



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CAMPUS AGRESTE  
NÚCLEO DE TECNOLOGIA  
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

JAMESSON CARVALHO RODRIGUES DE LIMA

**ANÁLISE DA IMPLEMENTAÇÃO DO LEAN NO SETOR DE SERVIÇOS:**  
**Estudo em uma empresa de climatização**

CARUARU  
2025

JAMESSON CARVALHO RODRIGUES DE LIMA

**ANÁLISE DA IMPLEMENTAÇÃO DO LEAN NO SETOR DE SERVIÇOS:  
Estudo em uma empresa de climatização**

TCC apresentado ao Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico do Agreste, como requisito parcial para a obtenção do título bacharel em engenharia de produção.

Orientador: Profº Osmar Veras Araújo

CARUARU

2025

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Lima, Jamesson.

Análise da implementação do lean no setor de serviços: Estudo em  
uma empresa de climatização / Jamesson Lima. - Caruaru, 2025.

81p. : il., tab.

Orientador(a): Osmar Araújo

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade  
Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico do Agreste, Engenharia  
de Produção, 2025.

Inclui referências, apêndices.

1. Lean Manufacturing. 2. Melhoria. 3. Padronização. 4.  
Eficiência. I. Araújo, Osmar. (Orientação). II. Título.

620 CDD (22.ed.)

JAMESSON CARVALHO RODRIGUES DE LIMA

**ANÁLISE DA IMPLEMENTAÇÃO DO LEAN NO SETOR DE SERVIÇOS:  
Estudo em uma empresa de climatização**

TCC apresentado ao Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico do Agreste, como requisito parcial para a obtenção do título bacharel em engenharia de produção.

Aprovado em: 14/05/2025

**BANCA EXAMINADORA**

---

Profº Osmar Veras Araújo (Orientador)

Universidade Federal de Pernambuco

---

Profª Amanda Carvalho Miranda (Examinadora interna)

Universidade Federal de Pernambuco

---

Profº Antonio Romão Alves da Silva Filho (Examinador interno)

Universidade Federal de Pernambuco

## **AGRADECIMENTOS**

Este projeto foi iniciado com grande entusiasmo e expectativa, uma vez que se o objeto de estudo é sobre a empresa onde obtive meu primeiro emprego, sendo assim, a vontade em aplicar os conhecimentos adquiridos durante os últimos anos era intensa. Agradeço primeiramente aos meus pais, os idealizadores da empresa JCR Climatização e Refrigeração, a qual é o sustento para nossa família e o objeto de estudo desta pesquisa. Agradeço ainda à minha noiva que me auxiliou durante toda a minha jornada universitária.

Ademais, presto meus agradecimentos a todos os docentes que me acompanharam na minha formação acadêmica, sobretudo ao meu orientador: Dr. Osmar Veras Araújo. Todas estas pessoas contribuíram para que eu me tornasse um engenheiro de produção que assume responsabilidades e não teme desafios.

## **RESUMO**

Lean Manufacturing é uma filosofia de melhoria contínua, originada no pós-guerra na Toyota Motor Corporation, que utiliza técnicas e ferramentas com o objetivo de otimizar processos e reduzir desperdícios. Este trabalho teve como finalidade investigar como as ferramentas do Lean Manufacturing podem ser aplicadas no setor de climatização, por meio de um estudo de caso, com o intuito de otimizar processos, reduzir desperdícios e aumentar a eficiência operacional. A pesquisa buscou solucionar o problema dos chamados improdutivos, que geravam retrabalho, deslocamentos desnecessários e perda de produtividade. Para isso, utilizou-se a metodologia DMAIC — Definir, Medir, Analisar, Implementar e Controlar — como estrutura para a condução do projeto. Durante o desenvolvimento prático, aplicaram-se ferramentas como o Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV), Diagrama de Ishikawa, 5 Porquês, 5S e Relatório A3, com foco na padronização e melhoria dos processos. Como resultado, obteve-se a diminuição dos erros de agendamento e das viagens perdidas, redução do número de reclamações de clientes, melhoria da comunicação interna e aumento da eficiência operacional. Além disso, a aplicação das práticas Lean contribuiu para a satisfação dos clientes e para a fidelização, refletida em feedbacks mais positivos.

**Palavras chave:** Lean manufacturing; Melhoria; Padronização; Eficiência.

## **ABSTRACT**

Lean Manufacturing is a philosophy of continuous improvement, originating in the post-war period at Toyota Motor Corporation, which uses techniques and tools with the aim of optimizing processes and reducing waste. This work aimed to investigate how Lean Manufacturing tools can be applied in the air conditioning sector, through a case study, with the aim of optimizing processes, reducing waste and increasing operational efficiency. The research sought to solve the problem of so-called unproductive issues, which generated rework, unnecessary travel and loss of productivity. To achieve this, the DMAIC methodology — Define, Measure, Analyze, Implement and Control — was used as a structure for conducting the project. During practical development, tools such as Value Stream Mapping (MFV), Ishikawa Diagram, 5 Whys, 5S and A3 Report were applied, with a focus on standardizing and improving processes. As a result, there was a reduction in scheduling errors and missed trips, a reduction in the number of customer complaints, an improvement in internal communication and an increase in operational efficiency. Furthermore, the application of Lean practices contributed to customer satisfaction and loyalty, reflected in more positive feedback.

**Keywords:** Lean manufacturing; Improvement; Standardization; Efficiency.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|             |                                                             |    |
|-------------|-------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 -  | Distribuição percentual por área no setor AVAC em 2024..... | 14 |
| Figura 2 -  | Ciclo DMAIC.....                                            | 15 |
| Gráfico 1 - | Ano de publicação dos artigos.....                          | 18 |
| Figura 3 -  | Estrutura do sistema de produção da Toyota.....             | 21 |
| Figura 4 -  | Diagrama de Ishikawa.....                                   | 34 |
| Figura 5 -  | Ciclo DMAIC.....                                            | 37 |
| Figura 6 -  | Ciclo PDCA.....                                             | 39 |
| Figura 7 -  | Template de um A3 Report.....                               | 39 |
| Figura 8 -  | Princípio de Pareto.....                                    | 41 |
| Figura 9 -  | Matriz GUT.....                                             | 41 |
| Figura 10 - | Caldeira de Chão.....                                       | 45 |
| Figura 11 - | Chiller.....                                                | 45 |
| Figura 12 - | Unidade de Tratamento de Ar (do tipo double deck).....      | 46 |
| Figura 13 - | RoofTop.....                                                | 47 |
| Figura 14 - | Recuperador de Calor.....                                   | 47 |
| Figura 15 - | Condensadora Split.....                                     | 48 |
| Figura 16 - | Condensadora Multi-Split.....                               | 48 |
| Figura 17 - | VRV: Unidade Exterior.....                                  | 49 |
| Figura 18 - | VC Carroçado e Descarroçado.....                            | 49 |
| Figura 19 - | Logotipo da Empresa JCR Climatização e Refrigeração....     | 50 |
| Figura 20 - | Fluxograma JCR Climatização.....                            | 51 |
| Figura 21 - | Registros de Obras (Aesga).....                             | 56 |
| Figura 22 - | Registros de Obras (Petz).....                              | 56 |
| Figura 23   | Aplicação do Pareto.....                                    | 57 |
| Figura 24   | Aplicação da matriz GUT.....                                | 58 |
| Figura 25   | Metodologia DMAIC.....                                      | 59 |
| Gráfico 2 - | Histórico de chamados improdutivos.....                     | 61 |



|           |                                              |    |
|-----------|----------------------------------------------|----|
| Figura 26 | Diagrama de causa e efeito.....              | 62 |
| Figura 27 | Uso dos 5 Porquês.....                       | 65 |
| Figura 28 | Dashboard com indicadores de performace..... | 67 |
| Figura 29 | Mapa de Fluxo de valor.....                  | 68 |
| Figura 30 | NPS Médio Global.....                        | 69 |

## LISTA DE TABELAS

|                                                                                                                              |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Quadro 1 – Resumo dos equipamentos mais comuns referente ao sistema .....                                                    | 44 |
| Quadro 2 – Tabela resumo das obras e equipamentos.....                                                                       | 55 |
| Quadro 3 – Quantitativo de chamados improdutivos.....                                                                        | 60 |
| Quadro 4 – Método 6M's.....                                                                                                  | 62 |
| Quadro 5 – Análise em relação às causas diretas.....                                                                         | 63 |
| Quadro 6 – Argumentação sobre não retidos.....                                                                               | 64 |
| Quadro 7 – Plano de ações.....                                                                                               | 65 |
| Quadro 8 – Cronograma da realização do plano de ações.....                                                                   | 66 |
| Quadro 9 – Relação entre o quantitativo historicamente obtido e os resultados obtidos através das medidas implementadas..... | 71 |

## SUMÁRIO

|            |                                          |           |
|------------|------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b>   | <b>INTRODUÇÃO.....</b>                   | <b>13</b> |
| <b>1.1</b> | <b>Enquadramento.....</b>                | <b>13</b> |
| <b>1.2</b> | <b>Objetivos da Investigação.....</b>    | <b>14</b> |
| <b>1.3</b> | <b>Abordagem Metodológica.....</b>       | <b>15</b> |
| <b>1.4</b> | <b>Estrutura da Dissertação.....</b>     | <b>16</b> |
| <b>2</b>   | <b>DESENVOLVIMENTO.....</b>              | <b>18</b> |
| <b>2.1</b> | <b>Revisão de Literatura.....</b>        | <b>18</b> |
| 2.1.1      | Filosofia Lean Manufacturing.....        | 19        |
| 2.1.2      | Pilares do Lean Manufacturing.....       | 20        |
| 2.1.3      | Os Princípios do Pensamento Lean.....    | 21        |
| 2.1.4      | Os oito principais desperdícios.....     | 23        |
| 2.1.5      | Ferramentas Lean.....                    | 25        |
| 2.1.5.1    | <i>Mapeamento de fluxo de valor.....</i> | <i>26</i> |
| 2.1.5.2    | <i>Sistema Pull.....</i>                 | <i>26</i> |
| 2.1.5.3    | <i>Troca rápida de ferramentas .....</i> | <i>29</i> |
| 2.1.5.4    | <i>Padronização .....</i>                | <i>30</i> |
| 2.1.5.5    | Ferramenta 5S's.....                     | 31        |
| 2.1.5.6    | <i>Gestão visual.....</i>                | <i>32</i> |
| 2.1.5.7    | <i>Ferramenta 5P's.....</i>              | <i>32</i> |

|            |                                                         |           |
|------------|---------------------------------------------------------|-----------|
| 2.1.5.8    | <i>Diagrama de Ishikawa</i> .....                       | 33        |
| 2.1.5.9    | <i>Gestão pela qualidade total</i> .....                | 34        |
| 2.1.5.10   | <i>Manutenção produtiva total</i> .....                 | 35        |
| 2.1.5.11   | <i>Metodologia DMAIC</i> .....                          | 37        |
| 2.1.5.12   | <i>Relatório A3</i> .....                               | 38        |
| 2.1.5.13   | <i>Seis Sigma</i> .....                                 | 40        |
| 2.1.5.14   | <i>Diagrama de Pareto</i> .....                         | 41        |
| 2.1.5.15   | <i>Matriz GUT</i> .....                                 | 41        |
| <b>2.2</b> | <b>Sistemas AVAC</b> .....                              | <b>42</b> |
| 2.2.1      | Conceito.....                                           | 42        |
| 2.2.2      | Enquadramento Legal.....                                | 43        |
| 2.2.3      | Classificação dos Tipos de sistemas.....                | 43        |
| 2.2.4      | Principais equipamentos utilizados .....                | 44        |
| <b>2.3</b> | <b>Caracterização da empresa JCR Climatização</b> ..... | <b>50</b> |
| 2.3.1      | Sua História .....                                      | 50        |
| 2.3.2      | Principais Atividades e Segmentos Atendidos.....        | 51        |
| 2.3.3      | Processos Internos e Orçamentação.....                  | 53        |
| 2.3.4      | Obras dirigidas.....                                    | 55        |
| <b>3</b>   | <b>RESULTADOS DA PESQUISA</b> .....                     | <b>57</b> |
| <b>3.1</b> | <b>Estudo de Caso</b> .....                             | <b>57</b> |
| 3.1.1      | Caracterização do Caso de Estudo.....                   | 57        |

|         |                                                                |           |
|---------|----------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.1.2   | Aplicação da Metodologia DMAIC.....                            | 58        |
| 3.1.2.1 | <i>Fase 1 – Definir.....</i>                                   | <i>59</i> |
| 3.1.2.2 | <i>Fase 2 - Medir.....</i>                                     | <i>60</i> |
| 3.1.2.3 | <i>Fase 3 - Analisar.....</i>                                  | <i>61</i> |
| 3.1.2.4 | <i>Fase 4 - Implementar.....</i>                               | <i>65</i> |
| 3.1.2.5 | <i>Fase 5 - Controlar.....</i>                                 | <i>67</i> |
| 3.2     | <b>Análise e discussão de resultados.....</b>                  | <b>69</b> |
| 4       | <b>CONCLUSÃO.....</b>                                          | <b>73</b> |
|         | <b>REFERÊNCIAS.....</b>                                        | <b>74</b> |
|         | <b>APÊNDICE A - TEMPLATE A3 REPORT PREENCHIDO.....</b>         | <b>79</b> |
|         | <b>APÊNDICE B - CHECKLIST DE QUALIFICAÇÃO DE CLIENTES.....</b> | <b>80</b> |

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Enquadramento

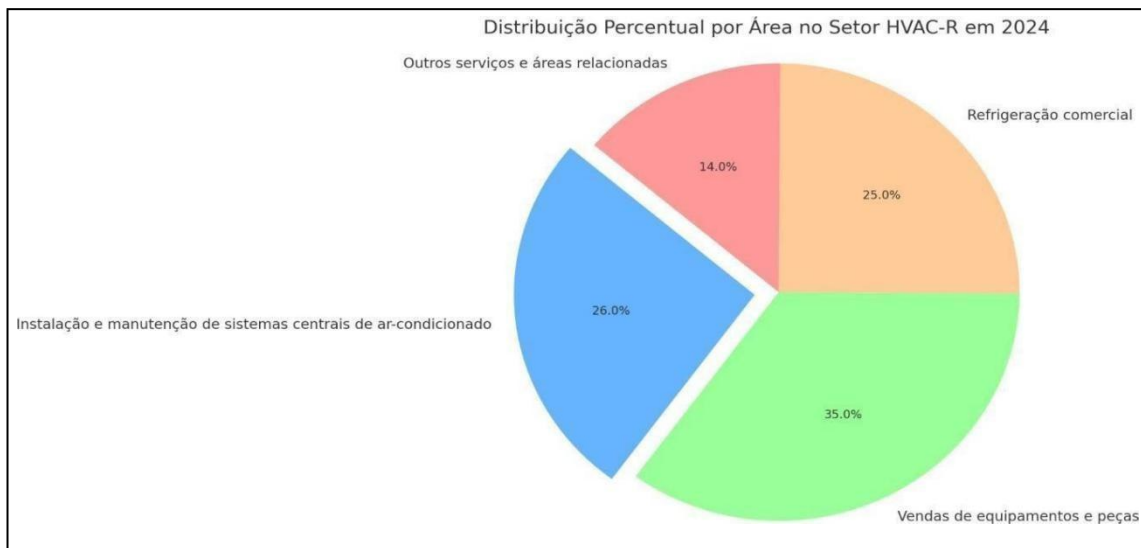
A filosofia de produção Lean Manufacturing surgiu no Japão, no período pós-Segunda Guerra Mundial, na empresa Toyota Motor Corporation, idealizada pelos engenheiros Taichii Ohno e Shigeo Shingo. Esses profissionais buscaram incorporar princípios da produção em massa de Henry Ford com práticas de controle de qualidade desenvolvidas por Ishikawa, Deming e Juran, originando o Sistema Toyota de Produção (TPS) (Elafri et al., 2022a).

O Lean é uma filosofia de gestão orientada à maximização de valor e à eliminação sistemática de desperdícios. Composta por um conjunto de técnicas e ferramentas, essa abordagem visa otimizar processos, reduzir custos e envolver todos os setores da organização na busca pela melhoria contínua (Cunha, 2017). Embora originada na indústria automobilística, a aplicação do Lean expandiu-se para setores como saúde, educação e, mais recentemente, os serviços.

Este trabalho apresenta a aplicação da filosofia Lean na empresa JCR Climatização e Refrigeração, fundada em 2017 na cidade de Caruaru, Pernambuco, com o intuito de atender à crescente demanda regional por soluções em climatização. A empresa atua nos segmentos de instalação, manutenção e reparo de sistemas de climatização em ambientes residenciais, comerciais e industriais.

O crescimento do setor é expressivo. Segundo dados do Departamento de Economia e Estatísticas da ABRAVA, o segmento de instalação e manutenção de sistemas centrais de ar-condicionado, ventilação e refrigeração projeta um crescimento de aproximadamente 26% entre 2023 e 2024, passando de R\$ 6,36 bilhões para R\$ 8,02 bilhões em faturamento (Revista do Frio, 2024).

Nesse contexto, torna-se estratégico para empresas do setor aprimorar seus processos internos com o objetivo de aumentar a eficiência, reduzir custos e garantir a qualidade dos serviços prestados. A filosofia Lean se apresenta como uma alternativa viável para alcançar tais resultados, sobretudo quando combinada com metodologias estruturadas como o ciclo DMAIC.



Fonte: Adaptado de Revista do frio (2024)

## 1.2 Objetivos da Investigação

O objetivo deste trabalho é investigar como as ferramentas do Lean Manufacturing podem ser aplicadas no setor de climatização, por meio de um estudo de caso, com o intuito de otimizar processos, reduzir desperdícios e aumentar a eficiência operacional.

