

**CENTRO PAULA SOUZA
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE FRANCA
“Dr. THOMAZ NOVELINO”**

TECNOLOGIA EM GESTÃO DA PRODUÇÃO INDUSTRIAL

**ANTONIO MARCUS BATISTA
EDUARDO MARQUES SILVA**

AQUECEDOR PORTATIL

**FRANCA/SP
2025**

ANTONIO MARCUS BATISTA
EDUARDO MARQUES SILVA

AQUECEDOR PORTATIL

Projeto de Graduação apresentado à Faculdade de Tecnologia de Franca - “Dr. Thomaz Novelino”, como parte dos requisitos obrigatórios para obtenção do título de Tecnólogo em Gestão da Produção Industrial.

Orientador: Prof. Me. Tadeu Artur de Melo Júnior

FRANCA/SP
2025

ANTONIO MARCUS BATISTA
EDUARDO MARQUES SILVA

AQUECEDOR PORTATIL

Projeto de Graduação apresentado à
Faculdade de Tecnologia de Franca –
“Dr. Thomaz Novelino”, como parte
dos requisitos obrigatórios para
obtenção do título de Tecnólogo em
Gestão da Produção Industrial.

Projeto avaliado e aprovado pela seguinte Banca Examinadora:

Orientador(a) :

.....

Nome..... : Tadeu Artur de Melo Junior

Instituição : Faculdade de Tecnologia de Franca – “Dr. Thomaz Novelino”

Examinador(a) 1 :

Nome..... : Examinador_1

Instituição : Instituição_1

Examinador(a) 2 :

.....

Nome..... : Examinador_2

Instituição : Instituição_2

Franca, 24 de Outubro de 2025

*Aprender é a única coisa que a mente
nunca se cansa, nunca tem medo e nunca
se arrepende.*

Leonardo da Vinci

RESUMO

Atualmente, a sociedade possui demanda por equipamentos que facilite o seu modo de vida, maximizando o tempo e diminuindo custos. Além disso, é desejável que os produtos possuam aspectos de sustentabilidade. O presente trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de um aquecedor portátil sustentável, funcional, com vida útil prolongada e seguro, alimentado por baterias recarregáveis. A principal utilidade é atender a demanda por soluções de aquecimento em locais sem acesso à rede elétrica, como acampamentos, viagens e regiões rurais. A pesquisa fundamentou-se em conceitos de Sustentabilidade, Ciência dos Materiais, Ergonomia, Design de Produto, Empreendedorismo e Gestão da Qualidade, com base em livros, artigos científicos, normas técnicas e estudos de mercado. A metodologia aplicada combinou etapas teóricas e práticas, incluindo análise de mercado, definição de materiais, cálculos técnicos, elaboração de esboços, montagem do protótipo e testes de desempenho. O protótipo foi construído com aço inox 304, fio de níquel-cromo, óxido de magnésio, acabamento em nylon 66 antichamas e madeira, além de baterias recarregáveis de 20V. Os resultados apontaram eficiência no aquecimento de líquidos, segurança no manuseio, portabilidade e contribuição ambiental por reduzir o uso de pilhas descartáveis e combustíveis fósseis. Conclui-se que o produto desenvolvido apresenta viabilidade técnica e potencial competitivo no mercado, podendo ser aprimorado em aspectos como design, custo e acessibilidade, fortalecendo sua aplicação em diferentes contextos de uso.

Palavras-chave: Aquecedor portátil. Baterias recarregáveis. Eficiência energética. Inovação tecnológica. Sustentabilidade.

ABSTRACT

This work aims to develop a sustainable, functional, and safe portable heater powered by rechargeable batteries, designed to meet the demand for heating solutions in places without access to electricity, such as camping, travel, and rural areas. The research was based on concepts of sustainability, materials science, ergonomics, product design, entrepreneurship, and quality management, supported by books, scientific articles, technical standards, and market studies. The applied methodology combined theoretical and practical steps, including market analysis, material selection, technical calculations, sketching, prototype assembly, and performance testing. The prototype was built with stainless steel 304, nickel-chromium wire, magnesium oxide, flame-retardant nylon 66, and wood finishing, in addition to 20V rechargeable batteries. The results demonstrated efficiency in heating liquids, safety in handling, portability, and environmental contribution by reducing the use of disposable batteries and fossil fuels. It is concluded that the developed product presents technical feasibility and competitive potential in the market, with opportunities for improvement in design, cost, and accessibility, reinforcing its applicability in different contexts of use.

