

## ANÁLISE DO MÉTODO PDCA PARA REDUÇÃO DA TEMPERATURA DE CELULARES EM VEÍCULOS COM MODO DE CARREGAMENTO POR INDUÇÃO

*Eduarda Gislaine Wojcik<sup>1</sup>  
Thiago Shoji Obi Tamachiro<sup>2</sup>  
Guilherme Cordova<sup>3</sup>*

**Resumo:** *O carregamento por indução é uma tecnologia inovadora no mercado. Porém, o superaquecimento em celulares resulta em perda de funcionalidade do aparelho. Esse problema está relacionado ao carregamento por indução. Diante deste contexto, objetivo desse projeto é identificar as causas do superaquecimento resultando na perda de eficiência dos celulares visando amenizar o problema. Para alcançar esse objetivo, será aplicado o método PDCA, que conta com diversas ferramentas para análise e solução de problema lembrando que é um ciclo de melhoria contínua pois a tecnologia está em constante evolução. A análise da Voz do Cliente (VoC) identificou que 38% dos usuários enfrentam lentidão, 25% instabilidade e 25% superaquecimento durante o processo de carregamento por indução. Testes demonstraram que a carga dos dispositivos aumenta em média 1% a cada 2 minutos nos primeiros minutos de carregamento, atingindo próximo de 50°C. A partir desse ponto, o aumento da temperatura se acelera e o sistema de segurança interrompe o carregamento para evitar danos ao dispositivo. A análise de causa raiz, utilizando o diagrama de Ishikawa e a técnica dos 5 porquês, apontou a falta de tecnologias de refrigeração eficientes como o principal fator contribuinte para o superaquecimento. Essa falha no sistema de resfriamento compromete a eficiência e a durabilidade dos dispositivos. A partir dessa análise, a empresa deve priorizar melhorias no sistema de carregamento por indução, buscando soluções que garantam um carregamento mais rápido, estável e seguro. A inovação contínua é essencial para atender às demandas dos clientes e manter a competitividade no mercado.*

**Palavras-chave:** *Carregamento por Indução. Superaquecimento. Celulares. Método PDCA.*

### 1. INTRODUÇÃO

A integração de tecnologias como GPS (*Global Positioning System*), multimídia e smartphones nos automóveis revolucionou a forma como nos locomovemos. Essa evolução, que substituiu os tradicionais mapas impressos por sistemas de navegação precisos, transformou os veículos em centros tecnológicos capazes de oferecer uma ampla gama de funcionalidades, desde atualizações de trânsito em tempo real até ajustes automáticos de rotas (Fibrianto & Yuniar, 2019).

A evolução tecnológica, especialmente na eletrônica e engenharia, compeliu o surgimento do carregamento por indução como uma alternativa prática e conveniente aos cabos tradicionais.

<sup>1</sup> Acadêmica do curso de Engenharia de Produção do Centro Universitário União das Américas – UniAmérica, Foz do Iguaçu, Paraná. E-mail: [eduardawojcik93@gmail.com](mailto:eduardawojcik93@gmail.com).

<sup>2</sup> Docente Orientador do curso de Engenharia de Produção do Centro Universitário União das Américas – UniAmérica, Foz do Iguaçu, Paraná. E-mail: [thiago.tamachiro@descomplica.com.br](mailto:thiago.tamachiro@descomplica.com.br)

<sup>3</sup> Coorientador. E-mail: [guilherme.cordova@renault.com](mailto:guilherme.cordova@renault.com)

A crescente demanda por dispositivos menores e mais eficientes impulsionou o desenvolvimento de tecnologias de carregamento sem fio, como a indução. Essa inovação, além de eliminar a necessidade de cabos, atende às expectativas dos consumidores por soluções mais práticas e convenientes, reduzindo a 'ansiedade de bateria baixa' (Lu *et al.*, 2016; Zeng *et al.*, 2016).

Li *et al.* (2020) destacam a evolução dos smartphones de simples ferramentas de comunicação para dispositivos multifuncionais que permeiam todos os aspectos de nossas vidas. A integração com veículos, com destaque para o carregamento por indução, demonstra a busca por soluções cada vez mais integradas e convenientes. A indução eletromagnética, baseada nos experimentos de Faraday, é fundamental para a geração de energia elétrica por meio de campos magnéticos (Félix *et al.*, 2014). Essa tecnologia revoluciona a forma como transmitimos energia, abrindo caminho para aplicações em larga escala que demandam flexibilidade e eficiência.

No entanto, essa convergência tecnológica não está isenta de desafios. Um dos principais problemas que emergem dessa interação é o aquecimento dos *smartphones* durante o processo de carregamento por indução nos veículos. Segundo as normas das marcas Samsung e Apple quando os aparelhos atingirem a temperatura de 35°C, esse fenômeno compromete tanto a eficiência quanto a segurança desses dispositivos. De acordo com Thakur *et al.* (2020) estas inovações destacam a necessidade de abordagens abrangentes que não apenas considerem a eficiência energética, mas também priorizem a regulação térmica para otimizar o desempenho e a segurança em tecnologias emergentes.

A gestão térmica, segundo Felin (2018), é desafiada por fatores como as mudanças climáticas, que podem agravar o superaquecimento de dispositivos. O desenvolvimento de novos materiais e a aplicação de inteligência artificial para controlar a temperatura são alternativas promissoras para mitigar esse problema (Yurong *et al.*, 2019).

A problemática do aquecimento de smartphones durante o carregamento por indução em veículos é um desafio que precisa ser superado para garantir a ampla adoção dessa tecnologia. A falta de pesquisas aprofundadas limita o desenvolvimento de soluções eficazes para controlar a temperatura dos dispositivos e garantir sua durabilidade. Para atender a essa demanda, é fundamental investir em pesquisas e promover a colaboração entre indústria e academia, visando desenvolver soluções inovadoras em gestão térmica (Unruh, 2000).

A justificativa para este estudo está baseada na crescente adoção do carregamento por indução como uma solução prática e moderna para manter os dispositivos móveis sempre carregados durante viagens. No entanto, a falta de conhecimento aprofundado sobre os efeitos colaterais dessa tecnologia, como o aumento da temperatura dos dispositivos, levanta questões importantes que precisam ser abordadas para garantir a segurança e a satisfação dos usuários.

Diante deste contexto, o objetivo deste trabalho é analisar por meio do PDCA (*Plan, Do, Check and Act*) as causas do aquecimento dos *smartphones* durante o carregamento por indução nos automóveis e propor soluções que possam minimizar esse problema, contribuindo para o desenvolvimento de tecnologias mais seguras e eficientes no futuro.

Esta investigação enquadra-se na crescente integração entre tecnologias automobilísticas e multimídias uma vez que os seus resultados poderão levar ao desenvolvimento de novas tecnologias, melhorar a experiência do usuário e aumentar a durabilidade dos dispositivos móveis. Além disso, encontrar melhorias para o sistema de carregamento por indução servirá como um marco para o desenvolvimento tecnológico nas indústrias automobilísticas, aumentando a confiança dos consumidores nas novas tecnologias a qual podem ser utilizados com segurança.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo será realizado por meio de estudo bibliográfico, com uma abordagem do estudo de caso. De acordo com Gil (2002), o estudo bibliográfico tem como base pesquisas em diferentes tipos de documentos, como livros, artigos científicos, dissertações, teses, relatórios entre outros, deste modo é realizada uma análise e interpretação de informações.

Gil (2002) ainda explica sobre o estudo de caso, que tem por característica compreender as complexidades de uma situação específica, explorando suas múltiplas facetas e interações, consistindo em um estudo profundo e exaustivo que permite seu amplo e detalhado conhecimento.

Para o desenvolvimento do artigo será aplicado o ciclo de Shewhart ou método PDCA, que de acordo com Almeida e Camargo (2022) é amplamente reconhecido como uma metodologia eficiente para promover a melhoria contínua nos processos organizacionais. Os autores ainda ressaltam que essa metodologia é capaz de proporcionar uma visão clara do progresso e das necessidades de ajustes em cada etapa do processo, contribuindo para uma gestão mais integrada e orientada a resultados.

Outro aspecto importante destacado por Almeida e Camargo (2022), é que ao dividir o ciclo em etapas, o PDCA facilita o monitoramento, a avaliação e a otimização dos procedimentos, promovendo não apenas a solução de problemas pontuais, mais também uma melhoria constante e estruturada, o que é fundamental para competitividade organizacional no cenário atual. Deste modo a sigla PDCA provém das iniciais das palavras em inglês *Plan* (Planejar), *Do* (Executar), *Check* (Verificar) e *Act* (Agir), a qual Rodrigues (2016) descreve cada etapa do PDCA conforme podemos verificar a baixo:

- A. *Plan* (Planejar): Identificação de um problema ou oportunidade, sendo claro e traçando um plano de ação, após coletados dados de suma importância para analisar a situação atual e tomar decisões com base em fatos e dados;
- B. *Do* (Fazer): São executadas todas as ideias e soluções definidas na fase anterior;

C. *Check* (Verificar): Nesta etapa, são identificados e avaliados os resultados obtidos após a implementação das ações. Deve ser comparado os seus resultados com os objetivos, que a princípio foram definidos no planejamento, e identificar se as mudanças realizadas foram eficazes;

D. *Act* (Agir): Com base nos resultados da verificação, deve-se tomar as ações necessárias para padronizar as melhorias, corrigir desvio ou iniciar um novo ciclo PDCA;

O Método de Análise e Solução de Problemas (MASP) é amplamente utilizado em processos produtivos com o objetivo de identificar e resolver problemas de forma estruturada, garantindo a melhoria contínua das operações. Esse método é embasado no ciclo PDCA, o que garante uma abordagem contínua de melhoria. Conforme Wojcik *et al.* (2022), essa metodologia segue uma abordagem sistemática que envolve a identificação do problema, a análise de suas causas, a elaboração de um plano de ação, a implementação das soluções, e o monitoramento dos resultados. Por sua vez, segundo Sanches Junior *et al.* (2020), o MASP segue uma estrutura composta por etapas que vão desde a identificação do problema até a padronização das soluções implementadas.

No “Quadro 1” notam-se as etapas do MASP (Método de Análise e Solução de Problemas) e o ciclo PDCA

**Quadro 1.** Etapas do MASP e o ciclo PDCA

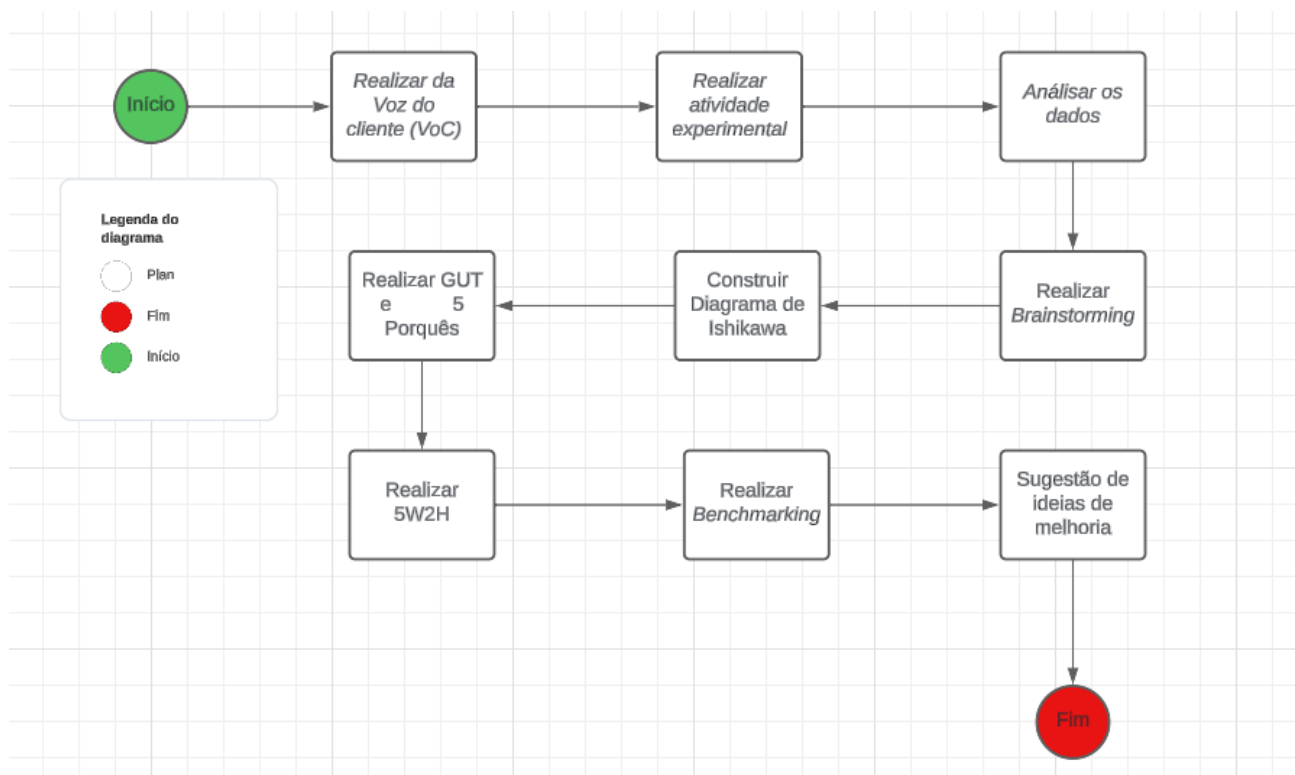
<b>Ciclo</b>	<b>Etapas do MASP</b>	<b>Objetivo</b>
<b>P</b>	Identificação do problema	Definir claramente o problema e reconhecer sua importância
	Observação	Investigar as características específicas do problema com uma visão ampla e sob vários pontos de vista
	Análise	Descobrir as causas fundamentais
	Plano de ação	Conceber um plano para bloquear as causas fundamentais
<b>D</b>	Ação	Bloquear as causas fundamentais
<b>C</b>	Verificação	Verificar se o bloqueio foi efetivo
	(Bloqueio foi efetivo?)	Se sim prosseguir, se não voltar nas etapas anteriores
<b>A</b>	Padronização	Prevenir contra o reaparecimento de problema
	Conclusão	Recapitular todo o processo de solução do problema para o trabalho futuro