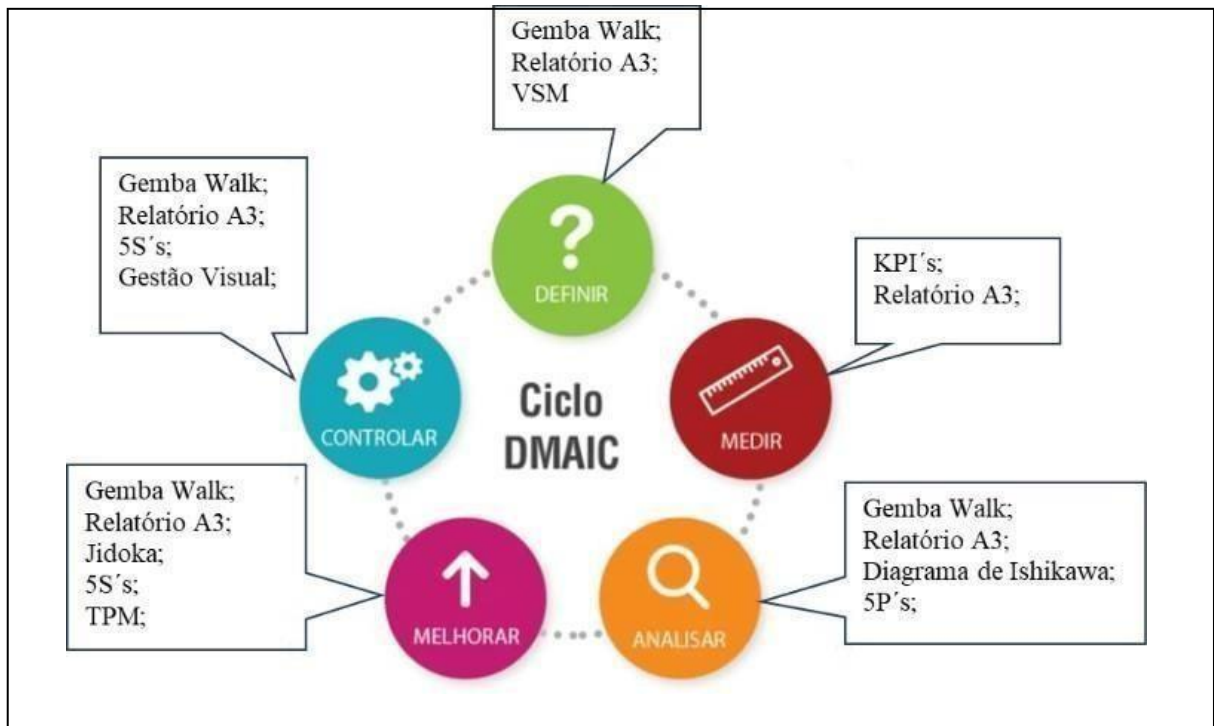
Com a realização deste, pretendeu-se enfatizar de maneira prática os benefícios obtidos ao aplicar tais metodologias ao setor de climatização destacando sua relevância, não só para melhorar a eficiência do sistema de produção (melhoria contínua) através da implementação de ferramentas de Lean Manufacturing, mas também para confirmar a importância de controle de processos nos serviços para a concretização da melhoria de qualidade e redução de desperdício. Para tal considerou-se fundamental o cumprimento dos seguintes aspetos:

- Identificar os principais desperdícios presentes nos processos operacionais;
- Aplicar as etapas do ciclo DMAIC na estruturação das ações de melhoria;
- Propor soluções baseadas em ferramentas Lean e avaliar seus impactos nos indicadores de desempenho da empresa.

A abordagem adotada neste trabalho está estruturada com base no ciclo DMAIC

— Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar — conforme ilustrado na Figura 2 e apresentado por Ferreira et al. (2019a), que destaca as ferramentas mais adequadas a cada etapa da resolução do problema.

Figura 2 - Ciclo DMAIC



Fonte: Adaptado de Minetto (2018)

### 1.3 Abordagem Metodológica

A presente pesquisa caracteriza-se como um estudo de caso com abordagem qualitativa e exploratória, realizado em uma empresa do setor de climatização. Essa abordagem foi escolhida por permitir uma análise aprofundada dos processos internos e da aplicação prática dos princípios do Lean Manufacturing, especialmente em contextos de serviços, conforme sugerido por Cunha (2017).

A metodologia adotada foi o ciclo DMAIC (Definir, Medir, Analisar, Implementar e Controlar), oriundo do Seis Sigma, reconhecido por sua eficácia na solução de problemas e melhoria contínua de processos (Ferreira et al., 2019a). Cada uma das fases do ciclo foi estruturada com o apoio de ferramentas da qualidade e do Lean Manufacturing, como o Diagrama de Ishikawa, a técnica dos 5 porquês, o Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV), o 5S e o Relatório A3, conforme indicam Chen et al. (2010a), Murugaiah et al. (2010) e Filho e Calado (2013).



- observação direta dos processos da empresa;
- análise documental de registros internos, como relatórios de chamados improdutivos;
- reuniões periódicas com as equipes envolvidas, de modo a levantar informações qualitativas sobre as operações.

#### **1.4 Estrutura da Dissertação**

O trabalho de conclusão de curso está organizado em sete capítulos principais, a introdução, revisão da literatura, contextualização dos sistemas AVAC, apresentação da empresa, caso de estudo, análise e discussão de resultados e conclusão.

A introdução, expõe o enquadramento, objetivos, metodologia de estudo e a estrutura do TCC, empregue para apresentar e desenvolver o presente caso de estudo.

No capítulo que se segue apresenta-se a revisão da literatura sobre a filosofia Lean e suas ferramentas. Neste capítulo é abordada a metodologia aplicada no caso de estudo desenvolvido.

No capítulo três é apresentada uma revisão sobre os sistemas de Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado, sua classificação e importância para o conforto térmico e qualidade do ar. Também são abordadas as regulamentações brasileiras que impactam o setor

No capítulo quatro, a empresa é caracterizada: a sua história, as suas funções e também a sua missão, valores, atividades principais, modelo de negócios, estratégias de crescimento, e os seus objetivos para o futuro.

O capítulo cinco trata da exposição das etapas da aplicação do ciclo DMAIC e apresenta os resultados obtidos. São abordadas a identificação de gargalos, a implementação de melhorias com base no MFV e 5S, e finaliza com apresentação das devidas propostas de melhoria, para posterior implementação.

No sexto capítulo podemos consultar a eficácia dos resultados obtidos neste caso de estudo, este capítulo explora a identificação de problemas, as soluções implementadas e o impacto positivo das mudanças nos processos e na satisfação dos stakeholders.

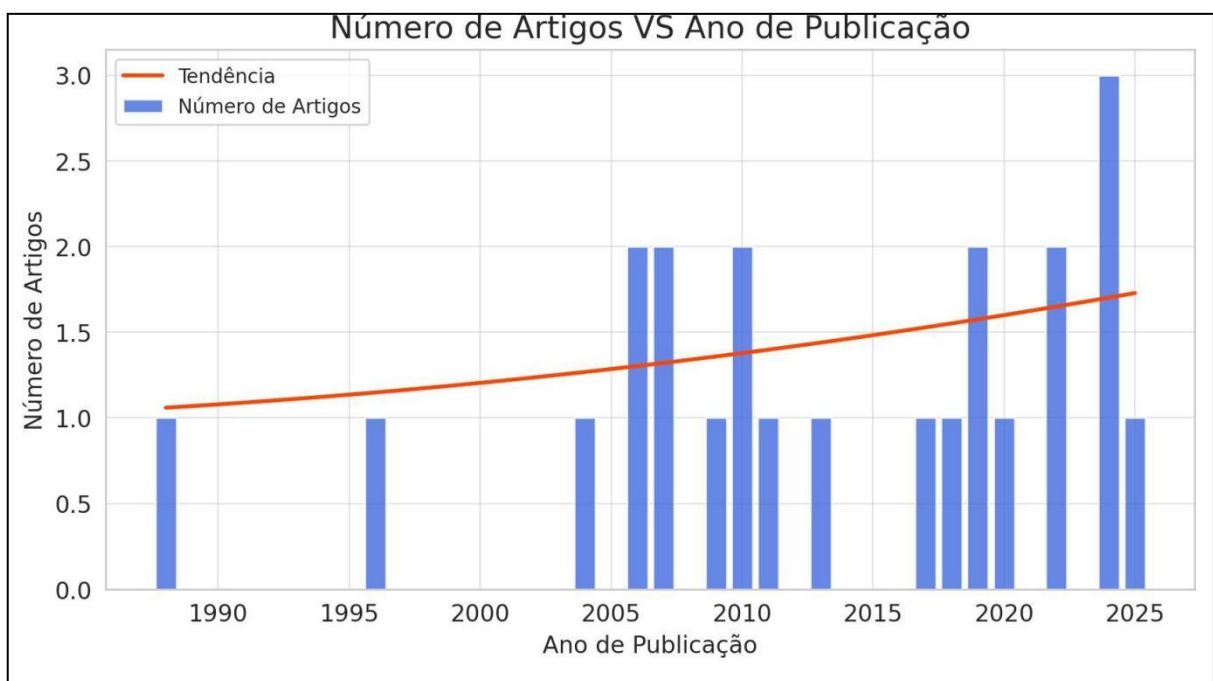
No último capítulo, o sétimo, apresentam-se as considerações finais e nele são expostas as principais conclusões do caso de estudo, assim como as limitações e as sugestões para trabalhos futuros.

## 2.1 REVISÃO DE LITERATURA

Para elaboração deste trabalho de conclusão de curso foi utilizado o método de pesquisa bibliográfica que consiste na recolha, análise, sintetização e avaliação de um conjunto de artigos científicos com o propósito de criar uma base teórico-científica sobre um determinado assunto. Para tal foram utilizados os serviços de pesquisa B- on biblioteca do conhecimento on-line, ScienceDirect site este onde são publicados documentos científicos e o Google Scholar para apoio desta temática.

O gráfico 1 apresenta os anos de publicação dos artigos selecionados. A pesquisa para a revisão de literatura foi realizada durante o ano de 2024/2025, abrangendo esta, os meados do ano. Foram um total de 48 publicações somando livros, artigos científicos, normas, legislações e relatórios.

Gráfico 1 - Ano de publicação dos artigos



Fonte: Autoria própria (2025)

### 2.1.1 Filosofia Lean Manufacturing

Segundo (Womack et al., 2007) O conceito de Lean Manufacturing teve a sua génese e evolução a partir do Sistema de Produção Toyota, tendo este último surgido no Japão, após a Segunda Guerra Mundial. Em 1955, Taichii Ohno e

Shigeo Shingo encetaram a tarefa de desenvolver um novo sistema de produção para a Toyota Motor Company nas instalações de Nagoya (SHINGO et al, 1996). Durante as duas décadas seguintes, os dois engenheiros fundiram vários conceitos retirados das religiões e filosofias asiáticas com os melhores conceitos existentes de produção (LIKER, Jeffrey K. 2005). O sistema unificado de elevada produtividade e qualidade superior desenvolvido tornou-se o Sistema de Produção Toyota (OHNO et al., 1997).

Uma vez que a frase "Sistema de Produção Toyota" estava claramente identificada com um único produtor, procurou-se encontrar uma designação para este conceito aplicável a qualquer organização. Surgiram uma vasta gama de nomes, tais como "Just-in-Time Production", "World Class Manufacturing", "Continuous Flow Manufacturing", etc. Em 1990, James Wormack e Daniel Jones, consultores de produtividade industrial, escreveram um livro que se tornou popular, intitulado "A Máquina que Mudou o Mundo". Neste livro foi cunhado o termo "Lean Manufacturing", termo este que se difundiu e ficou popularizado, sendo atualmente aceite de forma generalizada nos meios da engenharia, empresarial e académico (Womack et al., 2007).

Enraizado no propósito, no processo e no respeito pelas pessoas, o Lean Manufacturing visa fornecer o máximo valor ao cliente, minimizando recursos, tempo, energia e esforço. Pretende-se desta forma disponibilizar o máximo de valor na perspetiva do cliente, dependendo do mínimo de recursos e canalizando os talentos das pessoas certas para o trabalho certo.

Na busca pela melhoria da competitividade, as organizações procuram constantemente maneiras de aumentar a eficiência, qualidade, níveis de serviço e diminuir desperdício. A necessidade de reconsiderar métodos de funcionamento de processos tornou-se necessário devido à sua crescente complexidade. O modelo Lean, enraizado numa filosofia que visa a eliminação de todos os desperdícios (palavra de origem japonesa que significa desperdício) (Rahman et al., 2013), permeia todos os aspetos da organização, visando a aplicação e utilização dos métodos mais eficientes. As ideias fornecidas pelo Lean Management são as mais poderosas, mais simples e mais disponíveis para criar valor e eliminar o desperdício em qualquer organização (Elafri et al., 2022b).

O Lean Manufacturing, tem como base uma filosofia de menores prazos de entrega visando organizar e estruturar uma empresa de forma a que qualquer tipo de desperdício seja minimizado e os recursos disponíveis sejam utilizados de forma mais eficiente “A pessoa certa para a função certa” (Womack et al., 2007). Com a implementação da filosofia Lean, as estruturas organizacionais conseguem produzir de forma mais eficiente, com menores custos e de forma mais ecológica, aumentando a sua competitividade e rentabilidade (Vasconcelos et al., 2019).

A filosofia Lean, tem por fundamento um fluxo de produção constante e nivelado, onde a sua capacidade produtiva pode ser facilmente ajustada, caso os requisitos dos clientes se alterem ou exista alguma anomalia de qualidade. Dessa forma, este sistema de produção assenta em dois pilares: o JIT (Just In Time) e o Jidoka onde o sustento destas técnicas é o foco da sua aplicação tem por base bem sustentada na estabilidade de processo, as pessoas (Mourato, 2019).

Segundo Liker (2021) este sistema de produção projetou a estrutura da filosofia Lean da base para o topo (Figura 4), sendo de extrema importância os pilares para o sustento de toda a metodologia numa organização.

Da base da casa Lean constam diversas práticas e conceitos que conferem o suporte necessário a toda a estrutura, tendo esta, como principal objetivo a total eliminação dos desperdícios. Na figura 3 está ilustrada a estrutura da casa Lean: o “telhado” da casa, ou seja, no topo do projeto, está o foco que todas as empresas procuram com a implementação do Lean Manufacturing, redução dos custos e prazos, com melhoria na qualidade dos seus produtos (Liker, 2021).

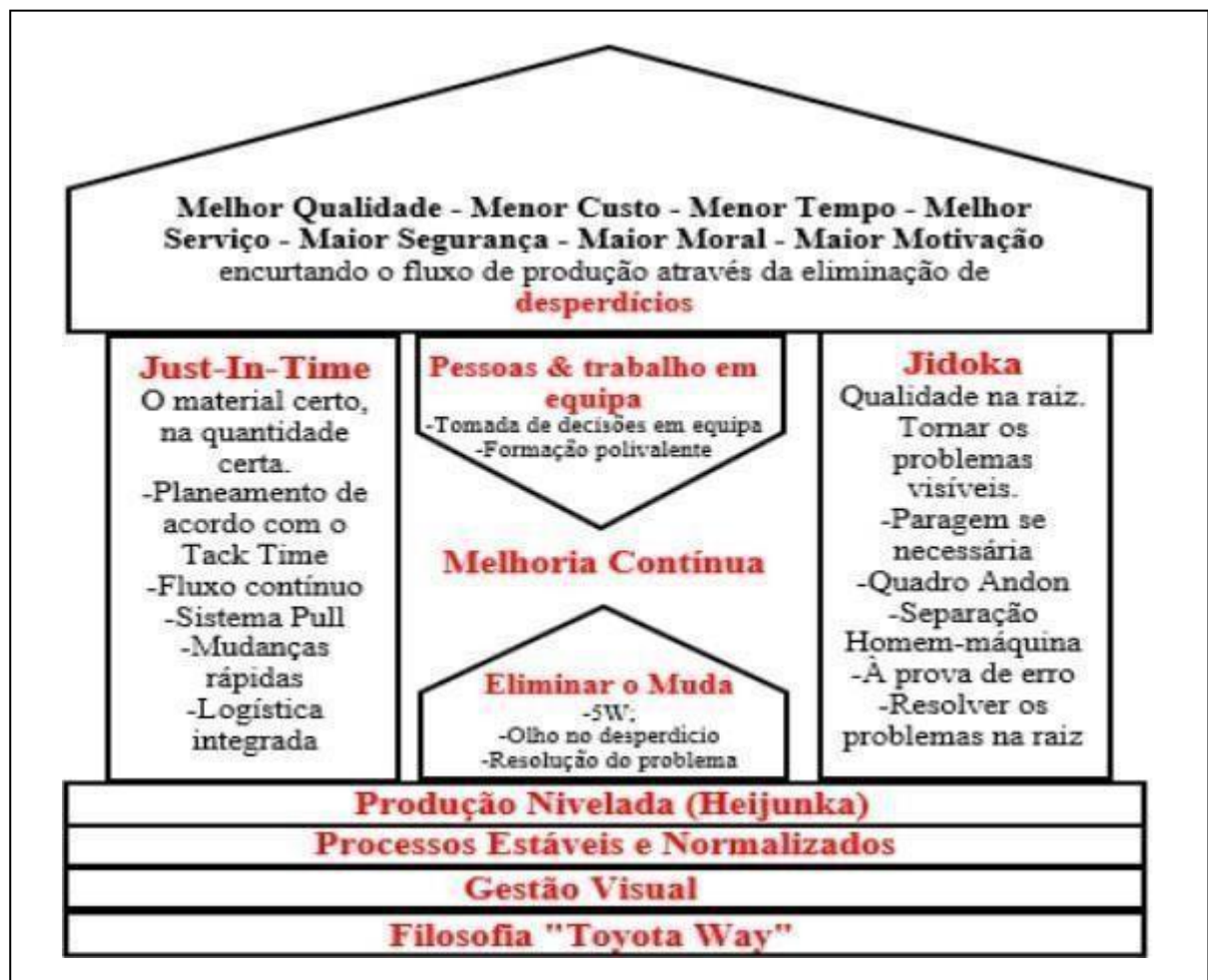


Figura 3 - Estrutura do sistema de produção da Toyota

Fonte: Adaptado de Liker (2021)

### 2.1.3 Os Princípios do Pensamento Lean

O pensamento Lean é uma forma das organizações batalharem contra o desperdício e de acordo com Womack et al. (2007), descrevem este conceito de forma ampla, onde lhe atribuíram cinco princípios chave, descritos de seguida.

**Especificação de valor:** valor de um produto ou serviço é o que atende plenamente as necessidades, expectativas e desejos do cliente final. O valor é definido pelo cliente e deve ser criado pela organização. O cliente só está disposto a pagar por aquilo que considera e entende por valor (Liker, 2021).

**Cadeia de valor:** a cadeia de valor são todas as ações necessárias para levar o produto até ao consumidor, ou seja, as atividades que efetivamente acrescentam valor ao produto ou serviço, atividades de gestão mais críticas que vão desde a conceção e design do produto, passando pelo planeamento, produção e

Assim, todas as atividades supérfluas, ou seja, aquelas que não acrescentam nenhum valor, deverão ser eliminadas, mantendo e melhorando as atividades que agregam valor para o cliente.

**Fluxo da cadeia de valor:** determinar um fluxo contínuo de valor, após identificar a cadeia de valor e os seus desperdícios, a organização deverá criar um fluxo contínuo, o qual é caracterizado pela aptidão de produzir apenas o necessário para o momento necessário. Após o passo anterior, será possível constatar quais são as atividades que realmente agregam valor, sendo que todo o resto deverá ser considerado desperdício. Eliminar esse desperdício garante que o fluxo de produtos ou serviços para o cliente, decorra sem aumentos do tempo de espera ou interrupção no fornecimento.