Keywords: Energy efficiency. Portable heater. Rechargeable batteries. Sustainability. Technology innovation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Desenho tecnico do Aquecedor Manual.....	18
Figura 2 – Fluxograma dos processos de execução do produto	20
Figura 3 – Tabela de custo referente ao Aquecedor	21
Figura 4 – Medição do material utilizado no protótipo	24
Figura 5 – Fixação do acabamento	24
Figura 6 – Montagem parte inferior do cabo.....	25
Figura 7 - Montagem da parte superior do cabo	26
Figura 8 - Conclusão da montagem do produto	26

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	9
1 REVISÃO DA LITERATURA.....	11
1.1 CIENCIA DOS MATERIAIS APLICADOS AO PROJETO.....	11
1.2 DESIGN DO PRODUTO E ERGONOMIA.....	12
1.3 EMPREENDEDORISMO, INOVAÇÃO E ESTUDO DO MERCADO.....	12
1.4 VIABILIDADE ECONOMICA E ANÁLISE QUANTITATIVA.....	12
1.5 SINTESE.....	12
2 ORGANIZAÇÕES E PRODUÇÃO	13
2.1 PROCESSO DE PRODUÇÃO.....	14
2.2 HIGIENE E SEGURANÇA.....	15
2.3 PROJETO DE PRODUTO.....	15
2.4 GESTÃO DE QUALIDADE.....	16
3 CARACTERIZAÇÃO DO PRODUTO	17
3.1 DESENHO TÉCNICO.....	17
3.2 FLUXOGRAMA.....	18
3.3 TABELA DE CUSTOS.....	21
4 ESTUDO DE CASO	22
4.1 COLETA DE DADOS E METODOLOGIA	22
4.2 MEDIÇÃO DO MATERIAL A SER IMPLEMENTADO AO CORPO DO AQUECEDOR.....	23
4.3 FIXAÇÃO DO ACABAMENTO	24
4.4 MONTAGEM DO CABO DO AQUECEDOR	25
4.5 RESULTADOS	27
5 PROPOSTA(S) DE MELHORIA.....	28
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	29
REFERÊNCIAS.....	31

INTRODUÇÃO

Diante da crescente necessidade de soluções sustentáveis no cotidiano, o desenvolvimento de um aquecedor portátil alimentado por baterias recarregáveis justifica-se pela busca por alternativas que minimizem o impacto ambiental.

Além de proporcionar praticidade, esse tipo de equipamento atende à demanda de usuários que necessitam de uma fonte portátil de aquecimento em locais onde não há acesso fácil à energia elétrica, como em viagens, acampamentos ou atividades ao ar livre.

A escolha por baterias recarregáveis contribui diretamente para a redução do uso de combustíveis fósseis e do descarte de pilhas comuns, alinhando-se às diretrizes ambientais vigentes.

O objetivo deste trabalho é desenvolver um aquecedor portátil funcional, sustentável e seguro, alimentado por baterias recarregáveis. Busca-se com isso oferecer uma solução eficiente de aquecimento de líquidos, promovendo mobilidade, economia de energia e respeito ao meio ambiente.

O projeto também visa a análise dos materiais, da ergonomia, da viabilidade de produção e de possíveis melhorias futuras.

A elaboração deste projeto integrador foi conduzida por meio da aplicação de métodos teóricos e práticos, unindo sustentabilidade, funcionalidade e inovação. A fundamentação teórica baseou-se em pesquisa bibliográfica, abrangendo conceitos de sustentabilidade ambiental, ciência dos materiais, design de produto, ergonomia, empreendedorismo, matemática financeira, estatística e contabilidade.

A abordagem teórica baseou-se em pesquisa bibliográfica, com o estudo de autores e conceitos relacionados a sustentabilidade ambiental, ciência dos materiais, design de produto, ergonomia, empreendedorismo, matemática financeira, estatística e contabilidade. Foram utilizados como referência livros didáticos, artigos científicos, sites especializados e normas técnicas, como a NR-12 para segurança em equipamentos.

Nos procedimentos práticos, o grupo realizou uma série de etapas fundamentais para a execução do projeto. Primeiramente, elaborou-se uma

análise de mercado e concorrência, seguida por uma pesquisa de perfil do consumidor, utilizando métodos qualitativos e observacionais.

Ainda que não tenham sido aplicadas entrevistas formais, foram conduzidas consultas com usuários em potencial, bem como observações sobre ferramentas semelhantes, como ebulidores elétricos.

Além disso, foram elaborados esboços técnicos do produto e desenhos ilustrativos, utilizando ferramentas digitais para simulação do formato e funcionalidade do aquecedor.

Durante o processo de construção do protótipo, foi feita a seleção e o manuseio de materiais como aço inox 304, óxido de magnésio e fio de níquel-cromo. Para o acabamento, foi utilizado nylon 66 antichamas. O grupo também executou o cálculo da resistência ôhmica, baseando-se na fórmula física $Q = mc\Delta T$ para determinar a potência necessária do aquecimento.

A montagem prática incluiu corte, trefilamento, preenchimento e testes com baterias de 20V. O projeto contou ainda com registro fotográfico das etapas, elaboração de gráficos de apoio e painel de consumidor, que serviram como base visual para o relatório e a apresentação final.

A pesquisa iconográfica foi feita a partir de bancos de imagens, catálogos técnicos e produtos concorrentes já existentes no mercado, servindo de inspiração para a construção do design e acabamento do aquecedor. Todas essas ferramentas e técnicas foram fundamentais tanto para a construção do produto quanto para a organização e estruturação do relatório final apresentado.

