



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

**DIEGO MARTINS GOMES SARAIVA**

**PROCESSO DE INOVAÇÃO NO DESENVOLVIMENTO DE UM DISPOSITIVO  
PARA COMBATE ÀS PERDAS NÃO TÉCNICAS DE ENERGIA ELÉTRICA  
CAUSADAS POR INTERVENÇÃO COM IMÃ DE NEODÍMIO EM MEDIDORES.**

**SOBRAL**

**2023**

DIEGO MARTINS GOMES SARAIVA

PROCESSO DE INOVAÇÃO NO DESENVOLVIMENTO DE UM DISPOSITIVO PARA  
COMBATE ÀS PERDAS NÃO TÉCNICAS DE ENERGIA ELÉTRICA CAUSADAS POR  
INTERVENÇÃO COM IMÃ DE NEODÍMIO EM MEDIDORES.

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à  
Coordenação do Curso de Engenharia Elétrica,  
da Universidade Federal do Ceará, como  
requisito parcial para obtenção do título de  
Bacharel em Engenharia Elétrica. Área de  
Concentração: Inovação

Orientador: Prof. Rômulo Nunes de Carvalho  
Almeida.

SOBRAL

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- S246p Saraiva, Diego Martins Gomes.  
PROCESSO DE INOVAÇÃO NO DESENVOLVIMENTO DE UM DISPOSITIVO PARA COMBATE ÀS PERDAS NÃO TÉCNICAS DE ENERGIA ELÉTRICA CAUSADAS POR INTERVENÇÃO COM IMÃ DE NEODÍMIO EM MEDIDORES. / Diego Martins Gomes Saraiva. – 2023.  
53 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Campus de Sobral, Curso de Engenharia Elétrica, Sobral, 2023.  
Orientação: Prof. Me. Rômulo Nunes de Carvalho Almeida.
1. Inovação. 2. Perdas de Energia. 3. Fraudes de energia. 4. Ímãs de neodímio. I. Título.  
CDD 621.3
-

DIEGO MARTINS GOMES SARAIVA

PROCESSO DE INOVAÇÃO NO DESENVOLVIMENTO DE UM DISPOSITIVO PARA COMBATE ÀS PERDAS NÃO TÉCNICAS DE ENERGIA ELÉTRICA CAUSADAS POR INTERVENÇÃO COM IMÃ DE NEODÍMIO EM MEDIDORES.

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Coordenação do Curso de Engenharia Elétrica, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica. Área de Concentração: Inovação

Aprovada em: 27 / 09 /2023.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Mestre. Rômulo Nunes de Carvalho Almeida (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Mestre. Nilena Brito Maciel Dias  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Mestre Carlos Eduardo Sousa Lima  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, gostaria de expressar minha profunda gratidão a Deus, por me dar saúde, perseverança e capacidade para chegar até este momento.

É com imenso prazer que agradeço a todas as pessoas que fizeram parte desta trajetória, direta ou indiretamente, e que contribuíram para a realização deste trabalho de conclusão de curso em Engenharia Elétrica.

Quero agradecer em especial aos meus amigos Luciano, Jhonata e Rodolfo. Juntos enfrentamos inúmeros desafios acadêmicos, dividimos estresses e comemoramos vitórias. Vocês foram mais do que colegas de faculdade; foram parceiros leais nessa jornada.

À minha esposa, Jessica, minha eterna gratidão. Além de ser uma fonte inesgotável de apoio emocional, você foi minha companheira de estudos e enfrentou comigo diversos desafios durante o curso. Sua força, amor e parceria tornaram possível alcançar este importante marco em nossa vida.

Gostaria de estender minha gratidão aos meus amigos Marcelo e Eduardo Lima, que foram imprescindíveis na fase de elaboração deste trabalho de conclusão de curso. A ajuda, críticas construtivas e incentivos de ambos foram fundamentais para a qualidade deste trabalho.

À minha família, meu eterno amor e gratidão. A vocês devo tudo o que sou hoje. Nunca me fizeram faltar nada e sempre acreditaram no meu potencial, mesmo nos momentos em que duvidei de mim mesmo.

Por fim, mas não menos importante, meu sincero agradecimento ao meu orientador, Rômulo Nunes. Você foi muito mais do que um orientador acadêmico; foi um mentor em minha formação. Sua paciência, expertise e compreensão foram cruciais para o desenvolvimento não apenas deste trabalho de conclusão de curso, mas da pessoa que me tornei.

A todos vocês, meu muito obrigado.

## RESUMO

O presente estudo aborda o uso de um processo de inovação no desenvolvimento de um detector de perdas não técnicas em redes de distribuição de energia elétrica, focando na identificação de fraudes e furtos mediante o uso de ímãs de neodímio. Utilizando o Design Thinking como a principal base metodológica e incorporando elementos de Lean Manufacturing, Lean Six-Sigma e Business Model Canvas, o projeto não apenas alcançou seus objetivos de detecção, mas também ofereceu uma alternativa mais econômica e escalável em comparação com métodos tradicionais. A abordagem multidisciplinar e centrada no usuário resultou em um dispositivo altamente eficaz que superou as expectativas em termos de custos, abrangência e escalabilidade. Durante os testes, a empresa validou o dispositivo em campo, identificando múltiplas fraudes em curto espaço de tempo. Devido ao seu sucesso e característica inovadora, o projeto conquistou uma patente. Além disso, este trabalho propõe uma metodologia de inovação robusta que serve como um guia para o desenvolvimento de novos projetos e inovações em diferentes setores. A pesquisa também sublinha a importância de soluções inovadoras no combate às perdas financeiras no setor de energia, que impactam diretamente os consumidores.

**Palavras-chave:** Inovação, Perdas de Energia, Fraudes de energia, Ímãs de neodímio.

## ABSTRACT

The present study addresses the use of an innovation process in the development of a detector for non-technical losses in electric power distribution networks, focusing on the identification of fraud and theft through the use of neodymium magnets. Using Design Thinking as the primary methodological foundation and incorporating elements of Lean Manufacturing, Lean Six-Sigma, and Business Model Canvas, the project not only achieved its detection objectives but also provided a more economical and scalable alternative compared to traditional methods. The multidisciplinary and user-centered approach resulted in a highly effective device that exceeded expectations in terms of cost, scope, and scalability. During the tests, the company validated the device in the field, identifying multiple fraud instances in a short span of time. Due to its success and innovative nature, the project secured a patent. Moreover, this work proposes a robust innovation methodology that serves as a guide for the development of new projects and innovations across different sectors. The research also underscores the importance of innovative solutions in combating financial losses in the energy sector, which directly impact consumers.

**Keywords:** Innovation, Energy Loss, Energy Fraud, Neodymium Magnets.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Evolução das perdas técnicas e não técnicas sobre a energia injetada no período de 2008 a 2018. ....	15
Figura 2 - Fases do design thinking.....	22
Figura 3 - Mapa da empatia.....	22
Figura 4 - Etapas do Lean Six-sigma. ....	25
Figura 5 - Etapas do Lean <i>Six-sigma</i> . ....	25
Figura 6 - Canvas de Negócios.....	27
Figura 7 - Perdas sobre a Energia Injetada (2018). ....	34
Figura 8 - Perdas Não Técnicas Reais e Regulatória sobre Baixa Tensão Faturado (média ponderada).....	35
Figura 9 - Estrutura do medidor monofásico da Landis Gyr.....	36
Figura 10 - Evolução de perdas da Eletropaulo.....	38
Figura 11 - Representatividade dos custos das perdas não técnicas regulatórias sobre a receita requerida. ....	42
Figura 12 - Evolução da glosa da ANEEL, em milhões de reais (preços de 2018).....	42
Figura 13 – Reed Switch. ....	44
Figura 14 - Visão 3d do circuito interno desenvolvido no software Kicad. ....	45
Figura 15 - Dispositivos ezAlert defeituosos para uso no protótipo. ....	46
Figura 16 - 1º Fraude detectada por intervenção de imã no medidor durante teste de protótipo. ....	46



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
CCEE	Comissão Comercializadora de Energia Elétrica
ENEL	<i>Ente nazionale per l'energia elettrica</i>
MVP	<i>Minimum Viable Product</i>
RNA	Rede Neural Artificial
SIN	Sistema Interligado Nacional
UX	<i>User Experience</i>
VPL	<i>Valor Presente Líquido</i>
TIR	<i>Taxa Interna de Retorno</i>
CCEE	<i>Câmara de Comercialização de Energia Elétrica.</i>
SWAT's	<i>Equipes especiais de combate à fraude de baixa e média tensão.</i>
RNA	<i>Rede Neural Artificial.</i>
CEP	<i>Controle Estatístico de Processo</i>
BMC	<i>Business Model Canvas</i>
WIPO	<i>World Intellectual Property Organization</i>

## LISTA DE SÍMBOLOS

R\$	Real
%	Porcentagem
©	Copyright
®	Marca Registrada

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
<b>1.2 Objetivos</b> .....	<b>16</b>
<b>1.2.1 Objetivo geral</b> .....	<b>16</b>
<b>1.2.2 Objetivos específicos</b> .....	<b>16</b>
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>18</b>
<b>2.1 Design Thinking</b> .....	<b>21</b>
<b>2.2 Lean Manufacturing e Lean Six-sigma</b> .....	<b>24</b>
<b>2.3 Lean Six-Sigma</b> .....	<b>25</b>
<b>2.4 Canvas</b> .....	<b>27</b>
<b>2.5 Case de inovação: Amazon</b> .....	<b>28</b>
<b>2.6 Avaliação financeira</b> .....	<b>29</b>
<b>2.6.1 Lucro Bruto</b> .....	<b>30</b>
<b>2.6.2 Lucro Líquido</b> .....	<b>30</b>
<b>2.6.3 Custos Diretos</b> .....	<b>30</b>
<b>2.6.4 Custos Indiretos</b> .....	<b>30</b>
<b>2.6.5 Margem Bruta</b> .....	<b>31</b>
<b>2.6.6 Margem Líquida</b> .....	<b>31</b>
<b>2.6.7 Valor Presente Líquido (VPL)</b> .....	<b>31</b>
<b>2.6.8 Taxa Interna de Retorno (TIR)</b> .....	<b>32</b>
<b>2.6.9 Taxa de Lucratividade</b> .....	<b>32</b>
<b>2.6.10 Payback</b> .....	<b>32</b>
<b>3 DESENVOLVIMENTO E ESTUDO DE CASO</b> .....	<b>34</b>
<b>3.1 Classificação das perdas de energia</b> .....	<b>34</b>
<b>3.2 Principais perdas não técnicas</b> .....	<b>35</b>
<b>3.3 Técnicas de prevenção de perdas não técnicas</b> .....	<b>38</b>
<b>3.4 Técnicas de detecção de perdas não técnicas</b> .....	<b>40</b>
<b>3.5 O desafio do combate a perda de energia ocasionada pela intervenção do ímã de neodímio</b> .....	<b>41</b>
<b>3.6 Impacto das perdas nas tarifas de energia elétrica</b> .....	<b>41</b>
<b>4 METODOLOGIA</b> .....	<b>43</b>
<b>4.1 Empatizar e Definir</b> .....	<b>43</b>
<b>4.2 Idealizar</b> .....	<b>43</b>

<b>4.3 Prototipar .....</b>	<b>45</b>
<b>4.4 Business Model Canvas .....</b>	<b>47</b>
<b>4.5 Avaliar e Implementar .....</b>	<b>457</b>
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>49</b>
<b>6 CONCLUSÃO.....</b>	<b>50</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>52</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da sociedade, desde os primórdios se dá principalmente pelo desenvolvimento de ferramentas que facilitem a vida do homem. Desde a utilização do fogo para o cozimento dos alimentos no período do homem das cavernas, até o desenvolvimento do *blockchain*, uma tecnologia de criptografia de dados que auxilia na proteção de dados, a inovação vem se mostrando como o motor da humanidade.

A inovação consiste em parte do processo de evolução da humanidade, estando presente em inúmeras empresas, que utilizam metodologias e práticas inovadoras, com o intuito de agregar valor ao produto e impactar positivamente a sociedade. Segundo a ABGI, inovação é a exploração de novas ideias com sucesso. E sucesso para as empresas significa, por exemplo, aumento de faturamento, acesso a novos mercados, aumento das margens de lucro, entre outros benefícios.

