

**CENTRO PAULA SOUZA  
ETEC JARAGUÁ  
Técnico em Eletrotécnica**

**Bruno Henrique Capinan Silva  
Camila Tolentino Vieira  
Gabriela Tolentino Vieira  
Guilherme Faria Lima  
Kaique Alves Rodrigues**

**ECO-VENT:  
Janela Automática para Eficiência Energética**

**São Paulo  
2024**

**Bruno Henrique Capinan Silva  
Camila Tolentino Vieira  
Gabriela Tolentino Vieira  
Guilherme Faria Lima  
Kaique Alves Rodrigues**

**ECO-VENT:  
Janela Automática para Eficiência Energética**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso Técnico em Eletrotécnica da Etec Jaraguá, orientado pelos Prof<sup>o</sup> Caio Hernani de Carvalho Comeron e Felix Silva de Carvalho, como requisito parcial para obtenção do título de técnico em eletrotécnica.

**São Paulo  
2024**

## RESUMO

O Brasil enfrenta um aumento significativo das temperaturas e eventos climáticos extremos devido ao aquecimento global, causado principalmente por ações humanas que destroem ecossistemas e a camada de ozônio. Esses eventos impactam negativamente o desempenho dos alunos nas instituições de ensino, resultando em sintomas como desidratação e dificuldade de concentração. Para mitigar esses efeitos, são utilizados aparelhos como ar-condicionado e ventiladores, que consomem energia elétrica e contribuem para a emissão de gases poluentes.

O estudo realizado para esse Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi inspirado no tema de Eficiência Energética, que destacou a importância das técnicas de construção sustentável, como a ventilação cruzada, para reduzir a dependência de equipamentos de climatização. Observou-se que a falta de consideração dessas técnicas em edificações resulta em ambientes pouco confortáveis e com alto consumo energético.

O projeto proposto busca automatizar janelas para promover o conforto térmico dos ocupantes e reduzir o consumo de energia. Essa automação permitiria o ajuste das aberturas das janelas de acordo com as condições climáticas, promovendo a circulação de ar e minimizando a necessidade de sistemas mecânicos de climatização. Além disso, os usuários teriam a possibilidade de programar o funcionamento das janelas de acordo com suas preferências, contribuindo para um ambiente mais personalizado.

A implantação de janelas automáticas apresenta diversos benefícios, como a melhoria da eficiência energética, o isolamento térmico eficaz e a promoção da qualidade do ar interno. Além disso, a conectividade inteligente dessas janelas permite um controle remoto, oferecendo mais flexibilidade aos usuários.

A relevância desse tema reside na sua capacidade de resolver problemas relacionados ao consumo de energia em edifícios, contribuindo para a construção de ambientes mais sustentáveis e confortáveis. A metodologia do projeto inclui a identificação do objeto de estudo, a revisão da literatura, a coleta e análise de dados e a conclusão sobre o impacto das janelas automáticas na eficiência energética dos edifícios.

Para implementar o projeto, foi elaborada uma planilha de custos, que inclui os gastos com hardware, software, instalação e materiais adicionais. O custo total estimado é de R\$1.400,00 (um mil e quatrocentos reais), destacando a viabilidade econômica da proposta.

Além disso, o projeto de automação de janelas para eficiência energética visa não apenas melhorar o conforto dos ocupantes, mas também contribuir para a construção de edifícios mais sustentáveis e economicamente eficientes.

## RÉSUMÉ

Le Brésil fait face à une augmentation significative des températures et des événements climatiques extrêmes en raison du réchauffement climatique, principalement causé par les actions humaines qui détruisent les écosystèmes et la couche d'ozone. Ces événements ont un impact négatif sur les performances des élèves dans les institutions éducatives, se traduisant par des symptômes tels que la déshydratation et des difficultés de concentration. Pour atténuer ces effets, des appareils tels que la climatisation et des ventilateurs sont utilisés, consommant de l'énergie électrique et contribuant aux émissions de gaz polluants.

L'étude menée pour ce mémoire de fin d'études (TCC) s'est inspirée du thème de l'efficacité énergétique, mettant en avant l'importance des techniques de construction durable, comme la ventilation croisée, pour réduire la dépendance aux équipements de climatisation. Il a été observé que le non-respect de ces techniques dans les bâtiments entraîne des environnements peu confortables et une consommation énergétique élevée.