O relatório organiza-se em três capítulos: o primeiro apresenta a revisão de literatura sobre sustentabilidade, design, materiais, ergonomia, empreendedorismo e análise de viabilidade econômica; o segundo descreve o planejamento e a execução do protótipo; e o terceiro propõe melhorias voltadas para usabilidade, acessibilidade, custo-benefício e sustentabilidade, concluindo com reflexões sobre o impacto do projeto.

1 REVISÃO DA LITERATURA

Brizola; Fantin (2016), destacam que a fundamentação teórica de uma pesquisa é etapa essencial no desenvolvimento científico, pois garante o embasamento conceitual para o estudo, além de oferecer um ponto de partida sólido para a análise e discussão dos resultados.

No caso deste trabalho, a revisão de literatura está centrada em conceitos como sustentabilidade, ciência dos materiais, ergonomia, design de produto e o uso de baterias recarregáveis, relacionando-os ao desenvolvimento de um aquecedor portátil.

A busca por soluções sustentáveis é um dos grandes desafios da atualidade, impulsionada pela crescente preocupação com o impacto ambiental das atividades humanas e pela necessidade de reduzir o consumo de recursos não renováveis (Silva; Oliveira, 2021).

A utilização de baterias recarregáveis em produtos portáteis é uma alternativa que contribui para a diminuição do descarte inadequado de pilhas comuns, reduzindo a poluição do solo e da água, além de minimizar a emissão de gases poluentes quando comparado ao uso de combustíveis fósseis (Costa; Pereira, 2020).

1.1 CIÊNCIA DOS MATERIAIS APLICADA AO PROJETO

A escolha dos materiais é fundamental para garantir eficiência térmica, resistência mecânica e segurança.

Callister e Rethwisch (2018) ressaltam que o aço inoxidável, o óxido de magnésio e o fio de níquel-cromo apresentam propriedades que favorecem seu uso em equipamentos de aquecimento.

Já o nylon 66 antichamas destaca-se por sua resistência a altas temperaturas e capacidade de isolamento elétrico (Martins, 2019).

1.2 DESIGN DE PRODUTO E ERGONOMIA

Para Baxter (2011), o design industrial deve aliar estética, funcionalidade e segurança, privilegiando a experiência do usuário. Assim, o aquecedor portátil foi concebido de forma a garantir leveza, mobilidade e facilidade de uso, adequando-se a diferentes contextos de aplicação.

1.3 EMPREENDEDORISMO, INOVAÇÃO E ESTUDO DE MERCADO

Segundo Dornelas (2018), a criação de novos produtos deve estar alinhada às necessidades e expectativas dos consumidores, embasando-se em metodologias de pesquisa que orientem decisões estratégicas. Neste trabalho, a análise qualitativa identificou uma demanda crescente por dispositivos sustentáveis e portáteis.

1.4 VIABILIDADE ECONÔMICA E ANÁLISE QUANTITATIVAS

A matemática financeira e a estatística foram aplicadas para estimar custos, avaliar a viabilidade econômica e projetar o potencial de aceitação do produto. Gitman; Zutter (2016) destacam que a análise de custos e retornos é essencial para garantir competitividade comercial.

1.5 SÍNTESE

A revisão de literatura evidencia que o desenvolvimento de um aquecedor portátil alimentado por baterias recarregáveis responde a demandas contemporâneas de sustentabilidade e inovação.

A integração dos conceitos de ciência dos materiais, ergonomia, design e análise econômica confere ao produto potencial competitivo, seguro e alinhado às expectativas do mercado.

2 ORGANIZAÇÃO E PRODUÇÃO

O planejamento do aquecedor portátil alimentado por baterias recarregáveis teve início no ano de 2024, no qual foi elaborada uma proposta básica do produto, com foco em sua viabilidade técnica e funcional.

Na continuidade do desenvolvimento, no ciclo atual, as ações foram aprofundadas, priorizando o avanço para o protótipo, com atenção aos aspectos de sustentabilidade, eficiência energética e ergonomia, sempre alinhando o planejamento às exigências do mercado e aos conteúdos das disciplinas do curso.

Inicialmente, foi realizada a definição do problema e dos objetivos do projeto, identificando a necessidade de um equipamento compacto e prático para o aquecimento de água em locais sem acesso à rede elétrica, como campings, obras, viagens ou regiões rurais.

O objetivo principal foi criar um produto sustentável, funcional, seguro e com viabilidade de aplicação em diferentes contextos de uso.

Em seguida, realizou-se uma pesquisa de mercado e análise de produtos similares, como ebulidores elétricos e aquecedores a gás.

Essa etapa permitiu identificar lacunas relacionadas à sustentabilidade, à segurança e à portabilidade, o que direcionou o desenvolvimento do projeto.

A fase seguinte consistiu na análise e seleção dos materiais que comporiam o produto, considerando eficiência e impacto ambiental.