A inovação se destaca em empresas com o foco em tecnologia como Apple e Tesla desenvolveram seus negócios baseados em inovações revolucionárias na área da tecnologia, em 2022 a Apple alcançou um montante de mais de 3 trilhões de dólares, valor maior do que a soma de todas as empresas listadas na Bolsa de Valores de São Paulo (ESTADÃO, 2022).

O presente trabalho realiza uma investigação sobre as ferramentas de desenvolvimento e inovação aplicadas a um problema de engenharia. É apresentado um estudo de caso que diseca o procedimento de concepção, prototipagem e aplicação de um detector de perdas não técnicas de energia, algo que causa prejuízo para as concessionárias de energia elétrica.

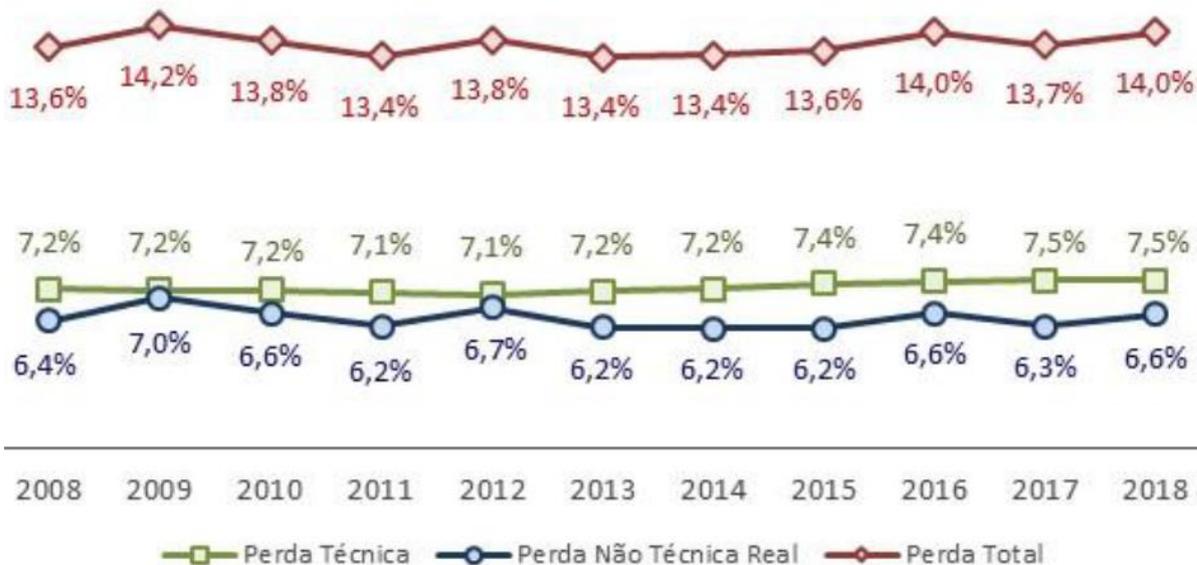
As perdas técnicas em 2018, teve custo na ordem de R\$ 7,1 bilhões. Elas estão relacionadas com o setor de distribuição e têm como principais causas o transporte, a transformação, a medição, as conexões, dentre outros. Ou seja, estão relacionadas a fatores ambientais e tem relação com os processos de qualidade do setor, sendo este um ponto vital para diminuir os desperdícios (POSPELOV; SUCH, 1981).

Por outro lado, as perdas não técnicas, em 2018 com custo de aproximadamente R\$ 6,6 bilhões são originadas principalmente de (ANEEL, 2019):

- Furtos (ligação clandestina, desvio direto da rede),
- Fraudes (adulterações no medidor ou desvios),
- Erros de leitura, medição e faturamento.

Embora as perdas não técnicas impactem menos o sistema elétrico nacional em comparação às técnicas, como pode ser visto na Figura 1, elas são significativas e causam prejuízos milionários, que são rateados entre geradoras e consumidores.

Figura 1 - Evolução das perdas técnicas e não técnicas sobre a energia injetada no período de 2008 a 2018.



Fonte: ANEEL (2019).

Tendo em vista o cenário de atenuação das perdas de energia elétrica, a inovação, além de um diferencial competitivo, tem um papel fundamental no que se refere à melhoria de processos de gestão e controle de perdas comerciais das distribuidoras. Diante disso, é notório um crescente investimento em pesquisa e aquisição de novos equipamentos para auxiliar as equipes de campo na detecção de irregularidades, como no caso do protótipo elaborado e debatido no presente trabalho, que consiste num detector de perdas não técnicas, utilizando um ímã de neodímio, a fim de detectar mais facilmente os furtos de energia utilizando ímãs.

Em meio ao processo de ideação, modelagem e fabricação do produto é realizado o patenteamento dele. Este processo ajuda na preservação da propriedade intelectual e/ou material, a fim de evitar cópias, plágios e garantir o reconhecimento do autor do invento.

## **1.2 Objetivos**

### ***1.2.1 Objetivo geral***

Apresentar uma inovação desenvolvida para ajudar as empresas de distribuição de energia na fiscalização, localização e combate dos furtos causados por este tipo de intervenção, além de fomentar o estudo e a cultura da inovação que estão começando a ser estimuladas no País, mas de maneira bastante embrionária.

### ***1.2.2 Objetivos específicos***

- Apontar a problemática das fraudes com uso do ímã de neodímio;
- Apontar o impacto que as fraudes ocasionam para a concessionária e para os clientes;
- Descrever o processo de ideação, modelagem e desenvolvimento de uma inovação;
- Apresentar uma solução para ajudar na inspeção e combate às fraudes com uso de ímã de neodímio.

## ***1.3 Estrutura do trabalho***

Este trabalho está organizado em 7 capítulos, sendo o capítulo 1 uma introdução e os capítulos seguintes conforme a descrição abaixo:

Capítulo 2 – Fundamentação teórica. Serão abordados os principais aspectos da fundamentação teórica do presente trabalho, explicitando alguns termos mais gerais acerca das perdas não técnicas de energia elétrica, o inovador do uso de métodos para mitigar essas perdas e seu impacto nos negócios.

Capítulo 3 – Metodologia. Como o próprio nome propõe, neste capítulo será apresentado toda a descrição do processo de ideação, invenção e modelagem de negócio/produto, bem como experimentos realizados e a análise de dados obtidos.

Capítulo 4 – Desenvolvimento e Estudo de Caso. Serão abordados os tipos de fraudes, furtos e as maneiras de combatê-los.

Capítulo 5 – Resultados e discussões. O capítulo aborda os resultados obtidos com a solução, através de perspectiva financeira e de produto, bem como os impactos que o mesmo causa à concessionária e aos clientes.

Capítulo 6 – Conclusão. Apresentar-se-ão as considerações finais do trabalho, discutindo-se detalhadamente o estudo desenvolvido.

Capítulo 7 – Fontes bibliográficas utilizadas.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo tem como objetivo trazer a discussão sobre a temática da inovação, o processo envolvido na inovação, ilustrar com alguns casos de estudo e pontuar algumas filosofias relevantes. Inicialmente, é imprescindível diferenciar dois conceitos que, muitas vezes, são confundidos: criatividade e inovação.

É importante salientar que a inovação ocorre quando ideias novas geram valor. Inovar é criar algo, é introduzir novidades, renovar, recriar. A inovação é sempre tida como sinônimo de mudanças e/ou melhorias de algo já existente (PORTAL DA INDÚSTRIA, 2020).

A criatividade é a matéria-prima, o *input*, enquanto a inovação é o resultado do processo, o *output*. Pintores e artistas plásticos costumam ser profissionais criativos, porém não necessariamente são inovadores. Ter uma ideia criativa e, até mesmo, desenvolver um produto a partir dessa ideia não significa inovar.

O processo de inovar é essencial para o desenvolvimento da engenharia, que se utiliza de metodologias e pensamento racional para transformar ideias em soluções concretas. Utilizando metodologias como exemplo o design thinking e pensamento racional engenheiros desenvolveram, por exemplo, sistemas que podem reaproveitar a energia cinética que é convertida em calor nas frenagens de veículos de Fórmula 1 e converter em energia potencial, podendo ser utilizada para melhorar a eficiência dos veículos.

O processo de inovação é antigo, porém em termos de metodologias formais é algo bem recente, para entender melhor a abrangência e complexidade do processo de inovação, é útil considerar os diferentes tipos de inovação. Uma classificação realizada por Keeley et al. (2016) descreve de maneira interessante os diversos tipos de inovação.

Existem alguns tipos de inovação, aqui serão classificados dez que ajudarão a compreender as diferentes facetas do tema (KEELEY *et al.*, 2016).

- **Modelo de lucro**

As inovações no modelo de lucro focam na otimização da parte monetária do modelo de negócio. Um exemplo recente desta maneira de inovação ocorreu em uma das maiores plataformas de vídeos do mundo, o *Youtube*. Nela os criadores de conteúdo têm boa parte de seus ganhos originados dos anúncios, peças publicitárias de diversas marcas, em seus vídeos. Quanto maior o alcance do influenciador, mais a marca se interessa, pois pode propagar seu produto para um leque mais abrangente de pessoas.

- **Rede**

As inovações na rede dizem respeito a encontrar maneiras de criar conexões (*network*) para produzir benefícios a todos os envolvidos. Atualmente, isso é cada vez mais comum. As empresas promovem parcerias em que as forças do parceiro permitem que você supere suas próprias fraquezas. Mas as redes não precisam ser formadas entre empresas. Elas também podem ocorrer de maneira mais aberta, por exemplo, com profissionais autônomos. Um bom exemplo são os serviços de mobilidade urbana, em que a empresa por trás do serviço forma uma rede com todos aqueles motoristas cadastrados em seu sistema.

- **Estrutura**

As inovações de estrutura estão relacionadas ao modo como a empresa dispõe dos seus vários ativos, sejam materiais ou humanos, tangíveis ou intangíveis. Assim, por exemplo, quando a organização desenvolve um novo programa para identificar talentos e desenvolver lideranças, está implementando uma inovação de estrutura. Quando ela cria uma campanha para reduzir consumo e desperdício de insumos de escritório, também.

- **Processo**

As inovações de processo estão entre as mais conhecidas. Elas estão no nível operacional, e podem ser traduzidas como inovações no modo como uma certa atividade é desenvolvida. Atualmente, a palavra de ordem em inovação de processo é *lean* ou enxuto: as empresas buscam maneiras mais simples, livres de desperdício de tempo, esforço ou recursos, para produzir os mesmos resultados que seus concorrentes.

- **Desempenho de produto**

As inovações de desempenho de produto buscam trazer melhorias para o produto, reforçando sua proposta de valor, seus atributos ou sua qualidade. É esse tipo de inovação que você está vendo quando uma fabricante de equipamentos eletrônicos lança um novo computador que promete mais desempenho; ou quando uma montadora de automóveis coloca no mercado um carro que consome menos combustível, por exemplo. Esses são exemplos grandes, mas toda empresa busca inovação de desempenho de produto, desde aquela que produz tampas de canetas até aquela que desenvolve tanques de guerra.

- **Sistema de produto**

As inovações de sistema de produto são aquelas que encontram maneiras de reforçar a complementaridade entre os produtos que sua empresa oferece. Talvez a Apple seja um dos exemplos mais claros, porque cada equipamento complementa o outro de uma maneira que produtos de outras empresas não podem fazer. Não é à toa que clientes da Apple, em geral, compram diferentes itens da marca: o computador, o tablet, o smartphone, os fones de ouvido, a caneta *stylus*, e assim por diante. O conceito por trás desse tipo de inovação é simples, mas forte: o cliente tira o máximo de benefício do seu produto quando o utiliza em conjunto com outros produtos da sua empresa.

- **Serviços**

As inovações de serviços não são apenas para as empresas de serviços. Atualmente, a maioria das empresas fabricantes de produtos estão encontrando maneiras de inovar com serviços que aumentam o valor percebido por seus clientes. É aí que entram seguros especiais, garantias estendidas, suporte ao usuário, e assim por diante. Eles não são o item principal da compra, mas apresentam um papel importante ao melhorar a qualidade da experiência do seu cliente.