**Sistema Pull:** A organização deverá deixar que seja o consumidor a procurar o produto, vende-se um, produz-se um. Produzir de acordo com o sistema Pull consiste em produzir apenas quando existe procura por parte do cliente, ou seja, produzir um bem ou serviço apenas quando for feita uma solicitação pelo cliente e não empurrar o produto para o consumidor, evitando a produção para estoque e o excesso de produção, sendo este um dos piores dos desperdícios, conjuntamente com o desperdício de capacidade /talento humano. Para que isso aconteça, é necessário o planejamento inicial em todas as unidades do sistema produtivo, de modo a equilibrar a capacidade produtiva com os pedidos dos diversos clientes.

**Procura pela perfeição:** não deverá existir um fim para os processos de redução de tempo, espaço, custos e defeitos, na busca pela perfeição nos processos de eliminação de desperdícios e na aposta pela criação de valor. O principal objetivo da metodologia Lean é o aumento da criação de valor através da redução do desperdício, ou seja, criar mais valor com menos recursos. Uma organização com gestão Lean tem um entendimento claro sobre o que constitui valor para o cliente e foca-se nos processos chave para o aumentar.

O objetivo permanente na filosofia Lean tem como foco principal a eliminação de desperdícios em todas as etapas e em todos os níveis do processo produtivo por meio da melhoria contínua. Muitos têm sido os métodos e técnicas utilizadas para esse fim. Uma das mais eficazes surgiu a partir das inquietações de Taiichi Ohno, que desenvolveu as suas ideias como executivo da Toyota. Shigeo Shingo, consultor da Toyota na época de Ohno, auxiliou-o e ampliou as formas de entendimento sobre o desperdício não só com foco na mão de obra, mas também considerando todas as outras atividades organizacionais.

Deste modo, de acordo com Liker (2003), Ohno identificou sete principais desperdícios como sendo: superprodução, espera, transporte, processos, estoque, movimentação e produtos defeituosos. Como sugerido por Klein et al. (2021), os setes desperdícios foram ampliados para oito, passando a ser considerado o desperdício de pessoas subaproveitadas, enfatizando como negativa para a organização a não utilização de toda a capacidade do seu quadro de recursos humanos. Portanto, o oitavo desperdício ocorre quando as habilidades, talentos e capacidades dos funcionários são subutilizadas, não são utilizadas adequadamente ou simplesmente não são utilizadas.

Os oito desperdícios são então:

**Superprodução:** refere-se a excesso de produção. É a face da moeda oposta de uma produção JIT pois produz-se mesmo depois da ordem de produção ter sido concluída. As causas mais comuns da sua origem são: a existência de grandes lotes de produção, a aplicação de trabalho em atividades que não acrescentem valor - como é o caso de setups, inspeções e transportes - a antecipação da produção com a expectativa que o produto seja vendido mais cedo, e a criação de estoques para compensar produto defeituoso, evitar atrasos na entrega da matéria prima ou paragens dos equipamentos devido a avarias (Klein et al., 2021)

**Espera:** refere-se ao tempo de imobilização de pessoas ou equipamentos, sempre que estes estão parados ou à espera de algo. O tempo não produtivo resulta em desperdício de todos aqueles recursos que têm de ser pagos, como os salários dos trabalhadores, a energia elétrica e os restantes custos fixos.



**Transporte:** são as movimentações efetuadas pela matéria-prima, pela<sup>24</sup> montagens ou pelo produto acabado. Não se perde só o tempo com estas movimentações, os produtos também podem ser danificados quando estas movimentações ocorrem. Para eliminar este desperdício devem ser implementadas melhorias na forma como é feita a arrumação, melhorar a fluidez do layout e da organização dos locais de trabalho, assim como adotar métodos de transporte mais eficientes.

**Movimento:** movimentação desnecessária de trabalhadores face às etapas de concepção do produto. Este desperdício está relacionado principalmente ao movimento interno dos operadores nas estações de trabalho para realizar as suas tarefas específicas diante do posicionamento das ferramentas, do layout da célula, da localização dos equipamentos, dos aspetos ergonómicos dos equipamentos, da posição de trabalho indicada do operador e do próprio setor produtivo.

**Excesso de processos:** O excesso de etapas que se executam para obter o produto final consome recursos desnecessariamente, não gerando qualquer valor, e, portanto, são um desperdício.

Os procedimentos e atividades desnecessárias ou sobredimensionadas, a utilização de equipamentos dimensionados de forma inadequada, a alocação de mão de obra não compatível ao tipo de tarefa a desempenhar, entre outros, podem levar a que surjam produtos ou serviços defeituosos.

A análise desse tipo de desperdício possibilita identificar o que está a ser utilizado ou posto à disposição do processo e tem custos, mas não gera valor para o produto durante o processo produtivo.

**Estoque:** o desperdício é causado por pilhas de peças à espera de serem acabadas (estoque semiacabado), produtos finais à espera de serem transportados ou matérias-primas não utilizadas. Isto significa que se está a acumular ativos, componentes e produtos desnecessariamente, o que consome recursos valiosos, em termos de espaço e mão-de-obra necessária para o seu manuseamento, aumentando o custo final do produto.

**Defeitos:** o desperdício gerado por produtos defeituosos é provocado pela produção de bens ou serviços fora das especificações e necessidades dos clientes

internos ou externos, o que provoca retrabalho ou refugo, acarretando elevados custos para a organização.

Quando se verifica a ocorrência de um tipo de defeito num posto, os postos seguintes também podem sofrer desperdícios decorrentes dos tempos de espera, o que se traduz em acréscimo de custos de fabrico e consequentemente, custos unitários do produto mais elevados.

No entanto, quando esses defeitos só são detectados pelos clientes, após a entrega do produto, estes podem originar custos acrescidos, não só em termos de garantia, como inclusivamente em perda de confiança por parte dos clientes, colocando em risco, não só futuras encomendas e a relação comercial com os clientes como também a quota de mercado.

**Pessoas:** este desperdício está intrinsecamente relacionado com a subutilização das pessoas e, em particular, das suas ideias e contribuições criativas para melhorar os processos; têm como causa principal a falta de tempo para ações de melhoria contínua. Esta oitava categoria de desperdício é inerente aos sete desperdícios previamente definidos.

#### 2.1.5 Ferramentas Lean

Existem diversas ferramentas que podem ser extraídas da metodologia Lean. Visto que cada caso é único, a determinação das ferramentas e metodologias a utilizar faz parte da decisão da hierarquia, dependendo dos objetivos delineados e dos problemas existentes em cada caso.

A melhoria da qualidade de produtos e processos é fundamental para que uma empresa sobreviva e se desenvolva num ambiente comercial cada vez mais competitivo. A qualidade desempenha um papel preponderante em qualquer organização para que esta se torne mais eficiente e eficaz. Para assegurar adequados padrões de qualidade há que assegurar a resolução sistemática de todos os problemas que possam surgir no processo produtivo e que afetam a qualidade do produto ou do processo (Uslu Divanoğlu & Taş, 2022).

Em empresas industriais, uma estratégia comumente aplicada para aprender com os problemas do passado é aplicar o método de análise de causa raiz (Ito et al., 2022); para tal podem ser utilizadas ferramentas tais como: 5S's, análise dos cinco porquês (5 P's), normalização e padronização de processos, diagrama de Ishikawa,

#### *2.1.5.1 Mapeamento de fluxo de valor*

O mapeamento de fluxo de valor (MFV) é definido como “o conjunto de todas as ações específicas necessárias para orientar um determinado produto através das três tarefas críticas de gestão de qualquer negócio: Resolução de Problemas, Gestão da Informação e Transformação Física”. O mapeamento de fluxo de valor (MFV) é o processo de mapear os fluxos de materiais e informações necessários para coordenar as atividades realizadas por fabricantes, fornecedores e distribuidores (Chen et al., 2010a). O MFV indica de forma clara o estoque disponível, o tempo de processo, o tempo de ciclo, o tempo de espera, e o fluxo do processo a partir do qual podemos classificar o “gargalo de trabalho” que mais afeta o “Takt time” (tempo disponível para a produção em função da encomenda do cliente).

Inicialmente, deve ser produzido um mapa do estado atual, a partir do qual as fontes de desperdício são identificadas (Sundar et al., 2014). A partir deste mapa inicial pode-se desenvolver uma proposta para esse mesmo processo, com um conjunto de melhorias, indicando-se o desempenho esperado do mesmo. O mapeamento do fluxo de valor é simplesmente a transferência de informações sobre o fluxo de valor para um “mapa”, que representa o estado atual ou futuro do sistema de produção (Chen et al., 2010b).

Assim, a ferramenta MFV é essencial para ajudar a visualizar os processos, a identificar os desperdícios, torna as decisões visíveis para serem discutidas e mostra a relação entre o fluxo de informação e o fluxo de materiais. Para além dos desperdícios, o MFV possibilita a definição de ações de melhoria assim como também possibilita o estabelecimento de uma hierarquia de prioridades para a implementação

#### *2.1.5.2 Sistema Pull*

A produção em massa dependia do conceito de produção “Push” (empurrada) para satisfazer economias de escala. No entanto, devido às rápidas mudanças nos requisitos do utilizador final, os fabricantes correriam o risco de colocar no mercado

produtos que podiam ter uma variação significativa na procura ao longo do tempo<sup>27</sup>. Na produção “Pull”, os produtos são puxados pelas necessidades do mercado em vez de serem empurrados para o cliente reduzindo assim a superprodução e o estoque (Saad et al., 2021).

O trabalho a montante é puxado pelo “pedido” de trabalho a jusante para garantir um trabalho contínuo. Consequentemente, uma atividade puxa por atividades antecessoras para reduzir o tempo de ciclo de uma determinada peça e deste modo reduzir as filas de trabalho pendentes. Isto pode ser explicado pelo fato de que o “Pull” utiliza recursos e materiais apenas quando estes são necessários. As atividades que iniciam nas unidades sem serem necessárias são consideradas desperdício de produção.

O sistema Pull é uma das principais plataformas de sucesso do modelo de gestão Lean. A Toyota segue esta metodologia, implementada na sua empresa e descrita, enquanto modelo de organização industrial, como uma ferramenta que prevê o nivelamento das atividades produtivas, e consequentemente a sua otimização (Liker, 2021). O processo é orientado segundo os seguintes pontos:

- A produção usufrui de um sistema que torna os pedidos dos clientes conhecidos e visíveis;
- Permite o controlo visual da produtividade, dos fluxos de informação e materiais;
- Busca satisfazer o cliente, com qualidade no produto, custo e prazo de entrega;
- Alia a produção e a logística criando um fluxo de informação entre ambos;
- A sua implementação na cadeia de abastecimento deve ser realizada na sua totalidade.

O sistema Pull é identificado, como: Pull de reabastecimento, Pull sequencial e Pull combinado. Um sistema Pull bem-sucedido depende do fluxo do produto em pequenos lotes (sempre que possível aproximando-se do fluxo a uma peça), do ritmo dos processos de acordo com o “takt time”, da sinalização de reposição por meio de um sistema “Kanban” (Kanban é um dos sistemas Lean Manufacturing que foi criado para controlar os níveis de estoque, a produção e o fornecimento de componentes) e do nivelamento da quantidade de produtos ao longo do tempo no sistema produtivo. (MOTTA,2011)

De acordo com Furtado (2015) a ideia de supermercado surgiu depois de Taiichi Ohno, durante uma visita aos EUA, ter observado a existência de uma grande variedade de produtos, que os clientes vão consumindo de acordo com as necessidades, colocando-os num carrinho. Paralelamente, o produto retirado é reabastecido pelo funcionário com os produtos existentes no armazém da loja e que, por sua vez, é reabastecido pelo centro de distribuição regional. Os supermercados correspondem a pequenas quantidades de produto armazenado, com as suas respectivas localizações dedicadas e especial organização.

**Sistema Pull de Reabastecimento:** este tipo de sistema, assume que cada processo tem o seu próprio supermercado, o qual contém as quantidades necessárias de cada produto produzido e apenas quando recebe a informação que o produto foi consumido é que a produção ativa a reposição. Cada processo é responsável pelo abastecimento do seu supermercado. Tem a vantagem de os produtos estarem de imediato à disposição do cliente, diminuindo assim o período de entrega. Como desvantagem, este modelo envolve a retenção de inventários em cada etapa de produção (Smalley, 2004).

**Sistema Pull Sequencial:** um sistema Pull sequencial deve ser usado quando existe uma vasta gama de produtos, causando a retenção de estoque dos vários produtos. Este sistema funciona quando chega uma encomenda. O controle de produção envia a informação para o último processo com a variedade e quantidade exata a ser produzida, necessitando de inventários pequenos (Smalley, 2004).

**Sistema Pull Combinado:** este sistema combina os dois sistemas mencionados anteriormente. É um sistema útil e adaptado para diferentes ordens de fabrico, tais como os de muito consumo, mas também para produtos de baixo consumo. O controle diário das máquinas e uma produção mista são duas desvantagens deste sistema (Smalley, 2004).

O sistema Pull permeia o nivelamento de produção dissolvendo as várias oscilações dos pedidos dos clientes, encontrando uma produção estável, estandardizada e com lotes definidos. Assim, o “efeito chicote” da procura da cadeia de abastecimento é reduzido, e como tal origina uma redução do excesso de estoque e de produção desnecessária.

### 2.1.5.3 Troca rápida de ferramentas

A mudança rápida de ferramentas foi introduzida e desenvolvida ao longo do tempo por Shingo, que é popularmente chamada de “Single Minute Exchange of Die” (SMED). Com base no estudo de tempos, Shingo separou o tempo de setup, em tempos de configuração interno e externo. As atividades que apenas podem ser realizadas após a parada da máquina são contabilizadas no tempo de setup interno e por outro lado as atividades que podem ser realizadas sem parar a máquina, são contabilizadas no tempo de setup externo.

O gráfico Yamazumi é usado para analisar o tempo de configuração interna (atividade on-line) e externa (atividade offline). Com base nestas análises, o possível tempo de configuração interna é convertido em configuração externa e o tempo de configuração interna é simplificado através da introdução de trabalho paralelo de vários operadores durante a atividade on-line e ajustes de configuração. Finalmente, a sustentabilidade destas melhorias no tempo de configuração é alcançada através da padronização. Shingo propôs regras para a padronização dos tempos de setup (Sundar et al., 2014).

O principal objetivo do SMED é o de reduzir tempos de transição entre equipamentos (ou das suas diferentes configurações dos equipamentos). O SMED passa, então, por alterar processos no sentido de permitir que, o maior número de passos de configuração possam ser realizados ainda com o equipamento em funcionamento, para reduzir eventuais períodos de paragem e minimizar os impactos na restante linha de produção. A estratégia foi aperfeiçoada por Shigeo Shingo e, de acordo com Toki et al. (2023), com base em alguns casos de estudo, os tempos de transição podem ser otimizados até 94%.

O SMED permite a redução dos custos associados à produção, nomeadamente pela maior flexibilidade do sistema produtivo, e pela consequente otimização dos tempos de produção e prazos de entrega. Estas são algumas das principais razões que enquadram o SMED na metodologia Lean e que têm um impacto claro na satisfação do cliente. O facto de permitir rápidas mudanças na linha de produção significa também a possibilidade de produzir lotes menores, ao invés da produção de grandes quantidades, para aproveitar uma determinada configuração dos equipamentos. Simultaneamente, isto traduz-se numa menor

quantidade de estoque de matérias-primas, reduzindo uma vez mais os custos de produção. (SGS Brasil, 2022).

#### 2.1.5.4 Padronização

Trabalho padronizado refere-se ao método mais seguro e eficaz para realizar um trabalho, no menor tempo possível como resultado da utilização eficiente de recursos como pessoas, máquinas e materiais.

O principal objetivo consiste em reduzir a variabilidade entre os colaboradores e assegurar a consistência com os resultados pretendidos (Oliveira et al., 2017). Monden (1983) introduziu o Gráfico de Trabalho Padronizado, a Tabela de Combinação de Trabalho Padronizada e a Folha de Operação Padrão, que são úteis para analisar e melhorar o trabalho padronizado (Liu, 2012).

O trabalho padronizado apresenta como principais vantagens:

- Redução da variabilidade – o trabalho torna-se estável e mensurável;
- Redução de custos – por meio da redução de desperdícios decorrentes de procedimentos de trabalho ineficientes;
- O processo torna-se mais econômico;
- Melhoria da qualidade - se a mesma operação fosse executada de forma diferente por pessoas diferentes, a probabilidade de erros de mão-de-obra e defeitos aumentaria;

A Padronização do Trabalho pode ser descrita como um conjunto de ferramentas de análise que tem como objetivo formar um conjunto de Procedimentos Operacionais Padronizados (Standard Operating Procedures - SOP). A standardização deve medir e descrever o processo de trabalho do operador de forma sequencial, etapas do processo, tempo de ciclo, material a usar no processo e controle de processo.

A informação é então transformada num documento que mostra o que o trabalhador e as máquinas estão a fazer ao longo de um ciclo de trabalho. Outro requisito importante nos processos de melhoria contínua é a formalização e a tangibilidade documental daquilo que se diz e daquilo que se faz.

É também a adoção de práticas formais de envolver e comprometer as

31  
pessoas com o conceito de melhoria contínua, tal como assumir compromissos perante as pessoas sem deixar dúvidas ou liberdade para interpretações incorretas.

#### 2.1.5.5 Ferramenta 5S's

A metodologia 5S que significa “arrumar a casa”, teve origem no Japão, no início dos anos 50 a fim de melhorar a eficiência, reforçar o desempenho e proporcionar uma melhoria contínua em todos os segmentos da estrutura organizacional.

Nas organizações atuais, a gestão foi orientada para a adoção de práticas, programas ou métodos que ajudam a facilitar a melhoria contínua dos serviços (Abu Bakar et al.,2019). Tudo o que a ferramenta 5S envolve é baseada em senso comum. Esta metodologia tem como objetivo combater a desorganização evidente nos postos de trabalho e fá- lo através de um conjunto de práticas que têm o propósito de reduzir os desperdícios e melhorar o desempenho, tanto das pessoas como dos processos.

5S é uma ferramenta de ação baseada nas cinco palavras japonesas que começam com a letra S: Seiri: senso de utilização; Seiton: senso de organização; Seiso: senso de limpeza; Seiketsu: senso de padronização; Shitsuke: senso de disciplina, (Abu Bakar et al., 2019). Cada conceito da ferramenta 5S está descrito de seguida.

**1. Seiri (Senso de Utilização):** o principal objetivo deste senso é a otimização dos espaços, através de uma eficiente alocação e utilização de equipamentos e de materiais de trabalho em geral. É aconselhável que nos locais de trabalho esteja alocado apenas o necessário e com layout adequado para uma utilização eficaz.

**2. Seiton (Senso de Organização):** o segundo passo do método 5S consiste em identificar e organizar todos os itens remanescentes após o primeiro passo. Este senso tem como objetivo organizar racionalmente equipamentos, material de uso ou documentos para facilitar o acesso e a utilização dos diversos recursos num layout fluente. Este senso define novas formas de armazenar materiais, recorrendo a uma gestão mais visual, de modo a simplificar a sua organização.