Para a parte metálica do corpo do aquecedor, foi escolhido o aço inox 304, adequado para uso alimentício.

A resistência foi construída com fio de níquel-cromo inserido em um tubo preenchido com óxido de magnésio, atuando como isolante térmico e elétrico. Como fonte de energia, foram utilizadas baterias recarregáveis de 20V, garantindo maior autonomia e segurança ao usuário.

Com base nessas definições, foram realizados os cálculos técnicos necessários, como o cálculo da resistência ôhmica, para dimensionar a potência adequada ao aquecimento de líquidos.

Após essa etapa, foram feitos os primeiros testes de protótipo, envolvendo montagem da resistência em forma de mola, preparação do tubo metálico, processo de trefilamento e compactação do isolamento interno.

A montagem final recebeu cabo e acabamento em madeira e nylon 66 antichamas, priorizando a segurança, a estética e a sustentabilidade do produto.

Durante os testes funcionais, foram avaliados o desempenho térmico, o consumo energético e a ergonomia, garantindo leveza, portabilidade e conforto na utilização.

Também foram discutidas possibilidades de melhoria contínua, como a adição de botão liga/desliga, indicador de carga de bateria, utilização de baterias de menor custo e desenvolvimento de variações de tamanho e design para atender diferentes perfis de usuários.

Por fim, o projeto seguiu princípios de *Design for Disassembly (DfD)*, permitindo que, ao final da vida útil, o produto possa ser desmontado e suas partes descartadas ou recicladas de forma adequada.

2.1 PROCESSO DE PRODUÇÃO

Neste item serão apresentadas as formas usadas para o Processo de Produção, iniciando pela descrição em etapas de como deve-se executar o projeto.

Abaixo serão descritas 8 etapas sobre o processo de fabricação do produto, segue o processo:

1. Definição e Planejamento: Identificação do problema e dos objetivos, pesquisa de mercado, análise de produtos similares e seleção de materiais (aço inox 304, fio de níquel-cromo, óxido de magnésio e baterias recarregáveis).
2. Cálculos Técnicos: Dimensionamento da resistência ôhmica, cálculo da potência necessária e estimativa da autonomia da bateria.
3. Aquisição de Materiais: Compra de aço inox 304, fio de níquel-cromo, óxido de magnésio, baterias de 20V e materiais para o cabo e acabamento (madeira e nylon 66 antichamas).
4. Fabricação da Resistência: Montagem do fio de níquel-cromo em forma de mola, inserção no tubo metálico preenchido com óxido de magnésio e realização do trefilamento para compactação e isolamento interno.
5. Confecção do Corpo do Aquecedor: Corte e usinagem do aço inox, preparação do corpo metálico e fabricação do cabo com acabamento em madeira e nylon antichamas.

6. Montagem do Protótipo: Inserção da resistência no corpo, fixação dos cabos, conexões elétricas e montagem final do produto.

7. Testes e Avaliações: Verificação do desempenho térmico, consumo energético, ergonomia e segurança do produto. Ajustes e melhorias são realizados com base nos resultados.

8. Ajustes e Otimizações: Implementação de melhorias como botão liga/desliga, indicador de carga da bateria e revisão do design para facilitar desmontagem e descarte adequado das partes ao fim da vida útil.

O processo finaliza com um protótipo funcional, pronto para validação ou produção em escala, garantindo alinhamento com princípios de sustentabilidade, inovação e eficiência produtiva

2.2 HIGIENE E SEGURANÇA

Dentro do projeto foi pensado com todo cuidado em relação a segurança do cliente, onde o produto trabalha sobre uma tensão de 12V a 20V e com 10cm de zona fria de sua haste, para que não ocorra o risco de que queime a mão no manuseio do produto.

Também foi pensado na ocasião do produto ser retirado da água durante o seu trabalho e como alguns semelhantes no mercado atual, apresentam o seu fio de resistência para exposto, enquanto o produto de desenvolvimento é todo protegido pelo óxido de magnésio e o tubo inox.

2.3 PROJETO DE PRODUTO

A metrologia é a ciência que estuda as medições, englobando tanto os métodos quanto os instrumentos utilizados para obter resultados confiáveis e rastreáveis.

De acordo com Mendes e Oliveira (2010, p. 3), “a metrologia é a ciência das medições e suas aplicações, incluindo todos os aspectos teóricos e práticos que garantem a exatidão e a confiabilidade dos processos de medição”.

A importância da metrologia na indústria está diretamente ligada ao controle de qualidade e à padronização dos processos produtivos. Segundo

Silva (2014), a aplicação correta das técnicas de medição garante que os produtos atendam às especificações técnicas exigidas pelo mercado e pelas normas regulatórias.

2.4 GESTÃO DE QUALIDADE

A Gestão da Qualidade é um conjunto de práticas e diretrizes utilizadas para garantir que os produtos e serviços de uma organização atendam consistentemente às expectativas dos clientes e aos requisitos normativos. Segundo Paladini (2012, p. 24), “a gestão da qualidade é um sistema de administração que visa assegurar a eficácia e a eficiência dos processos organizacionais, promovendo a melhoria contínua”.