**Fonte:** Adaptado de Campos, 2013.

A estrutura do MASP, baseada no ciclo PDCA, assegura que as ações sejam continuamente ajustadas e otimizadas para melhorar os resultados ao longo do tempo. Deste modo MASP é a

definição do problema de modo claro e concisa, o qual é direcionado para a solução de problemas específicos, utilizando uma abordagem mais analítica e sistemática. Já o PDCA se trata da melhoria contínua, e é amplamente útil a mudanças, promovendo um ciclo de aprendizado e aprimoramento (Junior, 2008).

Contudo, é importante conhecer o desenvolvimento da pesquisa, pois, de acordo com Aguiar (2006), a ação efetiva do PDCA é atingida com domínio das ferramentas da qualidade. A “Figura 1” representa o fluxograma das etapas e ferramentas utilizadas no desenvolvimento da pesquisa:



**Figura 1.** Ferramentas e etapas utilizadas no desenvolvimento do projeto

**Fonte:** A autora, 2024.

## 2.1. Ferramentas da qualidade

A utilização da pesquisa da voz do cliente (VoC), e a realização da atividade experimental, do *Brainstorming*, Diagrama de Ishikawa e da técnica dos Cinco Porquês permite a identificação precisa das causas do problema, o que contribuiu para a elaboração de um plano de ação adequado. Também a utilização de ferramentas como a matriz GUT (Gravidade, Urgência e Tendência) e o plano de ação 5W2H, auxiliam na priorização das soluções e na definição de responsabilidades e prazos.

### 2.1.1. Voz do cliente

A Voz do Cliente é um processo que envolve a coleta sistemática de opiniões, expectativas e necessidades dos clientes, a fim de analisar e compreender suas experiências com produto. Drucker (2000) diz que o cliente é o CEO (Chief Executive Officer) da empresa suas escolhas e percepções moldam a organização e definem seu sucesso. Deste modo foi realizado um questionário para analisar a percepção do cliente. Contudo a percepção do cliente foi avaliada por meio de um questionário, na etapa planejamento do PDCA.

### 2.1.2 *Brainstorming*

O *Brainstorming* ou tempestade de ideias é uma técnica que surgiu na década de 1940 pelo Alex Faickney Osborn. Teve seu auge nos Estados Unidos, utilizados em treinamentos na área de relações humanas, propaganda e publicidade (Antunes, 2001).

Bono (2005) sugere que o *brainstorming*, como um enquadramento especial, que incentiva tal pensamento flexível e afasta a rigidez do pensamento vertical, através de suas características de estímulo mútuo e suspensão do juízo de valor.

Portanto, ele atua como um estimulante da criatividade por permitir o compartilhamento verbal de ideias sem apresentar críticas no decorrer do processo geracional de ideias (King; Schlicks, 2002).

Osborn (1987) ressalta que este método é bastante utilizado com o propósito de gerar um número grande de ideias para um determinado tempo, e, apesar de ser utilizado por muitas pessoas que trabalham em setores diretamente ligados à criatividade, a aplicação do *brainstorming* pode ir além disso.

Segundo Youg (2020), a ferramenta é ágil, de poucos recursos materiais, possibilitando, por meio de interação, diversas maneiras para solucionar problemas. O manual da APO (*Asian Productivity Organization*) apresenta como devem ser as etapas do *Brainstorming* conforme o “Quadro 2”.

**Quadro 2.** Etapas para conduzir um *Brainstorming*

1	Escolha quem irá mediar a atividade
2	Esteja ciente das diretrizes principais
3	Forneça <i>post-its</i> e canetas para que todos anotem suas ideias
4	Anote o problema em um <i>flipchart</i> ou em um papel para todos visualizem
5	Confirme se todos estão claros sobre o problema e abram espaço para perguntas
6	Proponha uma discussão em grupo sobre os critérios para seleção das ideias
7	Peçam para que todos escrevam suas ideias em um <i>post-it</i> e entreguem ao mediador, que irá colá-las no <i>flipchart</i> . Caso não haja <i>post-its</i> , peçam para que cada pessoa relate sua ideia individualmente como facilitador, a qual anotará

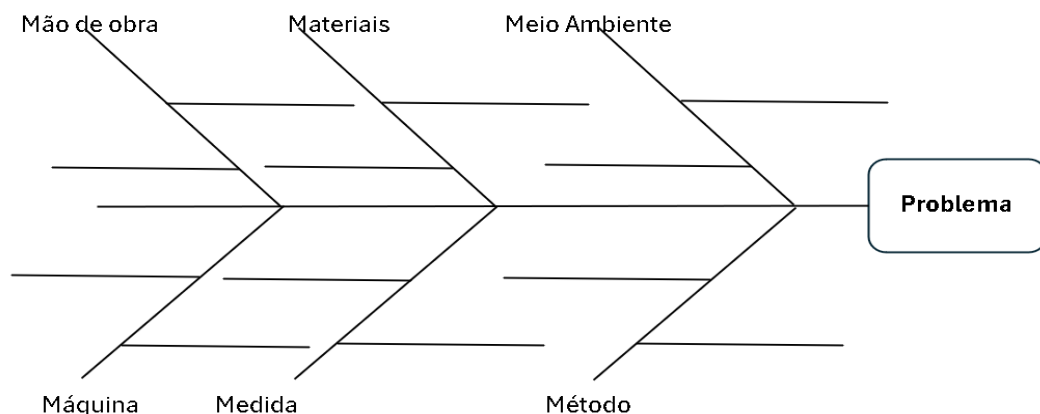
<b>8</b>	Quando todos terminarem de escrever suas ideias, vai ser recolhido as páginas do <i>flipchart</i> , depois, verificaremos as combinações das ideias que se repetem e partir disso terá uma votação para escolher as melhores ideias
<b>9</b>	Implementação

**Fonte:** Adaptado manual APO, Yung, 2020, p.2

O *Brainstorming* é uma ferramenta essencial na fase de planejamento (*Plan*) do PDCA, será aplicado no levantamento de hipóteses de possíveis causas da problemática.

### 2.1.3. Diagrama de Ishikawa

Popularizado por Kaoru Ishikawa na década de 1940, o diagrama de causa e efeito, “Figura 2”, também conhecido como diagrama de espinha de peixe, é uma ferramenta de gestão da qualidade amplamente utilizada para identificar e analisar as causas raiz de um problema. Essa representação gráfica estabelece uma relação entre um efeito (o problema) e suas diversas causas, proporcionando uma visão clara e organizada do problema em questão (Menon, 2017). Segundo Silva e Mendes (2018), a principal função do diagrama é analisar defeitos, tornando as causas mais visíveis.



**Figura 2.** Diagrama de Ishikawa

**Fonte:** A autora, 2024

Para construir um diagrama de Causa e Efeito, Paranhos Filho (2016) propõe os seguintes passos:

- Determinar o problema (identificação do efeito);
- Estabelecer as categorias de causas (divididas em: Material, Método, Máquina, Mão-de-obra, Mediação e Meio Ambiente);
- Relatar possíveis causas;
- Agrupar resultados;
- Análise do diagrama;

- Correlação da causa com o problema.

O Diagrama de Ishikawa, conhecido como espinha de peixe, é uma ferramenta visual que complementa a fase de Planejamento (*Plan*) do PDCA. Após uma sessão de brainstorming, o Diagrama de Ishikawa pode ser utilizado para organizar e visualizar as ideias geradas, aprofundando a análise das causas de um problema.

#### 2.1.4. Matriz GUT

Bastos (2014) informa que Kepner e Treog, especialistas na solução de questões organizacionais, criaram a GUT (Matriz de decisão na priorização de problemas), com a finalidade de orientação das decisões mais complexas, ranqueando a urgência das tratativas de prioridade.

Deste modo, Hékis *et al.* (2013, p.23) afirmam que a ferramenta responde racionalmente questões como “o que devemos fazer primeiro?” e “E por onde começar?”. A priorização de problemas é o ápice da GUT. Conforme Daychoum (2017), a atribuição da pontuação baseia-se na escala de 1 (um) a 5 (cinco). Abreviatura GUT significa Gravidade (G), qual proporção dos danos caso não seja solucionado, Urgência (U) o tempo previsto para surgimento de determinados resultados indesejáveis e a tendência (T) disposição que um problema terá caso não seja interferido. O primeiro passo é a qualificação dos problemas, seguido de avaliação correspondente à matriz, dando primazia às causas. O “Quadro 3” apresenta a matriz de priorização GUT com os critérios de priorização .

**Quadro 3.** Matriz de priorização GUT

<b>Matriz de priorização GUT</b>				
<b>PONTOS</b>	<b>G</b>	<b>U</b>	<b>T</b>	<b>GxUxT</b>
	<b>Gravidade</b> Consequência se nada for feito	<b>Urgência</b> Prazo para tomada de decisão	<b>Tendência</b> Proporção do problema no futuro	
<b>5</b>	Os prejuízos ou dificuldade são extremamente grave	É necessária uma ação imediata	Se nada for feito, o agravamento da situação será imediato	5x5x5 <b>125</b>
<b>4</b>	Muito grave	Com alguma urgência	Vai piorar em curto prazo	4x4x4 <b>64</b>
<b>3</b>	Grave	O mais cedo possível	Vai piorar em médio prazo	3x3x3 <b>27</b>
<b>2</b>	Pouco grave	Pode esperar um pouco	Vai piorar em longo prazo	2x2x2 <b>8</b>



<b>1</b>	Sem gravidade	Não tem pressa	Não vai piorar	1x1x1 <b>1</b>
----------	---------------	-------------------	----------------	-------------------

**Fonte:** Daychoum, 2011

A Matriz GUT é crucial na fase de planejamento do PDCA, permitindo a priorização dos problemas a serem abordados e definindo a sequência ideal de ações.

### 2.1.5. Ferramenta Cinco Porquês

Nos anos 70 foi criada por Taiichi Ohno, fundador da Toyota, a ferramenta 5 Porquês que consiste em perguntar cinco vezes o porquê da ocorrência de problema ou defeito, a fim de descobrir a sua causa raiz (Ohno, 1997).

Segundo Stickdorn e Schneider (2014), a ferramenta tem o objetivo de encontrar a principal causa raiz. As perguntas são interligadas, onde a resposta da pergunta anterior gera a questão seguinte. Geralmente, se encontra a causa raiz em no máximo 5 perguntas, é importante que as respostas sejam precisas e objetivas. Abaixo está o “Quadro 4” explicativo com as características de cada por quê:

**Quadro 4.** Cinco Porquês

1° Porquê	2° Porquê	3° Porquê	4° Porquê	5° Porquê
Identificar o sintoma	Encontrar uma desculpa	Apontar o culpado	Verificar a causa	Causa raiz

**Fonte:** Adaptado Menezes, 2013

Os 5 porquês é uma ferramenta simples que identificada no planejamento do Ciclo PDCA, auxiliando na identificação da causa raiz dos problemas e direcionando as ações para a melhoria contínua.