**3. Seiso (Senso de Limpeza):** este senso tem como objetivo deixar sempre limpo



ou em condições favoráveis para utilização, os equipamentos e outros recursos físicos. Este senso procura criar a cultura de utilizar um calendário para a limpeza e a manutenção dos equipamentos, ferramentas e estruturas.

**4. Seiketsu (Senso de Padronização):** define como objetivo o de cumprir as recomendações técnicas e manter as condições de trabalho para os colaboradores, de modo a favorecer a saúde física e mental. Este senso procura ainda a padronização dos bons hábitos das normas técnicas e dos procedimentos e ações eficazes.

**5. Shitsuke (Senso de Disciplina):** tem por objetivo criar uma cultura para educar, consciencializar e disciplinar o colaborador visando a um comportamento e a hábitos que motivem a melhoria contínua por meio da força física, mental e moral. Este senso procura ainda a manutenção dos quatro sentidos iniciais. Se esta última etapa realmente estiver operacional, significa que todas as etapas anteriores foram cumpridas.

#### *2.1.5.6 Gestão visual*

Gestão visual é um processo criado para aumentar a eficiência e eficácia das operações de produção e manutenção tornando os objetos e os processos mais visíveis e perceptíveis. Tem também como objetivo tornar os processos mais lógicos e intuitivos. Muitas empresas recorrem à gestão visual de forma a tornarem os processos mais simples e menos dependentes de sistemas informáticos e procedimentos informais. Além disso, está provado que quando as coisas estão visíveis elas mantêm-se na mente.

Deste modo, promover a gestão visual é facilitar a comunicação e a informação necessárias aos processos de tomada de decisão (Benjamin et al., 2015). A informação visual utilizada deve ser o mais simples possível para que rapidamente o utilizador receba a informação necessária, sem dúvidas nem hesitações. De um modo geral a prática do controle visual assenta na ferramenta 5S.

#### *2.1.5.7 Ferramenta 5P's*

A análise dos 5 porquês consiste em responder a cinco perguntas consecutivamente, onde essas perguntas são os porquês, tendo por base

o efeito ou defeito ocorrido. A análise dos 5 porquês é comumente usada no Lean Manufacturing. Depois de identificar onde o desperdício (muda em japonês) ocorre e como ocorre (Rahman et al., 2013), é importante identificar a causa raiz do muda e removê-lo ou reduzi-lo.

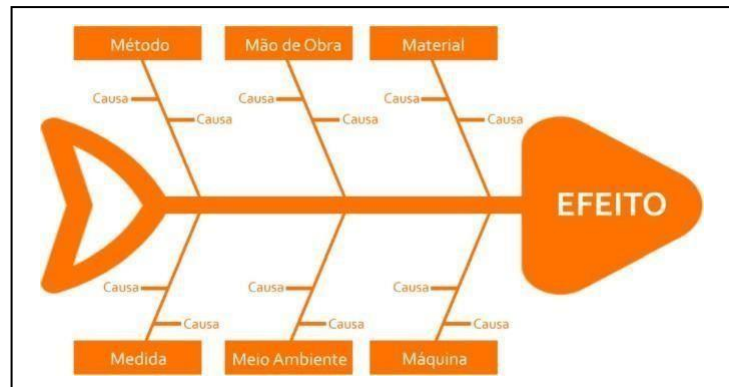
O método dos 5 porquês é um processo que começa com a identificação de um problema específico, seguido da pergunta porque é que o problema acontece e registrando a resposta. Se a resposta dada não identificar a causa raiz do problema, a equipa de trabalho continua a repetir sucessivas perguntas de “o porquê” até que se identifique a causa raiz do problema. Embora o nome implique perguntar porquê sucessivamente cinco vezes, algumas situações exigem menos e algumas exigem mais de cinco perguntas (Chen et al., 2010b).

Os profissionais de qualidade implementam tradicionalmente a análise dos 5 porquês como análise de causa raiz para posteriormente determinarem ações corretivas relevantes. Deste modo, uma análise dos 5 porquês verdadeiramente bem executada origina ações corretivas mas pode, na verdade, ser vista como uma ferramenta que origina tanto ações corretivas quanto preventivas (Murugaiah et al., 2010).

A ferramenta do 5P's é adequada à resolução de problemas simples em que relações de causa-efeito são imediatas e lineares. Muitos problemas industriais têm várias causas raiz e, nestes casos, uma ferramenta como o diagrama de Ishikawa é a mais indicada.

#### *2.1.5.8 Diagrama de Ishikawa*

O diagrama de Ishikawa, apresentado na figura 4, é uma ferramenta que fornece um método sistemático de identificação e análise das várias causas raiz, que em conjunto contribuem para um determinado problema. Também é chamado de diagrama de espinha de peixe ou diagrama de causa e efeito. Esta ferramenta, cuja gênese está na gestão da qualidade, auxilia na identificação de todas as potenciais variáveis responsáveis pela variação observada num determinado sistema de produção (Ghatorha et al., 2020).



Fonte: Adaptado de Soares (2022)

O diagrama de Ishikawa é uma ferramenta de análise de causa raiz típica das áreas de investigação em gestão, embora também tenha sido aplicado em estudos na área da saúde pois fornece uma estrutura para uma análise de síntese, organizando graficamente as múltiplas causas possíveis para problemas de qualidade de acordo com as categorias convencionadas. O diagrama de Ishikawa aperfeiçoa o raciocínio sobre as fontes de problemas de qualidade (Carvalho et al., 2021).

#### 2.1.5.9 Gestão pela qualidade total

A Gestão pela Qualidade Total (TQM) tornou-se um conceito interessante no início da década de 1990 para descrever como as organizações deveriam trabalhar para obter um desempenho melhor e a máxima satisfação do cliente. A TQM é frequentemente associada a figuras da área de gestão da qualidade, por exemplo, William Edwards Deming e Joseph Moses Juran.

A TQM é entendida como uma metodologia direcionada para agregar valor aos clientes, produzindo produtos e serviços de excelência e melhorando a satisfação do mesmo. A TQM também pode ser vista como uma filosofia onde toda a organização está envolvida em processos de melhoria contínua.

O principal pilar da Gestão pela Qualidade Total é reconhecer que os colaboradores são os principais ativos das estruturas organizacionais, o que significa que, o seu compromisso com o processo de melhoria contínua é imperativo (Oliveira et al., 2017).

A Gestão pela Qualidade Total é fundamentada por quatro pontos estratégicos, são eles:

- Principal foco no cliente;
- Trabalho em equipa envolvendo toda a organização;
- Decisões baseadas em factos e dados;
- Procura constante da solução de problemas e diminuição de erros;

A Gestão pela Qualidade Total assenta em dez princípios organizativos, que são eles:

1. Qualidade por lucro (visa o aumento dos lucros da empresa)
2. Fazer bem à primeira
3. O custo da não qualidade
4. Padrões de competitividade
5. Toda a equipa envolvida
6. Sinergia no trabalho de equipa
7. Propriedade e elemento de autogestão
8. Gestores como modelos
9. Reconhecimento e recompensas
10. Processo de entrega de qualidade

A TQM resulta na melhoria da qualidade, produtividade, valor acrescentado, redução de custos de mão-de-obra, custo de produção, e melhor entrega, o que por sua vez também leva à melhoria da moral e da segurança dos funcionários.

#### *2.1.5.10 Manutenção produtiva total*

O objetivo de qualquer programa de Manutenção Produtiva Total (TPM) é o de melhorar a produtividade e a qualidade, juntamente com o aumento do bem-estar dos funcionários e da satisfação no trabalho. A manutenção preventiva era considerada um processo que não agregava valor, mas na atualidade, é um requisito essencial para um ciclo de vida mais longo das máquinas na indústria.

A TPM é uma abordagem inovadora à manutenção que otimiza a eficácia do equipamento, elimina avarias e promove a manutenção autónoma do operador através de atividades diárias que envolvem toda a força de trabalho (Singh et al.,

TPM é uma estratégia de gestão de ativos baseada em trabalho de equipa que enfatiza a cooperação entre os departamentos de produção e manutenção com o objetivo de zero defeitos, zero avarias e um design eficaz do local de trabalho.

A TPM baseia-se em oito pilares que são:

**1. Manutenção Autônoma:** Este primeiro pilar tem como objetivo o de capacitar os operadores para executarem pequenas intervenções e inspeções.

**2. Manutenção Planejada:** Este segundo pilar tem como objetivo desenvolver um sistema de manutenção mais efetivo, evitando paragens de equipamentos por problemas imprevistos decorrentes do processo.

**3. Melhoria Específica:** Este terceiro pilar tem como objetivo obter a eficiência máxima do equipamento através do indicador de desempenho de Eficácia Geral do Equipamento (OEE), que permite verificar se a utilização do equipamento é plena e onde poderiam ser efetuadas melhorias.

**4. Educação e Treino:** Este quarto pilar tem como objetivo desenvolver novas competências e conhecimentos, através de um sistema de aquisição de competências para todos os colaboradores tornando-os aptos a desenvolver as suas atividades e responsabilidades com mais segurança sem receio de errar.

**5. Manutenção da Qualidade:** O quinto pilar tem como objetivo o conceito de manutenção de equipamentos em perfeitas condições de uso para ser mantida a perfeita qualidade nos processos.

**6. Controle Inicial:** O sexto pilar tem como objetivo analisar de forma detalhada os equipamentos e produtos envolvidos mesmo nos novos equipamentos, através do conceito de Manutenção Preventiva, para que resulte em máquinas com zero defeito ou zero falha.

**7. TPM Administrativo:** O sétimo pilar tem como objetivo eliminar as perdas nos processos administrativos, eliminando os retrabalhos e as atividades que não agregam valor, aumentando o desempenho destes processos.

**8. Segurança, Saúde e Meio Ambiente:** O oitavo pilar tem como objetivo o acidente zero, por meio da adoção de estratégias que garantam a segurança, saúde e bem-estar dos funcionários e uma correta preservação do meio ambiente.

A TPM visa a melhoria contínua de longo prazo em desempenho e, portanto, também resulta na melhoria do desempenho financeiro das organizações. Como sugere Sahoo & Yadav (2020), é razoável assumir um impacto positivo da TPM no desempenho operacional.

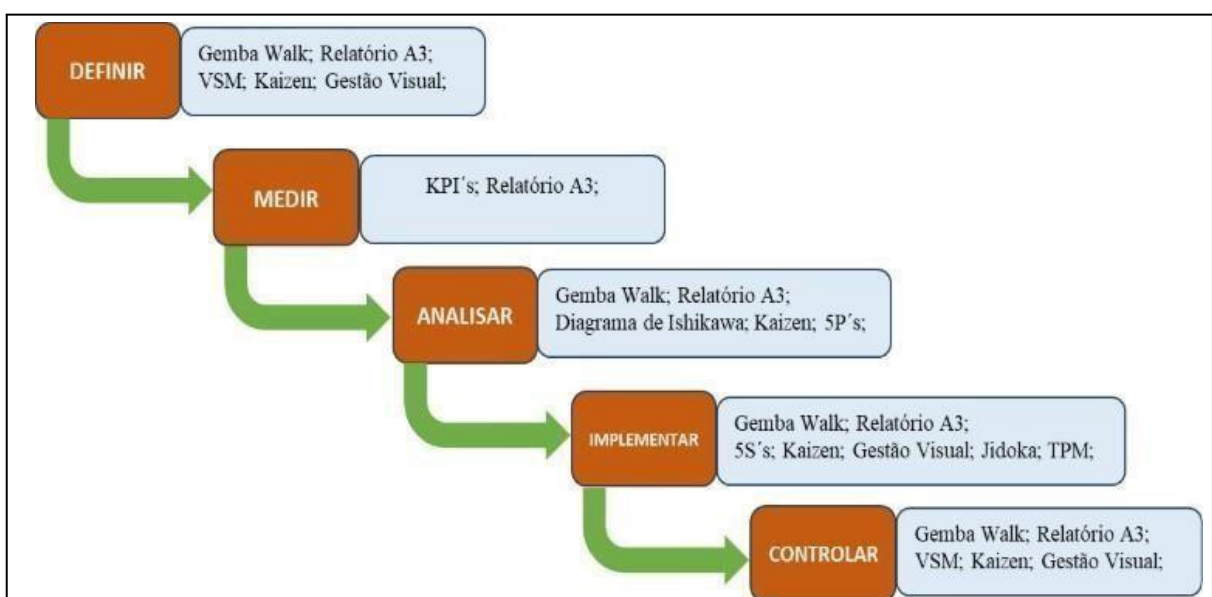
#### 2.1.5.11 Metodologia DMAIC

A metodologia DMAIC que visa solucionar problemas nas organizações, de forma a reduzir desperdícios e tornar a organização mais eficiente e competitiva, garante uma sequência ordenada, lógica e eficaz na gestão de processos.

O ciclo DMAIC é caracterizado pelo seu potencial de solução de problemas e por assegurar a redução na taxa de defeitos e falhas nos produtos, serviços e processos. Cada etapa do ciclo DMAIC possui uma determinada função, e pretende-se que esta metodologia utilize diversas ferramentas Lean para auxiliar na execução dessas funções a fim de solucionar o problema.

A seguir, é apresentada a metodologia em forma gráfica (Figura 5), que lista algumas das principais ferramentas Lean que podem ser utilizadas em cada uma das fases do ciclo DMAIC. É importante notar que algumas ferramentas Lean podem ser utilizadas em diferentes fases (Ferreira et al., 2019b).

Figura 5 - Ciclo DMAIC



Fonte: Adaptado de Ferreira et al (2019a)

O ciclo DMAIC é composto por cinco fases. O problema deve ser primeiro rigorosamente **Definido**, geralmente sob a forma de defeitos produzidos num processo. Depois são estabelecidas as **Métricas** para o problema. Na fase de **Análise**, os dados são recolhidos para explorar as causas raiz do problema. Podem então ser desenvolvidas e **Implementadas** soluções de melhoria para abordar as causas raiz do problema. Finalmente, a eficácia das soluções é **Controlada** após a implementação.

#### 2.1.5.12 Relatório A3 (Ferramenta Visual)

O Relatório A3 é um instrumento de comunicação eficaz e, trata-se de uma ferramenta fortemente recomendada para auxiliar os gestores durante o desenvolvimento do planeamento para o caminho certo de uma empresa. Além disso, o Relatório A3 também é utilizado como uma metodologia que auxilia na tomada de decisão, na organização de ideias e na resolução de problemas.

Na realidade, esta ferramenta é amplamente utilizada para descrever e mostrar a situação atual do caso que se está a estudar, o que pode levar a propor novas ideias e melhorias para soluções de problemas. Não existe um formulário único para o Relatório A3, mas é possível ter uma estrutura lógica para planear, fazer, verificar e agir, o que representa a abordagem lógica do ciclo PDCA (Filho & Calado, 2013).

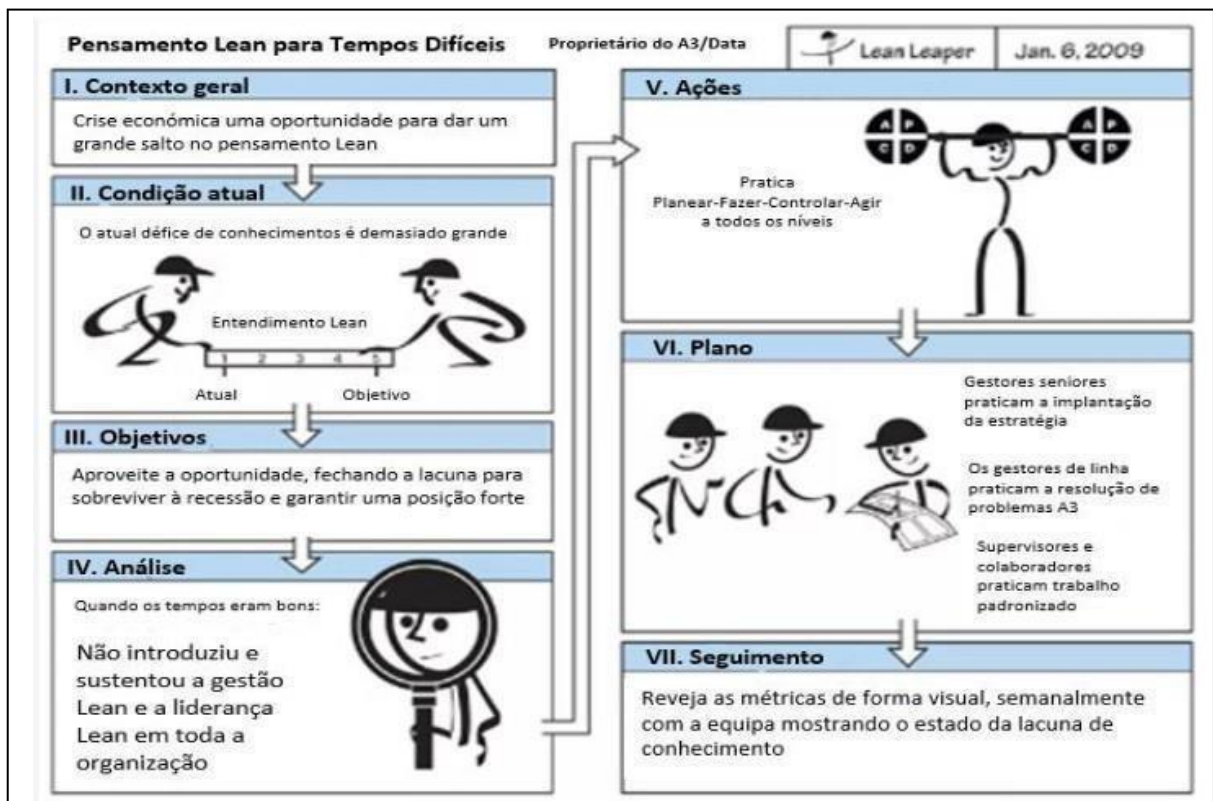
O ciclo PDCA foi desenvolvido por Edwards Deming e introduzido no Japão em 1950. O ciclo PDCA (Figura 6) distingue-se pela abordagem sistemática e simples com que orienta as pessoas na implementação de ações que visam a mudança, a resolução de problemas ou a implementação de projetos.



Fonte: Adaptado de Ciclo PDCA para projetos de transformação digital na indústria (2022)

Como descrito no parágrafo anterior o relatório A3 pode ter várias configurações, de seguida é mostrado um exemplo na figura 7.

Figura 7 - Template de um A3 Report



Fonte: Adaptado de A3 Problem Solving Tool (2023)



O relatório A3 deve abarcar uma atividade de “Hansei”, ou seja, uma autorreflexão sobre o trabalho desenvolvido pela equipa, no final de cada estudo, para identificar as falhas que ocorreram ou possibilidades de melhoria. Desenvolver novas ações e partilhar as aprendizagens retiradas do estudo por toda a estrutura organizacional “Yokoten”.