Le projet proposé vise à automatiser les fenêtres pour promouvoir le confort thermique des occupants et réduire la consommation d'énergie. Cette automatisation permettrait d'ajuster l'ouverture des fenêtres en fonction des conditions climatiques, favorisant la circulation de l'air et réduisant ainsi le besoin de systèmes mécaniques de climatisation. De plus, les utilisateurs pourraient programmer le fonctionnement des fenêtres selon leurs préférences, contribuant à un environnement plus personnalisé.

L'installation de fenêtres automatiques présente plusieurs avantages, tels que l'amélioration de l'efficacité énergétique, une isolation thermique efficace et la promotion de la qualité de l'air intérieur. De plus, la connectivité intelligente de ces fenêtres permet un contrôle à distance, offrant ainsi plus de flexibilité aux utilisateurs.

La pertinence de ce sujet réside dans sa capacité à résoudre les problèmes liés à la consommation d'énergie dans les bâtiments, contribuant à la création d'environnements plus durables et confortables. La méthodologie du projet comprend l'identification de l'objet d'étude, la revue de la littérature, la collecte et l'analyse de données, ainsi que la conclusion sur l'impact des fenêtres automatiques sur l'efficacité énergétique des bâtiments.

Pour la mise en œuvre du projet, un tableau des coûts a été élaboré, incluant les dépenses en matériel, logiciel, installation et matériaux supplémentaires. Le coût total estimé est de R\$1.400,00 (mille quatre cents réals), soulignant la faisabilité économique de la proposition.

En outre, le projet d'automatisation des fenêtres pour l'efficacité énergétique vise non seulement à améliorer le confort des occupants, mais aussi à contribuer à la construction de bâtiments plus durables et économiquement efficaces.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao desenvolver este trabalho contamos com as orientações de todo o corpo docente que nos acompanharam do início ao fim deste curso. Agradecemos especialmente ao professor Roberto Vieira De Mendonça que nos apresentou em sua matéria de Eficiência Energética conceitos que utilizamos no trabalho.

Agradecemos imensamente ao apoio de nossas famílias e aos nossos amigos.

## REMERCIEMENTS

Dans le développement de ce travail, nous avons bénéficié de l'orientation de l'ensemble du corps professoral qui nous a guidés du début à la fin de ce cours. Nous remercions tout particulièrement le professeur Roberto Vieira De Mendonça, qui nous a introduits aux concepts de l'efficacité énergétique dans son cours, concepts que nous avons utilisés dans ce projet.

Nous sommes immensément reconnaissants pour le soutien de nos familles et de nos amis.

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	8
2	TEMA E CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA.....	9
2.1	Objetivo Geral .....	9
2.2	Objetivos Específicos .....	9
2.3	Problema de Pesquisa .....	9
2.4	Justificativa e Relevância do tema .....	10
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	10
4	METODOLOGIA.....	10
4.1	Caracterizações do objeto e delineamento da pesquisa.....	10
5	DESENVOLVIMENTO DO PROJETO.....	12
5.1	Planilha de Custo .....	13
6	CRONOGRAMA .....	14
	REFERÊNCIAS.....	16

## 1 INTRODUÇÃO

No Brasil, podemos acompanhar um grande aumento das temperaturas e outros desastres como pancadas de chuva etc. ao longo dos anos. Isso sendo uma consequência do aquecimento global, em virtude das várias ações humanas que de forma direta, destruíram ecossistemas e a camada de ozônio que é a relação direta com a elevação das temperaturas e conseqüentemente as catástrofes climáticas.

Estudos mostram como as ondas intensas de calor prejudicam o desenvolvimento dos alunos nas instituições de ensino. Os sintomas mais comuns são: boca seca, desidratação, irritabilidade, dificuldade de raciocínio, tontura e desmaios, sem contar com casos específicos de vulnerabilidade. Contudo procuramos medidas para minimizar estes sintomas, utilizando de aparelhos como: ar-condicionado, ventilador, climatizador portátil e purificador de ar. E é sabido que alguns destes equipamentos causam problemas na camada de ozônio e todos eles ajudam a aumentar o consumo de energia elétrica e que muitas vezes quando o nosso Sistema de Geração de Energia não consegue suprir a demanda, é necessário utilizar mais Usinas Termoelétricas que funcionam a base de combustíveis fósseis e também afetam a camada de ozônio.