### 2.1.6. Benchmarking

Segundo Ferreira (2017) o *benchmarking* é um processo de comparação que avalia produtos, serviços e práticas empresariais, buscando identificar as melhores soluções e 9ermog-las em uma organização. Essa ferramenta permite aprender com outras empresas, seja da mesma indústria ou de setores diferentes, e identificar pontos fortes e fracos para otimizar processos e superar a concorrência. Ao analisar estratégias e resultados de outras empresas, as organizações podem desenvolver novas ideias, melhorar a eficiência e alcançar melhores resultados. No presente trabalho será realizado o *benchmarking*, com objetivo de identificar quais estratégias são utilizadas no mercado, será aplicado na etapa de planejamento.

### 2.1.7. Plano de Ação 5W2H

Lucinda (2016) destaca que o 5W2H é um plano de ação que promove a clareza e a organização de atividades. Ao responder às perguntas “o quê” (*What*), “por quê” (*Why*), “onde” (*Where*), “quando” (*When*), “como” (*How*), “quem” (*How*) e “quanto” (*How Much*), essa ferramenta facilita a gestão de projetos, definindo responsabilidades, métodos, prazos e recursos necessários para alcançar os objetivos.

Araújo (2017) destaca que o 5W2H é uma ferramenta valiosa para quem busca implementar melhorias, pois facilita a tomada de decisões e a organização dos pensamentos. Nakagawa (2014) complementa afirmando que a versatilidade do 5W2H permite sua aplicação em diversas situações, desde decisões simples até projetos mais complexos. O “Quadro 5” demonstra como essa ferramenta pode ser utilizada na prática.

**Quadro 5.** Ferramentas 5W2H

<b>Ferramentas 5W2H</b>			
<b>5W</b>	<i>WHAT?</i>	O que?	Quais são as contramedidas para eliminar o problema?
	<i>WHERE?</i>	Onde?	Onde será executada a tarefa?
	<i>WHEN?</i>	Quando?	Quando será executada a tarefa?
	<i>WHO?</i>	Quem?	Quem é o responsável pela execução da tarefa?
	<i>WHY?</i>	Por que?	Por que esta tarefa é necessária?
<b>2H</b>	<i>HOW</i>	Quanto	Quanto custa? Quais recursos necessários?
	<i>MUCH?</i>	custa?	
	<i>HOW?</i>	Como?	Qual é o método de execução destas tarefas?

**Fonte:** Adaptado de Gomes, 2014

O 5W2H é como um guia completo que a gente usa na fase de planejamento do Ciclo PDCA para detalhar todas as etapas de um projeto. Ao usar o 5W2H, a gente garante que nada seja esquecido e que todos os envolvidos saibam exatamente o que precisa ser feito.

## 2.2 FERRAMENTAS UTILIZADAS PARA COLETA DE DADOS E CONFIABILIDADE DE POSSÍVEIS CAUSAS LEVANTADAS

A utilização de ferramentas é indispensável para o desenvolvimento do trabalho, com objetivo de coletar dados baseando nos fatores reais. Diante desta premissa, nesta seção foram apresentadas as ferramentas aplicadas na etapa experimental do projeto.

### 2.2.1 Termopar do tipo k com visor

Foi utilizado na presente pesquisa, o termopar tipo K com visor, a qual tem como principal funcionalidade obter a exatidão da medição de temperatura característica dos termopares tipo K, além da praticidade de visualizar os resultados diretamente em um display digital. Abaixo na “Figura. 3” imagem dos termopares.



**Figura 3.** Termopar do tipo k mais visor

**Fonte:** A autora.

Com a utilização da ferramenta foi identificado a temperatura dos aparelhos celulares.

### 3.1.1 Sensor de temperatura no automóvel

O sensor de temperatura é uma ferramenta essencial para monitorar a temperatura no ambiente. Com a utilização do sensor pode-se identificar se fatores externos contribuem para o superaquecimento em smartphones quando carregados por método de indução.

### 2.2.3 Câmera Termovisora Texto 868

A câmera termovisora é um instrumento que permite visualizar a radiação infravermelha emitida pelos objetos, transformando essas informações em imagens térmicas, ou seja, podemos verificar os pontos superaquecidos, pois tem como funcionalidade detectar diferenças de temperatura em objetos

e ambientes. Essas diferenças podem indicar problemas, anomalias ou condições específicas que não são visíveis a olho nu.

Desde modo essa ferramenta será de suma importância pois podemos identificar a localidade de pontos específicos com anormalidade de calor.



**Figura 4.** Câmera Termovisora Testo 868

**Fonte:** Texto.

### **3.1.2 Software Minitab**

O Minitab é um software estatístico, a qual oferece uma gama completa de ferramentas para analisar dados, identificar padrões, testar hipóteses e tomar decisões mais concretas. A qual foi aplicado para verificar a confiabilidade de dados coletados deste modo foi utilizado os gráficos de Coeficiente de correlação e teste de Hipótese de Correlação Linear.

### **2.2.5 Software Excel**

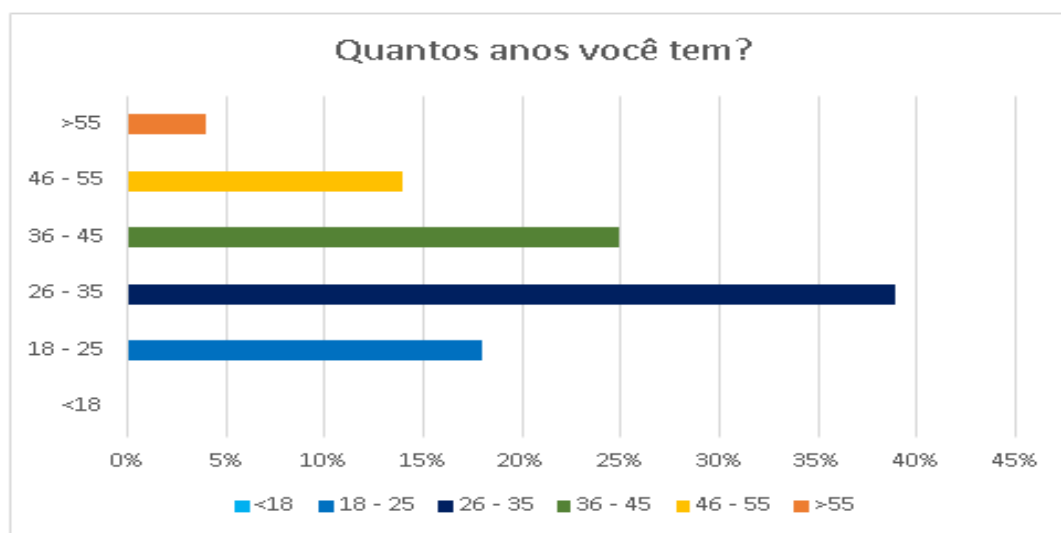
Neste estudo, foi utilizado o Excel, uma ferramenta de planilhas eletrônicas, para organizar e analisar os dados coletados na pesquisa de satisfação do cliente. A plataforma permitiu a criação de gráficos e tabelas que visualizam de forma clara os resultados da pesquisa, facilitando a identificação de *insights*. Além disso, o Excel foi utilizado para analisar os dados do teste de desempenho, permitindo a comparação dos resultados.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Neste capítulo foi apresentado a percepção do público em relação ao carregamento de celulares pelo método de indução em automóveis, em seguida foi realizado vários testes de desempenho com propósito de identificar as problemáticas relatadas no questionário, na sequência aplica-se o *brainstorming* com objetivo de identificar as causas, foi inevitável a ferramenta visual que ajuda a identificar as causas do problema chamada de diagrama de Ishikawa, após foi verificado quais tinham urgência através de uma avaliação da matriz GUT.

#### 4.1.1 Identificação do Problema: Voz cliente

No presente estudo, efetivou-se uma pesquisa de satisfação do cliente (VoC) para coletar feedback sobre o carregamento por indução em automóveis. Um questionário com sete perguntas foi aplicado a 28 participantes, com o objetivo de entender as percepções e expectativas dos usuários em relação a essa tecnologia. A primeira pergunta, sobre a idade dos participantes, buscou identificar o perfil dos usuários que utilizam o carregamento por indução. Podemos identificar na “Figura 5”.



**Figura 5.** Gráfico faixa etária dos respondentes

**Fonte:** A Autora, 2024.

Ao analisar a faixa etária dos participantes, constatamos que 18% possuem mais de 55 anos. A faixa etária entre 46 e 55 anos concentrou 39% dos respondentes, seguida pela faixa de 36 a 45 anos com 25%. Os grupos de 26 a 35 anos e de 18 a 25 anos representaram 14% e 4% da amostra, respectivamente.

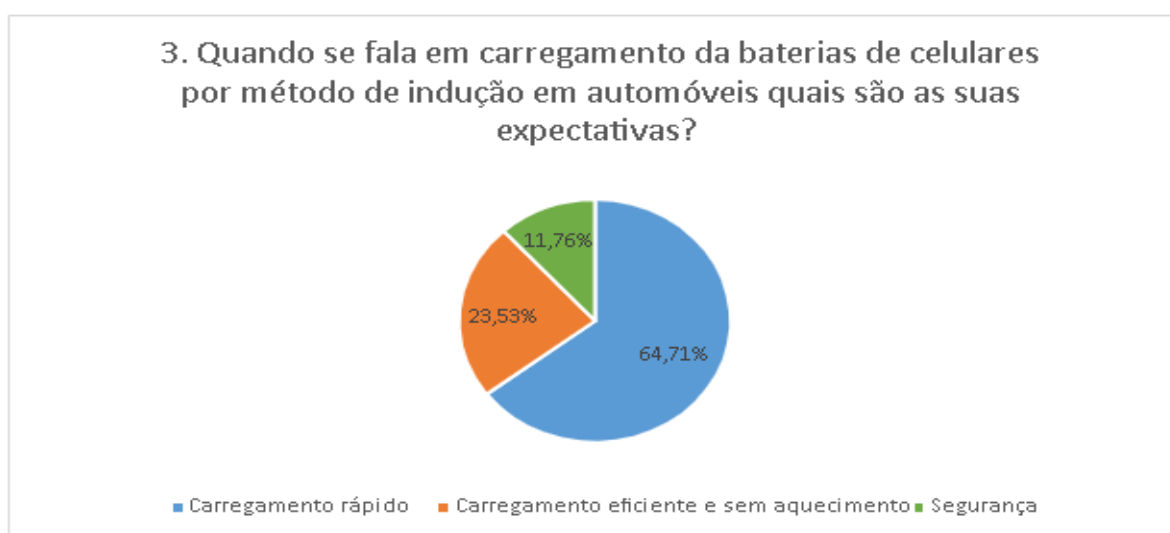
Na segunda pergunta, que investigava o conhecimento sobre carregamento por indução, obtivemos um resultado bastante positivo: 82% dos participantes demonstraram estar familiarizados com essa tecnologia. Conforme mostra a “Figura 6. Gráfico de conhecimento da tecnologia”.



**Figura 6.** Gráfico de conhecimento da tecnologia

**Fonte:** A autora, 2024.

Na terceira pergunta, indagamos aos participantes sobre suas expectativas em relação ao carregamento por indução de smartphones em veículos. A análise das respostas, visualizadas na “Figura 7”, revelou que a principal expectativa dos consumidores é a de um carregamento rápido e ininterrupto, mencionada por 64,71% dos participantes. Além disso, a possibilidade de utilizar o GPS do celular durante o carregamento também foi bastante valorizada. A eficiência e a segurança do sistema, embora com menor percentual, também foram consideradas importantes, com 23,53% e 11,76% dos respondentes mencionando a preocupação com o aquecimento do aparelho.