#### 2.1.5.13 *Seis Sigma*

Seis Sigma é um sistema de gestão que procura melhorar a eficiência dos processos, reduzindo defeitos para alcançar a melhoria da qualidade e a satisfação do cliente. Desde que a Motorola implementou esta abordagem em meados da década de 1980, esta foi objeto de formalização metodológica numa ferramenta de gestão relevante, cujo objetivo é atingir um nível de qualidade de 99,99996%.

Esta ferramenta foi estendida gradualmente a outros setores industriais e posteriormente também foi utilizada pelo setor de prestação de serviços (Niñerola et al., 2020). Seis Sigma é tanto uma filosofia quanto uma metodologia de melhoria da qualidade, analisando dados estatísticos para encontrar a causa raiz de problemas de qualidade, seguido da definição e posterior implementação de ações corretivas.

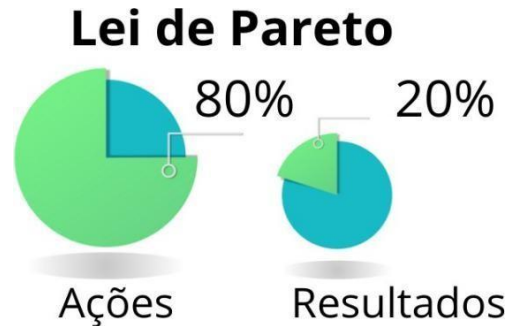
Os Seis Sigma tira partido de diversas técnicas e ferramentas primárias da filosofia Lean como por exemplo, os histogramas, gráficos de fluxo, gráficos de Pareto, indicadores chave de performance (KPI) e diagramas de Ishikawa (Nedeliaková et al., 2017).

Esta metodologia consiste na implementação rigorosa de princípios e técnicas de qualidade, visando atingir um nível de performance nos processos que virtualmente se traduz na inexistência de erros nos produtos. Esta metodologia não é aplicável exclusivamente a processos produtivos, mas é transversal a todos os processos de gestão em organizações.

Uma definição mais comum do Seis Sigma é que se trata de um conjunto de ferramentas e técnicas para a resolução de problemas ou melhoria de processos. A utilização destas ferramentas e técnicas é orientada por um método global de melhoria estruturada conhecido como DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve e Control), ciclo este, já explicado anteriormente. O DMAIC encontra-se tão difundido que frequentemente é tido como sinónimo de Seis Sigma (Antosz et al., 2022).

#### 2.1.5.14 Princípio de Pareto

Figura 8 – Princípio de Pareto



Fonte: Adaptado do site “CONTAREA” (22 de Maio de 2025)

O diagrama de Pareto mostra graficamente quais causas são responsáveis pela maior parte dos problemas, facilitando o foco em ações mais eficazes”. Essa ferramenta é especialmente útil em contextos de melhoria contínua e gestão de processos, auxiliando na seleção de problemas com maior impacto para tratamento prioritário (Pereira e Lima et al. 2015, p. 62).

#### 2.1.5.15 Matriz GUT

Figura 9 – Matriz GUT

| Importância = G x U x T |                  |                                                                                        |
|-------------------------|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>G</b>                | <b>Gravidade</b> | É o fator impacto financeiro ou qualquer outro dependendo dos objetivos da instituição |
| <b>U</b>                | <b>Urgência</b>  | É o fator tempo                                                                        |
| <b>T</b>                | <b>Tendência</b> | É o fator tendência (padrão de desenvolvimento)                                        |

Fonte: Adaptado do site “ROCK CONTENT” (22 de Maio de 2025)

A Matriz GUT é uma ferramenta simples, porém eficaz, utilizada para avaliar e priorizar problemas e situações críticas que demandam intervenção, especialmente em ambientes onde múltiplos fatores competem por atenção”. Sua simplicidade e aplicabilidade tornam-na bastante utilizada em ambientes organizacionais dinâmicos e com recursos limitados (Paladini et al. 2012, p. 107).

Tendo em conta que o presente trabalho se realizou numa empresa de instalação de sistemas de climatização e tratamento do ar interior, seguem-se alguns pontos que foram abordados durante o trabalho.

### 2.2.1 Conceito

O termo AVAC, comumente utilizado na designação dos sistemas de climatização, refere-se aos sistemas de Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado.

Uma instalação de ar condicionado deve ser capaz de manter ao longo de todo o ano e em todos os ambientes condicionados, a temperatura desejada e umidade relativa aceitável. Deve também assegurar uma pureza do ambiente adequada e simultaneamente manter a velocidade do ar nas zonas ocupadas dentro dos limites requeridos para proporcionar condições de conforto aos ocupantes.

A Qualidade do Ar Interior e a Climatização são hoje fatores aos quais se dão importância acrescida, seja pelo conforto, pela produtividade ou necessidade específica de determinados processos.

Deste modo, o AVAC baseia-se em três finalidades principais:

- Climatização;
- Qualidade do ar interior;
- Manutenção dos equipamentos referentes à climatização e tratamento do ar.

Surge perante a necessidade de manter as instalações e equipamentos fiáveis, disponíveis, higiénicos e capazes de proporcionar as condições necessárias e com o mínimo de consumo energético.

Um problema importante que também se coloca nas instalações é o de conseguir manter as temperaturas dos diferentes ambientes dentro dos limites definidos no projeto, questão que é especialmente complexa nos edifícios em que existam simultaneamente zonas que necessitam de ser aquecidas e outras que

Estas necessidades surgem do facto de as cargas térmicas de aquecimento e de resfriamento muitas das vezes evoluírem no tempo de forma diferente em cada uma das zonas do edifício devido à influência da temperatura exterior, radiação solar, ocupação e outras causas.

### 2.2.2 Enquadramento Legal

A legislação relacionada à climatização de ambientes e eficiência energética passou por algumas mudanças ao longo dos anos. Vou detalhar as principais leis e regulamentos relevantes:

#### **Lei nº 13.589/2018:**

Sancionada em janeiro de 2018, pelo então presidente Michel Temer, que tornou obrigatório o Plano de Manutenção, Operação e Controle (PMOC) para os sistemas de ar-condicionado instalados em edifícios de uso público e coletivo. A medida visa garantir a qualidade do ar interior e reduzir os riscos à saúde dos ocupantes por meio de rotinas de manutenção periódica (Brasil, 2018).

#### **Lei nº 14.904/2024:**

Promulgada em junho de 2024, estabelece diretrizes para a elaboração de planos de adaptação à mudança do clima no Brasil. Essa legislação visa reduzir a vulnerabilidade e a exposição a riscos ambientais, sociais, econômicos e de infraestrutura diante dos efeitos adversos das mudanças climáticas. Os planos de adaptação devem integrar-se aos planos sobre mudança do clima que também contemplem medidas de mitigação de emissões de gases de efeito estufa (Brasil, 2024).

### 2.2.3 Classificação dos Tipos de sistemas

Os sistemas de climatização podem ser classificados segundo o tipo de fluido ou fluidos que se empregam nos equipamentos terminais, anulando o efeito das cargas térmicas latentes e sensíveis dos ambientes a condicionar.

Deste modo, podem então ser definidos os seguintes grupos de sistemas de climatização de edifícios:

- Sistemas Tudo Ar;
- Sistemas Tudo Água;
- Sistemas Água-Ar;
- Sistemas com expansão direta de fluido refrigerante (split).

Quadro 1 - Resumo dos equipamentos mais comuns referente ao sistema

| <b>SISTEMA</b>                                | <b>EXEMPLOS DOS EQUIPAMENTOS MAIS COMUNS</b>                                                                                                                             |
|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Dutos de Ar</b>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- UTA's;</li> <li>- Roof-Top's;</li> <li>- Ventiladores;</li> <li>- Cortinas de ar;</li> <li>- Recuperadores de calor.</li> </ul> |
| <b>Dutos de Água</b>                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Caldeiras;</li> <li>- Radiadores;</li> <li>- Toalheiros.</li> </ul>                                                             |
| <b>Sistemas Água-Ar</b>                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Chiller's;</li> <li>- VC's.</li> </ul>                                                                                          |
| <b>Expansão Direta de Fluido Refrigerante</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Split's;</li> <li>- Multi-split's;</li> <li>- VRV's;</li> <li>- Close Control's.</li> </ul>                                     |

Fonte: Autoria Própria (2025)

#### 2.2.4 Principais equipamentos utilizados no AVAC

**Caldeira:** equipamento que possui como finalidade, no caso específico do AVAC, a produção de água quente.

Esta pode ser alimentada por vários combustíveis, sendo os mais comuns na área do AVAC o gás natural, podendo este equipamento ser do tipo mural (parede) ou de chão.



Fonte: Adaptado do site “GIRASHOP” (22 de Maio de 2025)

**Chiller/bomba de calor:** equipamento cujo modo de funcionamento consiste numa permuta de energia térmica entre o fluido frigorigénio e a água que circula no mesmo, proporcionando um consequente aquecimento ou resfriamento da água da instalação consoante a finalidade pretendida.

Este equipamento pode ser a 2 ou 4 tubos, isto é:

o Sistema a 2 tubos - neste tipo de instalação, no mesmo instante o equipamento apenas permite aquecer ou resfriar os espaços do edifício a climatizar.

o Sistemas a 4 tubos - estas instalações permitem satisfazer as necessidades simultâneas de aquecimento e de resfriamento em diferentes locais no mesmo edifício. Os ventilo-convectores são alimentados por uma tubagem de água quente e por uma tubagem de água fria e podem ter uma ou duas baterias.

Figura 11 - Chiller



Fonte: Adaptado do site “HOS BV” (22 de Maio de 2025)

**Unidade de tratamento de Ar - UTA:** consiste num equipamento que climatiza e trata o ar a insuflar para o interior de um edifício através de água proveniente de uma fonte quente ou de uma fonte fria.

Este equipamento é constituído por: filtros que fazem a retenção de partículas e impurezas que venham do exterior, registos motorizados, uma bateria para aquecimento/resfriamento e um ventilador. Podem ser acopladas uma bateria para aquecimento e outra para resfriamento do ar, humidificador, bateria de reaquecimento entre outros.

As configurações mais usuais são: linear, lado a lado (side by side) ou um módulo por cima de outro (double deck).

Figura 12 - Unidade de Tratamento de Ar (do tipo double deck)



Fonte: Adaptado do site “WESPER” (22 de Maio de 2025)

**Roof-Top:** trata-se de um equipamento que desempenha as mesmas funções que uma UTA, com a particularidade de, em vez da permuta ser água-ar, trata-se de fluido frigorigéneo-ar, isto é, possui uma serpentina no lugar das baterias que climatizam o ar a insuflar.



Fonte: Adaptado do site “TECL” (22 de Maio de 2025)

**Recuperador de Calor:** utiliza-se para aproveitar a carga térmica do ar a rejeitar, isto é, este equipamento faz uma permuta entre o ar aspirado do exterior e o ar a rejeitar, transferindo a energia do rejeitado para o aspirado provocando um melhor rendimento e menor consumo para a instalação.

Estes equipamentos apenas possuem uns filtros e ventiladores, tratando-se de um equipamento bastante simples. Para além de recuperador ar-ar também existem água-ar-água

Figura 14 - Recuperador de Calor



Fonte: Adaptado do site “INSTALACIONES Y EFICIENCIA ENERGÉTICA” (22 de Maio de 2025)

**Split's:** climatização com unidades individuais, isto é, uma unidade interior e outra exterior. Trata-se de uma solução que só deve ser utilizada quando se trata de uma única divisão ou, por questões técnicas, não é possível a utilização de outro



Figura 15 - Condensadora Split



Fonte: Adaptado do site “MIDEA” (22 de Maio de 2025)

**Multi-splits:** Distingue-se do sistema individual devido ao facto de para uma máquina exterior podem estar ligadas diversas máquinas interiores.

Figura 16 - Condensadora Multi-Split



Fonte: Adaptado do site “SAMSUNG” (22 de Maio de 2025)

**VRV:** Basicamente são semelhantes aos sistemas “multisplit” mas permitem a ligação de um número muito maior de unidades interiores (mais de 30) a uma única unidade exterior. Note-se que quando a potência da unidade exterior ultrapassa determinado valor ela passa a ser constituída por dois ou mais elementos agrupados, constituindo, no entanto, uma única unidade exterior.

O maior inconveniente, e talvez o único, dos sistemas “VRV” tem a ver com a possibilidade de ocorrer uma fuga de fluido frigorigéneo no interior do edifício, pelo que deverá haver algum cuidado no projeto para evitar possíveis intoxicações dos ocupantes.

Além disso, sistemas “VRV” mais sofisticados permitem também ter disponível, em simultâneo, o aquecimento e o resfriamento, exigindo para isso a instalação de mais um tubo (3 tubos em vez dos 2 de um sistema “VRV” normal). Estes sistemas, são sobretudo necessários em edifícios onde, no decurso do período de aquecimento, existem divisões que necessitam de resfriamento,

devido às cargas internas elevadas (salas de quadros elétricos, salas de computadores, entre outros).

Figura 17 - VRV: Unidade Exterior



Fonte: Adaptado do site “BATIPRODUITS” (22 de Maio de 2025)

**Caixas de ventilação:** Equipamento que proporciona a extração ou insuflação de ar no edifício.

Aplicações de extração de ar de instalações sanitárias, desenfumagem, ligada ao sistema de incêndio, insuflação de ar no edifício se necessário, entre outras.

**VC's:** Pequenas unidades de tratamento de ar terminais, constituídos por um filtro de ar, um ventilador, um ou dois permutadores (consoante o tipo de sistema).

Os ventilo-convectores são classificados fisicamente de duas formas: carroçados ou descarroçados, isto é, com um acabamento exterior que possibilita um aspecto estético ao mesmo ou sem esse aspecto, este último tipo não se torna relevante devido à sua aplicação não ser visível.

Figura 18 - VC Carroçado e Descarroçado



Fonte: Google Imagens (06 de junho de 2022)

## 2.3 Caracterização da empresa JCR Climatização

Com uma visão clara de seu propósito, a JCR Climatização e Refrigeração se comprometeu não apenas a proporcionar um clima agradável e adequado às necessidades de cada espaço, mas também a transformar vidas. Ao contribuir para

o conforto e bem-estar das pessoas, ela cria ambientes que promovem o aumento da produtividade, a saúde e a felicidade dos clientes.

Figura 19 - Logotipo da Empresa JCR Climatização e Refrigeração



Fonte: Adaptado (Site, 2025)

### 2.3.1 Sua História

Fundada em 2017, a JCR Climatização busca destacar-se como uma empresa especializada na climatização de ambientes e vem de lá para cá consolidando-se como referência no setor ao atender o público por meio de seus serviços, priorizando a qualidade na execução. Atuando na região do Agreste pernambucano, principalmente em Caruaru e nas localidades próximas, está vem suprimindo as demandas do mercado local. Onde seu objetivo é contribuir para o conforto e bem-estar das pessoas em suas residências, em estabelecimentos comerciais e ambientes industriais, oferecendo um clima agradável e adequado às necessidades de cada espaço.

### 2.3.2 Principais Atividades e Segmentos Atendidos

Os principais ramos de atividades que a empresa se envolve são os seguintes:

- Instalações
- Manutenções
- Reparos de equipamentos
- Vendas de equipamentos

Onde estas ocorrem dentro de uma cadeia elaborada de distribuição de serviços e parceiros, garantindo a qualidade no atendimento e a eficiência nas operações.

- Serviços B2C e B2B

Esses se caracterizam por chamados solicitados diretamente pelos clientes para atender demandas específicas, como instalação, manutenção ou reparo de equipamentos de climatização. Esses serviços não têm vínculo de longo prazo e costumam ocorrer de forma sazonal, aumentando em períodos do ano com maior uso de ar condicionado, como o verão. Essa forma de atendimento exige organização e uma boa gestão para lidar com variações na procura, garantindo a satisfação dos clientes e a qualidade dos serviços, dado que atendem desde residências e pequenos comércios, priorizando rapidez e eficiência, até empresas de médio e grande porte, abrangendo instalações mais complexas com soluções que exigem alta capacidade técnica, proporcionando rapidez para manutenções que precisam ser resolvidas logo, evitando prejuízos.

- Terceirizações

Uma das formas de parceria desenvolvida com outras empresas que consiste em atender a demanda de instaladores de condicionadores de ar para grandes lojas varejistas do mercado, onde tais realizam as vendas, utilizando de sua influência sobre o cliente, esta é fechada por uma empresa parceira que oferece soluções

para gerenciamento de chamados, distribuição de tarefas e acompanhamento de atendimentos. E uma vez aceito pela JCR, o serviço passa a ser agendado em nosso sistema, e destinado a execução.

No caso dos serviços de terceirização, são destinados esforços apenas aos serviços de instalação, visto que estes são mais viáveis estrategicamente para a empresa.

- Contratos B2C e B2B

Os contratos de serviços de ar condicionado, tanto no modelo B2B quanto no B2C, envolvem uma série de etapas para garantir a instalação, manutenção e reparo eficientes dos sistemas de climatização.

No modelo B2B, o processo começa com uma avaliação detalhada das necessidades da empresa cliente, seguida pela elaboração de um projeto personalizado que atenda às especificações do ambiente empresarial. Após a aprovação do projeto, a instalação dos sistemas de ar condicionado é realizada por técnicos especializados, garantindo que todos os componentes estejam corretamente instalados e funcionando.

A manutenção preventiva é agendada regularmente para evitar falhas e garantir a eficiência energética dos sistemas. Em caso de problemas, os reparos são realizados prontamente para minimizar o impacto nas operações da empresa. Além disso, o contrato pode incluir serviços de consultoria para otimização de sistemas e redução de custos operacionais.

No modelo B2C, o processo é mais focado nas necessidades individuais dos consumidores. O primeiro passo é a consulta inicial, onde um técnico avalia o ambiente residencial ou comercial do cliente para recomendar o sistema de ar condicionado mais adequado. Após a escolha do equipamento, a instalação é agendada e realizada de forma rápida e eficiente.

A manutenção regular é oferecida para garantir que o sistema continue funcionando de maneira otimizada, incluindo a limpeza de filtros e verificação de componentes. Em caso de falhas, os reparos são realizados para restaurar o funcionamento do sistema. O contrato B2C também pode incluir suporte técnico contínuo e orientações para o uso eficiente do ar condicionado.

Esses contratos são essenciais para garantir que os sistemas de ar condicionado funcionem de maneira eficiente e confiável, proporcionando conforto térmico tanto para empresas quanto para consumidores finais.