- **Canal**

As inovações de canal estão focadas em responder a uma questão: como o seu produto chega até o cliente? A grande tendência dos últimos anos está no comércio eletrônico, que permite que qualquer pessoa tenha acesso aos produtos que deseja sem sair de casa. Porém, é justamente nesse cenário que as inovações em relação às lojas tradicionais podem ter ainda mais impacto. O principal exemplo recente foi o lançamento da *Amazon Go*, loja física da *Amazon* em que não há nenhum funcionário. O cliente entra, pega o que precisa, sai, e a cobrança é feita automaticamente no cartão de crédito registrado.

- **Marca**

As inovações de marca dizem respeito ao modo como o cliente vê sua empresa, buscando garantir que ele reconheça, se lembre e escolha o seu produto na hora de comprar. Quer um exemplo simples? O detergente é um produto geralmente vendido com a promessa de ser econômico. Porém, a Ypê fez uma inovação de marca ao focar suas propagandas no fato de que ela é uma organização preocupada com o meio-ambiente. Por isso, consumidores

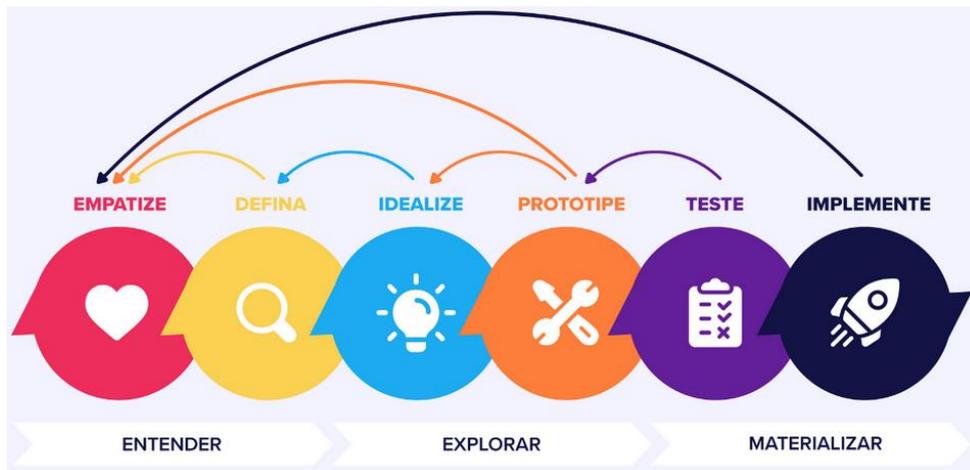
que têm uma forte consciência ecológica podem se lembrar da Ypê na hora de comprar detergente.

- **Envolvimento do cliente**

As inovações de envolvimento do cliente buscam criar maneiras de promover a interação e o diálogo entre a empresa e os clientes. Houve um tempo em que as redes sociais promoveram uma verdadeira revolução no envolvimento do cliente. Hoje, esse tipo de inovação exige uma ousadia ainda maior. A busca é por proximidade, pelo contato um a um, orgânico e autêntico. Esses são os 10 tipos de inovação que Larry Keeley destaca. Todos são igualmente importantes e, portanto, você deve estimular seus colaboradores a encontrar maneiras de explorar todos eles.

## **2.1 Design Thinking**

O desenvolvimento de um produto não é algo fácil, ele requer, além da implementação das características funcionais de um produto, a modelagem do produto e adequação às necessidades do consumidor. Sob esta ótica, surge o conceito do *design thinking* que, segundo Brown (2020), refere-se à busca de desenhar uma solução baseada nas demandas do cliente, sendo amplamente utilizado nas áreas de serviços e de produtos digitais. O *design thinking* não é uma metodologia, mas sim uma filosofia baseada nas etapas ilustradas na Figura 2 e já é utilizada em diversas empresas e processos de hackathon (BROWN, 2020). Um hackathon é um evento que reúne especialistas para criar um ambiente colaborativo para resolver um determinado problema. Embora a maioria dos hackathons gire em torno da programação de computadores e TI, muitos outros setores seguem o exemplo. Hoje, é possível encontrar hackathons de RH, economia, música e similares. O termo hackathon é uma combinação de “hack” e “maratona”. Portanto, essencialmente é uma maratona para hackers.

Figura 2 - Fases do *design thinking*.

Fonte: Brown (2020).

A primeira etapa do framework do *design thinking* é empatizar. A empatia não consiste somente em entender como alguém está, mas sim, chegar a um nível tão profundo que permite se colocar no lugar de alguém. Nesta etapa é exercitado o poder de coletar dados, escutar, entender e estudar a situação, compreender a experiência do cliente (User Experience - UX). Quando se empatiza se consegue desenhar de maneira mais assertiva o problema e a possível solução, pois é estabelecida uma conexão verdadeira. Pode-se conversar diretamente com os clientes para entender suas dores ou criar personas ou estabelecer mapas de empatia, como o evidenciado na Figura 3.

Figura 3 - Mapa da empatia.



Fonte: Adaptado de Silva e Gomes (2020).

O Mapa de Empatia é uma ferramenta que proporciona uma compreensão holística dos usuários, permitindo uma representação gráfica de suas percepções, necessidades e desejos. É uma estrutura que se divide em várias seções, cada uma focada em um aspecto específico da experiência do usuário.

#### **As Seções do Mapa de Empatia**

1. **Pensa e Sente:** Captura os pensamentos e sentimentos do usuário, incluindo preocupações, sonhos, emoções e pensamentos internos.
2. **Escuta:** Representa o que o usuário está ouvindo em seu ambiente imediato, incluindo interações com amigos, colegas de trabalho e outras fontes de informação.
3. **Vê:** Descreve o que o usuário percebe em seu ambiente, abrangendo observações de outras pessoas e o que está disponível no mercado.
4. **Fala e Faz:** Representa as ações e palavras do usuário, incluindo atitudes, comportamentos e ações.
5. **Dor:** Identifica os medos, frustrações e obstáculos enfrentados pelo usuário.
6. **Ganhos:** Descreve as necessidades, desejos e medidas de sucesso do usuário.

Essas seções fornecem uma visão aprofundada das motivações e experiências do usuário, permitindo à equipe de desenvolvimento criar soluções mais eficazes e centradas no usuário.

Após essa fase, procede-se à etapa de definição. A partir da análise dos dados coletados, busca-se compreender a verdadeira necessidade do cliente e identificar a problemática que o produto visa solucionar. Afinal, existe uma diferença entre o que o cliente diz que quer e o que ele realmente quer. Esta reflexão não é tão fácil, mas essencial no desenvolvimento do produto. A terceira etapa é a ideação, uma parte construtiva, onde são reunidas pessoas de diferentes setores para o desenvolvimento de uma ideia. O *brainstorming* (tempestade de ideias) é uma técnica comumente utilizada neste processo. Neste momento as pessoas são encorajadas a falar o maior número de ideias que vem na cabeça, após isso é realizado um filtro até chegar a uma ideia central.

Na parte da prototipagem é onde se transforma o abstrato em tangível, as ideias em algo real, como por exemplo, a ideia de tornar mais fácil pedir comida em um aplicativo. Nessa fase, deve-se analisar o impacto versus a viabilidade das soluções apresentadas em forma de feedback sobre seus protótipos. Ao final desta etapa se alcança o Mínimo Produto Viável (em inglês MVP – *Minimum Viable Product*). O mínimo produto viável (MVP) é uma

versão simplificada de um produto ou serviço que contém apenas as funcionalidades essenciais para testar a aceitação do público. O objetivo do MVP é validar uma ideia de negócio com o mínimo de recursos e esforço, coletando feedback dos usuários e aprendendo com eles. O MVP é uma ferramenta importante para o processo de inovação, pois permite testar hipóteses, reduzir riscos e economizar tempo e dinheiro. Alguns exemplos de MVP são: um protótipo, um site, um aplicativo, um vídeo ou uma pesquisa.

Após isso se inicia a etapa de testes, nela geralmente é escolhido um grupo de controle para testar o produto e ajudar na detecção de falhas, erros e pontos que possam ser melhorados, esta etapa é de suma importância, pois é a predecessora de uma implantação do produto em mercado. A parte de implementação é para materializar todo trabalho de criação que a equipe teve até agora. A inovação só vem se a visão for executada. Implementar é crucial. É importante também notar que o *design thinking* não exclui o trabalho prático do *design*.

## **2.2 Lean Manufacturing e Lean Six-sigma**

O processo de inovação e prototipagem, na maioria das vezes, não conta com capital ilimitado e por isso a otimização de processos é essencial para tornar o produto viável economicamente. Neste contexto se insere a filosofia Lean. Ela surgiu associada ao Sistema Toyota de Produção, Japão, após a Segunda Guerra Mundial e objetiva utilizar a matéria prima da maneira mais eficiente possível.

Os objetivos fundamentais deste novo sistema caracterizaram-se pela qualidade e flexibilidade do processo, ampliando sua capacidade de produzir e competir no cenário internacional.

A produção enxuta, entretanto, combina a vantagem da produção artesanal, evitando o alto custo, com a produção em massa, evitando a inflexibilidade. Um dos conceitos fundamentais da Manufatura Enxuta é a melhoria contínua (chamado de Kaizen), considerada a chave do sucesso dos métodos japoneses de produção. O sistema de produção japonês é constituído para encorajar mudanças e aperfeiçoamentos constantes, como parte das operações diárias. Para alcançar o Kaizen, a gerência aproveita a experiência coletiva de todos os seus trabalhadores e valoriza a solução de problemas em conjunto (MANKIW, 2014).

Atualmente diversas empresas utilizam o Lean Manufacturing para otimizar processos. É algo essencial para uma produção com maior qualidade e eficiência.

### 2.3 Lean Six-Sigma

Outra filosofia utilizada, contudo, mais associada à questão da qualidade, é o Lean Six-Sigma. Ela combina os princípios do Lean (produção enxuta), com Six-Sigma (qualidade ao nível máximo). As etapas básicas do Six-Sigma podem ser observadas na Figura 4.

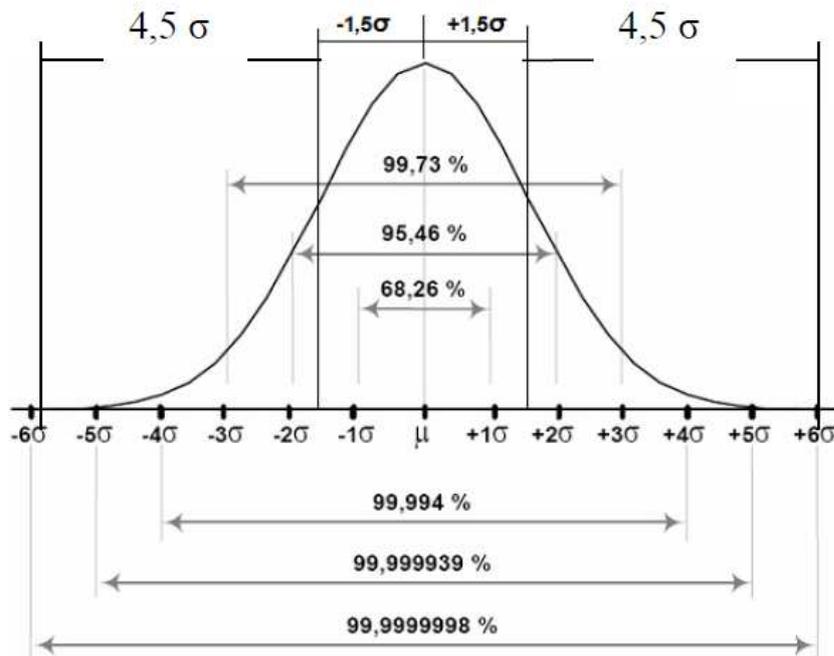
Figura 4 - Etapas do Lean Six-sigma.



Fonte: Mankiw (2014).

Ao realizar as boas práticas de qualidade na sequência definir, mensurar, analisar, melhorar e controlar, objetiva-se chegar a um padrão de excelência, Six-Sigma, é um termo que vem da estatística e significa seis desvios padrão, ou seja, seis desvios padrão para a direita e seis a esquerda, em relação à média, numa curva normal. Vale ressaltar que a curva normal é comumente associada a processos de amostragem aleatório, conforme mostra a Figura 5.