A ideia do tema de nosso TCC foi baseada no conceito acima descrito e em uma aula da disciplina de Eficiência Energética. Aprendemos que usamos muito dos equipamentos acima descritos porque muitas das edificações não levam em consideração as técnicas de construções sustentáveis em seus projetos arquitetônicos. Entre as várias técnicas que aprendemos nesta aula, uma delas era a ventilação cruzada, e nos foi dado como exemplo a nossa sala de aula que possui janelas em duas paredes e, desta forma, trocar calor com a área externa, fazendo uma circulação de ar.

Entretanto, percebemos que as janelas sobre as lousas estavam fechadas e para piorar não havia acesso para a abertura, em função da altura. Foi aí que entendemos que ao invés de aumentar o número de ventiladores na sala, poderíamos ter um melhor conforto térmico na sala se as janelas estivessem das duas paredes estivessem abertas e, isto poderia ser feito através de um controle automatizado.

Depois de fazer várias pesquisas sobre automatização de janelas com ventilação cruzada na área de eficiência energética, o projeto em si além de buscar o aprimoramento no conforto dos ocupantes, ele também é para contribuir para as edificações de ambientes sustentáveis, alinhados com a mudanças climáticas. O trabalho propõe uma ferramenta inovadora e eficaz na busca por soluções eco consciente e energeticamente eficiente. Esta abordagem não apenas simplificar o dia a dia dos ocupantes, mas também desempenha um papel crucial na organização térmica e energética.

A automação de janelas visa não apenas proporcionar conforto, mas, adaptar-se dinamicamente ao clima e as preferências dos usuários.



## **2 TEMA E CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA**

### **2.1 Objetivo Geral**

O objetivo geral da automação de janelas é melhorar o controle climático do edifício e enfatizar funções específicas que visam otimizar a eficiência energética e o conforto dos ocupantes.

As principais características são:

- **Gestão de Controle:** As janelas automáticas adaptam-se às condições climáticas e promovem o fluxo cruzado, melhorando a qualidade do ar interno e reduzindo a necessidade de sistemas mecânicos.
- **Isolamento Térmico Inteligente:** A capacidade de ajustar automaticamente as aberturas das janelas com base na temperatura exterior contribuem para a regulação térmica interior, reduzindo a necessidade de aquecimento ou arrefecimento artificial.
- **Agendamento pessoal:** O usuário pode definir suas preferências, como abrir e fechar janelas em horários específicos e adequar o ambiente à sua rotina diária.

### **2.2 Objetivos Específicos**

Com esse trabalho pretendemos aumentar a praticidade na sala de aula.

### **2.3 Problema de Pesquisa**

A implantação de janelas automáticas pode trazer grandes benefícios resolvendo muitos problemas em ambientes residenciais e comerciais. Aqui estão alguns problemas que podem ser resolvidos implementando janelas automáticas:

- **Eficiência energética:** As janelas automáticas podem ajudar a reduzir o consumo de energia, otimizando a utilização da luz natural, reduzindo a dependência da iluminação artificial e ajustando automaticamente a temperatura para reduzir a necessidade de aquecimento e arrefecimento.
- **Isolamento térmico eficiente:** a capacidade de ajustar automaticamente as janelas às condições climáticas externas ajuda a manter uma temperatura interior estável e confortável, evitando flutuações térmicas.

- **Qualidade do ar interno:** A automação de janelas pode ajudar a melhorar a qualidade do ar interno, promovendo o fluxo cruzado de ar, melhorando a ventilação e reduzindo a necessidade de sistemas de ventilação.

- **Falta de conectividade e flexibilidade:** A conectividade inteligente em janelas automáticas resolve a falta de flexibilidade ao permitir o controle remoto através de dispositivos móveis, dando aos usuários mais liberdade e controle sobre seu ambiente, mesmo que ele não esteja fisicamente presente. A automação de janelas não visa apenas resolver problemas específicos, mas sim melhorar o desempenho global dos edifícios, promovendo a eficiência energética, o conforto e a adaptação às necessidades individuais.

## **2.4 Justificativa e Relevância do tema**

A justificativa e relevância do tema "Janela Automática para Eficiência Energética" residem na sua capacidade de resolver os principais problemas relacionados com o consumo de energia em edifícios residenciais e comerciais. A implementação de janelas automáticas apresenta inúmeras vantagens que não só otimizam o uso de energia como também criam um ambiente estável e agradável.