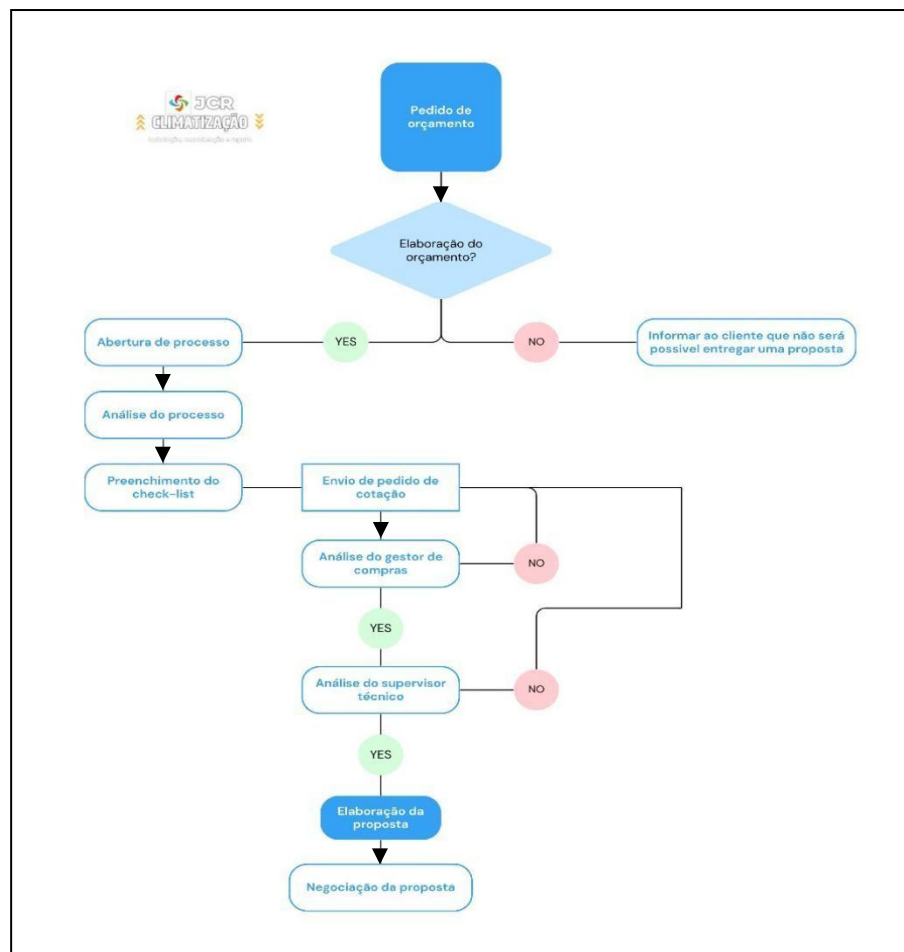
### 2.3.3 Processos Internos

- Orçamentação

O presente processo é de elevada responsabilidade, uma vez que o levantamento incorreto da cotação poderá implicar no comprometimento da lucratividade da empresa quanto ao determinado serviço.

- Fluxograma

Figura 20 - Fluxograma JCR Climatização



Fonte: Autoria própria (2025)

Dessa forma se resume o procedimento interno para a elaboração de

- Análise do processo

Após a decisão de elaboração do orçamento e respectiva abertura do processo, numa primeira fase, analisam-se sempre o tipo de problema que do cliente que deve ser sanado, isto é feito através de um plano para planeamento de ações (5W2H) onde fica detalhado o porquê do mesmo estar entrando em contato; posteriormente as possíveis causas de tal problema esta ocorrendo; assim como qual responsável técnico será destinado a solucionar-lo, quando e onde.

- Preenchimento da checklist

Posteriormente, constrói-se a Checklist, isto é, uma lista onde se assinalam os pormenores de elevada importância para a conclusão correta do orçamento, como: Dados do cliente, materiais e peças, entre outros. Tal atividade é realizada com auxílio de um software de gestão para controle de serviços de forma automatizada, otimizando o tempo, calculando automaticamente o valor total do orçamento com base em quais serviços, peças e materiais foram selecionados. Além de possuir recursos como preenchimento automático de informações, respostas por voz, QR code e outros...

- Envio de pedido de cotação

Deve-se entrar em contato com os fornecedores parceiros para que ocorra a atualização dos valores dos insumos diante do mercado, para que assim possa se rever as margens sobre o serviço, onde haverá a negociação final do serviço com maior precisão dos valores, evitando eventuais perdas.

- Validação

Concluído o orçamento, este é analisado em conjunto com o gestor de compras e o supervisor técnico que o validará ou indicará para rever ou refazer a cotação. Caso tenha alguma incongruência será revisto o orçamento, caso contrário será validado e permitida a elaboração da proposta para o cliente.

- Elaboração de proposta

Nesta fase final, será realizada uma proposta para o cliente num formato estipulado internamente, e enviado via PDF ou apresentação de proposta em caso

- **Negociação**

É sempre necessário deixar margens para negociação, uma vez que o projeto precisa ser economicamente viável para a empresa (cobrindo custos de mão de obra, encargos sociais, refeições, deslocamento, dormitórios), assim sendo, o valor final da proposta deve sempre estar acima de tal ponto de lucratividade, visto que o mesmo não cresce nem evolui durante o período de execução da obra.

Dado este fator, é na orçamentação que todos esses conceitos e referências têm que entrar, de forma a garantir um bom desenvolvimento e crescimento da organização.

#### 2.3.4 Obras Dirigidas

- **Equipamentos existentes**

Resumo das obras dirigidas e dos principais equipamentos existentes

Quadro 2 - Tabela resumo das obras e equipamentos

| <b>Obra</b> | <b>Equipamentos</b>                                                                                 |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| AESGA       | - ACJ's;<br>- Split's e Multi Split's;<br>- Cortinas de ar;<br>- Ventiladores;<br>- Climatizadores. |
| PETZ        | - Split's e Multi Split's;<br>- Chiller's;<br>- VRV's;<br>- Ventiladores;<br>- Cortinas de ar.      |

Fonte: Autoria Própria (2025)



- **AESGA**

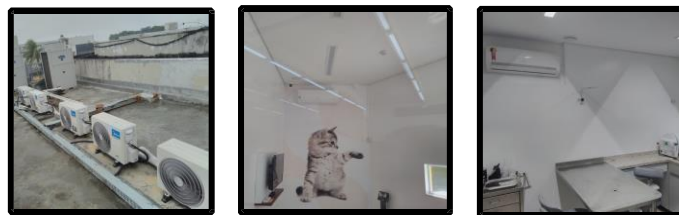
Figura 21 - Registros de Obras (Aesga)



Fonte: Autoria própria (2025)

- **PETZ**

Figura 22 - Registros de Obras (Petz)



Fonte: Autoria própria (2025)

### 3 RESULTADOS DA PESQUISA

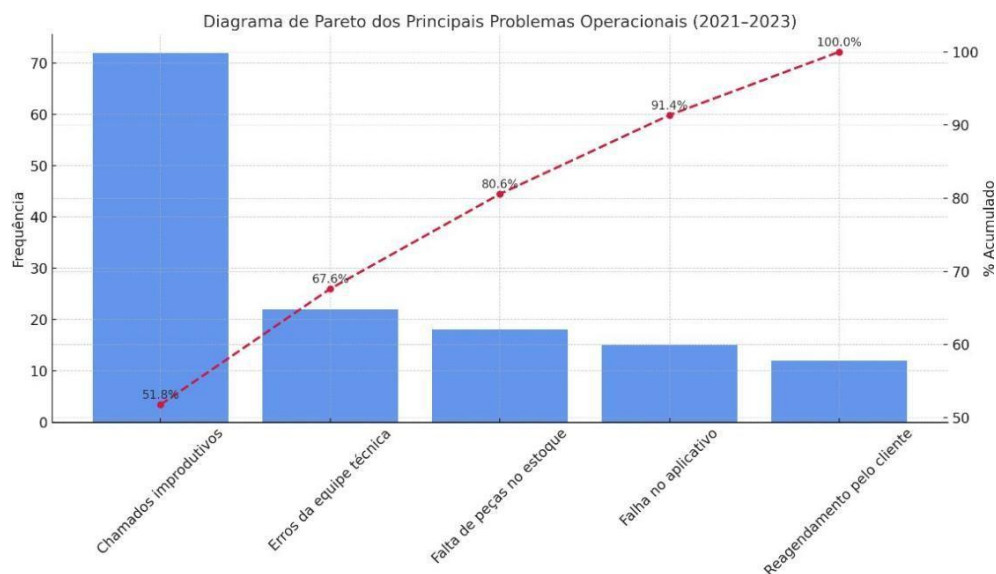
#### 3.1 Caso de estudo

##### 3.1.1 Caracterização do Caso de Estudo

Antes da aplicação da metodologia DMAIC, realizou-se uma análise preliminar com o intuito de identificar, dentre os principais problemas operacionais enfrentados pela empresa JCR Climatização e Refrigeração, aquele de maior impacto e prioridade de tratamento. Essa etapa foi essencial para garantir que o estudo de caso abordasse uma causa relevante, frequente e crítica, com potencial real de melhoria e replicabilidade.

Com base nos registros operacionais referentes aos chamados atendidos entre janeiro de 2021 até dezembro de 2023, foi elaborado um Diagrama de Pareto para classificar os tipos de ocorrências mais comuns. A análise revelou que os **chamados improdutivos**, aqueles em que a equipe técnica foi acionada sem necessidade real de serviço ou que resultaram em retrabalho e deslocamentos desnecessários, representavam **60,8%** do total de chamados registrados, sendo a categoria mais frequente.

Figura 23 – Aplicação do Pareto



Fonte: Autoria própria (2025)

Além da frequência, aplicou-se a Matriz GUT para avaliar o impacto dos problemas na rotina operacional da empresa. Os critérios foram definidos conforme observado nas práticas internas da JCR Climatização, e a avaliação foi realizada com o apoio da equipe técnica e da supervisão operacional.

Figura 24 – Aplicação da matriz gut

| Problema                        | Gravidade (G) | Urgência (U) | Tendência (T) | G x U x T | Prioridade |
|---------------------------------|---------------|--------------|---------------|-----------|------------|
| Chamados improdutivos           | 5             | 5            | 4             | 100       | 1º Lugar   |
| Reagendamento por falta de peça | 4             | 3            | 3             | 36        | 2º Lugar   |
| Falha no aplicativo             | 3             | 3            | 3             | 27        | 3º Lugar   |
| Cancelamento de cliente         | 3             | 2            | 3             | 18        | 4º Lugar   |
| Retrabalho técnico              | 2             | 2            | 2             | 8         | 5º Lugar   |

Fonte: Autoria própria (2025)

Como demonstrado, os chamados improdutivos obtiveram a maior pontuação (100 pontos), revelando-se o problema mais crítico sob o ponto de vista da operação. Isso validou a escolha desse fenômeno como foco do estudo de caso.

Assim sendo, o caso de estudo deste trabalho busca solucionar problemas de chamados improdutivos, visto que pelo teor sazonal da demanda alcançada, a recorrência de tais empecilhos tendem a prejudicar bastante o desenvolvimento da empresa. O desenvolvimento prático, centrou-se na padronização e implementação de propostas de melhoria contínua com o intuito de solucionar os problemas que este tipo de serviço possa vir a apresentar.

### 3.1.2 Aplicação da Metodologia DMAIC

De modo a abranger a variedade de parâmetros e aspectos considerados no caso de estudo, entendeu-se que a metodologia DMAIC aplicada no método A3 *Report* seria o melhor método, pois constitui um método organizado e sequencial que permite a identificação de problemas e respetiva resolução, tendo como principal foco a melhoria contínua dos processos.



Fonte: Autoria própria (2025)

Desta forma, o caso de estudo seguiu as cinco fases distintas, com o objetivo de concretização do que é proposto na revisão bibliográfica do método referido.

### 3.1.2.1 Fase 1 - Definir

#### Definição da equipe

A equipa foi formada por o diretor de operações (JRL), engenharia de processo (JCR e ACN) e por o coordenador de operações (LGB) apresentados abaixo (onde os nomes das respectivas pessoas estão em sigla), deste modo, toda a equipe de gestão de operações produtiva estava em sintonia com as ações imediatas que foram tomadas e quais seriam os próximos passos para a resolução do problema.

| EQUIPE |     |         |     |     |     |
|--------|-----|---------|-----|-----|-----|
| Líder: | JRL | Equipe: | JCR | ACN | LGB |

#### Ações imediatas

| Ações Imediatas                                                                                                             |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| (Ações Imediatas: reparação ou ação que permita o processo continuar a funcionar até finalização das análises e alterações. |  |
| Designar equipe técnica experiente e com autonomia para lidar com eventuais imprevistos                                     |  |
|                                                                                                                             |  |

#### Descrição do problema

|                                                |                                                              |
|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| <b>Sintoma:</b><br>Qual o Efeito Visível?      | Aumento dos chamados improdutivos                            |
| <b>Modo de Falha:</b><br>Consequência visível? | Reclamações constantes da equipe técnica de viagens perdidas |

|                                                                                                                    |                                                                                                |                         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| <b>Contenção sobre o Modo de Falha :</b><br>Ações para prevenir novas ocorrências até se identificar a causa raiz. | Instaurar um procedimento imediato de confirmação de informações com o cliente                 |                         |
| <b>Quando foi detectado:</b><br>Dia? Turno?                                                                        | 12/01/2024                                                                                     | Tarde                   |
| <b>Quem detectou?</b><br>Onde foi detectado o Efeito visível?                                                      | JCR                                                                                            | Análise historiográfica |
| <b>Quanto:</b><br><b>Custo de oportunidade?</b><br>( R\$ - tempo perdido, produtividade, peças, mão de obra,...)   | R\$ 600,00 (Custo Material, Custo Instalação, Custo Mão de Obra, Margem de lucro, Taxa cartão) |                         |

### 3.1.2.2 Fase 2 - Medir

O passo inicial foi perceber a quantidade de chamados improdutivos que haviam ocorrido nos últimos anos, desde o momento que iniciou-se levantamento e registros de dados históricos na empresa. É preciso evidenciar que possíveis tendências e variações dos resultados são influenciados não só por fatores internos e processuais, mas também por fatores externos, tendo este alta ou baixa relevância dependendo do evento.

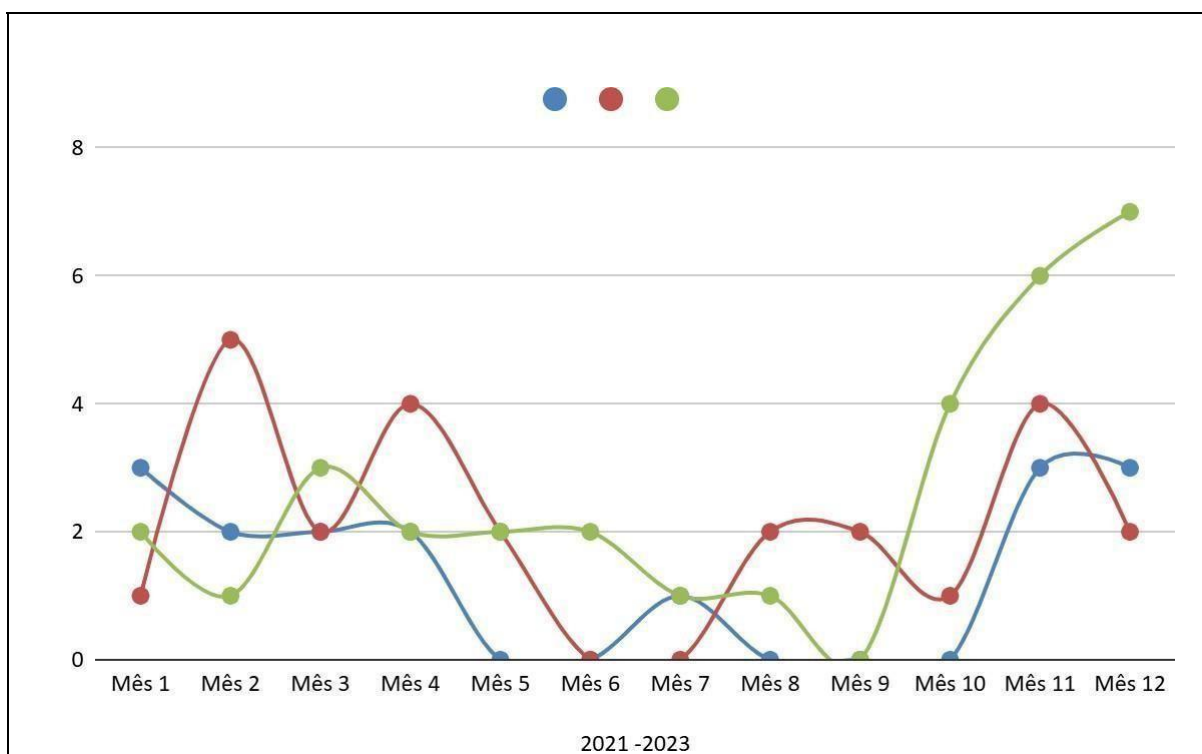
Quadro 3 - Quantitativo de chamados improdutivos

| 2021 | Mês | Mês | Mês | Mês | Mês | Mês | Mês | Mês | Mês | Mês | Mês | Mês |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|      | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  |
|      | 3   | 2   | 2   | 2   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 3   | 3   |
| 2022 | Mês | Mês | Mês | Mês | Mês | Mês | Mês | Mês | Mês | Mês | Mês | Mês |
|      | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  |
|      | 1   | 5   | 2   | 4   | 2   | 0   | 0   | 2   | 2   | 1   | 4   | 2   |
| 2023 | Mês | Mês | Mês | Mês | Mês | Mês | Mês | Mês | Mês | Mês | Mês | Mês |
|      | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  |
|      | 2   | 1   | 3   | 2   | 2   | 2   | 1   | 1   | 0   | 4   | 6   | 7   |

Fonte: Autoria Própria (2025)

Para melhor compreensão do problema foi aplicado uma abordagem gráfica, evidenciando o comportamento dos acontecimentos ao longo do tempo.