Figura 5 - Etapas do Lean Six-sigma.



Fonte: Tennant (2002).

A distribuição normal é fundamental porque muitos processos organizacionais são analisados para entender o desempenho, identificar variações e oportunidades de melhoria. A compreensão da distribuição normal ajuda a caracterizar a variabilidade dos processos, o que é um dos principais focos do Six Sigma.

- **Capacidade do Processo:** A distribuição normal é usada para calcular a capacidade do processo, avaliando se o processo está dentro das especificações desejadas e até que ponto ele pode produzir resultados fora dessas especificações.
- **Análise de Desempenho:** Através da distribuição normal, é possível avaliar o desempenho do processo em relação a metas e padrões estabelecidos, identificando áreas de melhoria e oportunidades para atingir uma maior eficiência e qualidade.
- **Controle Estatístico de Processo (CEP):** A distribuição normal é fundamental para o CEP, onde são monitorados os processos em tempo real, ajudando a identificar desvios e tomar ações corretivas antes que os produtos ou serviços se desviem das especificações.
- **Definição de Tolerâncias e Especificações:** Ao entender a distribuição normal, as organizações podem definir tolerâncias adequadas e especificações para seus produtos ou serviços, garantindo que atendam às expectativas dos clientes.

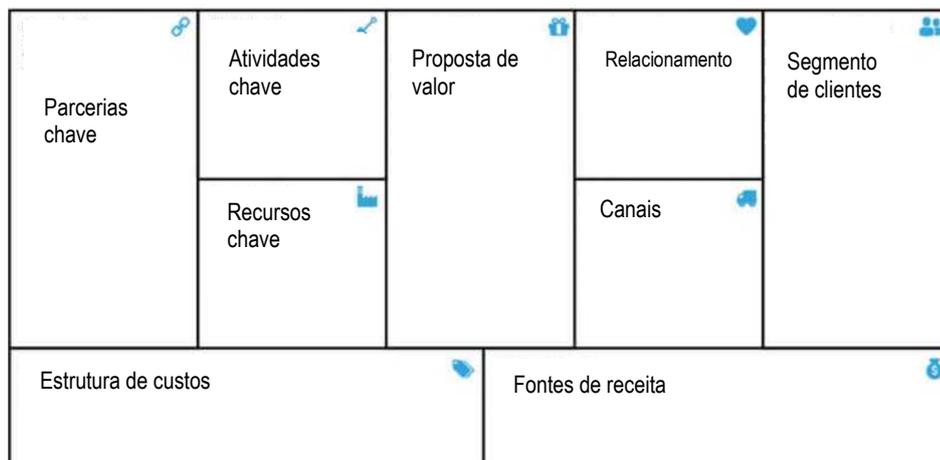
O uso eficaz do Lean Six Sigma resulta em uma cultura de excelência operacional, promovendo a maximização do valor para o cliente. Ao reduzir desperdícios e eliminar

variações nos processos, as organizações são capazes de aprimorar a eficiência e a qualidade, além de alcançar uma maior agilidade na tomada de decisões baseadas em dados confiáveis. Essa abordagem estruturada e orientada por métricas não apenas otimiza os processos, mas também capacita as equipes a identificarem oportunidades de aperfeiçoamento contínuo, fortalecendo a competitividade e a sustentabilidade no mercado atual. O Lean Six Sigma se revela fundamental para o sucesso e a prosperidade das organizações, possibilitando a entrega de produtos e serviços superiores e a conquista da plena satisfação dos clientes.

## 2.4 Canvas

O *Business Model Canvas*, mais conhecido como Canvas, é uma ferramenta de planejamento estratégico, que permite desenvolver e esboçar modelos de negócio novos ou existentes. De uma maneira bem visual são mapeados, de maneira geral, os seguintes aspectos: proposta de valor, segmento de clientes, canais, relacionamento com clientes, atividades chave, recursos principais, parcerias principais, fontes de receitas e estrutura de custos (SORRI et al, 2019). A Figura 6 evidencia um modelo de canvas de negócios.

Figura 6 - Canvas de Negócios.



Fonte: Adaptado de Sorri et al., (2019).

Aqui estão os componentes do Business Model Canvas:

1. **Parceiros-chave:** São os relacionamentos e afiliações vitais para o sucesso de uma empresa.

2. **Atividades-chave:** São as tarefas críticas que uma empresa realiza para ter sucesso e operar com sucesso.
3. **Recursos:** Todos os negócios precisam de recursos para funcionar.
4. **Proposta de valor:** Descreve os produtos e serviços que criam valor para um segmento de clientes específico.
5. **Relacionamento com clientes:** Descreve os tipos de relacionamentos que uma empresa estabelece com segmentos de clientes específicos.
6. **Canais:** Descreve como uma empresa se comunica e alcança seus segmentos de clientes para entregar uma proposta de valor.
7. **Segmentos de clientes:** Define os diferentes grupos de pessoas ou organizações que uma empresa pretende alcançar e servir.
8. **Estrutura de custos:** Descreve todos os custos incorridos para operar um modelo de negócios.
9. **Fluxos de receita:** Representa o dinheiro que uma empresa gera a partir de cada segmento de clientes (preços menos custos).

Esses componentes ajudam a equipe a entender melhor as motivações, preocupações e experiências do usuário, permitindo-lhes criar soluções mais eficazes e centradas no usuário, além de ajudar a mapear os custos diretos e indiretos essenciais para realização de uma avaliação financeira.

## 2.5 Experiência Bem-Sucedida de Inovação: Amazon

No início da década de 1990, a internet estava emergindo como uma nova plataforma de comunicação, mas seu potencial como canal para o comércio ainda era em grande parte inexplorado. Foi neste cenário que a Amazon, uma empresa multinacional de tecnologia norte-americana, hoje considerada uma das maiores em valor de mercado do mundo, surgiu. Sua jornada é um exemplo notável de inovação alinhada ao processo de *design thinking*.

**Empatizar e Definir:** Jeff Bezos, fundador da Amazon, percebeu as vastas possibilidades da internet enquanto trabalhava na D.E. Shaw, identificando oportunidades de investimento no setor de tecnologia. Bezos notou a frustração dos consumidores com a limitação na disponibilidade de livros em livrarias físicas e viu uma oportunidade de resolver esse problema por meio do comércio online. Este insight desencadeou a ideia de um mercado de comércio eletrônico, que Bezos denominou Amazon.com.

**Definir e Prototipar:** Ao avaliar diferentes categorias de produtos que poderiam ser vendidos online, Bezos determinou que os livros permitiriam construir um Produto Mínimo Viável (MVP) ideal para testar seu conceito. A internet poderia oferecer um catálogo praticamente ilimitado de títulos, superando as limitações físicas das livrarias tradicionais.

**Testar e Implementar:** O MVP da Amazon, uma livraria online, foi lançada em 1995 como um experimento para testar a ideia de Bezos de um mercado de comércio eletrônico. Este MVP inicial não era perfeito, mas era funcional e permitiu que a Amazon coletasse *feedback* valioso dos usuários e ajustasse suas ofertas e operações.

Com a confirmação de que seu conceito era sólido e o interesse de investidores, Bezos e sua equipe iniciaram o processo de melhoria e expansão da tecnologia e do negócio. A Amazon não parou na venda de livros. Baseada no *feedback* dos clientes e na análise de mercado, a empresa expandiu-se para uma ampla variedade de produtos e desenvolveu novos serviços, como o Amazon Prime e o AWS (Amazon Web Service).

Apesar do sucesso, a jornada da Amazon não foi sem falhas. Por exemplo, a empresa teve que superar obstáculos significativos, como a bolha da internet no início dos anos 2000. No entanto, a capacidade da empresa de aprender com esses desafios e adaptar-se rapidamente ao ambiente de negócios em constante mudança foi um dos principais fatores que permitiram seu crescimento e sucesso contínuos.

A história da Amazon mostra como a metodologia do *design thinking* pode ser aplicada na prática, permitindo a inovação e a criação de um negócio bem-sucedido a partir de uma ideia inicial. Também destaca a importância de estar disposto a aprender e iterar, em vez de buscar a perfeição desde o início.

## 2.6 Avaliação financeira

Uma importante etapa do processo de produção de um produto ou ideia é a avaliação financeira. Esse processo de avaliação de um projeto é uma análise detalhada das projeções financeiras associadas à implementação e operação do projeto. Ela aborda questões de rentabilidade, eficiência operacional, liquidez, solvência e desempenho financeiro geral. A seguir, estão os conceitos-chave usados na avaliação financeira.

### **2.6.1 Lucro Bruto**

O lucro bruto, também conhecido como lucro operacional bruto, é a diferença entre as vendas totais e o custo dos bens vendidos. Ele mede a eficiência com que uma empresa utiliza sua mão de obra e suprimentos diretos na produção de bens ou serviços.

$$\text{Lucro Bruto} = \text{Receitas Totais} - \text{Custos Diretos} \quad (1)$$

### **2.6.2 Lucro Líquido**

O lucro líquido é o resultado de todas as operações de uma empresa, subtraindo todas as despesas operacionais, impostos e custos de financiamento das receitas totais. É frequentemente referido como "a linha inferior" porque aparece no final da demonstração do resultado.

$$\text{Lucro Líquido} = \text{Lucro Bruto} - (\text{Custos Indiretos} + \text{Despesas com Juros} + \text{Impostos}) \quad (2)$$

### **2.6.3 Custos Diretos**

Custos diretos são aqueles que podem ser atribuídos diretamente à produção de um produto ou serviço. Isso pode incluir matérias-primas, mão de obra direta, equipamentos e qualquer outra despesa que seja diretamente vinculada à produção.

### **2.6.4 Custos Indiretos**

Custos indiretos, por outro lado, não podem ser diretamente vinculados à produção. Estes incluem despesas como aluguel, utilidades, seguros, salários administrativos e outros custos gerais de negócios.

### **2.6.5 Margem Bruta**

A margem bruta é uma métrica que indica a eficiência de produção e distribuição de uma empresa. É o lucro bruto dividido pela receita total, expresso como uma porcentagem.

$$\text{Margem Bruta (em porcentagem)} = (\text{Lucro Bruto} / \text{Receitas Totais}) * 100 \quad (3)$$

### **2.6.6 Margem Líquida**

A margem líquida é o lucro líquido dividido pela receita total. É uma medida da lucratividade de uma empresa e indica quanto de cada dólar de receita é convertido em lucro líquido.

$$\text{Margem Líquida (em porcentagem)} = (\text{Lucro Líquido} / \text{Receitas Totais}) * 100 \quad (4)$$

### **2.6.7 Valor Presente Líquido (VPL)**

O Valor Presente Líquido (VPL) é uma medida da lucratividade de um projeto que leva em conta o valor do dinheiro ao longo do tempo. Calcula-se descontando os fluxos de caixa futuros de um projeto à taxa de desconto apropriada e, em seguida, subtraindo o investimento inicial.

$$VPL = \text{Soma de } (Rt / (1+i)^t) - C0 \quad (5)$$

Onde:

*Rt*: fluxo de caixa líquido em um período *t*

*i*: taxa de desconto

*t*: número do período

*C0*: investimento inicial

### **2.6.8 Taxa Interna de Retorno (TIR)**

A Taxa Interna de Retorno (TIR) é a taxa de desconto que faz com que o VPL de um projeto seja zero. É uma maneira de medir a eficiência de um projeto em termos de rentabilidade.

*A TIR é a taxa que faz o VPL ser zero. Portanto, é a solução da seguinte equação:*

$$\text{Soma de } (Rt / (1+TIR)^t) - C0 = 0 \text{ (6)}$$

*Onde:*

- *Rt, t, C0: mesmo significado que em VPL*
- *TIR: Taxa Interna de Retorno*

### **2.6.9 Taxa de Lucratividade**

A taxa de lucratividade é uma medida da capacidade de uma empresa de gerar lucro em relação à sua receita, custos operacionais e outros gastos. É geralmente expressa como uma porcentagem.

$$\text{Taxa de Lucratividade (em porcentagem)} = (\text{Lucro Líquido} / \text{Investimento Total}) * 100 \text{ (7)}$$

### **2.6.10 Payback**

O período de payback é uma métrica financeira básica que é frequentemente utilizada para determinar a lucratividade de um investimento. Em outras palavras, o período de payback é o tempo que levará para um investimento se pagar a si mesmo através de fluxos de caixa gerados pelo investimento.