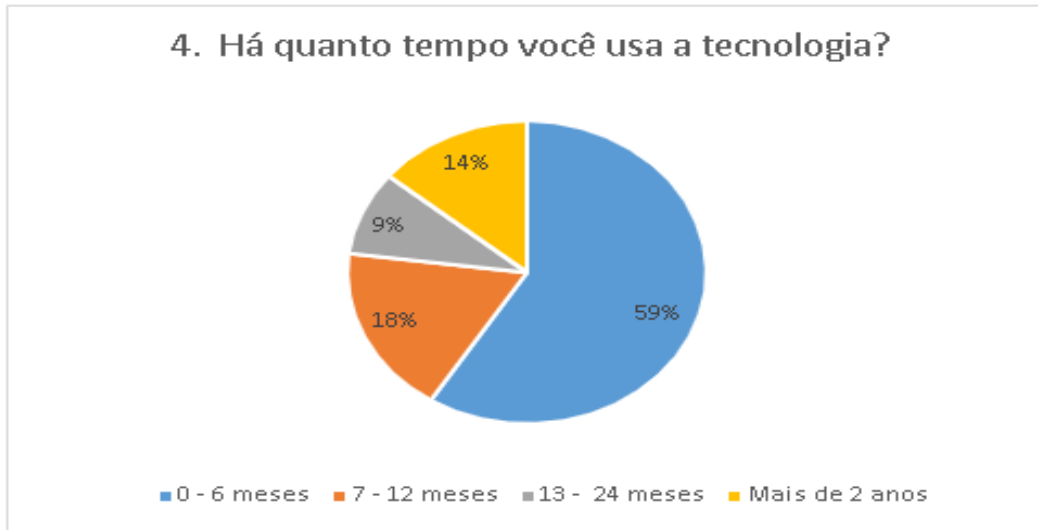


**Figura 7.** Expectativas do carregamento por indução

**Fonte:** A autora, 2024.

A quarta pergunta buscava entender há quanto tempo os participantes utilizam a tecnologia. Conforme os dados da “Figura 8”, 59% dos entrevistados iniciaram o uso da

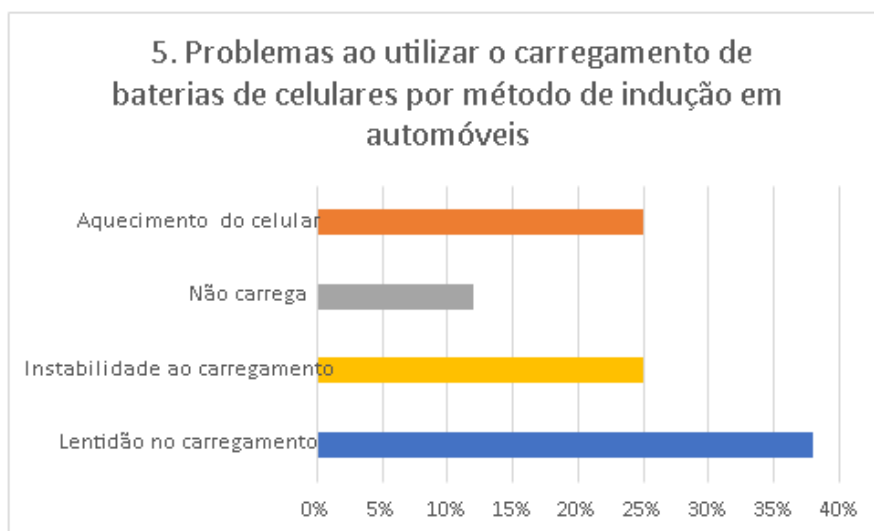
tecnologia há menos de 6 meses. Os demais se distribuem da seguinte forma: 18% entre 7 e 12 meses, 9% entre 13 e 24 meses e 14% há mais de 2 anos.



**Figura 8.** Período de utilização da tecnologia

**Fonte:** A autora, 2024.

A quinta pergunta abordou os problemas enfrentados pelos usuários ao utilizar o carregamento por indução em automóveis. Conforme a “Figura 9”, os principais problemas relatados foram: lentidão no carregamento (38%), instabilidade no processo (25%), aquecimento do celular (25%) e falha no carregamento (12%).



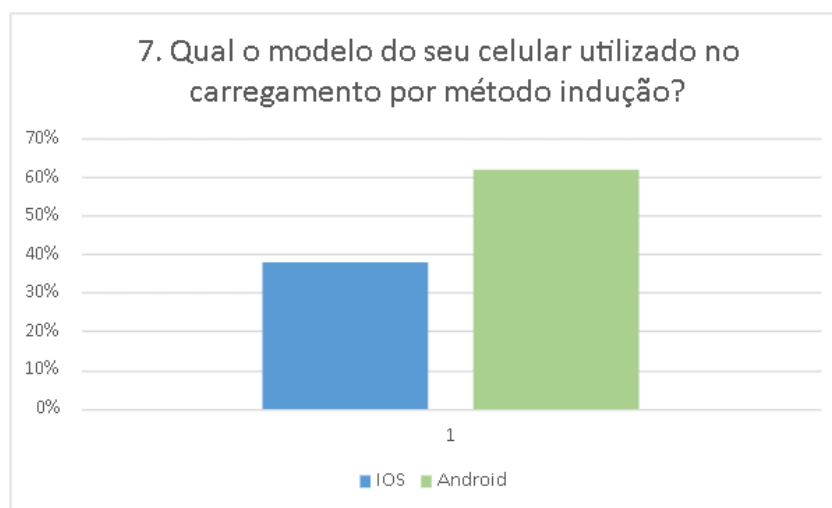
**Figura 9.** Gráfico da percepção dos clientes em relação ao problema

**Fonte.** A autora, 2024.

A fim de avaliar o nível de satisfação geral com a tecnologia de carregamento por indução, a sexta pergunta solicitou aos participantes que atribuíssem uma nota de 0 a 5. A média das avaliações foi de

3,75 pontos, indicando um nível de satisfação moderado. No entanto, a presença de notas mais baixas sugere a existência de aspectos que não atendem plenamente às expectativas dos usuários.

A sétima pergunta tinha como objetivo identificar o sistema operacional dos smartphones utilizados pelos participantes. Conforme demonstrado na “Figura 10”, a maioria dos participantes (62%) utiliza dispositivos com sistema operacional Android, enquanto 38% utilizam dispositivos com sistema operacional iOS.



**Figura 10.** Gráfico do percentual da utilização do sistema IOS e Android

**Fonte.** A autora, 2024.

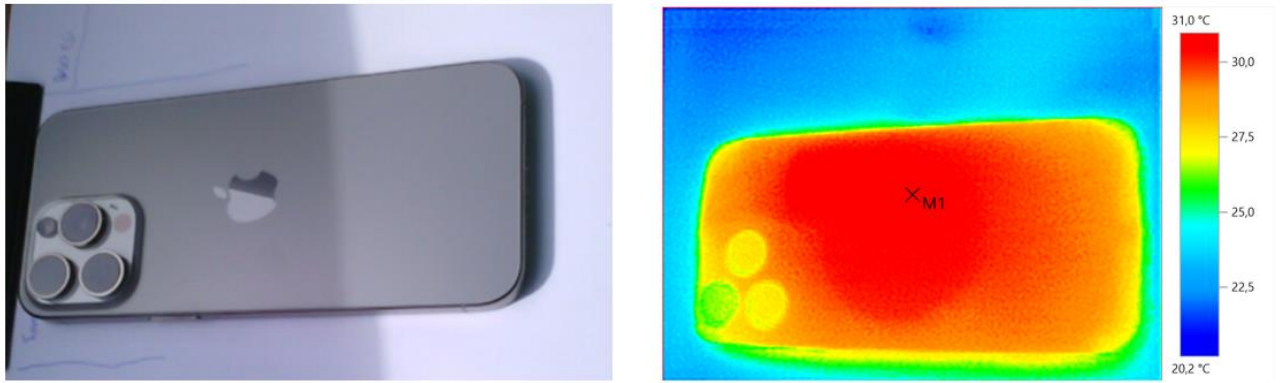
Os feedbacks dos clientes evidenciaram a necessidade de melhorias no sistema de carregamento por indução. A lentidão (38%), a instabilidade (25%) e o aquecimento (25%) dos dispositivos foram os principais pontos de insatisfação, resultando em uma média de satisfação de apenas 3,75. É fundamental abordar essas questões para aumentar a satisfação dos usuários e garantir a competitividade da tecnologia no mercado.

#### 4.1.2 Identificação do problema: Atividade experimental

Os testes de desempenho têm como objetivo quantificar a velocidade, a robustez e a capacidade de reação do sistema sob condições de cargas definidas. A pesquisa foi conduzida em um percurso de 37 km, com início na fábrica Renault do complexo Ayrton Senna e término no portal da Graciosa. Através da câmera termográfica, foi possível visualizar a distribuição de temperatura no sistema, permitindo a identificação de áreas com maior concentração de calor.

Os pontos de superaquecimento foram verificados para identificação do local de onde será implantado os termopares. A “Figura 11” apresenta um registro fotográfico do teste.





**Figura 11.** Registro dos pontos de superaquecimento através da câmera termografia

**Fonte:** A autora, 2024.

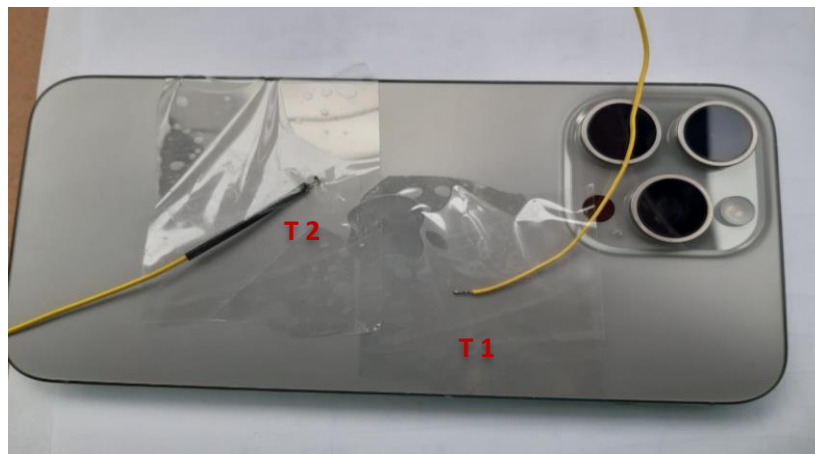
Para a medição da temperatura foi utilizado termopares tipo K. A “Figura 12” apresenta um registro fotográfico do teste.



**Figura 12.** Foto do teste de desempenho

**Fonte:** A autora, 2024.

Na “Figura 13.” Pontos de aplicação dos termopares do tipo k.



**Figura 13.** Pontos de aplicação do termopar do tipo k.

**Fonte:** A autora, 2024.

Um protocolo de coleta de dados minucioso foi estabelecido para o teste de desempenho. O primeiro passo da coleta foi com o dispositivo desligado do carregador por indução (Min 0), a partir do momento da conexão, os dados foram coletados a cada minuto, foram coletados dados como a porcentagem de carga da bateria ( $\Delta\%$ ), a temperatura nos pontos de superaquecimento pré-determinados (T1 e T2), identificados pela câmera termografia, e a temperatura ambiente ( $^{\circ}\text{C}$ ). Esse procedimento permitiu uma análise detalhada da evolução do sistema durante o carregamento por indução. Abaixo encontra-se a “Tabela 1” a qual é possível identificar uma amostra da coleta de dados para o teste:

**Tabela 1.** Dados coletados dia 1 ida

Min	$\Delta\%$	T1 - $^{\circ}\text{C}$	T2 - $^{\circ}\text{C}$	Temperatura Ambiente - $^{\circ}\text{C}$
0	77%	33	33,3	23
1	77%	35,5	38	23,5
2	78%	37,5	42,2	23,5
3	78%	38,5	43,3	24
4	79%	39,4	44,3	23,5
5	79%	40,2	45,2	23,5
6	80%	40,8	46	23,5
7	80%	41,4	46,7	23,5
8	81%	42,3	47,8	23
9	81%	43,1	48,7	23
10	82%	43,4	49	23
11	82%	43,1	47,3	23
12	82%	42,4	43,7	23
13	82%	42,1	43,5	23
14	82%	42	43,3	23
15	82%	44	44,8	23
16	82%	43,1	44,5	23
17	82%	42,6	43	23
18	82%	42,6	43,8	23
19	82%	42,6	43,7	23
20	82%	42,5	43,6	23
21	82%	42,5	43,6	23
22	82%	42,5	43,6	23
23	82%	42,4	43,6	23,5
24	82%	42,5	43,6	23,5
25	82%	42,6	43,7	23,5
26	82%	42,5	43,7	23,5
27	82%	42,3	43,6	23
28	82%	42,3	43,6	23
29	82%	42,2	43,7	23
30	82%	42,2	43,7	23

Fonte: A autora, 2024.