Gráfico 2 - Histórico de chamados improdutivos

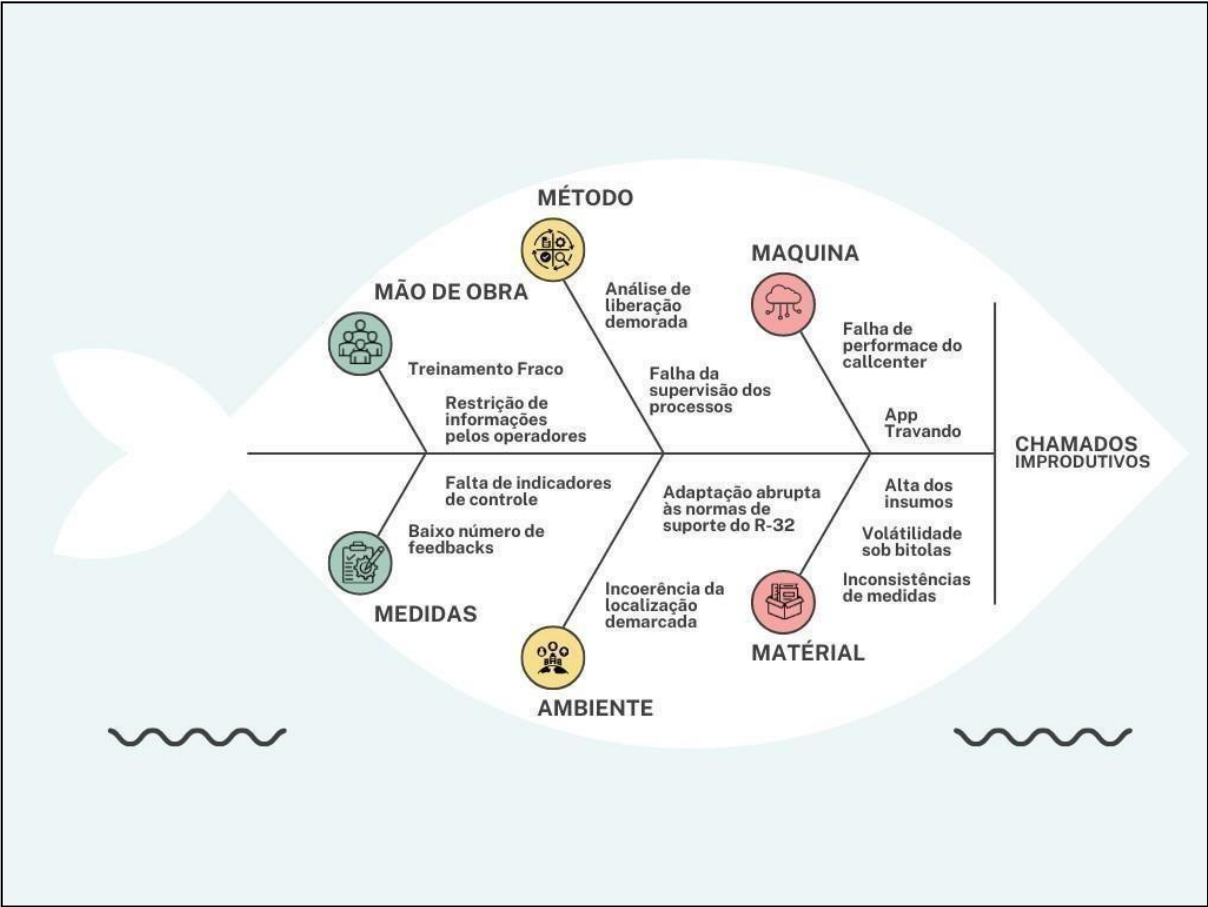


Fonte: Autoria Própria (2025)

### 3.1.2.3 Fase 3 - Analisar

Após o levantamento dos dados, seguiu-se para a realização da terceira fase da metodologia DMAIC. O objetivo desta fase foi utilizar os dados recolhidos na fase anterior para identificar, organizar e validar as potenciais causas raiz. Numa primeira etapa utilizaram-se os dados obtidos para fazer um diagrama de Ishikawa, de modo a serem encontradas as possíveis causas raiz. Esta ferramenta permitiu agrupar de forma gráfica e sintética os fatores que contribuíram ou afetaram uma determinada situação, isto é, avaliar as potenciais causas que originaram um determinado efeito.

Figura 26 - Diagrama de causa e efeito



Fonte: Autoria própria (2025)

Em seguida, todas as possíveis causas raiz devem ser listadas numa tabela de modo a formar-se um encadeamento, onde as causas que estiveram na origem do problema devem ser destacadas.

Quadro 4 - Método 6M's

| 6M | MÁQUINAS                          | MÃO DE OBRA                               | MATERIAIS                  | MEDIÇÃO                          | MÉTODOS                           | MEIO AMBIENTE                                  | LEGENDA      |  |
|----|-----------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------------------|--------------|--|
|    | Falha de performacedo call center | Treinamento Fraco                         | Alta dos insumos           | Falta de indicadores de controle | Falha da supervisão dos processos | Adaptação abrupta às normas de suporte do R-32 | Origem       |  |
|    | App Travando                      | Restrição de informações pelos operadores | Volatilidade sob bitolas   | Baixo número de feedbacks        |                                   | Incoerência da localização demarcada           | Não Detecção |  |
|    |                                   |                                           | Inconsistências de medidas |                                  |                                   |                                                |              |  |

Fonte: Autoria própria (2025)

Todas as possíveis causas para a existência de chamados improdutivos foram verificadas, e excluídas ou retidas, resultando assim na tabela abaixo. As possíveis causas raiz que foram retidas, foram objeto de análise 5P's.

Quadro 5 - Análise em relação às causas diretas

| Potenciais causas que provocam o<br>MODO DE FALHA<br>- CAUSAS DIRETAS (6M) - |                                                 | Plano ações de verificação, para reter<br>ou não reter a causa direta<br>identificada.                        | Resp. | Data<br>Conclusã o | Retida -> 5PQ<br>/ Não Retida |
|------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------------|-------------------------------|
| Porque<br>ocorreu?                                                           | Falha de<br>performacedo call<br>center         | Verificar alinhamento do script<br>e showbook de processos dos<br>operadores                                  | JCR   | 10/08              | RETIDA                        |
|                                                                              | App Travando                                    | Verificar tempo de resposta do<br>suporte técnico                                                             | JCR   | 10/08              | NÃO RETIDA                    |
|                                                                              | Treinamento Fraco                               | Verificar se operador encontra-se com<br>formação atualizada                                                  | JCR   | 10/08              | RETIDA                        |
|                                                                              | Restrição de<br>informações pelos<br>operadores | Verificar normas de conduta                                                                                   | JCR   | 11/08              | RETIDA                        |
|                                                                              | Alta dos<br>insumos                             | Realizar análise sobre a viabilidade<br>contábil do processo segundo histórico e<br>dados mercadológicos      | JCR   | 15/08              | NÃO RETIDA                    |
|                                                                              | Volatilidade<br>sob bitolas                     | Verificar condicionamento de<br>modelos                                                                       | JCR   | 13/08              | NÃO RETIDA                    |
|                                                                              | Inconsistências de<br>medidas                   | Avaliar dizeres sobre dimensionamentos<br>das informações obtidas sobre os locais<br>de execução dos serviços | JCR   | 13/08              | NÃO RETIDA                    |
|                                                                              | Falta de<br>indicadoresde<br>controle           | Verifique o grau de eficiência do<br>indicadores existentes                                                   | JCR   | 14/08              | NÃO RETIDA                    |
|                                                                              | Baixo número                                    | Verificar índice de feedback                                                                                  | JCR   | 14/08              | NÃO RETIDA                    |



|                        |                                                           |                                                                                                          |                   |       |                                                                                          |
|------------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------|------------------------------------------------------------------------------------------|
|                        | de feedbacks                                              | realizados (ativos e passivos)                                                                           |                   |       |                                                                                          |
|                        | Falha da supervisão dos processos                         | Verificar com supervisores                                                                               | JCR               | 16/08 | <b>RETIDA</b>                                                                            |
|                        | Adaptação abrupta às normas de suporte do R-32            | Revise o memorando sobre as diretrizes globais que atendem o protocolo de Montreal e da emenda de Kigali | JCR               | 17/08 | <b>NÃO RETIDA</b>                                                                        |
|                        | Incoerência da localização ou demarcada                   | Verificar número de visitas perdidas ou informações incongruentes                                        | JCR               | 16/08 | <b>RETIDA</b>                                                                            |
| <b>RETIDA-&gt; 5PQ</b> | <b>RETIDA</b> - Para analisar nos 5 porquês ou gerar ação |                                                                                                          | <b>NÃO RETIDA</b> |       | <b>NÃO RETIDA</b> - Confirmada como não sendo causa para o problema e excluir de análise |

Fonte: Autoria própria (2025)

Na tabela abaixo são apresentados todos os modos de falha não retidos, com respectiva justificação porque não foram retidos para análise de 5 porquês visto que não se enquadram diretamente no estudo de caso, uma vez que não contribuíram para o aumento do número de casos improdutivos.

Quadro 6 - Argumentação sobre não retidos

| Potenciais causas que provocam o MODO DE FALHA | Plano ações de verificação, para reter ou não reter a causa direta identificada.                   | Observação                                                                                          |
|------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| App Travando                                   | Verificar tempo de resposta do suporte técnico                                                     | Relatos foram emitidos ao setor de TI que se prontificou de realizar os devidos ajustes necessários |
| Alta dos insumos                               | Realizar análise sobre a viabilidade contábil do processo segundo histórico e dados mercadológicos | Fatores macroeconômicos não influenciam diretamente os fatores                                      |
| Volatilidade sob bitolas                       | Verificar condicionamento de modelos                                                               | Surge como um fator que afeta o desempenho mas não afeta o número de chamados improdutivos          |

|                                                |                                                                                                          |                                                                                                                                                                 |
|------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Inconsistências de medidas                     | Avaliar dizeres sobre dimensionamentos das informações obtidas sobre os locais de execução dos serviços  | Deve-se a uma consequência da ineficiência dos processos definidos para os pré-calls, ou seja, não é responsável pelos chamados mesmo possuindo origem similar. |
| Falta de indicadores de controle               | Verifique o grau de eficiência do indicadores existentes                                                 | Necessária a elaboração bem definida de KPI's que possam auxiliar no controle dos serviços prestados                                                            |
| Baixo número de feedbacks                      | Verificar índice de feedback realizados (ativos e passivos)                                              | Foi sugerido a realização de feedbacks ativos                                                                                                                   |
| Adaptação abrupta às normas de suporte do R-32 | Revise o memorando sobre as diretrizes globais que atendem o protocolo de Montreal e da emenda de Kigali | Todas as diretrizes foram cumpridas                                                                                                                             |

Fonte: Autoria própria (2025)

E a seguir estão expostos aqueles que foram considerados válidos dentre os modos de falha.

Figura 27 - Uso dos 5 porquês

| Potenciais causas que provocam o MODO DE FALHA |                                           | Plano ações de verificação, para reter ou não reter a causa direta identificada. | 1º Por quê                                                                                    | 2º Por quê                                           | 3º Por quê | 4º Por quê | 5º Por quê | CAUSA RAIZ                                           | Nº Causa Raiz Retida |
|------------------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------|------------|------------|------------------------------------------------------|----------------------|
| Por quê ocorreu?                               | Falha de performance do call center       | Verificar alinhamento do script e showbook de processos dos operadores           | Não abrange eventuais problemas recorrentes                                                   |                                                      |            |            |            | Não abrange eventuais problemas recorrentes          | 1                    |
|                                                | Treinamento Fraco                         | Verificar se operador encontra-se com formação atualizada                        | Foi realizado apenas o treinamento inicial para todos os operadores, sem maiores atualizações | Falta autonomia dos operadores para decisões simples |            |            |            | Falta autonomia dos operadores para decisões simples | 2                    |
|                                                | Restrição de informações pelos operadores | Verificar normas de conduta                                                      | Excesso de burocracia                                                                         |                                                      |            |            |            | Excesso de burocracia                                | 3                    |
|                                                | Falha da supervisão dos processos         | Verificar com supervisores                                                       | Falta de esclarecimento e proatividade da supervisão                                          |                                                      |            |            |            | Falta de esclarecimento e proatividade da supervisão | 4                    |
|                                                | Incoerência da localização demarcada      | Verificar número de visitas perdidas ou informações incongruentes                | Elevado o número de visitas perdidas por informações incongruentes                            | Não há um processo de checagem do endereço fornecido |            |            |            | Não há um processo de checagem do endereço fornecido | 5                    |

Fonte: Autoria própria (2025)

#### 3.1.2.4 Fase 4 - Implementar

Cada causa raiz teve uma ação distinta e foram distinguidas consoante o tipo de ação em preventiva ou corretiva, como exprime a tabela a seguir.

Quadro 7 - Plano de Ações

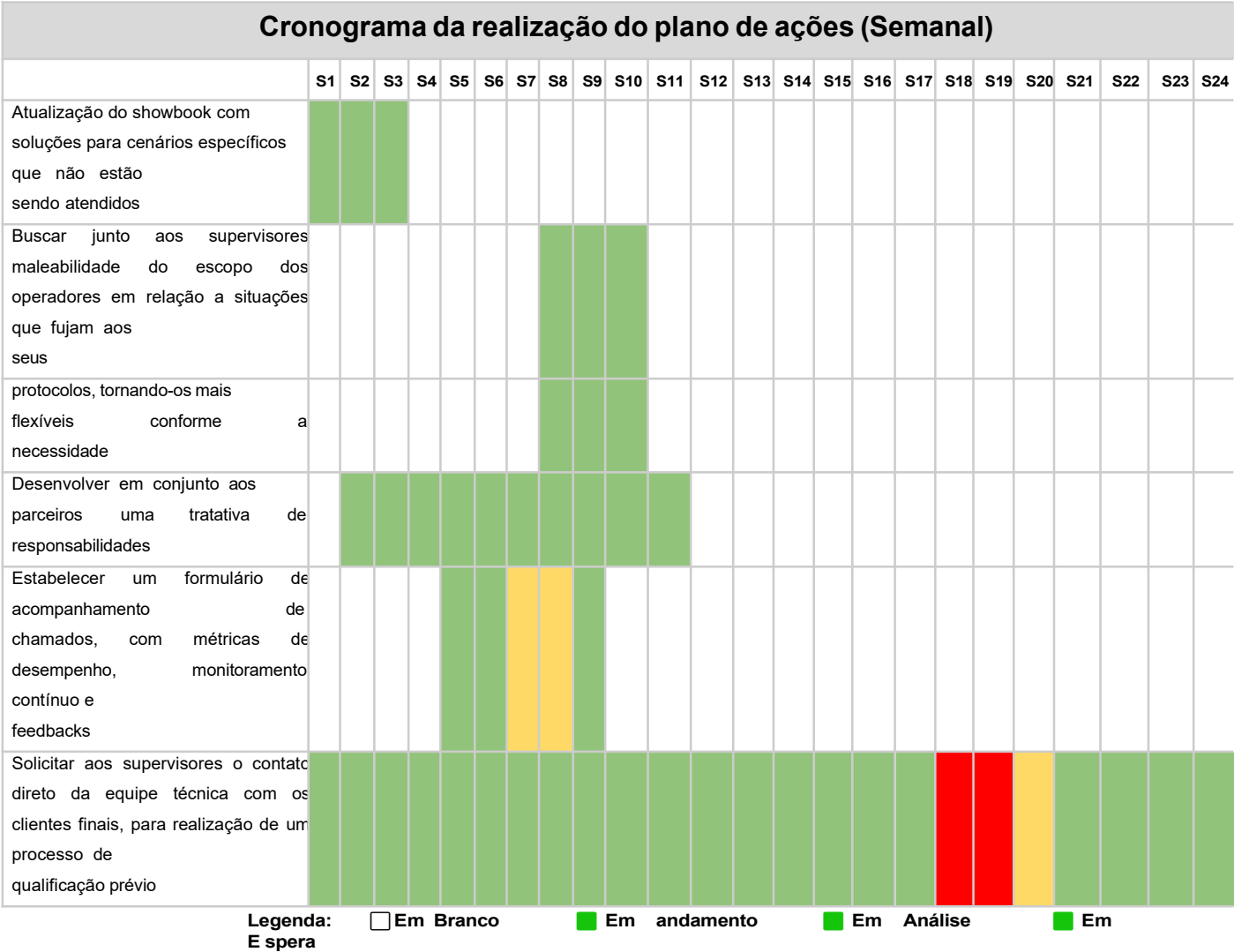
| PLANO DE AÇÕES |            |             |      |       |                |
|----------------|------------|-------------|------|-------|----------------|
| Nº             | Causa Raiz | Plano ações | Tipo | Resp. | Data Conclusão |

|   |                                                       |                                                                                                                                                                              |    |     |            |
|---|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-----|------------|
| 1 | Não abrange eventuais problemas recorrentes           | Atualização do showbook com soluções para cenários específicos que não estão sendo atendidos                                                                                 | AP | JCR | 20/12/2024 |
| 2 | Falta autonomia dos operadores para decisões simples  | Buscar junto aos supervisores maleabilidade do escopo dos operadores em relação a situações que fujam aos seus protocolos, tornando-os mais flexíveis conforme a necessidade | AC | JCR | 20/12/2024 |
| 3 | Excesso de burocracia                                 | Desenvolver em conjunto aos parceiros uma tratativa de responsabilidades                                                                                                     | AP | JCR | 20/12/2024 |
| 4 | Falta de esclarecimento e pró-atividade da supervisão | Estabelecer um formulário de acompanhamento de chamados, com métricas de desempenho, monitoramento contínuo e feedbacks                                                      | AC | JCR | 20/12/2024 |
| 5 | Não há um processo de checagem do endereço fornecido  | Solicitar aos supervisores o contato direto da equipe técnica com os clientes finais, para realização de um processo de qualificação prévio                                  | AP | JCR | 20/12/2024 |

AC - ações corretivas - Ação que irá corrigir uma anomalia recorrente // AP - ações preventivas - Ação para prevenir

Fonte: Autoria própria (2025)

Quadro 8 - Cronograma da realização do plano de ações



### 3.1.2.5 Fase 5 - Controlar

#### (1) - Estabelecimento de Indicadores de Desempenho (KPIs):

- Através de um dashboard desenvolvido em power BI foi possível monitorar os indicadores mais importante para a garantia da eficácia do parametros determinados, dentre eles: Eficiência Técnica Operacional (ETO), Tempo Médio de Atendimento (TMA), Service Level Agreement (SLA) também conhecido como acordo de nível de serviço, Taxa de Retrabalho e Net Promoter Score (NPS) também conhecido como índice de satisfação do cliente.

- Definir metas mensuráveis para cada KPI. ETO (**meta  $\geq 70\%$** )

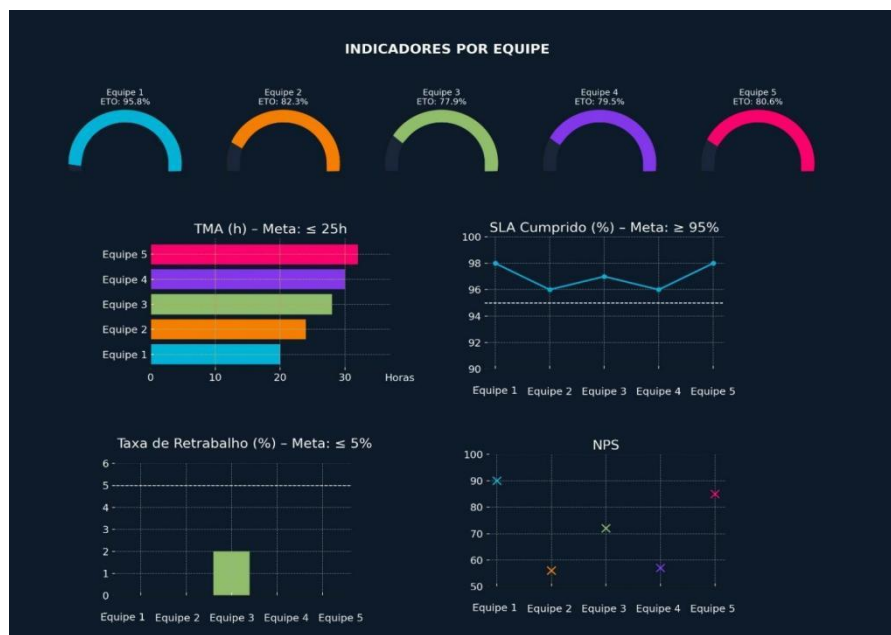
TMA (**com meta  $\leq 25h$** ) SLA (**meta  $\geq 95\%$** ) NPS (**Meta  $\geq 75\%$** )

Taxa de retrabalho (**meta  $\leq 5\%$** )

#### (2) - Implementação de Controle Visual:

- Utilizar dashboards para acompanhamento contínuo dos resultados das melhorias implementadas.