O cálculo é feito dividindo o investimento inicial pelo fluxo de caixa anual. Se o investimento inicial for, por exemplo, de R\$200,000 e o fluxo de caixa anual gerado for de R\$50,000, o período de payback será de quatro anos.

$$\textit{Payback} = \textit{Investimento Inicial} / \textit{Fluxo de Caixa Anual} \textit{ (8)}$$

Porém, é importante notar que o método do payback não leva em conta o valor do dinheiro no tempo. Isto é, ele não desconta os fluxos de caixa futuros para refletir seu valor presente. Portanto, enquanto o payback pode ser útil como uma análise inicial simples de um investimento, ele não deve ser a única métrica usada para avaliar a viabilidade financeira de um projeto.

### 3 DESENVOLVIMENTO E ESTUDO DE CASO

Neste capítulo serão abordados os principais aspectos da fundamentação teórica do presente trabalho, explicitando alguns termos mais gerais acerca das perdas não técnicas de energia elétrica, o inovador do uso de métodos para mitigar essas perdas e seu impacto nos negócios.

#### 3.1 Classificação das perdas de energia

Como citado na introdução, os principais tipos de perdas energéticas classificadas pela ANEEL são as perdas técnicas, que se relacionam ao setor de distribuição e têm como fonte, principalmente aspectos logísticos e de qualidade. Já as perdas não técnicas se relacionam com furtos, fraudes, erros de leitura, medição e faturamento.

A Figura 7 ilustra as perdas sobre a energia injetada, no Brasil, em 2018, chegando a mais de 14% de perdas, sendo 7,5% de perdas técnicas (38,3 TWh) e 6,6% de perdas não técnicas (33,3 TWh).

Figura 7 - Perdas sobre a Energia Injetada (2018).

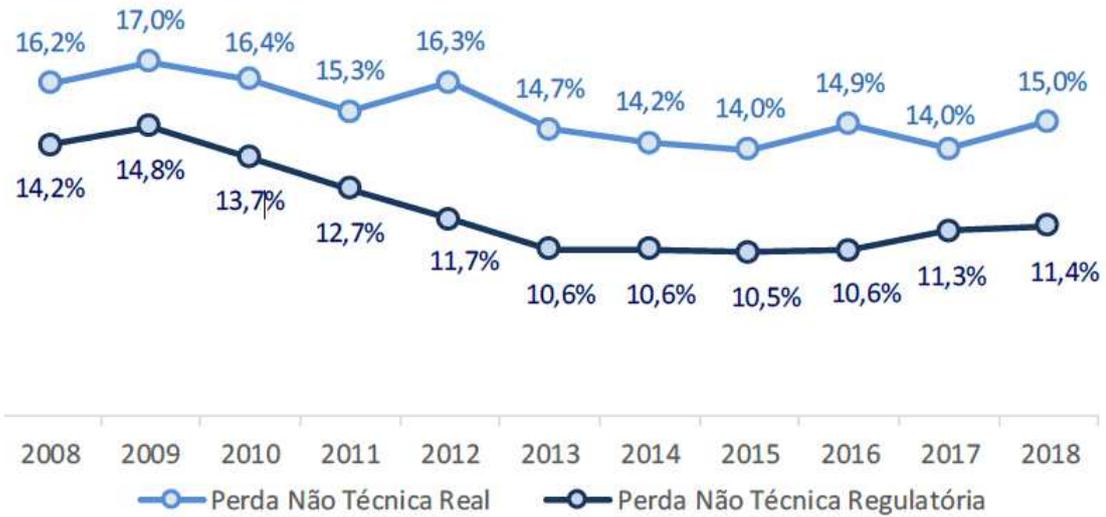


Fonte: ANEEL (2019).

Essas perdas são apuradas mensalmente pela Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE) e o seu custo, definido anualmente nos processos tarifários, é rateado em 50% para geração e 50% para os consumidores. O que mostra que a redução destas perdas beneficia diversas partes interessadas.

A Figura 8 mostra que ao longo do tempo as perdas técnicas em redes de baixa tensão se mantiveram em percentuais relevantes, em patamares maiores de 13%.

Figura 8 - Perdas Não Técnicas Reais e Regulatória sobre Baixa Tensão Faturado (média ponderada)



Fonte: ANEEL (2019).

Quando as perdas em uma organização ultrapassam os limites regulatórios ou as expectativas aceitáveis, isso acarreta consequências negativas, como não conformidade legal, sujeita a penalidades, impacto na reputação dentre outros. Isso prejudica a credibilidade da organização junto a stakeholders, clientes e investidores, afetando sua estabilidade financeira, com redução de lucros e capacidade de investimento.

### 3.2 Principais perdas não técnicas

As perdas não técnicas, também denominadas de perdas comerciais, são apuradas pela diferença entre as perdas totais e as perdas técnicas (ANEEL, 2019). De acordo com a ANEEL, as fraudes no Brasil são gigantescas, representando mais do que 31,5 mil GW, quantidade suficiente para abastecer o estado de Santa Catarina por um ano (PENIN, 2008), ocasionando um prejuízo de cerca de 4,5 bilhões de reais.

Os medidores, cujo modelo básico pode ser observado na Figura 9, podem também ser fontes de perdas comerciais. Um medidor com alguma anomalia poderá gerar um faturamento falho. Existem anomalias decorrentes de fatores ambientais, como um vidro rachado, que teoricamente não afetam a leitura, mas a visualização dos dados. O fato de algumas empresas no Brasil terem medidores antigos e sem uma manutenção adequada pode causar o aumento das perdas, que pode ser importante quando for acumulado devido à grande volume de

distorções de faturamento que geram variações a menor. A maioria dos medidores do parque instalado nacional é formada por medidores eletromecânicos, que, embora normalmente de grande confiabilidade, possuem um mecanismo que pode sofrer desgaste devido à idade, as intempéries, ou mesmo devido à posição de instalação, podendo fazer seu mecanismo girar mais devagar, marcando valores menores. É importante, porém, ressaltar que a principal causa das perdas não técnicas são as fraudes e os furto de energia.

Figura 9 - Estrutura do medidor monofásico da Landis Gyr.

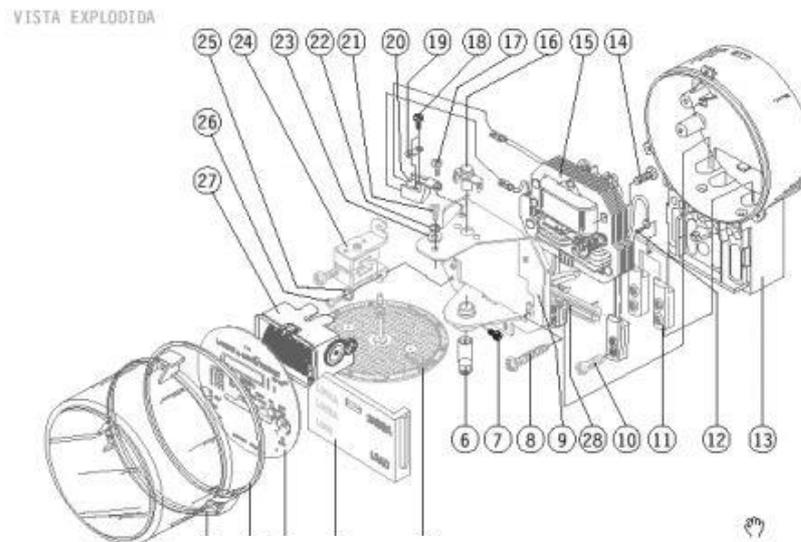


Figura 01 – Vista explodida de medidor M12 da Landis&Gyr

- |  |   |
|--|---|
| 01. Tampa do medidor   | 15. Elemento motor                                    |
| 02. Gaxeta da tampa do medidor   | 16. Mancal superior (pino guia)                       |
| 03. Placa de identificação   | 17. Parafuso de fixação superior do terminal de prova |
| 04. Tampa do bloco de terminais  | 18. Parafuso de fixação do gancho de prova            |
| 05. Elemento móvel   | 19. Gancho de prova                                   |
| 06. Mancal inferior (magnético)  | 20. Suporte prova interno                             |
| 07. Parafuso de fixação do mancal inferior                             | 21. Parafuso de fixação do registrador                |
| 08. Parafuso de fixação do elemento motor                              | 22. Arruela de pressão                                |
| 09. Armadura   | 23. Arruela lisa                                      |
| 10. Parafuso terminal de corrente                                      | 24. Imã frenador                                      |
| 11. Ligador de neutro  | 25. Arruela de pressão                                |
| 12. Parafuso de fixação do terminal de potencial-<br>ligador de neutro | 26. Parafuso de fixação do conjunto imã               |
| 13. Base e bloco do medidor  | 27. Registrador                                       |
| 14. Parafuso de fixação do elemento armadura                           | 28. Suporte da indutiva                               |

Fonte: MINGUÉZ (2007).

As fraudes de energia elétrica são conhecidas e detectáveis, os mecanismos mais comumente utilizados são a violação do lacre, a alteração do funcionamento e, até mesmo, a

destruição física dos medidores (FOIATTO, 2009). As ligações clandestinas de energia prejudicam tanto os consumidores, quanto as distribuidoras de energia, sejam elas furto ou fraude de energia.

No que se refere à energia elétrica, as perdas não técnicas têm origem de duas práticas: ligação elétrica na fiação do poste de energia ou por meio de adulteração do medidor de energia elétrica (YACCOUB, 2011). O “gato” (nome popular para furto de energia) é quando uma unidade consumidora se liga diretamente a rede distribuidora de maneira clandestina e pode ser bem difícil de ser detectado e é uma prática criminosa utilizada para diminuir os gastos com energia elétrica (YACCOUB, 2011).

O uso de neodímio em medidor elétrico é muito comum em fraudes nos medidores energia. Esta fraude consiste em aproximar um ímã ao medidor, durante esta aproximação o campo magnético do ímã interfere no campo magnético induzido pelas bobinas, fazendo com que a força magnética atuante no elemento móvel diminua com isso a velocidade do disco também diminui. Eles desmagnetizam o medidor e, conseqüentemente, alteram a leitura do consumo de energia. Atualmente inúmeras prisões ocorreram, inclusive, envolvendo grandes empresários em virtude de fraudar o consumo de energia utilizando este dispositivo.

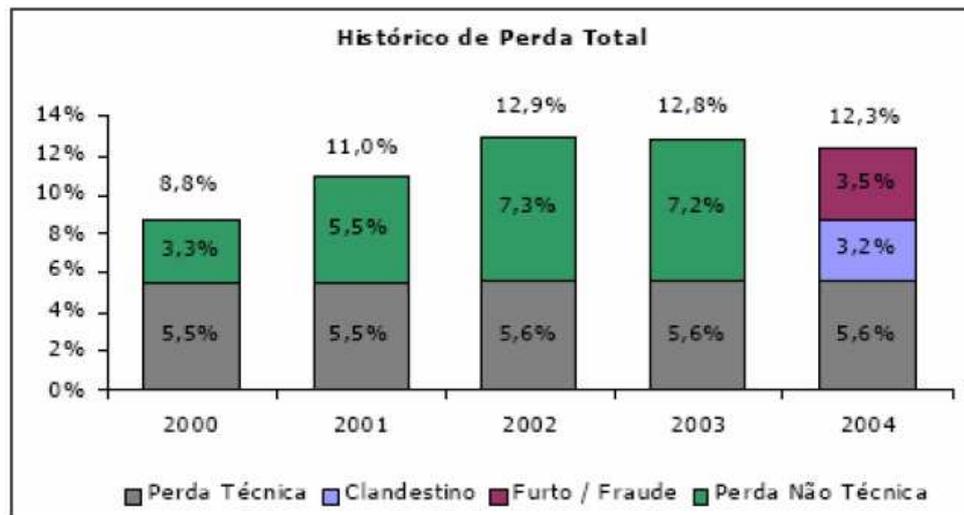
Segundo a ANEEL (FUCHS; DO AMARAL, 2005) as seguintes irregularidades foram mais encontradas nos processos analisados por ela:

- ligação direta à rede secundária;
- ligações do medidor invertidas;
- desvio no ramal de entrada;
- ponteiros do medidor deslocados;
- chave de aferição aberta;
- elemento móvel empenado;
- terminal de prova aberto;
- bobina de potencial interrompida;
- curto-circuito nos secundários dos transformadores de corrente elétrica;
- curto circuito na entrada ou na saída do medidor;
- sequência de fases invertida (reativo);
- alimentação do motor de temporização de demanda interrompida

### 3.3 Técnicas de prevenção de perdas não técnicas

No que tange à prevenção algumas ações na linha de transmissão podem ser realizadas para prevenir furtos e fraudes. Estudos dos autores Novaes e Marchioli (2005), evidenciam um aumento nos índices das perdas comerciais, as principais causas das perdas são os erros técnicos na aferição dos dados do medidor, o uso equipamentos inadequados ou inexistentes, existências de clientes cadastrados e não cobrados, falta procedimentos adequados e eficientes para recuperação de receitas, falhas no cadastro de clientes, erros de leitura e lançamento, falta de auditoria nos processos de consumo irregular e inexistência de capacitação do pessoal de campo. A Figura 10 mostra a evolução das perdas na empresa até 2004.