Já conforme Juran; Godfrey (1990), a qualidade é “adequação ao uso”, o que significa que um produto ou serviço só tem qualidade se satisfizer as necessidades para as quais foi projetado.

3 CARACTERIZAÇÃO DO PRODUTO

O aquecedor portátil desenvolvido caracteriza-se como um equipamento funcional, seguro e sustentável, projetado para aquecer líquidos em locais sem acesso à rede elétrica, como acampamentos, viagens, obras ou regiões rurais.

Sua concepção prioriza portabilidade, ergonomia e facilidade de uso, garantindo conforto e segurança ao usuário durante a operação.

O corpo do aquecedor é fabricado em aço inox 304, que oferece resistência, durabilidade e segurança para uso alimentar.

A resistência é composta por fio de níquel-cromo inserido em um tubo preenchido com óxido de magnésio, que funciona como isolante térmico e elétrico, promovendo aquecimento eficiente.

O acabamento é feito em nylon 66 antichamas e madeira, proporcionando isolamento térmico, estética e conforto na manipulação do produto.

Como fonte de energia, o aquecedor utiliza baterias recarregáveis de 20V, oferecendo autonomia adequada para uso portátil e contribuindo para a redução do consumo de combustíveis fósseis e do descarte de pilhas comuns.

A haste do equipamento possui uma zona fria de 10 cm, evitando queimaduras durante o manuseio, mesmo quando retirada de líquidos quentes.

Cálculos técnicos, como a resistência ôhmica e a potência necessária, foram realizados para assegurar eficiência energética, segurança e desempenho confiável.

Além disso, o produto passou por testes de protótipo para avaliar desempenho térmico, consumo de energia e ergonomia, garantindo leveza, portabilidade e conforto na utilização.

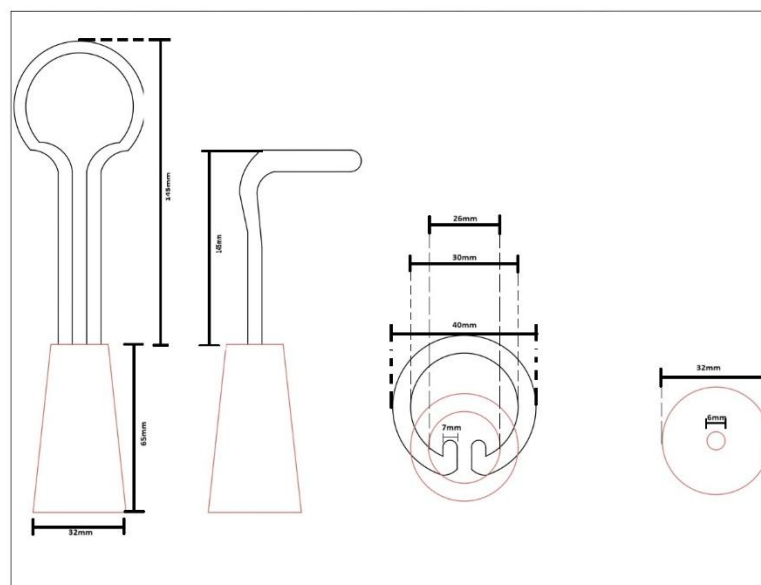
3.1 DESENHO TÉCNICO

Um desenho técnico pode ser definido como uma forma de comunicação gráfica padronizada que representa objetos, peças, estruturas ou sistemas, com exatidão e clareza, de modo a permitir sua construção, análise ou reprodução. Diferente do desenho artístico, o desenho técnico segue normas e convenções (como as da ABNT ou da ISO), que garantem interpretação universal entre projetistas, engenheiros, arquitetos e fabricantes.

Segundo Luz et al. (2011, p. 3):

O desenho técnico é a linguagem gráfica utilizada na área tecnológica para representar, de forma padronizada, a forma, as dimensões e demais características de um objeto, possibilitando sua fabricação e análise.

Figura 1: Desenho Técnico do Aquecedor Manual.



Fonte: Os autores (2025).

3.2 FLUXOGRAMA

O fluxograma é uma ferramenta de representação gráfica que descreve de forma sequencial e organizada as etapas de um processo, utilizando símbolos padronizados que facilitam sua leitura e compreensão.

Segundo Oliveira (2011), o fluxograma consiste na tradução visual de atividades, decisões e fluxos de informação, permitindo uma análise mais clara das tarefas executadas, a identificação de gargalos e a proposição de melhorias.

Dessa forma, torna-se um recurso importante para a comunicação entre equipes, já que possibilita que diferentes profissionais compreendam o funcionamento de um processo de maneira rápida e objetiva.

No contexto do desenvolvimento do aquecedor portátil alimentado por baterias recarregáveis, o fluxograma assume papel essencial para sintetizar todo o percurso do projeto, desde a definição inicial do problema até a obtenção do protótipo final.