Em resumo, a adoção de janelas automáticas para eficiência energética não apenas aborda desafios específicos, como também contribui para a construção de edifícios mais sustentáveis, economicamente eficientes e confortáveis para seus ocupantes. Isso destaca a importância e a relevância desse tema no contexto da busca por soluções inovadoras e sustentáveis na construção civil e no design de edifícios.

## **3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

As janelas automatizadas convergem para a compreensão de que esses elementos são peças fundamentais na busca pela eficiência energética em edificações. A descrição, função e impacto mostram a crescente importância das janelas automáticas na arquitetura contemporânea, e representam a melhor forma de ser mais eficiente sustentável e adaptável para às necessidades dos seus residentes.

## **4 METODOLOGIA**

### **4.1 Caracterizações do objeto e delineamento da pesquisa**

Identificar o objeto de aprendizagem (neste caso, a janela automática) é importante para um design de aprendizagem eficaz. Este curso examina os fundamentos da pesquisa, incluindo a definição do assunto, os objetivos da pesquisa e os métodos a serem utilizados.

**Definição do objeto:** No contexto deste estudo, janelas automáticas referem-se a unidades arquitetônicas equipadas com sistemas automáticos e sensores que podem controlar a penetração de luz, temperatura e ar. Esses produtos incluem uma variedade de tecnologias, desde simples sistemas de controle até soluções avançadas integradas em redes de automação.

**Objeto do estudo:** O principal objetivo deste estudo é avaliar o impacto das janelas automáticas na eficiência energética dos edifícios. Isto inclui a análise de vários parâmetros, tais como consumo de energia, qualidade ambiental interior, adaptação às condições meteorológicas e aceitação do utilizador. Além disso, o estudo busca identificar desafios relacionados à implementação dessas tecnologias e oportunidades para melhorar a eficiência.

**Revisão de documento:** Este estudo explora pesquisas anteriores, teorias relevantes e descobertas semelhantes com base em uma revisão abrangente da literatura. A literatura revisada inclui o trabalho de especialistas em automação predial, construção sustentável, eficiência energética e novas tecnologias utilizadas em edifícios.

**Procedimento:** O método adotado é uma abordagem integrativa que combina métodos quantitativos e qualitativos. A medição do consumo de energia, a recolha de dados ambientais e a avaliação da satisfação dos utilizadores são realizadas através de inquéritos e entrevistas. Além disso, serão realizados estudos de caso em edifícios reais onde foram implementadas janelas automáticas.

**Ferramentas de coleta de dados:** Os dispositivos de recolha de dados incluem sensores de consumo de energia, dispositivos de medição da qualidade do ar interior, termómetros e anemómetros para avaliar as condições meteorológicas. Utilizamos questionários estruturados e entrevistas semiestruturadas para coletar dados subjetivos, como a percepção dos usuários sobre o conforto e a eficácia das janelas automáticas.

**Análise de dados:** A análise dos dados é realizada de forma integrativa, combinando abordagens estatísticas para dados quantitativos e análise de conteúdo para dados qualitativos. Investigar a relação entre o uso de janelas automáticas, o consumo de energia e a satisfação do usuário fornece uma compreensão abrangente dos resultados.

**Conclusão:** A identificação de objetos e o projeto de estudo de janelas automáticas para eficiência energética estabelecem as bases para pesquisas extensas e práticas. A combinação de métodos quantitativos e qualitativos e uma revisão robusta da literatura permitirão uma análise abrangente do impacto destas tecnologias nos

edifícios, contribuindo para o avanço do conhecimento e da prática nas áreas da construção sustentável e da eficiência energética.

## **5 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO**

O desenvolvimento desse projeto foi um processo extenso, com etapas importantes e sucessivas, sendo elas:

- **Análise de viabilidade:** estudo sobre a proposta de um empreendimento que avalia o tamanho de mercado, a aceitação de um produto ou um serviço e estima o retorno financeiro do negócio antes da fase de desenvolvimento;
- **Conceitos do design:** compreende a concretização de uma ideia em forma de projetos ou modelos, mediante a construção e configuração resultando em um produto industrial passível de produção em série;
- **Análise mecânica, protótipos e teste;**
- **Dimensionamento e desenho da máquina:** forma que ele possa resistir e garantir o bom funcionamento da peça ou equipamento durante o trabalho.