Figura 10 - Evolução de perdas da Eletropaulo.



Fonte: Novaes e Marchioli (2005).

Em resposta ao diagnóstico, a empresa implementou programa de redução de perdas comerciais em janeiro de 2003. Na concepção, foi planejada uma mudança estrutural abrangente, incluindo a criação de novas áreas como gerências para recuperação de perdas comerciais e atendimento a consumidores irregulares, além de retaguarda comercial e equipes operacionais. Também foram previstas gerências corporativas para estratégias, diretrizes e avanço tecnológico. Também foram criadas equipes especiais de combate à fraude de baixa e média tensão (SWAT's), equipes bem treinadas, responsáveis pelos casos mais complexos e pelo treinamento de equipes mais novas, e a Central de Cálculos, informatizada para centralizar os cálculos de todas as recuperações de receitas. Para atender a nova demanda foram envolvidas inicialmente mais de 700 pessoas, distribuídas por toda a empresa,

posteriormente chegando a quase mil colaboradores. O ponto principal do programa de redução de perdas foi controlar e reduzir as perdas comerciais da empresa, com as ações de detecção de fraudes e anomalias, além das iniciativas de regularização de ligações clandestinas, trocas de medidores obsoletos e não aferidos.

Programas educacionais que conscientizem sobre a importância de consumir a energia de maneira ética e sobre as consequências de furto ou roubo de energia, que podem ser tipificados como atos de estelionato, segundo o código penal brasileiro, podem auxiliar na diminuição de práticas criminosas.

No exterior, as campanhas de conscientização são ferramentas amplamente empregadas, com a jurisdição e o teor dessas campanhas frequentemente possuindo um caráter mais rigoroso do que as observadas no Brasil. Segundo os autores Valenzuela e Montaña (2005), na CHILECTRA, implementaram-se medidas que resultaram em uma considerável redução das perdas comerciais, diminuindo de 22,6% em 1983 para 5,2% em 2004. Estas medidas envolveram a aplicação de sanções legais contra fraudadores, com acionamento da justiça local pela concessionária. Além disso, um amplo plano de aferição e troca de medidores contribuiu para a efetiva redução das perdas elétricas.

Em estudo de uma empresa argentina de serviços energéticos, em meados da década de 90, com índices de perdas não-técnicas da ordem de 2%, iniciou-se um trabalho de inspeções em toda a área de concessão da empresa (CAMARGO; COTICHELLI, 2005). Com as equipes de inspeção eram compostas por técnicos da empresa, testemunhas e um oficial de polícia, que fazia as atuações no local, na presença do cliente, começou a ser criado um clima de “Vergonha Social”, ou seja, junto ao “Temor Legal” de ser pego cometendo uma infração, vinha a vergonha de ser reconhecido pelos vizinhos como sendo um fraudador. Acredita-se que esse aspecto teve forte impacto na diminuição dos índices de perdas na área de concessão da empresa, confirmada por entrevistas com os clientes fraudadores, fazendo-os diminuir de 26% para 13% em menos de 12 meses de operações. Calcula-se que 90% dos clientes regularizam sua situação antes mesmo das inspeções. No final da década de 90, com a situação econômica da Argentina deteriorando-se rapidamente, o aspecto de “Vergonha Social” foi minimizado, e os índices de perdas voltaram a subir fortemente, obrigando a empresa a formular projeto com novas metodologias para combater as perdas comerciais.

Já a medição remota ajuda no monitoramento em tempo real e, baseado no histórico do cliente, podem ajudar nesta detecção de inconsistências. Outra ação eficiente para o combate às perdas é a realização de um plano de manutenção (preditiva, preventiva e corretiva) dos principais itens causadores das perdas.

### 3.4 Técnicas de detecção de perdas não técnicas

O combate às perdas não-técnicas do tipo 1 se refere às técnicas para detecção de unidades consumidoras com fraude ou consumo irregular. Tais técnicas permitem auxílio às empresas para detecção de prováveis fraudadores, e serão tratadas neste capítulo. As demais questões relacionadas ao combate, principalmente a gestão e a capacitação das equipes. Dentre os caminhos possíveis para se atingir o objetivo de descobrir quais são os clientes fraudulentos de uma empresa de distribuição de energia elétrica, um tem tido destaque para melhorar as estatísticas da busca de fraudes, com grande aceitação das concessionárias brasileiras: a utilização de mineração de dados ou data mining. A mineração de dados tem representado um notável avanço na busca de fraudadores de energia elétrica, tornando-se um aliado importante na melhoria dos índices de sucesso das inspeções de campo.

Diversas áreas de conhecimento utilizam técnicas estatísticas básicas e avançadas para estudos de aplicação com grandes massas de dados, tais como: ciências sociais, engenharia e controle de qualidade. Com a evolução da informática, muitos softwares foram desenvolvidos para serem utilizados na análise estatística e mineração de dados, apresentando ótimo desempenho para o trabalho com grande volume de dados.

A extração de conhecimento em bases de dados é um processo complexo que envolve desde a formulação adequada do problema, até a preparação dos dados, análises dos resultados e as respectivas avaliações. As etapas previstas no processo de data mining podem ser aplicadas à maioria dos casos. As etapas compreendem:

- preparação de dados;
- definição do problema
- descoberta das relações
- análise de novas relações
- avaliação dos resultados

O texto parece estar bem estruturado e informativo, mas há uma pequena repetição que pode ser corrigida para melhorar a fluidez. Aqui está a versão corrigida:

O Data Mining consiste em um processo que combina dados armazenados em bancos de dados com as interações realizadas com esses dados. Com o uso desta ferramenta, é possível identificar comportamentos dos dados e tirar conclusões. A Rede Neural Artificial (RNA) tem como modelo uma rede neural biológica. Elas constituem um sistema que processa as informações de forma análoga ao funcionamento do cérebro humano,

estabelecendo conexões, semelhante ao que acontece com os neurônios.

### **3.5 O desafio do combate a perda de energia ocasionada pela intervenção do imã de neodímio**

Dentre as técnicas de prevenção as perdas descritas o método de detecção do furto de energia elétrica utilizando o imã de neodímio pode ser realizado em uma inspeção (visita técnica). O custo que a concessionária tem com essas visitas in loco e a dificuldade de detecção desta infração inviabiliza o combate mais eficiente ao furto de energia utilizando este tipo de método. Além disso, a intervenção com imã trata-se de um furto silencioso, sem contato e facilmente removível, logo caso o furtador veja a presença de uma equipe, o mesmo pode retirar o imã antes de o mesmo ser detectado pela equipe técnica.

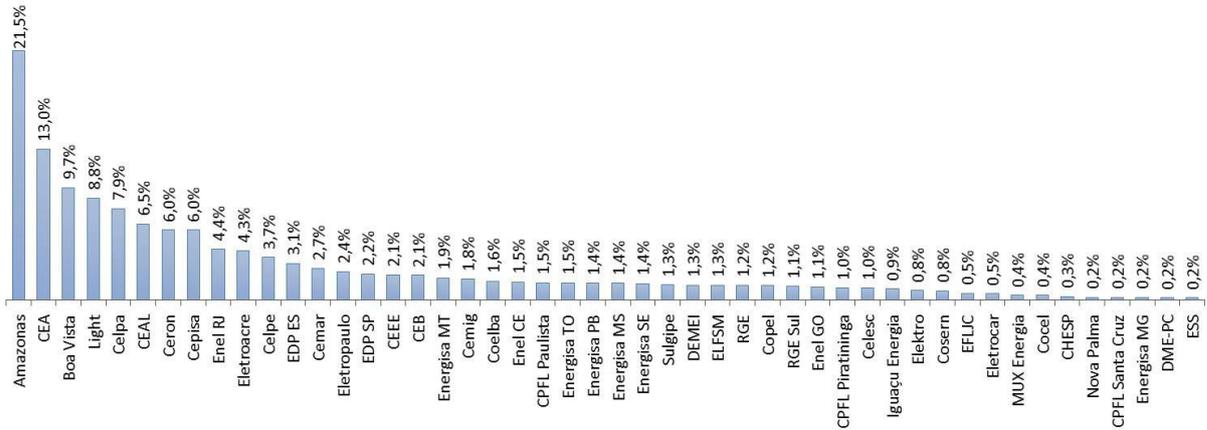
De outro modo, como a inspeção técnica é direcionada à unidades consumidoras suspeitas, elas são pontuais e não é feita uma inspeção de todos os clientes, dessa forma pode existir cliente furtando e não sendo inspecionado.

### **3.6 Impacto das perdas nas tarifas de energia elétrica**

Os impactos financeiros das perdas na tarifa de energia são significativos em perdas técnicas e não técnicas e serão descritas no presente tópico. Em 2018, o custo das perdas técnicas foi da ordem de R\$ 7,1 bilhões. Essas perdas são repassadas aos consumidores, já se considerando a operação eficiente das redes e, portanto, não são passíveis de maiores reduções. Os custos das perdas na rede básica considerados nas tarifas foram de aproximadamente R\$ 1,5 bilhão.

As perdas não técnicas reais no país, utilizando o mesmo método acima, representaram um custo de aproximadamente R\$ 6,6 bilhões. No entanto, as perdas não técnicas regulatórias, que são calculadas conforme a metodologia da ANEEL, considerou um custo de quase R\$ 5 bilhões ao ano, o que representa aos consumidores cerca de 3% do valor da tarifa de energia elétrica, variando por distribuidora, conforme demonstra a Figura 11.

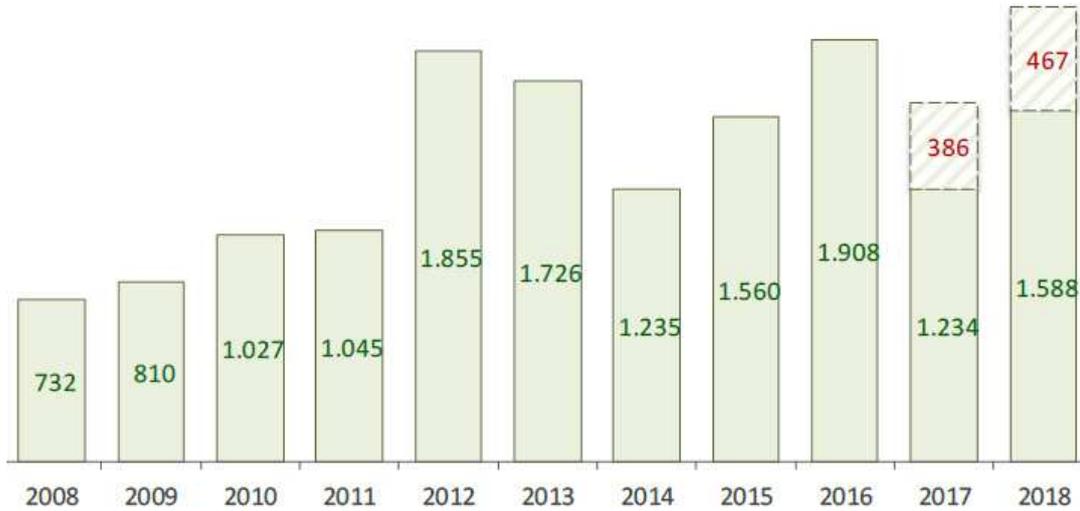
Figura 11 - Representatividade dos custos das perdas não técnicas regulatórias sobre a receita requerida.