A representação gráfica contempla elementos como o início e o término do processo, as atividades realizadas em cada fase, como pesquisa de mercado, cálculos técnicos, aquisição de materiais, montagem e testes, além dos pontos de decisão que indicam a necessidade de ajustes e melhorias.

Também são utilizados conectores que demonstram a sequência lógica das etapas, assegurando a visualização clara do fluxo de trabalho.

Assim, o fluxograma contribui para a compreensão global do desenvolvimento do produto, reforçando a importância da organização, da clareza e da padronização na execução de projetos acadêmicos e profissionais.

Figura 2: Fluxograma dos processos de execução do produto.



Fonte: Os autores (2025).

3.3 TABELA DE CUSTO

A composição de custos do protótipo do aquecedor portátil foi organizada a partir da identificação e quantificação dos insumos necessários à sua produção. A tabela de custos apresentada demonstra os principais materiais utilizados, suas quantidades, valores unitários e totais.

O item de maior impacto financeiro é a bateria recarregável de 20V, responsável por R\$ 110,00 do custo total, correspondendo a mais de 50% do valor final.

Em seguida, destaca-se o tubo de aço inoxidável, utilizado na estrutura principal do aquecedor, com custo de R\$ 55,20, evidenciando a importância desse material na resistência e durabilidade do produto.

Outros componentes essenciais incluem o cabo de alimentação, avaliado em R\$ 17,00, e o baquinite, material de acabamento com função isolante, no valor de R\$ 15,00. Já o óxido de magnésio, empregado como isolante térmico, apresentou custo de R\$ 3,75, enquanto o fio de níquel-cromo, utilizado na confecção da resistência, representou o menor impacto, com apenas R\$ 1,04.

O somatório dos insumos utilizados resulta em um custo total de R\$ 201,99 para a produção de uma unidade do protótipo.

Esse valor evidencia que a viabilidade econômica do produto está diretamente relacionada ao preço da bateria, sendo este o item mais oneroso do processo produtivo.

Dessa forma, possíveis melhorias futuras podem envolver a busca por alternativas energéticas mais acessíveis, sem comprometer a segurança e a eficiência do equipamento.

Figura 3: Tabela de custo referente ao Aquecedor Portátil.

AQUECEDOR PORTATIL				
A - INSUMOS USADOS NA PRODUÇÃO				
ITEM	DESCRIÇÃO DE INSUMO ('MATÉRIA PRIMA') UTILIZADO	QUANTIDADE	\$ Unit.	\$ TOTAL
1	Tubo Inox	0,46	120	55,2
2	Oxido de Magnezio	0,25	15	3,75
3	Fio de Niquel Cromo	0,26	4	1,04
4	Baquinite	1	15	15
5	Cabo de Alimentação	17	1	17
6	Bateria 20V	1	110	110
TOTAL				201,99

Fonte: Os Autores (2025).

4 ESTUDO DE CASO

O presente estudo de caso aborda o desenvolvimento de um aquecedor portátil alimentado por baterias recarregáveis, com ênfase nos princípios de sustentabilidade, segurança, funcionalidade e inovação.

O produto foi concebido para atender usuários que necessitam de uma solução prática para o aquecimento de líquidos em locais sem acesso à rede elétrica, como acampamentos, viagens ou regiões rurais.

A análise comparativa de produtos similares disponíveis no mercado, como ebulidores elétricos e aquecedores a gás, permitiu identificar lacunas relacionadas à portabilidade, à segurança e ao impacto ambiental.

Essas informações foram fundamentais para nortear o projeto, influenciando desde a seleção dos materiais aço inoxidável 304 para o corpo, fio de níquel-cromo para a resistência e óxido de magnésio como isolante até a definição do design ergonômico, com foco no conforto e na segurança do usuário.

Foram incorporados ao projeto aspectos de sustentabilidade, como a utilização de baterias recarregáveis, a redução do consumo de combustíveis fósseis e a adoção de um design que facilita a desmontagem e o descarte ambientalmente adequado ao término da vida útil do produto.

Adicionalmente, o estudo de caso contemplou a análise de viabilidade técnica e econômica do protótipo, englobando cálculos de potência, resistência ôhmica e autonomia da bateria, garantindo que o produto atendesse não apenas às exigências de desempenho, mas também à competitividade no mercado.

4.1 COLETA DE DADOS E METODOLOGIA

A metodologia aplicada no desenvolvimento do aquecedor combinou abordagens teóricas e práticas:

- Pesquisa Teórica: Revisão bibliográfica sobre sustentabilidade, design de produto, ergonomia, ciência dos materiais, matemática financeira, estatística e contabilidade;

- Consulta a livros didáticos, artigos científicos, normas técnicas (NR-12) e sites especializados;
- Pesquisa iconográfica a partir de catálogos técnicos, bancos de imagens e produtos concorrentes para embasar o design e o acabamento do aquecedor.