Cada uma dessas etapas é importante para o sucesso do projeto, pois contribui para que a máquina funcione corretamente e dure o suficiente. Um exemplo disso é na etapa de desenvolvimento da máquina, analisamos o dimensionamento das medidas, o cálculo dos esforços necessários para a estrutura, a escolha dos materiais adequados e o modo que de utilizar a máquina

## 5.1 Planilha de Custo

Planilha de custo para Projeto de Automação de Janelas de baixo custo

Item	Descrição do Item	Quantidade	Custo Unitário (R\$)	Custo Total (R\$)
<b>Hardware</b>				
Motor	Motor para automação das janelas	1	100,00	100,00
Módulo de Controle	Módulo para processamento e controle	1	150,00	150,00
<b>Software</b>				
Programação	Desenvolvimento do software de controle	1	500,00	500,00
<b>Instalação</b>				
Mão de Obra	Soldagem	1	40,00	40,00
<b>Outros Materiais</b>				
Fiação	Cabos e fiação necessários	1	100,00	100,00
Suportes e Fixadores	Materiais para fixação dos componentes	1	50,00	50,00
<b>Contingência</b>				
Reserva para Custos	Contingência para custos imprevistos	1	100,00	100,00
<b>Total</b>				<b>1.040,00</b>

## 6 CRONOGRAMA

Para a concretização do projeto de pesquisa serão percorridas as seguintes etapas, abaixo descritas:

		ANO – 2023					
		MÊS	Ago	Set	Out	Nov	Dez
		ATIVIDADES					
Planejamento	Escolha do Tema	X					
	Preparação de pesquisa	X					
	Formulação do problema		X				
Coleta de dados	Pesquisa bibliográfica	X	X	X	X	X	
Redação	Redação do projeto			X	X		
Revisão	Revisão do manuscrito				X	X	
	Correções				X	X	
	Entrega e Apresentação						X

ANO – 2024		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul
MÊS								
ATIVIDADES								
Coleta de dados	Pesquisa bibliográfica	X	X	X				
	Redação do projeto		X	X				
	Revisão do manuscrito		X		X			
Revisão	Correções		X	X	X			
	Entrega e Apresentação							

## REFERÊNCIAS

Teles, Fernanda. Calor extremo: como as altas temperaturas afetam o corpo e a saúde. Sesa (Secretaria da Saúde). 24 de novembro de 2023. Disponível em: <https://www.saude.ce.gov.br/2023/11/24/calor-extremo-altas-temperaturas-afetam-corpo-saude/#:~:text=Em%20locais%20com%20alta%20temperatura,aten%C3%A7%C3%A3o%E2%80%9D%2C%20alerta%20a%20m%C3%A9dica>

Conheça 5 problemas de saúde causada pelo calor excessivo. Afya, Blog Graduação. Disponível em: <https://graduacao.afya.com.br/medicina/problemas-de-saude-causados-pelo-calor-excessivo/#:~:text=O%20excesso%20de%20calor%20afeta,por%20doen%C3%A7as%20pulmonares%20e%20card%C3%ADacas>

Fernandes, Marina. Atenção: é assim que uma onda de calor afeta seu cérebro. Meteored tempo. 07 de fevereiro de 2024. Disponível em: <https://www.tempo.com/noticias/ciencia/atencao-e-assim-que-uma-onda-de-calor-afeta-o-seu-cerebro-saude.html#:~:text=As%20temperaturas%20elevadas%20desorientam%20o,%2C%20o%20hipot%C3%A1lamo%2C%20funcione%20corretamente>

Saiba como o calor afeta o cérebro e impede que você aprenda coisas novas. Educação, R7. 23 de novembro de 2023. Disponível em: <https://noticias.r7.com/educacao/e-possivel-aprender-em-meio-a-altas-temperaturas-saiba-como-o-calor-afeta-o-cerebro-20112023>

Miranda, Antônio C.; Bertagna, Regiane H.; Freitas, Luiz C. Fatores que afetam o clima da escola: Visão dos professores. SCIELO Brasil. 16 de setembro de 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pp/a/GF7k6ngYYR9GcxDp7Sfjhgy/?lang=pt>