a partir da Figura (6), pode-se observar que o custo inicial para implementação do sistema pode ter seu valor pago com a economia gerada em três meses e meio após início de seu funcionamento. O sistema apresentado neste documento possui alguns pontos que podem ser adaptados a fim de proporcionar seu melhor funcionamento. Como todos os aparelhos listados se conectam através de conexão sem fio à internet, nos casos em que tal conexão estiver indisponível o sistema ficará inoperante.

Para estes casos, os itens sugeridos podem ser substituídos por um controlador Arduino, com programação de parâmetros similar à aqui sugerida, além de seus periféricos, conectados diretamente via cabo, extinguindo então a constante necessidade de conexão à internet. Seu custo inicial é mais alto, porém proporciona o uso ininterrupto de suas funções.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No desenvolvimento deste trabalho, tentou-se explorar os conceitos fundamentais da eficiência energética na sala de aula, desde a sua importância de utilizar os recursos energéticos de forma mais eficiente até as estratégias e tecnologias disponíveis para alcançar os objetivos do trabalho.

Com isso, a ideia proposta neste trabalho pode ser replicada a qualquer outro setor, não necessariamente aplicado somente na área da educação, bem como na construção

civil, no transporte, indústria, residências, dentre outros setores que é possível otimizar o uso da energia elétrica de forma eficiente. Além disso, ressalta-se sobre a importância da educação ambiental, bem como o uso de forma consciente da energia elétrica, tanto na perspectiva acadêmica para os discentes da engenharia elétrica, quanto na sociedade como um todo.

Desta forma, torna-se necessário a compreensão da importância do que representa as ações de eficiência energética na formação acadêmica, bem como o estudo por práticas e tecnologias disponíveis que possam obter soluções eficientes. Portanto, é fundamental importância que haja uma maior colaboração entre os setores público e privado, bem como a participação ativa da sociedade, para promover políticas e incentivos que incentivem a adoção de medidas de eficiência energética e os profissionais da área de engenharia continuem a explorar e compartilhar conhecimentos sobre eficiência energética, visando a construção de um futuro mais sustentável, onde o consumo de energia seja otimizado e os impactos ambientais sejam reduzidos.

7 REFERÊNCIAS

ALVES, Diego Nascimento; SAÚDE, Rafael Reuter Carrera. Procedimento Básico de Elaboração e Implantação de Projetos de Sistemas de Ar Condicionado Baseado na ABNT NBR 16401. Trabalho de Conclusão de Curso Universidade Federal do Espírito Santo, departamento de Engenharia Mecânica. VITÓRIA-ES 2013. disponível em: <https://docplayer.com.br/69411523-Procedimento-basico-de-elaboracao-e-implantacao-de-projetos-de-sistemas-de-ar-condicionado-baseado-na-abnt-nbr-16401> acessado em 12 de Março de 2023.

BRASIL, ANEEL. Resolução homologatória Nº3.092, publicada em 02 de Agosto de 2022. Homologa o resultado do Reajuste Tarifário Anual de 2022, as tarifas de energia - TE e as Tarifas de Uso do Sistema de Distribuição - TUSD referentes à Equatorial Pará Distribuidora de Energia S.A. - Equatorial Pará e dá outras providências. Disponível em: https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/12363/12363_10.PDF. Acesso em 15 de maio de 2023.

BRASIL, EPE (Empresa de Pesquisa Energética). Matriz Energética e Elétrica 2022. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica> acesso em 14 de Março de 2023.

BRICS "Programa Brasileiro de Etiquetagem" Disponível em: <https://www.brics-ocp.com.br/o-que-e-programa-brasileiro-de-etiquetagem-pbe>. Acesso em: 11 maio de 2023.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas) Disponível em: [HTTPS://CIDADES.IBGE.GOV.BR/BRASIL/PA/CANAA-DOS-CARAJAS/PANORAMA](https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/canaa-dos-carajas/panorama) Acesso em: 05 de Julho de 2023.

KOIVUKANGAS, Sari Hannele. Eficiência energética sob perspectivas técnicas nos usos finais aplicada ao caso de uma escola. São Paulo, 2022. Disponível em

<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/106/106134/tde-19102022-131458/en.php>. Acesso em 25 de março de 2023.

LOSEKANN, Luciano; TAVARES, Amanda; TRANSIÇÃO ENERGÉTICA E POTENCIAL DE COOPERAÇÃO NOS BRICS EM ENERGIAS RENOVÁVEIS E GÁS NATURAL: Brasília-BR. Editora: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea) Ano: 2020 Edição 1ª. Disponível em https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/10712/6/TD_Transicao_energetica_oportunidades_Publicacao_Preliminar.pdf. Acesso em 16 de Março de 2023.

MENKES, Monica; EFICIÊNCIA ENERGÉTICA, POLÍTICAS PÚBLICAS E SUSTENTABILIDADE. Tese (Doutorado) Universidade de Brasília DF: Março de 2004 Disponível em: https://hosting.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/Arquitetural/efici%EAncia%20energ%E9tica/Pesquisa/eficiencia_energetica_politicas_publicas_e_sustentabilidade.pdf. Acesso em 10 de maio de 2023.

PROCEL "Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica" Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/spe/procel>. Acesso em: 22 Março 2023.

RODRIGUES José Jorge Vale. APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DO CONCEITO DE ENERGIA POR MEIO DA IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMAS DE AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL. 2022. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-Graduação Stricto Sensu Doutorado em Ensino. Universidade do Vale do Taquari - Univates, como parte da exigência para obtenção do grau de Doutor. Lajeado/RS 2022 Disponível em: <https://www.univates.br/bduserver/api/core/bitstreams/>. Acesso em 25 de Março de 2023

Abstract: *This study aims to analyze the feasibility of implementing technological equipment to automate classrooms for controlling air conditioning systems. Through automation, the goal is to achieve optimization in the consumption of electrical energy.*

To achieve these objectives, devices were installed at EMEF CARMELO MENDES DA SILVA, located in the city of Canaã dos Carajás, which allow for remote control of the air conditioning systems, enabling precise temperature adjustments in an automated manner.

After the implementation of the equipment, an analysis of energy consumption was conducted, comparing the period before and after the automation of the classrooms. The results demonstrated a significant reduction in electrical energy consumption for an equivalent classroom operation.

These findings suggest that the use of automation systems and remote control can contribute to energy efficiency in educational environments, resulting in both economic and environmental benefits. This approach can be a viable solution for optimizing energy consumption in educational institutions, promoting sustainable practices, and contributing to the reduction of environmental impact.

Keywords: *Energy efficiency, energy savings, technological equipment, classroom.*