Foi utilizado o Coeficiente de Correlação na qual Marques e Marques (2009), descreve é uma medida de relação entre variáveis, por meio da estatística que quantifica a força e a direção da relação linear entre as variáveis. E ainda os autores descrevem que quando uma variável varia, a outra tende a variar de forma previsível determinando a correlação. Caso as mudanças em uma variável não estão associadas a mudanças sistemáticas na outra elas são não correlacionadas. O foco é saber se existe uma relação entre a porcentagem de carregamento por indução e o superaquecimento do aparelho. O coeficiente de correlação ajuda a responder essa pergunta.

A equação para calcular o coeficiente de correlação de Pearson entre duas variáveis é dada por:

$$r = \frac{\sum(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum(X_i - \bar{X})^2 \sum(Y_i - \bar{Y})^2}}$$

Onde:

r: Coeficiente de correlação de Pearson;

X<sub>i</sub>: Valor individual da variável X;

$\bar{X}$ : Média da variável X;

Y<sub>i</sub>: Valor individual da variável Y;

$\bar{Y}$ : Média da variável Y;

$\Sigma$ : Somatório;

O que cada parte da equação significa:

(X<sub>i</sub> -  $\bar{X}$ ): Desvio de cada valor de X em relação à média de X.

(Y<sub>i</sub> -  $\bar{Y}$ ): Desvio de cada valor de Y em relação à média de Y.

$\Sigma[(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})]$ : Soma do produto dos desvios de X e Y. Essa parte mede a covariância entre X e Y.

$\sqrt{\Sigma(X_i - \bar{X})^2}$ : Desvio padrão da variável X.

$\sqrt{\Sigma(Y_i - \bar{Y})^2}$ : Desvio padrão da variável Y.

Onde a interpretação segundo Marques e Marques (2009):

Pode variar de -1 a 1, sendo -1 correlação linear negativa perfeita e 1 correlação positiva perfeita, porém para 0 não existe correlação entre as variáveis. Contudo há diferentes valores para r, dependendo da interpretação do coeficiente de correlação de Pearson:

0.9 ≤ |r| ≤ 1.0: Existe correlação forte positiva;

0.6 ≤ |r| < 0.9: Existe correlação positiva;

0.3 ≤ |r| < 0.6: Existe correlação fraca positiva;

0.0 ≤ |r| < 0.3: correlação desprezível positiva;

Ademais no presente trabalho foi aplicado uma análise mais profunda de acordo com Marques e Marques (2009), o Teste de Hipótese da Correlação Linear determina se a correlação entre as variáveis é estatisticamente significativa. O teste nos permite calcular o valor-p, que indica a probabilidade de obtermos um coeficiente de correlação tão alto ou mais alto do que o observado, assumindo que não existe correlação na população.

Hipótese Nula (H0): A correlação entre as duas variáveis é igual a zero ( $\rho = 0$ ). Ou seja, não existe relação linear entre as variáveis na população.

Hipótese Alternativa (H1): A correlação entre as duas variáveis é diferente de zero ( $\rho \neq 0$ ). Ou seja, existe uma relação linear entre as variáveis na população.

Onde a equação para calcular a estatística do teste é dada por:

$$t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}$$

Onde:

t: valor-t calculado;

r: coeficiente de correlação de Pearson;

n: tamanho da amostra;

Dessa forma, utiliza-se o teste t para avaliar a significância da correlação, considerando os graus de liberdade da amostra e o tipo de teste (bilateral ou unilateral) mais adequado para a hipótese.

Perante a hipótese:

$$H0: \rho = \rho_0 \neq 0;$$

Utiliza-se a estatística

$$Z = \frac{1}{2} \ln\left(\frac{1+r}{1-r}\right)$$

Onde

$$\mu_z = \frac{1}{2} \ln\left(\frac{1+\rho_0}{1-\rho_0}\right)$$

E

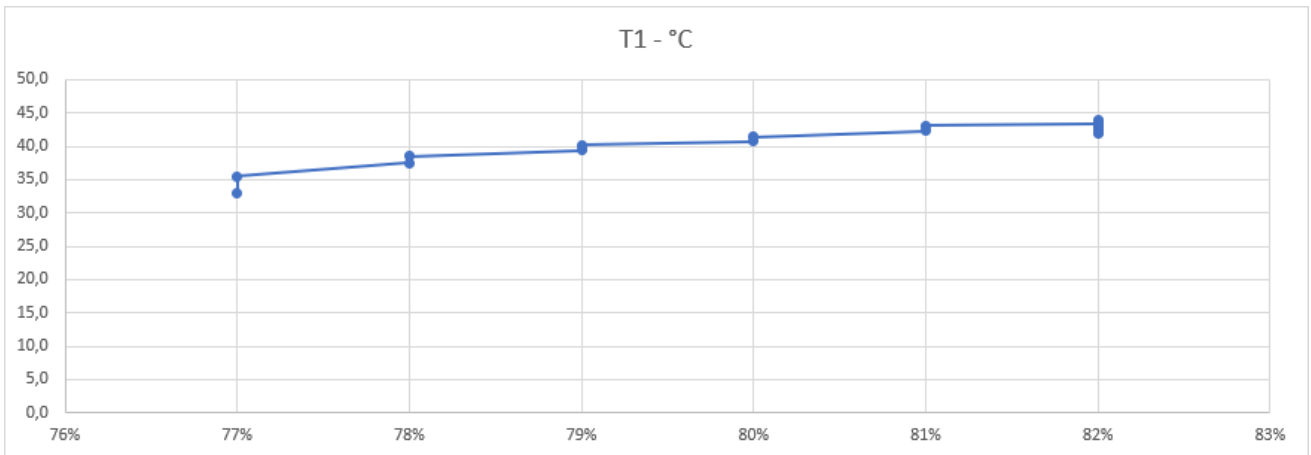
$$\sigma_z = \frac{1}{\sqrt{n-3}}$$

Visto que Z segue uma distribuição aproximadamente normal, a variável padronizada z pode ser calculada com

$$z = \frac{Z - \mu_z}{\sigma_z}$$

No dia 1, o teste foi realizado com o aparelho iPhone 15 Pro, no percurso ida ao Portal da Graciosa. A qual foi coletado 30 amostras, foram obtidos os seguintes resultados.

A primeira coleta de dados foi realizada antes do início do carregamento por indução. Em seguida, foram coletados dados a cada 1 minuto percebeu-se que a cada 2 minutos 1% da bateria carregava, até que o aparelho atingiu 43,1°C e o carregamento foi interrompido. O gráfico da “Figura 14” evidencia uma correlação direta entre o tempo de carregamento do celular T1 e o aumento da sua temperatura.

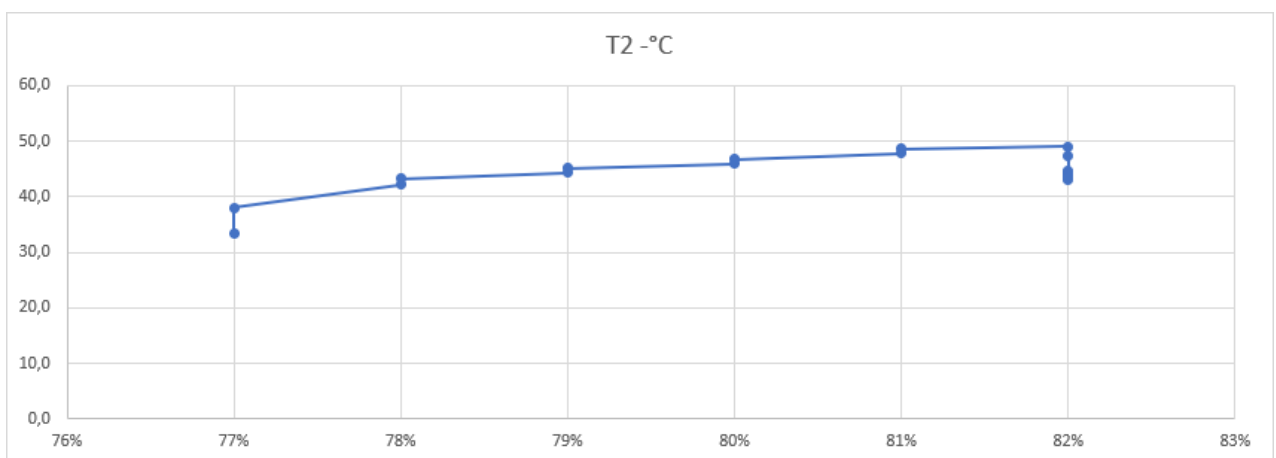


**Figura 14.** Gráfico de dispersão das variáveis T1 - °C e % da bateria no dia 1

**Fonte:** A autora, 2024.

O coeficiente de correlação de Pearson, calculado em 0,927, indica uma forte correlação positiva entre as variáveis temperatura e nível de carga da bateria, sugerindo uma relação de dependência direta entre ambas.

A coleta de dados iniciou-se com o aparelho desligado do carregamento por indução. Em seguida, dados foram coletados a cada minuto, observando-se um aumento de 1% na bateria a cada 2 minutos. O carregamento foi interrompido ao T2 atingir 49°C. A “Figura 15” mostra que a temperatura aumentou linearmente com o tempo de carregamento do celular T2.



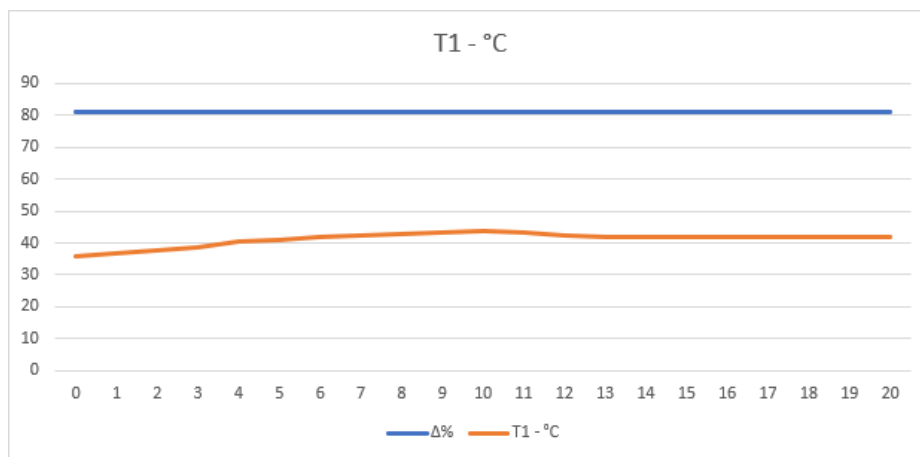
**Figura 15.** Gráfico de dispersão das variáveis T2 - °C e % da bateria no dia 1

**Fonte:** A autora, 2024.

A correlação entre as variáveis é fraca e positiva ( $r = 0,493$ ), indicando a variável temperatura e carregamento conclui-se uma leve tendência de aumento em T2 quando T1. No entanto, a diferença das temperaturas de T2 é, em geral, inferior à de T1 devido à localização do termopar.

No mesmo dia o teste com o aparelho, foi repetido na rota do Portal da Graciosa até a montadora. Antes de iniciar o teste, o aparelho foi resfriado por 10 minutos. Foram coletas 20 amostras.

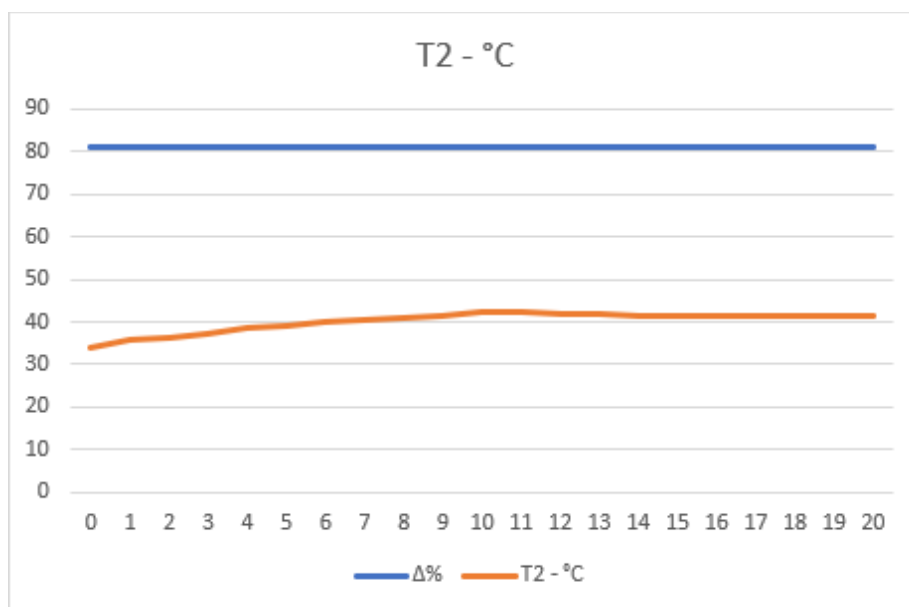
Os dados a seguir foram coletados com demonstra a “Figura 16”, a qual verificando que durante 20 minutos de carregamento por indução a bateria permaneceu igual a 81% de carga durante todo o teste e não apresentou de superaquecimento para T1.