Fonte: ANEEL (2019).

A Figura 12 apresenta, considerando o preço médio da energia nos processos vigentes em abril/2019, os valores equivalentes glosados pela ANEEL nas tarifas dos consumidores, de 2008 a 2018, que são arcados pelas concessionárias.

Figura 12 - Evolução da glosa da ANEEL, em milhões de reais (preços de 2018).



Fonte: ANEEL (2019).

Os novos patamares regulatórios de perdas das concessionárias atingidas pelas Leis nº 13.299/2016 e 13.360/2016 aumentaram o repasse tarifário das perdas em R\$ 386 milhões (2017) e R\$ 467 milhões (2018), reduzindo a glosa da ANEEL.

## 4 METODOLOGIA

Neste capítulo, detalhamos a metodologia aplicada utilizando as etapas do *Design Thinking* para resolver o problema das perdas de energia ocasionadas pela intervenção do ímã de neodímio.

### 4.1 Empatizar e Definir

Como descrito na seção 3.5, os métodos tradicionais para detecção de furto de energia elétrica utilizando o ímã de neodímio são custosos e ineficazes. Ressalta-se a necessidade de uma equipe técnica especializada in loco para a detecção eficaz de fraudes, uma vez que essas podem ser facilmente dissimuladas ou removidas para evitar a detecção.

Dentro do processo da distribuidora, as equipes técnicas só realizam inspeção pontualmente. Entretanto, os "leituristas" (termo comumente utilizado para denominar profissionais que realizam a aferição da quantidade de energia consumida em kWh por cada unidade consumidora) da Ente Nazionale per L'energia Elettrica (ENEL) Ceará visitam todos os clientes mensalmente. Logo, seria interessante a criação de uma forma de identificação fácil e prática de fraude de energia utilizando ímãs pelos "leituristas". Dessa forma, eles poderiam denunciar, e a equipe técnica iria diretamente ao local antes que a fraude fosse retirada.

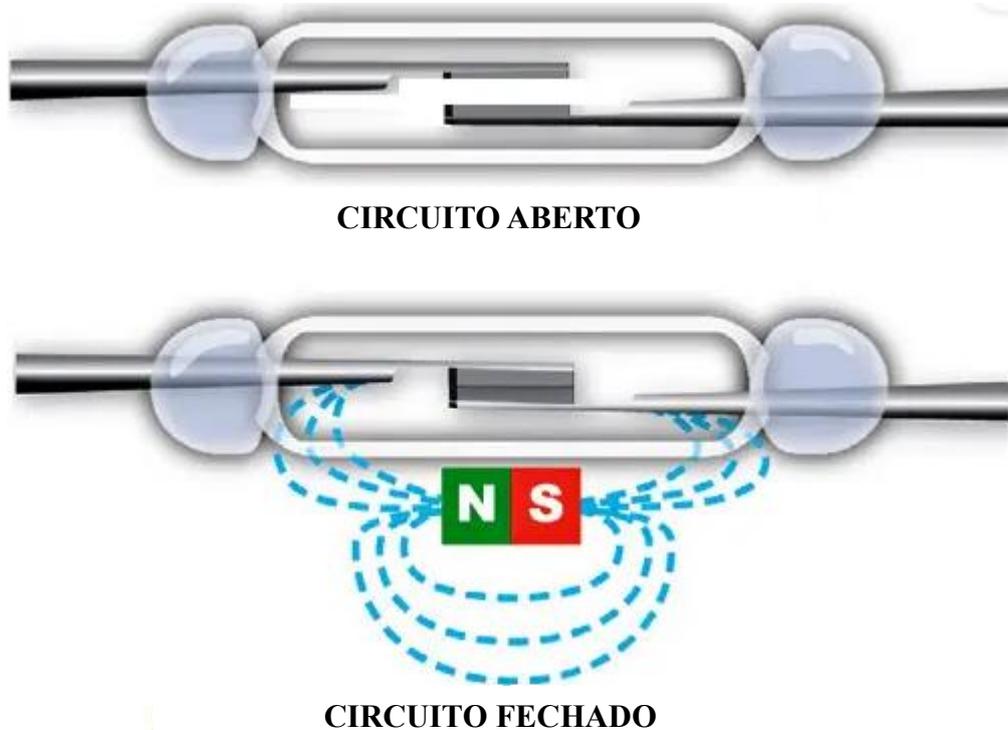
### 4.2 Idealizar

Os ímãs de neodímio, que entraram no mercado desde 1980, são um dos ímãs permanentes mais poderosos dentre os membros da família das terras raras. São produzidos pela compactação de ligas metálicas pulverizadas que são posteriormente sinterizadas sob ação de um forte campo magnético, que orienta os grãos internos (SMITH, 2022). Eles possuem as melhores propriedades de todos os ímãs existentes e uma incrível relação indução/peso, sendo cerca de 10 vezes mais fortes quando comparados aos ímãs de cerâmica ou ferrite (SMITH, 2022).

Após uma extensa revisão da literatura e múltiplos testes de equipamentos, identificou-se um dispositivo econômico, o Reed-switch, que mostrou ser eficaz em sinalizar

a presença do campo magnético em distâncias significativas, devido à intensidade do campo gerado pelos ímãs de neodímio.

*Figura 13 – Reed Switch*



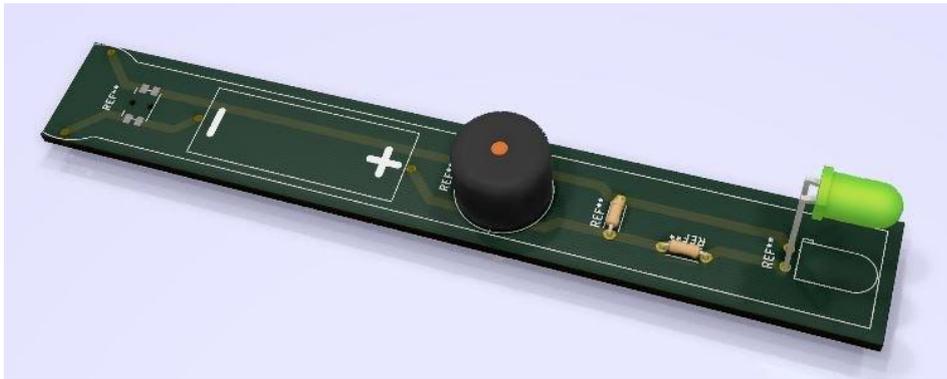
Fonte: 176iot.

Um reed switch é um interruptor elétrico ativado por um campo magnético. Ele é composto por dois contatos de metal hermeticamente selados, que se abrem ou fecham quando expostos a um campo magnético. Quando o campo magnético está presente, os contatos se atraem e permitem o fluxo de corrente elétrica, completando o circuito. Quando o campo magnético é removido, os contatos se separam, interrompendo o fluxo de corrente elétrica no circuito. É frequentemente usado em sensores e dispositivos elétricos para detecção e controle baseados em magnetismo. Com isso, torna-se possível a criação de um dispositivo barato, funcional e prático para uso dos leituristas.

### 4.3 Prototipar e Testar

Para a prototipagem do circuito eletrônico, observado na Figura 13, foi utilizado o software Kicad, um programa computacional de código aberto para projetos de circuitos integrados, que possui ferramentas para a elaboração de estrutura de produtos, arte-final e visualizações 3D da placa de circuito impresso e seus componentes.

Figura 144 - Visão 3d do circuito interno desenvolvido no software Kicad.



Fonte: elaborado pelo autor.

Elaborando a placa e colocando na case, chegamos ao MVP, o protótipo piloto para teste (Figura 14). Neste modelo foi adicionado um buzzer e um led para ter aviso sonoro e luminoso em caso de detecção de campo magnético. Para validação, foram feitos dois dispositivos e entregues a leituristas para que utilizassem em sua rota de serviço, efetuando o teste nos clientes aos quais fizessem a leitura. Nas primeiras semanas de implementação do dispositivo em campo, detectaram-se múltiplas instâncias de fraude, corroborando a eficácia do dispositivo. Como pode ser observado na Figura 15.

Figura 155 - Dispositivos ezAlert defeituosos para uso no protótipo.



Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 166 - 1º Fraude detectada por intervenção de imã no medidor durante teste de protótipo.



Fonte: elaborado pelo autor

#### **4.4 Business Model Canvas**

O Business Model Canvas (BMC), como visto no tópico 2.4, é uma ferramenta estratégica que permite visualizar, de maneira simplificada, os principais aspectos de um negócio. Ele é composto por nove blocos que detalham a lógica de como uma organização pretende gerar valor. No contexto deste trabalho, o BMC foi elaborado para o dispositivo de detecção de fraudes em redes elétricas usando ímãs de neodímio. A seguir, detalhamos cada um dos blocos para uma compreensão mais profunda do modelo de negócios proposto.

##### **1. Segmentos de Clientes:**

O principal público-alvo são as distribuidoras de energia elétrica e suas equipes técnicas. Estas instituições enfrentam desafios contínuos relacionados a perdas não técnicas, e o dispositivo proposto visa atender diretamente a essa necessidade.

##### **2. Proposta de Valor:**

O dispositivo oferece uma solução inovadora e escalável para a detecção eficiente de fraudes em redes elétricas. Além da sua eficácia superior em relação aos métodos tradicionais, ele apresenta uma proposta econômica, potencialmente poupando milhões para as distribuidoras.

##### **3. Canais:**

A estratégia de distribuição se dá por meio de parcerias diretas com distribuidoras e através de vendas diretas para empresas de energia, seja por representantes ou por uma plataforma online.

##### **4. Relacionamento com Clientes:**

É fundamental manter um relacionamento próximo e contínuo com os clientes. Isso se traduz em oferecer suporte técnico e treinamentos regulares, garantindo que o dispositivo seja utilizado de forma correta e eficiente.

##### **5. Fontes de Receita:**

As principais fontes de receita vêm da venda do dispositivo, do licenciamento da tecnologia e da oferta de consultoria e treinamento. Essa diversificação permite um fluxo de receita estável e crescente.

## **6. Recursos Principais:**

O recurso mais valioso é a patente do dispositivo, que garante exclusividade e proteção contra concorrência direta.

## **7. Atividades-Chave:**

O foco contínuo em pesquisa e desenvolvimento garantirá que o dispositivo permaneça na vanguarda da tecnologia e atenda às necessidades em evolução das distribuidoras. Além disso, treinamento, capacitação e monitoramento contínuo do feedback dos clientes são essenciais para o aprimoramento do produto.

## **8. Parcerias Principais:**

Para maximizar o alcance e eficácia do dispositivo, parcerias estratégicas com distribuidoras, institutos de pesquisa e fabricantes de equipamentos elétricos são fundamentais.

## **9. Estrutura de Custos:**

Os principais custos envolvidos estão relacionados à pesquisa e desenvolvimento, produção e montagem do dispositivo, marketing, vendas, treinamentos e suporte técnico. A estratégia é otimizar esses custos para garantir um produto competitivo e lucrativo.

Ao analisar o BMC proposto, é evidente que o dispositivo apresenta um potencial significativo para transformar o setor de distribuição de energia elétrica. Com um foco claro em inovação, eficiência e valor para o cliente, o modelo de negócios delineado promete não apenas solucionar um problema crítico enfrentado pelas distribuidoras, mas também gerar valor econômico sustentável a longo prazo.

## **4.5 Avaliar e Implementar**

A última etapa do projeto envolveria a realização de uma análise financeira para produção em larga escala, incluindo o cálculo dos indicadores financeiros, conforme descrito no tópico 2.6. No entanto, devido à confidencialidade dos dados financeiros da empresa e ao

sigilo das informações, não foi possível concluir essa última etapa. Embora não tenha sido possível concluir a análise financeira, a simplicidade do design e a eficácia logística na identificação de fraudes sugerem que o dispositivo pode representar uma vantagem significativa em termos de redução de custos para a empresa.