2. Pesquisa Prática:

- Análise de mercado e concorrência, observando produtos similares e identificando oportunidades de melhoria;
- Consulta com usuários em potencial para obtenção de feedback sobre portabilidade, segurança e usabilidade;
- Elaboração de esboços técnicos e desenhos digitais do protótipo para simulação de funcionalidade e ergonomia;
- Seleção e manuseio de materiais (aço inox 304, fio de níquel-cromo, óxido de magnésio, nylon 66 antichamas e baterias recarregáveis de 20V);
- Montagem prática do protótipo, incluindo trefilamento, preenchimento do tubo com óxido de magnésio e teste de resistência ôhmica com cálculo de potência usando a fórmula $Q = mc\Delta T$;
- Registro fotográfico das etapas e elaboração de gráficos de apoio para análise e apresentação final.

A abordagem metodológica permitiu integrar aspectos técnicos, ergonômicos e sustentáveis, assegurando que o protótipo desenvolvido atendesse aos requisitos do projeto e às normas de segurança.

4.2 MEDIÇÃO DO MATERIAL A SER IMPLEMENTADO AO CORPO DO AQUECEDOR

Com a necessidade de implementar a sustentabilidade ao projeto, foi analisado a necessidade e estudado uma forma de aplicar no corpo do projeto, que, feito com madeira, permite a facilitação do descarte futuro do produto.

Segue a seguir a imagem referente a medição do material a ser implementado:

Figura 4: Medição do material utilizado no protótipo.



Fonte: Os autores (2025).

4.3 FIXAÇÃO DO ACABAMENTO

A fixação do acabamento contribui para que tenhamos um design visual agradável e um acabamento de qualidade do produto.

Segue imagem ilustrativa do momento de fixação do acabamento:

Figura 5: Fixação do acabamento.



Fonte: Os autores (2025).

4.4 MONTAGEM DO CABO DO AQUECEDOR

A montagem do cabo do aquecedor permite que ele fique fixo na resistência, permitindo que fique fixo, trazendo maior segurança ao usuário final, conforto e facilidade no manuseio do produto.

Segue imagem a seguir:

Figura 6: Montagem parte inferior do cabo.



Fonte: Os autores (2025).

Figura 7: Montagem da parte superior do cabo.



Fonte: Os autores (2025).

Figura 8: Conclusão da montagem do produto.



Fonte: Os autores (2025).

4.5 RESULTADOS

O desenvolvimento do aquecedor portátil resultou em um protótipo funcional, seguro e sustentável, capaz de aquecer líquidos de forma eficiente com alimentação por baterias recarregáveis de 20V. Os principais resultados obtidos foram:

- **Eficiência Térmica:** A resistência calculada e montada proporcionou aquecimento adequado da água em tempo aceitável, com distribuição uniforme de calor;
- **Segurança do Usuário:** A haste do aquecedor possui 10 cm de zona fria, prevenindo queimaduras; o fio de resistência é totalmente protegido por óxido de magnésio e tubo de aço inox, evitando contato direto;
- **Portabilidade e Ergonomia:** Produto leve e de fácil manuseio, com cabo em nylon 66 antichamas e pegada confortável;
- **Sustentabilidade:** Uso de baterias recarregáveis e materiais duráveis, minimizando o impacto ambiental;
- **Possibilidade de Melhoria Contínua:** Identificação de oportunidades para adicionar botão liga/desliga, indicador de carga da bateria e variações de tamanho ou design para diferentes perfis de usuários;
- **Viabilidade Técnica:** Testes práticos confirmaram a resistência, isolamento elétrico e eficiência energética do protótipo, validando os cálculos realizados durante o planejamento.

O estudo demonstrou que é possível conciliar funcionalidade, sustentabilidade e segurança em um produto portátil, com potencial de aplicação prática em diversos contextos, além de servir como base para produção em escala e futuras melhorias.

5 PROPOSTA DE MELHORIA

Uma proposta relevante de melhoria para o aquecedor portátil a bateria consiste na integração de um sistema digital de controle de temperatura.

Atualmente, o dispositivo realiza o aquecimento de forma direta, sem a possibilidade de o usuário escolher ou monitorar a temperatura desejada.

A adição de um microcontrolador simples, como o Arduino nano ou ESP32, aliado a um sensor de temperatura (como o DS18B20), permitiria ao usuário configurar previamente a temperatura do líquido a ser aquecido e garantir maior precisão no uso.

Essa melhoria traria diversos benefícios: maior segurança no manuseio (evitando superaquecimento), economia de energia (ao interromper o funcionamento quando a temperatura for atingida) e agregaria valor ao produto, tornando-o mais atrativo frente aos concorrentes.

Além disso, essa adaptação abriria espaço para novos modelos com funcionalidades inteligentes, como conectividade com aplicativos para controle remoto ou alertas de carga da bateria.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo proposto no desenvolvimento do aquecedor portátil alimentado por baterias recarregáveis foi plenamente alcançado, pois o protótipo se mostrou funcional, seguro, portátil e sustentável, atendendo às demandas de aquecimento em locais sem acesso à rede elétrica, como acampamentos, viagens e regiões rurais.