**Figura 16.** Gráfico de linhas T2 - °C e % da bateria no dia 1

**Fonte:** A autora, 2024.

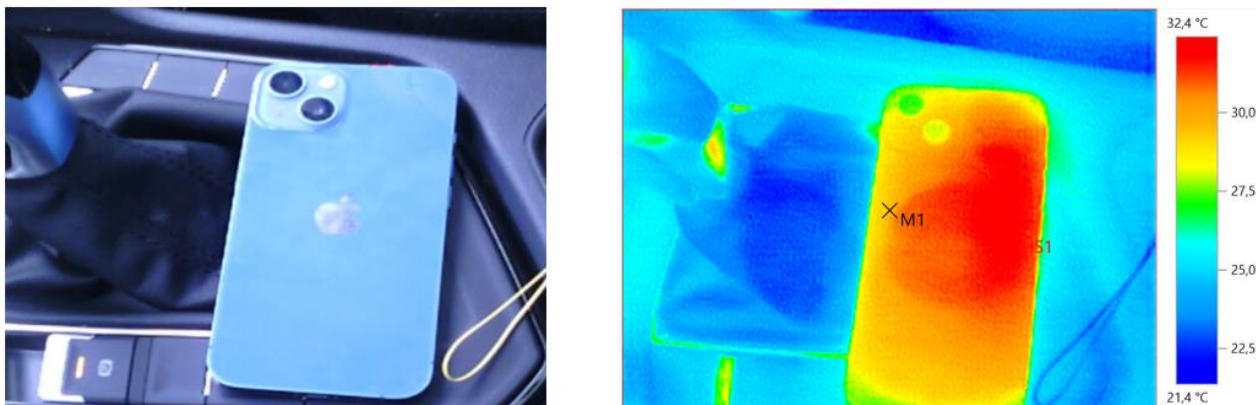
A “Figura 17”, a qual foi o teste foi acompanhado durante 20 minutos de carregamento por indução a bateria permaneceu igual a 81% e não houve superaquecimento.



**Figura 17.** Gráfico de linhas T2 - °C e % da bateria no dia 1

**Fonte:** A autora, 2024.

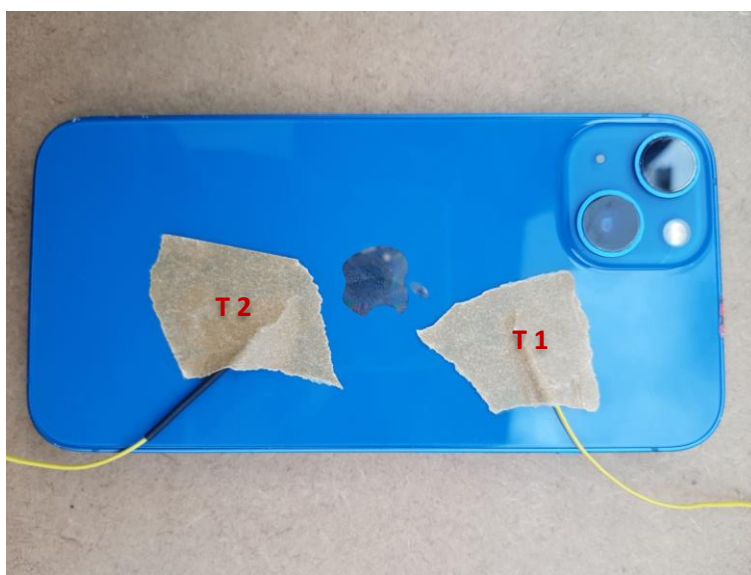
No segundo dia, o teste foi conduzido utilizando o iPhone 13, onde os dados foram coletados 60 amostras durante uma hora. Identificado através da câmera termográfica os pontos de superaquecimento, conforme a “Figura 18”. Identificação de pontos de superaquecimento.



**Figura 18.** Identificação dos pontos de superaquecimento.

**Fonte:** A autora, 2024.

Os termopares foram aplicados nos pontos indicados na “Figura 19”.

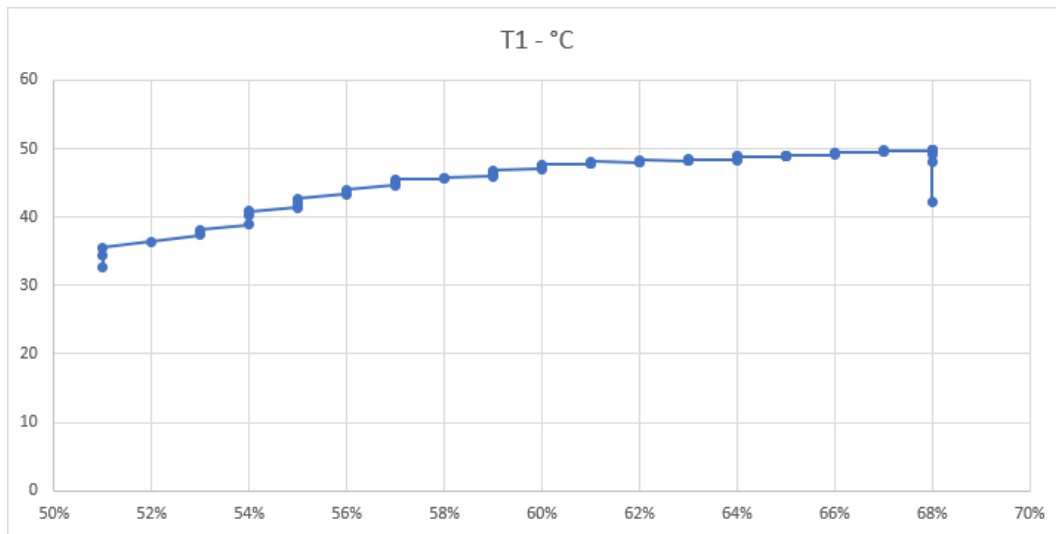


**Figura 19.** Pontos de aplicação do termopar do tipo k.

**Fonte:** A autora, 2024.

No início do teste (min=0), a bateria do aparelho estava com 51% e a temperatura T1 foi de 32,2°C, enquanto a temperatura ambiente era de 22,5°C (“Figura 19”). A temperatura do dispositivo aumentou gradativamente durante o carregamento. Nos primeiros minutos, esse aumento foi mais acentuado, com uma média de 1% a cada 2 minutos. Ao atingir 46,8°C, a taxa de média de

carregamento em cerca de 3 minutos por grau. O carregamento foi interrompido pelo próprio aparelho por segurança quando a temperatura chegou a 49,9°C e 68% de bateria.

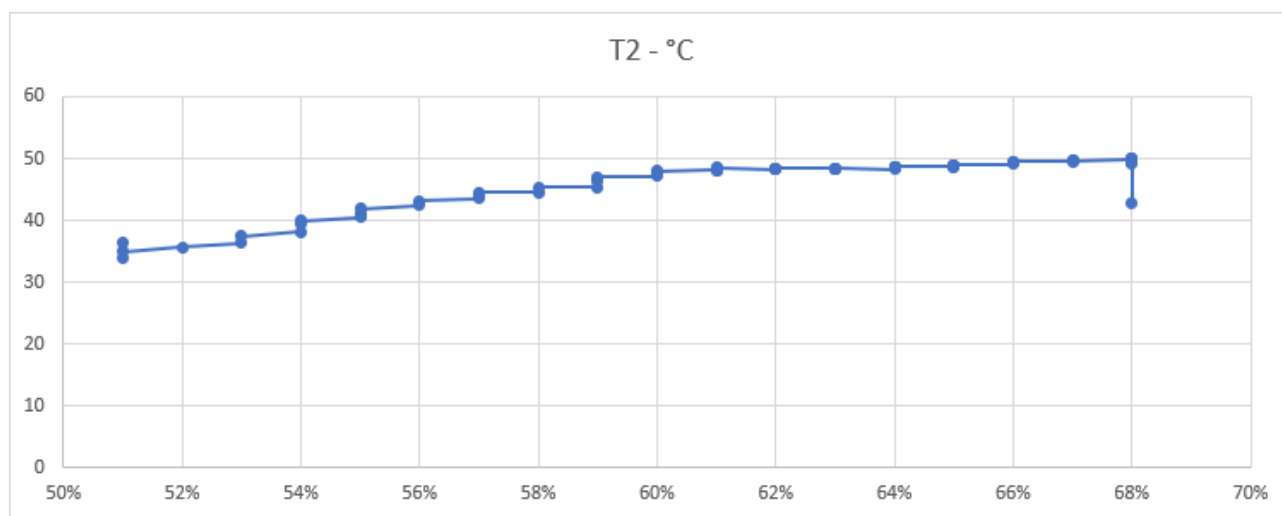


**Figura 19.** Gráfico de dispersão das variáveis T1 - °C e % da bateria no dia 2

**Fonte:** A autora, 2024.

A temperatura e o nível de carga da bateria apresentam uma correlação positiva significativa ( $r=0,872$ ), sugerindo dependência entre elas.

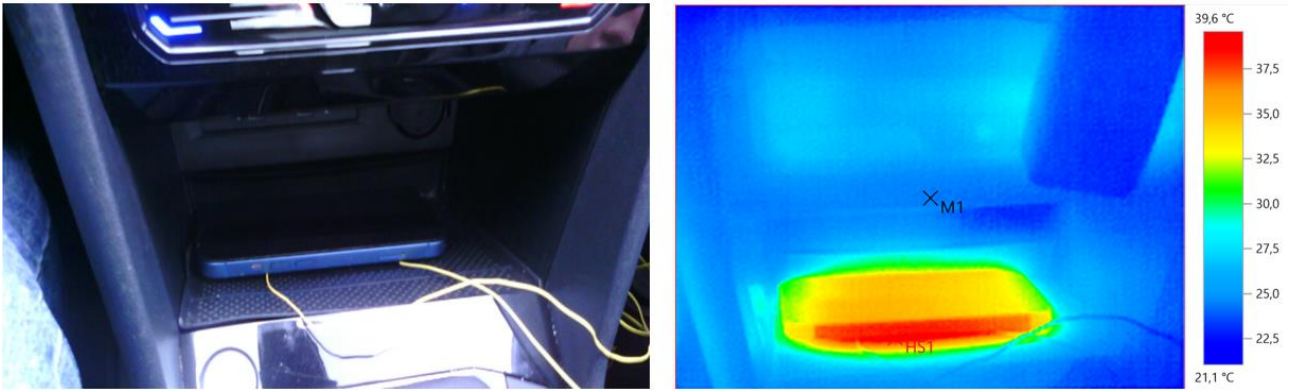
Conforme a “Figura 20”, no instante inicial do teste ( $\text{min}=0$ ), o dispositivo apresentava 51% de carga na bateria e temperatura T2 32,5°C, em um ambiente com temperatura de 22,5°C. A temperatura interna aumentou significativamente nos primeiros minutos de carregamento, quando atingiu 47°C passou a carregar 1% a cada 3 minutos. O processo de carregamento foi interrompido pelo sistema de segurança do dispositivo quando a temperatura atingiu 49°C e a bateria alcançou 68% de sua capacidade.



**Figura 20.** Gráfico de dispersão das variáveis T2 - °C e % da bateria no dia 2

**Fonte:** A autora, 2024.





**Figura 21.** Superaquecimento durante o teste

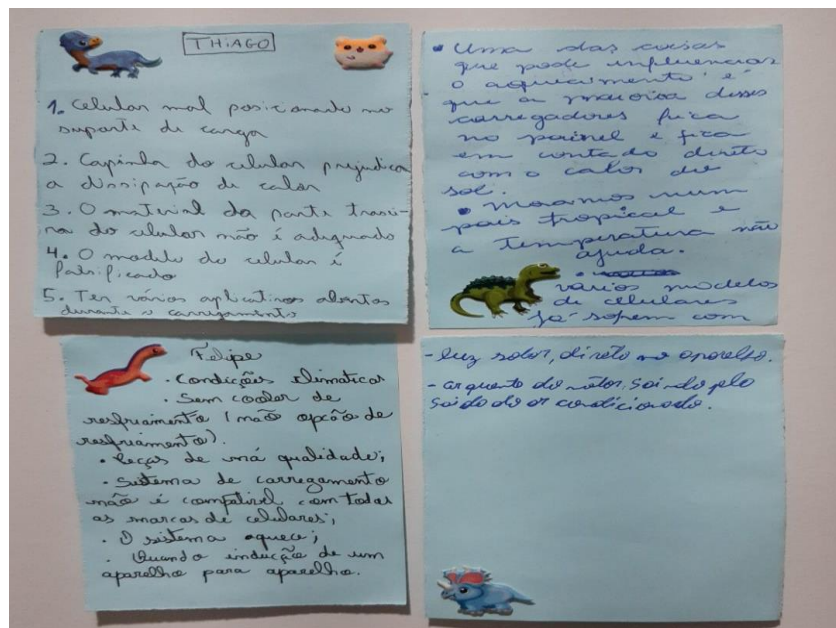
Fonte: A autora, 2024.