O custo estimado para a prototipagem, desenvolvimento do circuito eletrônico, impressão 3D da case, obtenção de patente e produção de três produtos funcionais para validar um modelo comercial no setor de produtos foi calculado em aproximadamente R\$ 10.000,00 (Dez mil reais). Em contrapartida, o protótipo inicial, elaborado de forma artesanal e seguindo a metodologia lean, teve um custo de produção inferior a R\$ 40,00 (Quarenta reais). Essa abordagem permitiu otimizar recursos, aproveitando materiais e softwares livres, o que demonstrou eficácia ao validar o projeto, mesmo diante de recursos limitados.

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

A fase de validação do Produto Mínimo Viável (MVP) revelou achados significativos que corroboram a eficácia da abordagem proposta. O uso do Reed-switch como meio de detecção de furto de energia elétrica demonstrou ser eficaz na prática. Os profissionais de leitura de consumo da ENEL Ceará que participaram do teste de campo conseguiram identificar várias ocorrências de fraude, corroborando assim a utilidade e aplicabilidade da solução proposta.

Os principais resultados incluem:

**Eficiência na Detecção:** O dispositivo demonstrou alta eficiência na detecção de intervenções fraudulentas, identificando a presença de ímãs de neodímio nas instalações.

**Redução de Custos:** Comparado aos métodos tradicionais, o dispositivo provou ser uma alternativa mais econômica, reduzindo os custos associados à inspeção in loco.

**Facilidade de Uso:** Os leituristas expressaram satisfação com a facilidade de uso do dispositivo, o que pode aumentar a adoção e a eficácia em grande escala.

O teste do protótipo foi realizado em outubro de 2019, e em 9 meses apenas 12 (doze) fraudes por intervenção de ímã haviam sido localizadas. Contudo, com a implementação do detector, observou-se que em um período de apenas duas semanas, foi possível identificar 20% do total de fraudes detectadas ao longo de nove meses, ilustrando de maneira inequívoca a eficácia do dispositivo.

Apesar da limitação na análise financeira devido ao sigilo nos dados, a simplicidade do projeto e a eficiência logística na detecção de fraudes tornam evidente que o dispositivo desenvolvido oferece não só uma significativa vantagem em termos de custo para a empresa, como também se demonstrou bastante eficiente e assertivo.

Para o futuro espera-se, seguindo o ciclo de melhoria de produto proposto pela metodologia do Lean Six-Sigma, atingir máxima qualidade no dispositivo através de melhorias assertivas, mensuradas e avaliadas. Além disso existem possibilidade de adaptação do dispositivo na estrutura física do medidor para retirar a necessidade do leituristas e ter um monitoramento contínuo.

## 6 CONCLUSÃO

No presente trabalho, realizou-se um estudo acerca da utilização de metodologias de inovação e produção enxuta (design thinking e lean) que auxiliam na construção de produtos de maneira eficiente. O foco específico deste estudo foi o desenvolvimento de um protótipo que visa à mitigação de perdas não técnicas de energia causadas por ímãs de neodímio em medidores de consumo de energia elétrica.

Foi constatado que o uso de metodologias de inovação amplamente conhecidas foi eficiente, uma vez que o produto foi desenvolvido com sucesso, demonstrando sua utilidade, aplicabilidade, e acessibilidade em termos de valores financeiros. O dispositivo não apenas

obteve sua patente, mas também foi reconhecido em editais de inovação da empresa, o que reflete seu valor e potencial no campo de energia.

O teste do protótipo se mostrou notavelmente eficiente na identificação de furto de energia pelo uso de neodímio, detectando em apenas duas semanas o equivalente ao detectado nos nove meses anteriores ao teste.

Deste modo, destaca-se a importância da continuidade do projeto, a fim de mitigar os casos de fraude de energia que geram anualmente a perda de milhões de reais no Brasil, impactando diretamente a tarifa cobrada aos consumidores. Além disso, a inovação em prol do bem-estar social deve ser estimulada, mesmo que possua custos, pois o benefício final é bem maior do que o ônus financeiro.

A conclusão do estudo apresenta, de forma resumida, o contexto, o processo, os resultados e a relevância do projeto, reiterando a eficácia do protótipo e enfatizando a necessidade de continuidade na pesquisa e desenvolvimento.

Esta pesquisa e o protótipo bem-sucedido resultante servem como um testemunho vivo de como as técnicas de inovação propostas podem ser implementadas de forma eficaz não apenas em projetos industriais, mas também na educação de engenharia. Estudantes de engenharia, em particular, podem se inspirar neste trabalho para inovar, desenvolver soluções práticas e fazer contribuições significativas para a sociedade. Assim, delineia-se o caminho para um impacto social positivo, potencialmente transformador na indústria de energia do Brasil, e, mais amplamente, uma ilustração do poder da inovação técnica e do pensamento criativo.

## REFERÊNCIAS

- Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). **Relatório de Perdas de Energias**. Brasília: ANEEL, 2019.
- BROWN, T. **Design Thinking: uma metodologia poderosa para decretar o fim das velhas ideias**. Rio de Janeiro. Alta Books, 2020.
- CAMARGO, C.; COTICHELLI, C. L. **Segmentacion del Mercado de Perdidas em SECHEEP**. In: V CIERTEC – Seminário Internacional sobre Gestão de Perdas, Eficientização Energética e Proteção de Receita no Setor Elétrico, Maceió, 2005.
- DA SILVA, G. J. F.; GOMES, T. J. G. **Utilizando o Mapa de Empatia do Design Thinking no processo de ensino-aprendizagem**. Sociedade Brasileira de Computação, 2020.
- ESTADÃO. **Apple é avaliada em US\$ 3 trilhões, mais do que o dobro do PIB do Brasil**. 2022. Disponível em: <https://economia.uol.com.br/noticias/estadao-conteudo/2022/01/04/apple-e-avaliada-em-us-3-trilhoes-mais-do-que-o-dobro-do-pib-do-brasil.htm> . Acesso em: 1 ago. 2023.
- FOIATTO, N. **Sistematização do reconhecimento de irregularidades que caracterizam fraude em medidores de energia elétrica**. 2009. 136 p. Dissertação (mestrado) em Engenharia de Produção. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2009.
- FUCHS, C. I.; DO AMARAL, T. L. R. **Tratamento de irregularidades na medição no âmbito administrativo**. In: V CIERTEC – Seminário Internacional sobre Gestão de Perdas, Eficientização Energética e Proteção da Receita no Setor Elétrico, Maceió, 2005.
- KEELEY, L. et al. **Dez tipos de inovação**. DVS Editora, 2016.
- MANKIW, G. N. **Introdução à economia - Tradução da 6ª edição norte-americana**. São Paulo: Cengage Learning, 2014.
- NOVAES, M. A. F. V.; MARCHIOLI, N. F. **Aspectos Comportamentais e Capacitação Profissional como Redutor de Perdas Comerciais**. In: V CIERTEC – Seminário Internacional sobre Gestão de Perdas, Eficientização Energética e Proteção da Receita no Setor Elétrico, Maceió, Agosto de 2005.
- PENIN, Carlos Alexandre de Sousa. **Combate, prevenção e otimização das perdas comerciais de energia elétrica**. 2008. 227 p. Tese de Doutorado em Engenharia. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.
- PORTAL DA INDÚSTRIA. **O que é inovação? Definição, importância e as ações que têm impulsionado a inovação no Brasil**. 2020. Disponível em: <https://www.portaldaindustria.com.br/industria-de-a-z/inovacao/> .
- POSPELOV, G.; SICH. N. **Perdas de Potência e de Energia em Redes Elétricas**. Energoatomizdat, Moscow, p.216, 1981.

FIA. (2021). **The history of KERS in Formula 1**. Disponível em: <https://www.autoevolution.com/news/formula-1-energy-recovery-system-explained-125488.html>.

SORRI, K.; SEPPÄNEN, M.; STILL, K.; VALKOKARI, K. Business Model Innovation with Platform Canvas. **Journal of Business Models**, v. 7, n. 2, p. 1 - 13. 2019.

SMITH, B. J. et al. Rare Earth Permanent Magnets. U.S. Department of Energy, 82 p. 2022.

TENNANT, G. **Design for six sigma: launching new products and services without failure**. Gower Publishing, Ltd., 2002.

VALENZUELA L. G.; MONTAÑA S. C. **Una experiencia exitosa em el control de pérdidas No.Técnicas**. In: V CIERTEC – Seminário Internacional sobre Gestão de Perdas, Eficientização Energética e Proteção da Receita no Setor Elétrico, Maceió, Agosto de 2005.

YACCOUB, H. A chamada “nova classe média”: cultura material, inclusão e distinção social. **Horizontes Antropológicos**, v. 17, n. 36, p. 197–231, dez. 2011.

CAREERFOUNDRY. **What is an Empathy Map?¹ A Comprehensive Guide for UX Designers**. Disponível em: <https://careerfoundry.com/en/blog/ux-design/what-is-an-empathy-map/>. Acesso em: 06 out. 2023.

QUESTIONPRO. **What is an Empathy Map?¹ Definition and Importance**. Disponível em: <https://www.questionpro.com/blog/empathy-map/>. Acesso em: 06 out. 2023.

Koru UX Design. **Empathy Maps Made Easy: A 10-Minute Guide**. Disponível em: <https://www.koruux.com/blog/empathy-maps-made-easy-a-10-minute-guide/>. Acesso em: 06 out. 2023.

THE BYU DESIGN REVIEW. **Ideation Techniques: Brainstorming**. Disponível em: [<https://www.designreview.byu.edu/collections/ideation-techniques-brainstorming>]. Acesso em: 06 out. 2023.

UX DESIGN BOOTCAMP. **Generating Ideas: A Guide to the Ideate Phase of the Design Thinking Process**. Disponível em: [<https://bootcamp.uxdesign.cc/generating-ideas-a-guide-to-the-ideate-phase-of-the-design-thinking-process-50a1f1e3da88>]. Acesso em: 06 out. 2023.

SEBRAE. **Conheça o Mínimo Produto Viável (MVP) e aplique no seu negócio**. Disponível em: <https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ufs/pe/artigos/conheca-o-minimo-produto-viavel-mvp-e-aplique-no-seu-negocio,199a9475fab9c610VgnVCM1000004c00210aRCRD>. Acesso em: 06 out. 2023.

AGENDOR. **Entenda o que é o mínimo produto viável (MVP), para que serve, por que é importante fazer, como testar e exemplos para se inspirar**. Disponível em: <https://www.agendor.com.br/blog/minimo-produto-viavel/>. Acesso em: 06 out. 2023.

GO LEAN SIX SIGMA. **The Benefits of Using Lean Six Sigma**. Disponível em: . Acesso em: 06 out. 2023.

LSS SIMPLIFIED. **Normal Distribution for Lean Six Sigma**. Disponível em: . Acesso em: 06 out. 2023.

MASTER OF PROJECT ACADEMY. **Six Sigma: What is the Normal Distribution Curve?**. Disponível em: . Acesso em: 06 out. 2023.

Aqui estão as referências para os sites sobre a história de inovação da Amazon, formatadas de acordo com a ABNT:

BBC NEWS. **Amazon: The unstoppable rise of the internet giant**. Disponível em: <https://www.bbc.com/news/business-55927979>. Acesso em: 06 out. 2023.

INTERESTING ENGINEERING. **A Very Brief History of Amazon: The Everything Store**. Disponível em: <https://interestingengineering.com/culture/a-very-brief-history-of-amazon-the-everything-store>. Acesso em: 06 out. 2023.

MÍNGUEZ, A. Medidores de energia ativa: funcionamento, práticas usuais, principais ensaios e análise das fraudes mais comuns. Monografia – Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Elétrica, Departamento de Engenharia Elétrica da Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

SILVA, A. C. et al. Perdas de energia elétrica: causas, impactos e desafios. Revista Brasileira de Energia, v. 25, n. 1, p. 9-28, 2019.

176iot. Imagem de Reed Switch. Acessado em 06 de Outubro de 2023. Disponível em: <https://www.176iot.com/>.