Entre os aspectos positivos, destaca-se a integração de sustentabilidade e eficiência energética, com a utilização de baterias recarregáveis, a redução do uso de pilhas descartáveis e a escolha de materiais duráveis, como aço inox 304, fio de níquel-cromo e óxido de magnésio.

Além disso, a ergonomia e a segurança do produto foram asseguradas com a criação de uma zona fria na haste e o isolamento completo da resistência, garantindo conforto e prevenção de acidentes.

A pesquisa de mercado e o estudo do usuário também permitiram validar a aplicabilidade prática do produto, reforçando a viabilidade técnica e econômica do projeto.

As principais dificuldades enfrentadas durante o desenvolvimento incluíram a seleção de materiais que equilibrassem resistência, isolamento térmico e sustentabilidade, bem como a execução de testes de protótipo que garantissem segurança elétrica e eficiência do aquecimento.

Outros desafios envolveram a montagem precisa da resistência e o dimensionamento correto da potência para atender aos requisitos do usuário.

Para futuras pesquisas e melhorias, sugere-se a integração de um sistema de controle de temperatura digital, utilizando microcontroladores e sensores, para proporcionar maior segurança e eficiência energética; o desenvolvimento de variações de design e tamanho, visando atender diferentes perfis de usuário.

A exploração de alternativas energéticas mais acessíveis, mantendo a sustentabilidade e eficiência do aquecedor; e estudos sobre automação e conectividade, como aplicativos para monitoramento remoto da temperatura e do nível de carga da bateria.

Essas propostas podem contribuir para aprimorar o produto, ampliando seu valor agregado no mercado e promovendo inovações na produção e no uso sustentável de aquecedores portáteis.

REFERÊNCIAS

- BAXTER, M. *Projeto de produto: princípios e prática*. São Paulo: Bookman, 2011.
- BRIZOLA, R.; FANTIN, F. *Metodologia científica: fundamentos e aplicações*. São Paulo: Atlas, 2016.
- CAMPOS, V. F. *Qualidade total: padronização de empresas. Capítulo I: Conceito de Padronização*. 2. ed. Nova Lima: Editora FALCONI, 2014.
- CANEVAROLO Jr., S. V. *Ciência dos polímeros: um texto básico para tecnólogos e engenheiros*. São Paulo: Artliber, 2002.
- CHIAVENATO, I. *Administração da produção: uma abordagem introdutória*. Rio de Janeiro: Campus, 2005.
- COSTA, S.; PEREIRA, L. *Uso de baterias recarregáveis e redução de impactos ambientais em produtos portáteis*. São Paulo: Editora Moderna, 2020.
- COSTA, S. F. *Levantamento de custo e benefícios para a implantação de um sistema de telhado verde na cobertura impermeabilizada de uma edificação vertical*. 2008. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Goiás, 2008.
- CALLISTER, W. D.; RETHWISCH, D. G. *Ciência e engenharia de materiais: uma introdução*. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2018.
- CTCCA. *Materiais para calçados: solados, palmilhas de montagem*. Novo Hamburgo: ABICALÇADOS, PSI/APEX: CTCCA, 2002.
- DORNELAS, J. C. A. *Empreendedorismo: transformando ideias em negócios*. 5. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018.
- GITMAN, L. J.; ZUTTER, C. J. *Principles of managerial finance*. 14th ed. Boston: Pearson, 2016.
- IBICT. *Bibliografia brasileira de ciência da informação: 2004-2006*. Brasília: IBICT, 2007. 64 p.
- JURAN, J. M.; GODFREY, A. B. *Planejamento da qualidade: análise e abordagem gerencial*. São Paulo: Makron Books, 1990.
- LUZ, A.; OLIVEIRA, C.; RIBEIRO, G. *Desenho técnico*. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.
- MARTINS, R. *Polímeros industriais e suas aplicações em produtos de consumo*. São Paulo: Érica, 2019.
- MENDES, A.; OLIVEIRA, R. *Metrologia: fundamentos e aplicações*. São Paulo: Atlas, 2010.

OLIVEIRA, D. P. R. *Planejamento estratégico: conceitos, metodologia, práticas*. 26. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

PALADINI, E. P. *Gestão da qualidade: conceitos e práticas*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

SAFFIOTTI, B.; MARANGONI, I. M.; BARRERA, I. V.; AGUIAR, V. M. Correlação entre o desempenho no trabalho e os KPI de Recursos Humanos em uma empresa de bens de consumo. *Revista Mackenzie de Engenharia e Computação*, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 67-84, 2017. Disponível em: <http://editorarevistas.mackenzie.br/index.php/article/view/10645/7069>. Acesso em: 9 mar. 2024.

SILVA, A.; OLIVEIRA, B. *Sustentabilidade aplicada a produtos portáteis e consumo consciente*. Rio de Janeiro: LTC, 2021.

SILVA, R. P. *Controle de qualidade e normas técnicas na indústria*. São Paulo: Atlas, 2014.