Os dados indicam uma correlação positiva ( $r=0.891$ ) entre a temperatura e o nível de carga da bateria, o que sugere que o aumento da temperatura está diretamente relacionado ao aumento do nível de carga.

Em ambos os testes, se observou lentidão no processo de carregamento por indução. Além disso, ao atingir altas temperaturas, o aparelho interrompeu o carregamento e apresentou instabilidade.

### 4.1.3 Brainstorming

Neste subcapítulo, apresentamos os resultados da etapa de levantamento de hipóteses sobre o superaquecimento de celulares durante o carregamento por indução em veículos. A partir da pergunta ‘Por que ou o que causa o superaquecimento de celulares durante o carregamento por indução em veículos?’, foram levantadas diversas possibilidades, as quais estão ilustradas na “Figura 21”.



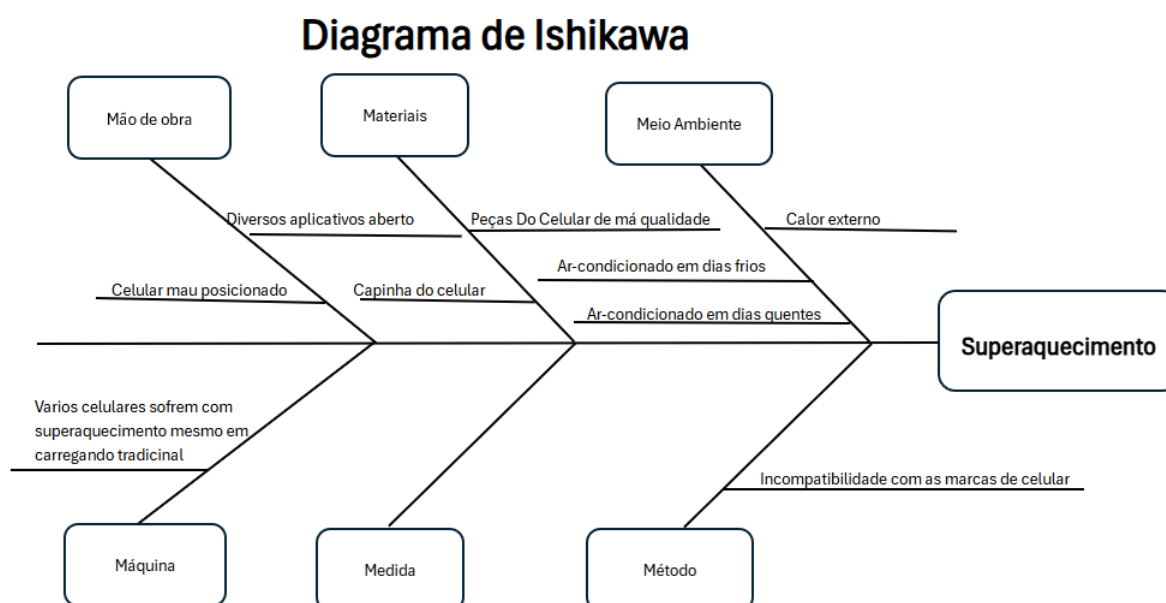
**Figura 22.** *Post-it* com respostas do *Brainstorming*.

**Fonte:** A autora, 2024.

- Falta de um sistema de refrigeração eficiente, os componentes internos podem não conseguir dissipar o calor gerado durante o funcionamento, o que pode levar ao superaquecimento;
- Temperatura ambiente pode influenciar;
- Vários modelos de celulares sofrem com superaquecimento mesmo em carregamento tradicional;
- A utilização de diversos aplicativos durante o carregamento;
- Capinha do celular prejudica a dispersão de calor;
- Celular mal posicionado no suporte de carga;
- Sistema de carregamento não é compatível com todas as marcas de celular;
- Ar-condicionado em dias quentes;
- Ar-condicionado em dias frios;

### 3.1.4 Análise das causas potenciais: Diagrama de Ishikawa

A etapa inicial do MASP consistiu em definir o problema, que após análise dos testes e do VoC, foi identificado o superaquecimento durante o carregamento por indução. A partir dessa constatação, realizou-se um brainstorming para explorar as possíveis causas. As ideias geradas foram organizadas e visualizadas por meio do Diagrama de Ishikawa, apresentado na “Figura 22”.



**Figura 23.** Diagrama de Ishikawa do problema do superaquecimento

**Fonte:** A autora, 2024.

A investigação revelou múltiplos fatores que contribuem para o superaquecimento, incluindo características do aparelho como o material da capinha, qualidade dos aparelhos e a identificação do problema no modo tradicional de carregamento. Também a problemática pode ser gerada devido a fatores como incompatibilidade entre o carregador e o dispositivo, além da influência de fontes de calor externas.

### 3.1.5 Observação: Matriz GUT

Após a verificação das causas do problema, estes foram avaliados por uma matriz GUT, com objetivo de priorizar o que deve ser trabalhado primeiro. A avaliação foi realizada com 3 pessoas.

A pontuação da matriz GUT é mostrada na “Tabela 2”.

**Tabela 2.** Matriz GUT do problema do superaquecimento

Causas Potenciais	Descrição	Gravidade	Urgência	Tendência	GUT
1	Vários modelos sofrem superaquecimento mesmo em carregamento tradicional	5	5	5	125
2	Celular posicionado incorretamente	3	2	1	6
3	Capinha do celular	3	4	4	48
4	Ar-condicionado em dias quentes	4	5	5	100
5	Peças do celular de má qualidade	5	5	5	125
6	Ar-condicionado em dias frio	1	1	1	1
7	Calor externo sem ar-condicionado	5	5	5	125
8	Incompatibilidade com as marcas de celulares	5	5	5	125
9	Diversos aplicativos abertos	5	5	5	125

**Fonte:** A autora, 2024.

Conforme a “Tabela 2” foram levantadas 9 causas, as mais prioritárias a serem investigadas com maior profundidade foram: Vários modelos sofrem com superaquecimento mesmo em carregamento tradicional, peças de celular de má qualidade, calor externo sem ar-condicionado, incompatibilidade com as marcas de celulares e diversos aplicativos abertos.

### 3.1.6 Análise: Cinco Porquês

A aplicação da ferramenta Cinco Porquês (“Quadro 6”) permitiu uma análise profunda das causas do superaquecimento dos celulares. Através dessa metodologia, foi possível identificar que os principais fatores relacionados ao problema são internos ao aparelho, como a utilização de componentes de baixa qualidade, a incompatibilidade entre diferentes marcas e a sobrecarga do sistema causada pela execução simultânea de diversos aplicativos. Além disso, condições externas, como o calor excessivo, também influenciam o superaquecimento, embora de forma menos direta.

**Quadro 4.** Cinco Porquês do problema do superaquecimento

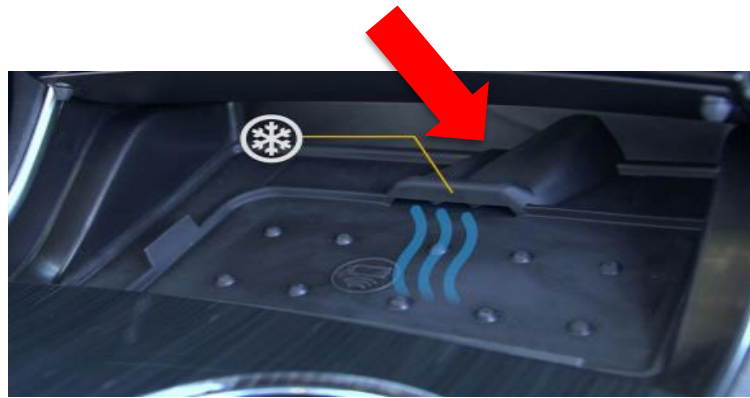
Causas fundamentais	1° Porquê	2° Porquê	3° Porquê	4 Porquê	5 Porquê
Problemas relacionados diretamente ao aparelho	Os aparelhos superaquecem	Os equipamentos existentes apresentam imprecisão no controle de temperatura	Não há um sistema eficaz desenvolvido pelas marcas de celular para solucionar esse problema	A otimização da temperatura em aparelhos é complexa devido aos múltiplos parâmetros envolvidos no desenvolvimento	Não há ferramentas específicas para otimizar ou solucionar o problema de superaquecimento
Causa relacionada ao fator externo que não podem ser controlados	Fatores com chuva, vento, frio, calor não podem ser controlados	Moramos em um país tropical e a temperatura varia	---	---	---

**Fonte:** A autora, 2024.

### 3.1.7 Benchmarking

Através do *benchmarking* foi possível identificar quais são as práticas, utilizadas para aliviar as dores do cliente quando se fala da insatisfação do carregamento por indução a qual se compara seus as soluções para o produto de outras empresas, você pode identificar quais são as melhores práticas do mercado e como implementá-las na sua organização. Contudo pode-se promover a inovação, ao

desafiar o encontro de novas soluções e a superar os resultados dos concorrentes. Conforme as figuras abaixo:



**Figura 24.** Sistema de resfriamento Chevrolet – Cruze – 2017

**Fonte:** A autora, 2024.

A Chevrolet inovou ao incorporar um sistema de refrigeração no local de carregamento por indução de seus veículos. Esse sistema aproveita o fluxo de ar do sistema de ar-condicionado, como demonstrado na “Figura 24”.



**Figura 25.** Sistema de resfriamento Fiat – Pulse (B-SUV) –SOS 2021 e Fiat Fastback (Pulse derived) – SOS 2022

**Fonte:** A autora, 2024.

A “Figura 25” ilustra o sistema de carregamento por indução da Fiat, que conta com um sistema de refrigeração posicionado acima.



**Figura 26.** RAM – Rampage SOS 2023

**Fonte:** A autora, 2024.

A “Figura 26” revela que a RAM equipou seu carregador por indução com um sistema de refrigeração, posicionado estrategicamente na borda.



**Figura 27.** Renault – Duster

**Fonte:** A autora, 2024.

A Renault Duster possui um sistema de refrigeração conectado ao ar-condicionado, localizado do lado superior direito, como mostra a Figura 27.



**Figura 28.** Sistema de resfriamento Renault - Kardian 2024

**Fonte:** A autora, 2024.

Com a câmera termográfica foi verificado a eficiência da tecnologia no veículo Kardian, permitindo compreender a redução de calor no local de carregamento por indução conforme a “Figura 28”, mantendo a temperatura de 15°C (em azul).

### 3.1.8 Plano de ação 5W2H

Considerando os resultados da atividade experimental, a análise dos dados e as preocupações levantadas em relação ao superaquecimento de celulares durante o carregamento por indução, propõe-se uma pesquisa aprofundada sobre as tecnologias de refrigeração existentes. A análise comparativa dessas tecnologias permitirá identificar as estratégias mais eficazes para reduzir o problema do superaquecimento. Além disso, serão exploradas novas possibilidades tecnológicas que possam contribuir para a solução. O “Quadro 5” apresenta o plano de ação completo, detalhando as etapas a serem seguidas.

**Quadro 5.** 5W2H propostas

<i>What</i>	<i>When</i>	<i>Who</i>	<i>Why</i>	<i>Where</i>	<i>How</i>	<i>How Much</i>
Cabine de refrigeração para o aparelho	03/12/2026	Autores	Resfriar o aparelho ou evitar que o aparelho superaqueça	Universidade e montadora	Desenvolvimento do produto, protótipo montabilidade e testes	A estimar
			Quando não houver a ação de		Desenvolvimento do produto,	

Interruptor de passagem de ar de refrigeração	03/12/2026	Autores	carregamento, tem a possibilidade de desligar o sistema	Universidade e montadora	protótipo montabilidade e testes	A estimar
Sistema independente da bateria do veículo	03/12/2026	Autores	Para não ocorrer o descarregamento da bateria do veículo, e para atender a necessidade mesmo o automóvel estando desligado.	Universidade e montadora	Desenvolvimento do produto, protótipo montabilidade e testes	A estimar

**Fonte:** A autora, 2024.

## 5. CONCLUSÃO

O objetivo deste trabalho foi alcançado pois a gestão térmica de smartphones durante o carregamento por indução é um desafio crucial para a indústria automotiva. Através do método PDCA, identificamos que o superaquecimento dos dispositivos é causado principalmente pela falta de tecnologias de refrigeração eficientes. Essa problemática impacta diretamente a satisfação do usuário e a durabilidade dos dispositivos. As soluções propostas neste estudo visam aprimorar a gestão térmica dos smartphones, garantindo uma experiência de usuário mais satisfatória e a longevidade dos dispositivos.

A análise da Voz do Cliente (VoC) revelou que 38% dos usuários relatam lentidão no carregamento, 25% instabilidade e 25% superaquecimento. Esses dados, aliados à análise do ciclo PDCA, indicam a necessidade de melhorias no sistema de carregamento por indução. Testes específicos demonstraram que a temperatura dos dispositivos aumenta em média 1% a cada 2 minutos nos primeiros minutos de carregamento, atingindo 47°C. A partir de 47°C, a taxa de aumento da temperatura se acelera, e o carregamento é interrompido por segurança quando a temperatura se



aproxima dos 50°C. A análise de causa raiz, utilizando o diagrama de Ishikawa e a técnica dos 5 porquês, apontou a falta de tecnologias de refrigeração eficientes nos dispositivos como o principal fator contribuinte para o superaquecimento. Após foi verificado o que se tem no mercado de tecnologia, e após foi realizado sugestões de possíveis tecnologias.

Embora tenhamos avançado na identificação do problema e na proposição de soluções, a inovação contínua é fundamental para a competitividade da empresa. É preciso mantermos um olhar atento às necessidades dos clientes e às tendências do mercado. Este estudo representa um ponto de partida para o desenvolvimento de produtos e serviços que atendam às demandas futuras, impulsionando a evolução tecnológica.

## 6. REFERÊNCIAS

AGUIAR, S. **Integração das ferramentas da qualidade ao PDCA e ao programa seis sigma**. Nova Lima, MG: INDG 2006.

ALMEIDA, S. T. B.; CAMARGO, S. E. M. **Sistema PDCA na gestão escolar**. Faculdade de Ciências Sociais e Agrárias de Itapeva, 2022.

ANTUNES, C. **Como desenvolver as competências em sala de aula**. Petrópolis, Rio de Janeiro: Vozes, 2001. p.55.

ARAUJO, L. C. G. **Organizações, Sistemas e Métodos e as Tecnologias de Gestão Organizacional**. Volume 2. 2º ed. São Paulo: Atlas, 2009.

ARAUJO, M. A. **Administração da produção e operações: Uma abordagem prática**. Rio de Janeiro: Brasport, 2017.

Başaraner, M. (2015, May 14). **Revisiting cartography: towards identifying and developing a modern and comprehensive framework**. Taylor & Francis, 31(1), 71-91. <https://doi.org/10.1080/10106049.2015.1041560>. Acesso:22 ago. 2024.

BASTOS, M. **Ferramentas da Qualidade – Matriz Gut**. 2014. Disponível em: <http://www.portal-administracao.com/2014/01/matriz-gut-conceito-e-aplicacao.html>. Acesso em:22 ago. 2024.

BERMÚDEZ-RODRÍGUEZ, T; CONSONI, F L. **Uma abordagem da dinâmica do desenvolvimento científico e tecnológico das baterias lítio-íon para veículos elétricos.** Revista Brasileira de Inovação, v. 19, p. e0200014, 3 ago. 2020. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/rbi/article/view/8658394>. Acesso em: 17 ago. 2024.

BONO, E. **O pensamento lateral: um manual de criatividade.** CASCAIS: Pergaminho, 2005.

BRUM, T. C. **Oportunidades da aplicação de ferramentas de gestão na avaliação de políticas públicas:** o caso da política nacional de resíduos sólidos para a construção civil. TCC (graduação) – UFJF, 2013.

CAMPOS, V. F. **Controle da qualidade total no estilo Japonês.** 9 Ed. Nova Lima: Falconi, 2014.

DRUCKER, P F. **Introdução à administração.** 3. ed. São Paulo: Pioneira, 2000.

FELIN, B. **Qual o impacto da poluição do ar na saúde.** WRI Brasil, Jul. 2018. Disponível em: [https://wribrasil.org.br/pt/blog/2018/07/qual-o-impacto-da-poluicao-do-ar-na-saude?utm\\_source=google&utm\\_medium=cpc&utm\\_campaign=clima&qclid=CjwKCAjwLbr8BRA0EiwAnt4MTsRF3YSvw3BYAsib59mYZXhMo9uzBRn38VX8vzC55JYSvmtwCrZy-RoCmalQAvD\\_BwE](https://wribrasil.org.br/pt/blog/2018/07/qual-o-impacto-da-poluicao-do-ar-na-saude?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=clima&qclid=CjwKCAjwLbr8BRA0EiwAnt4MTsRF3YSvw3BYAsib59mYZXhMo9uzBRn38VX8vzC55JYSvmtwCrZy-RoCmalQAvD_BwE). Acesso em: 17 ago. 2024.

Félix, R. E. N., Silva, R. F. da, Horta, M. M. B., & Eler, E. de O. **Sistema transmissor de energia elétrica sem fio.** Centro Universitário de Belo Horizonte (UNIBH), 2014.

FERREIRA, M. M. G.; SOUSA, J. R.; CASTRO, M. O.; SILVA, R. G.; SERRA, C. M. V. **Aplicação do MASP em uma Empresa de Higienização de Veículos Objetivando o Aumento da Produtividade.** XXXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção - Enegep, 37., 2017, Joinville. Joinville-SC: Enegep, 2017.

FERREIRA, R C *et al.* **Benchmarking na identificação de aplicativos móveis internacionais sobre a violência na escola.** Revista Atas, v. 15, n, 3, p. 139-143, jan./fev. 2017.

Fibrianto, A S., & Yuniar, A D. **Technological Development and its Impact on Community Social Behavior**, 2019, January. <https://doi.org/10.2991/icskse-18.2019.42>. Acesso em: 10 agos. 2024.

GIL, A. C. **Como elaborar Projeto de Pesquisa**. 6 ed. Grupo GEN, 2017

GOMES, L. G. S. **Reavaliação e melhoria dos processos de beneficiamento de não tecidos com base em reclamações de clientes**. Florianópolis, Santa Catarina, 2016

GONÇALVES, L. **Infraestrutura para carregamento dos veículos elétricos da América do norte, Ásia e Europa implantado na realidade brasileira: utopia ou realidade?**. Brasil Escola, 2016. Disponível em: <https://monografias.brasilecola.uol.com.br/engenharia/infraestrutura-para-carregamento-dos-veiculos-eletricos-implantado-realidade-brasileira.htm>. Acesso em: 17 ago. 2024.

HÉKIS et al. **Análise GUT e a gestão da informação para tomada de decisão em uma empresa de produtos orgânicos do Rio Grande do Norte**. Disponível em: <http://periodicos.unifor.br/tec/article/view/4485>. Acessado: 10 agos 2024

HUA, Yining et al. **Fine-Grained RNN With Transfer Learning for Energy Consumption Estimation on EVs**. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, v. 18, n. 11, p. 8182–8190, nov. 2022. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9682536>. Acesso em: 17 ago. 2024.

JUNIOR, E.L.C. **Gestão em processos produtivos**, Curitiba: Ibplex, 2008.

KING, B., SCHLICKSUPP, H. **Criatividade: Uma vantagem competitiva**. Rio de Janeiro: Qualitymark Ed., 1999.

Li, B., H, K., Wang, X., Chen, Y., Xu, A., Gerada, D., Worall, S., Stone, I., & Yan, Y. (2020, December 1). **Thermal Management of Electrified Propulsion System for Low-Carbon Vehicles**. *Springer Nature*, 3(4), 299-316. <https://doi.org/10.1007/s42154-020-00124-y>. Acesso em: 19 ago. 2024

Lu, X., Wang, P., Niyato, D., Kim, D I., & Han, Z. (2016, January 1). **Wireless Charging Technologies: Fundamentals, Standards, and Network Applications**. *Institute of Electrical and*

**Electronics Engineers**, 18(2), 1413-1452. <https://doi.org/10.1109/comst.2015.2499783>. Acesso em: 18 ago. 2024

LUCINDA, M. A. **Qualidade: fundamentos e práticas para cursos de graduação**. Rio de Janeiro: Brasport, 2010

A referência é MARQUES, J. M.; MARQUES M. A. M. **Estatística Básica para os Cursos de Engenharia**. Curitiba: Domínio do Saber, 2009.

MENEZES, F. M. **MASP: Metodologia de Análise e Solução de Problemas**. Porto Alegre, ABDI, 2013.

MENON, W. C. **Aplicação prática das ferramentas de gestão de Qualidade em uma fábrica de queijos processado**. Curitiba, Parana, 2017.

OHNO, T. **O sistema Toyota de produção além da produção em larga escala**. 1 ed. Porto Alegre: Brookman, 1997.

OSBOM, A. **O poder criado da mente: Princípio e processo dos pensamentos criativos**. Ed. Ibrasa, 1987.

PARANHOS FILHO M. **Gestão da Produção Indústria**. Editora: Ibpx, 2016

RODRIGUES, M. V. **Entendendo e desenvolvendo sistema de produção Lean Manufacturing**. 2 ed, Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

SANCHES; J. FERNANDES; P., COSTA; G. M. G., DINIZ; S. D. L., MARTINS; S. D. V., COUTO, A. D. M. **Aplicação do Método de Análise e Solução de Problemas (MASP) em uma organização do segmento de solda**. XL Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2020.

SILVA, F. M. . **Universidade e Compromisso Social: a prática da Universidade Federal de Santa Catarina no Núcleo de Estudos da Terceira Idade**. Dissertação de Mestrado em Administração/UFSC, 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/103497>>. Acesso em: 18 ago 2024.

THAKUR; A. K., PRABAKARAN; R., ELKADEEM; M R., SHARSHIR; S. W., ARICI, M., WANG, C., ZHAO, W., HWANG, J., & RAHMAN, S. **A state of art review and future viewpoint on advance cooling techniques for Lithium–ion battery system of electric vehicles.** Elsevier BV, 32, 101771-101771. <https://doi.org/10.1016/j.est.2020.101771>. Acesso: 18 agos 2024.

UNRUH, C.G. **Understanding Carbon Lock-In.** Energy Policy, v. 28, n. 12, p. 817–830, out. 2000. Disponível em: [https://is.muni.cz/el/1423/podzim2016/MEB415/um/Unruh\\_Understanding\\_Carbon\\_lock\\_in.pdf](https://is.muni.cz/el/1423/podzim2016/MEB415/um/Unruh_Understanding_Carbon_lock_in.pdf). Acesso em: 17 ago. 2024. Acesso: 16 ago. 2024.

WOJCIK, E. G.; TAMACHIRO, T. S. O.; NUMATA JUNIOR, F. **Método de análise e solução de problemas (MASP) para a melhoria da produtividade de morangos.** In: ENEGEP 2022 Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2022, Foz do Iguaçu/SP - Brasil, 2022.

YOUNG, R. **Knowledge management tool and techniques manual.** AsIan Productivity Organisation. Tokyo, 2020.

YURONG, H et al. **Electric Vehicle BMS Subdivision Technology Patent Distribution Analysis.** IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, v. 631, 2019. Disponível em: <https://consensus.app/papers/electric-vehicle-subdivision-technology-patentyurong/00bb3d76b18354f58af55dcbb3fcad9f/>. Acesso em: 17 ago. 2024.

Zeng, G., Hou, H., & Peng, K. (2016). **Effect of Growth Mindset on School Engagement and Psychological Well-Being of Chinese Primary and Middle School Students: The Mediating Role of Resilience.** *Frontiers in Psychology*, 7, 1873. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.0187>. Acesso em: 24 ago. 2024.

Zeng, Y., Clerckx, B., & Zhang, R. (2016, January 1). **Communications and Signals Design for Wireless Power Transmission.** Cornell University. <https://doi.org/10.48550/arxiv.1611.06822>. Acesso: 20 ago. 2024.