Figura 28 – Dashboard com indicadores de performace



Fonte: Autoria própria (2025)

- Garantir que todas as equipes tenham acesso a informações atualizadas sobre os processos, expondo o quadro através de uma tela localizada em ambiente de comum acesso.

**(3) - Revisão e Atualização Contínua de Procedimentos:**

- Incorporar feedback contínuo dos operadores e supervisores para ajustes nos padrões.
- Implementação de um canal de comunicação direto, utilizando CRM para esclarecimento rápido de dúvidas e alinhamento sobre casos específicos.
- Realizar auditorias regulares baseadas no 5S para assegurar a consistência operacional.

**(4) - Capacitação Contínua:**

- Manter treinamentos periódicos com base nos resultados das auditorias e nos dados monitorados.
- Garantir que os colaboradores estejam familiarizados com novas práticas e ferramentas Lean.

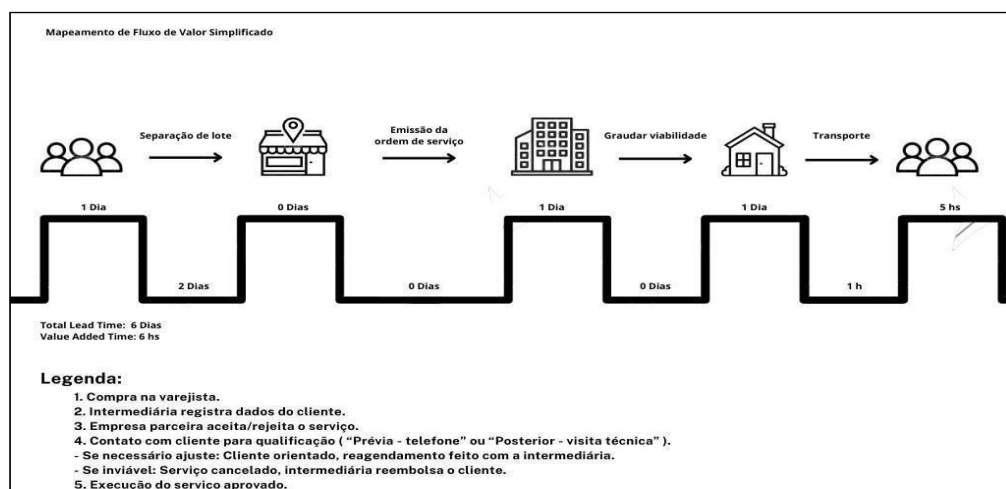
**(5) - Documentação Formal das Melhorias:**

- Armazenar os documentos em um sistema de fácil acesso para consulta por qualquer setor.
- Criação de um checklist padronizado que deveria ser preenchido durante o processo de venda e confirmado no contato prévio com o cliente. Este deve incluir itens críticos, como a verificação de acesso ao local, pontos de energia, infraestrutura de suporte e esclarecimento de dúvidas do cliente.

**(6) - Ciclo de Auditorias Lean:**

- Realizar auditorias trimestrais usando ferramentas como MFV (Mapeamento do Fluxo de Valor) para identificar novas oportunidades de melhoria.

Figura 29 - Mapa de Fluxo de valor



Fonte: Autoria Própria (2025)

- Corrigir eventuais desvios identificados no cumprimento dos padrões. 69

## (7) - Sistema de Feedback com o Cliente:

- Utilizar dos canais de comunicação para coletar e monitorar o feedback pós-serviço e aplicar ao indicador de fidelidade (NPS).

Figura 30 – NPS Médio Global



Fonte: Autoria própria (2025)

- Estabelecimento de um processo de monitoramento diário dos agendamentos, com revisão aleatória de casos para garantir que o protocolo de confirmação estava sendo seguido.
- Utilizar as informações para avaliar o impacto das melhorias e ajustar os processos.

## 3.2 Análise e discussão dos resultados

A aplicação da Metodologia Lean na empresa demonstrou a eficácia desta filosofia de gestão na otimização dos processos internos e na melhoria da qualidade dos serviços prestados. Através do ciclo DMAIC, foi possível implementar uma abordagem estruturada que permitiu não apenas identificar problemas existentes, mas também propor soluções adequadas que trouxeram valor ao processo produtivo e aos stakeholders.

Os objetivos iniciais do estudo consistiam em analisar a situação atual em termos de qualidade no setor de climatização, diagnosticar e aplicar a metodologia Lean de forma a promover a melhoria contínua. A fase de definição no ciclo DMAIC foi fundamental, onde a equipe traçou o escopo do projeto, identificou as variáveis

que impactavam os processos e estabeleceu metas claras e alcançáveis. Durante esta fase, foi possível perceber que a falta de integração e comunicação entre os setores era uma barreira significativa à eficiência operacional.

Pela coleta de dados revelou-se a complexidade das interações entre os departamentos envolvidos, uma comunicação deficiente e a disponibilidade limitada de dados críticos que atrasavam a tomada de decisões e a resolução de problemas. Isso junto a um alto índice de não conformidades e ineficiências, levou à necessidade de uma exploração mais profunda do que causaria isso.

Constatou-se que durante os agendamentos, havia constantes falhas de comunicação por parte dos vendedores, que deixavam de informar detalhes essenciais aos clientes. Esse problema resultava em insatisfação dos clientes, estresse para os colaboradores, que por sua vez, eram responsabilizados por erros fora do seu controle, e por fim, na perda de credibilidade da empresa. A identificação das causas principais que contribuem para as falhas nos processos possibilitou mapear as ineficiências, desde problemas operacionais até falhas na comunicação entre as equipes. A partir disso, foram desenvolvidas ações específicas para abordar cada causa raiz, enfatizando a importância da padronização dos processos como uma solução chave.

Práticas de melhoria contínua e capacitação dos colaboradores, possibilitou não apenas a redução de desperdícios, mas também um aumento significativo na eficiência produtiva. Desta forma, o foco na formação e no trabalho em equipe valorizou o Know-how dos colaboradores.

A padronização dos processos surgiu como uma abordagem crítica na mitigação das não conformidades observadas. Assim, foi proposta a revisão das práticas operacionais e a introdução de novas ferramentas, como o MFV e 5S, que permitiram a criação de um fluxo de trabalho mais eficiente e a melhora dos indicadores de qualidade.

Apesar de alguns desafios enfrentados, como limitações de recursos e tempo, o trabalho foi bem-sucedido em atingir os objetivos estabelecidos. A empresa conseguiu implementar as mudanças necessárias e, com isso, viu um aumento na qualidade do serviço, uma maior flexibilidade nos processos e uma motivação renovada entre os colaboradores.

Essas melhorias refletiram-se diretamente nos resultados da empresa:

• Graças aos esforços empregados durante o experimento, a empresa obteve uma redução de 90,32% no número de chamados improdutivos, visto que as ações empregadas no estudo de caso, preveniram de forma simples que a desinformação e por consequência a ineficiência torna-se

Quadro 9 - Relação entre o quantitativo historicamente obtido e os resultados obtidos através das medidas implementadas

| 2023 | Mês | Mês | Mês | Mês | Mês | Mês | Mês | Mês | Mês | Mês | Mês | Mês |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|      | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  |
|      | 2   | 1   | 3   | 2   | 2   | 2   | 1   | 1   | 0   | 4   | 6   | 7   |
| 2024 | Mês | Mês | Mês | Mês | Mês | Mês | Mês | Mês | Mês | Mês | Mês | Mês |
|      | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  |
|      | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   |

Fonte: Autoria própria (2025)

Comparado ao ano anterior à implementação do Lean, o ganho foi de aproximadamente R\$ 16.800, demonstrando assim, o quanto ações como essa impactam sobre a empresa.

• **42% dos clientes** impactados voltaram a contratar serviços da empresa, incluindo novas instalações, manutenções preventivas e corretivas, além da aquisição de novos equipamentos;

• O número de **indicações de novos clientes aumentou 2,8 vezes** em comparação ao período anterior à implementação da nova prática.

### Aspectos da implementação

#### - Desperdícios Identificados

1. Retrabalho em reagendamentos: A necessidade de ajustes no local pode levar a múltiplas interações, aumentando o lead time.

2. Deslocamentos desnecessários: Visitas técnicas para locais inviáveis aumentam custos.

3. Excesso de comunicação entre partes: Muitas trocas de informações entre intermediária, empresa parceira e cliente.



1. Diminuição dos erros de agendamento e das viagens perdidas;
2. Redução do número de reclamações de clientes e maior satisfação no atendimento;
3. Melhoria da comunicação interna, reduzindo conflitos entre as equipes de vendas e operações;
4. Aumento da confiança dos clientes, refletido em um feedback mais positivo e maior taxa de fidelização.

**Propostas para futuras melhorias**

- (Na empresa)
  - Criar um departamento de compras:
    - 0 Exclusivamente dedicado a negociação e compra de materiais/equipamentos;
    - 0 Responsável pelo cumprimento de prazos de entrega das encomendas, bem como pelo constante acompanhamento da entrega;
    - 0 Atualização das tabelas de consulta dos: Preços das tubulações; Gases refrigerantes, e quaisquer outros itens sujeitos a flutuação de preço do mercado.
  - Desenvolvimento do portfólio de marcas de equipamentos e materiais:
    - 0 Adição de novos fornecedores;
    - 0 Adição de novos equipamentos utilizados.
- (Ao nível da execução de tarefas)
  - Elaboração de uma checklist para a direção de obra:
    - 0 Indicação dos passos mais importantes, ordenados por ordem cronológica, de forma a evitar erros ou esquecimentos na gestão da mesma.

O presente trabalho teve como objetivo investigar como as ferramentas do Lean Manufacturing podem ser aplicadas no setor de climatização, por meio de um estudo de caso, com o intuito de otimizar processos, reduzir desperdícios e aumentar a eficiência operacional. A aplicação da filosofia Lean foi estruturada a partir da metodologia DMAIC (Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar), que possibilitou conduzir uma abordagem organizada e orientada à melhoria contínua.

Com base na análise dos processos internos da empresa JCR Climatização e Refrigeração, identificaram-se os principais gargalos relacionados aos chamados improdutivos, como falhas de comunicação, retrabalho, deslocamentos desnecessários e ausência de padronização. Para cada uma dessas causas foram propostas soluções utilizando ferramentas como Diagrama de Ishikawa, 5 Porquês, Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV), 5S e o Relatório A3.

A implementação das ações corretivas e preventivas resultou em melhorias tangíveis, como a redução no número de viagens improdutivas, aumento da eficiência operacional, melhora na comunicação entre setores e maior satisfação dos clientes. Além disso, observou-se uma redução nos custos operacionais e um aumento da confiabilidade dos serviços prestados.

Os objetivos específicos foram plenamente atendidos: (i) os desperdícios foram identificados e classificados; (ii) a estruturação das ações seguiu as etapas do ciclo DMAIC; e (iii) as ferramentas Lean foram aplicadas com sucesso, comprovando seu impacto positivo nos indicadores da empresa.

Apesar das limitações de tempo e recursos, os resultados obtidos demonstram que a aplicação do Lean no setor de serviços, especialmente por meio de um estudo de caso prático, é viável e eficaz. Recomenda-se a continuidade da padronização dos processos, o monitoramento contínuo dos indicadores e o investimento na capacitação dos colaboradores, como forma de garantir a manutenção dos ganhos e o avanço da cultura de melhoria contínua.

Por fim, este trabalho contribui para a ampliação do conhecimento sobre a aplicabilidade do Lean Manufacturing no setor de climatização, reforçando seu potencial transformador também em contextos fora da manufatura tradicional.

ABU BAKAR, M. R. et al. Implementation of 5S Practices in the Manufacturing Industry. *International Journal of Advanced Science and Technology*, v. 28, n. 8, p. 364–368, 2019.

ANTOSZ, K.; STĘPIEŃ, K.; CHRUSCIEL, T. *The use of lean manufacturing and six sigma in the improvement of production processes*. *Procedia CIRP*, v. 104, p. 1013-1018, 2022.

ANTOSZ, K.; WIECZOREK, T.; KUCHARCZYK, M. Application of Six Sigma in Service Sector: A Review. *Sustainability*, v. 14, n. 4, p. 2195, 2022.

BATIPRODUITS. *Multisplit produzindo simultaneamente frio e calor*. Disponível em: <https://www.batiproduits.com/fiche/produits/multisplit-produisant-simultanement-du-chaud-et-d-p68921858.html>. Acesso em: 22 maio 2025.

BRASIL. Lei nº 13.589, de 4 de janeiro de 2018. *Dispõe sobre a manutenção de instalações e equipamentos de sistemas de climatização de ambientes*. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 5 jan. 2018.

BRASIL. Lei nº 14.904, de 14 de junho de 2024. *Estabelece diretrizes para adaptação à mudança climática no Brasil*. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 15 jun. 2024.

CARVALHO, A. L. de et al. Aplicações do Diagrama de Ishikawa em Sistemas Produtivos. *Revista Produção Online*, v. 21, n. 1, p. 50–67, 2021.

CHEN, J. C.; LI, Y.; SHADY, B. D. Lean principles in service industries: A case study from a call center. *International Journal of Services Technology and Management*, v. 13, n. 1/2, p. 73–87, 2010b.

CONTAREA. *Lei de Pareto: o que é e como aplicá-la na prática*. Disponível em: <https://contarea.com/lei-de-pareto-e-como-aplica-la-na-pratica/>. Acesso em: 22 maio 2025.

CUNHA, J. A. *Lean: Produção Enxuta: Introdução à Filosofia*. Curitiba: InterSaberes, 2017.

ELAFRI, A.; BENHIDA, K.; BERRADO, A. Lean tools impact in services performance: A systematic review. *The TQM Journal*, v. 34, n. 5, p. 899–924, 2022b.

ELAFRI, A. et al. Lean Service: literature review and implications for future research.75 TQM Journal, 2022a.

FERREIRA, L. M. et al. *Lean Manufacturing e o ciclo DMAIC: uma abordagem integrada para a melhoria contínua*. Revista Produção e Engenharia, v. 19, n. 2, p. 54-67, 2019.

FILHO, R. A. G.; CALADO, R. D. Relatório A3: aplicação prática da ferramenta de gestão Lean. Revista Gestão Industrial, v. 9, n. 3, p. 69–88, 2013.

FURTADO, R. C. Sistemas de produção Lean: uma abordagem prática. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2015.

GIRASHOP. *Climate automation*. Disponível em: [http://girashop.ru/climate\\_automation](http://girashop.ru/climate_automation). Acesso em: 22 maio 2025.

GHATORHA, R. et al. Utilização de diagramas de causa e efeito em projetos de melhoria contínua. International Journal of Engineering Research & Technology, v. 9, n. 3, p. 55–60, 2020.

HOS BV. *Climaveneta MCAT 702-A – Specifications*. Disponível em: <https://www.hosbv.com/data/specifications/3550%20-%20Climaveneta%20MCAT%20702-A.pdf>. Acesso em: 22 maio 2025.

KLEIN, S.; LOPES, D. F.; COSTA, C. M. Oitavo desperdício: talentos subaproveitados. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento, v. 9, n. 4, p. 145–160, 2021.

INSTALACIONES Y EFICIENCIA ENERGÉTICA. *Recuperadores de calor: como funcionan e para que sirven*. Disponível em: <https://instalacionesyeficienciaenergetica.com/recuperadores-de-calor/>. Acesso em: 22 maio 2025.

LIKER, J. K. *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. McGraw-Hill, 2004.

LIU, M. Standard Work: A Lean Foundation. New York: Productivity Press, 2012.

MIDEA. *Ar-condicionado Midea Connect 12.000 BTU Frio – 127V*. Disponível em: <https://www.midea.com.br/ar-condicionado-midea-connect-127v-12000-btu-frio/p>. Acesso em: 22 maio 2025.

MONDEN, Y. Toyota Production System: Practical Approach to Production Management. Norcross: Industrial Engineering and Management Press, 1983.

MOURATO, D. *Implementação da Filosofia Lean numa Empresa de Transformação de Madeira*. Dissertação de Mestrado, Universidade de Lisboa, 2019.

MOTTA, Gustavo S. Pull Flow Management. [S.l.]: SlideShare, 2011. Disponível em: [https://pt.slideshare.net/Comunidade\\_Lean\\_Thinking/pull-flow-management](https://pt.slideshare.net/Comunidade_Lean_Thinking/pull-flow-management). Acesso em: 19 maio 2025.

MURUGAIAH, U. et al. Scrap reduction in a semiconductor company through Six Sigma DMAIC methodology. *International Journal of Lean Six Sigma*, v. 1, n. 2, p. 148–168, 2010.

NEDALIAKOVÁ, E.; KLINDA, J.; RÉKA, T. *Six Sigma and Lean Management – A Theoretical Comparison and Applications in Practice*. *International Journal of Quality & Reliability Management*, v. 34, p. 345-362, 2017.

NIÑEROLA, A.; SÁNCHEZ-REBULL, M. V.; HERNÁNDEZ-LARA, A. B. Six Sigma in services: A review. *Business Process Management Journal*, v. 26, n. 6, p. 1573–1592, 2020.

OHNO, Taiichi. *O Sistema Toyota de Produção: Além da Produção em Larga Escala*. Porto Alegre: Bookman, 1997.

OLIVEIRA, A. C.; LIMA, R. S.; SOUZA, A. C. Padronização e qualidade: estudo em uma indústria de manufatura. *Revista Exacta*, v. 15, n. 1, p. 101–118, 2017.

RAHMAN, S. et al. *Lean Management Practices in SMEs: A Study on Implementation Challenges*. *International Journal of Operations & Production Management*, v. 33, n. 3, p. 112-134, 2013.

RAHMAN, S.; SHAJU, S.; GHOSH, R. Eliminating muda: An approach for lean manufacturing implementation. *International Journal of Lean Thinking*, v. 4, n. 2, p. 54– 70, 2013.

REVISTA DO FRIO. Mercado AVAC 2024: Faturamento, tendências e crescimento. São Paulo: ABRAVA, 2024.

- ROCK CONTENT. *Matriz GUT: o que é, como fazer e qual a sua importância*. 77 Disponível em: <https://rockcontent.com/br/blog/matriz-gut/>. Acesso em: 22 maio 2025.
- SAAD, S. et al. Pull production systems and lean implementation. *Journal of Manufacturing Technology Management*, v. 32, n. 7, p. 1562–1580, 2021.
- SAMSUNG. *Cassete 1 Via – 48.000 BTU/h*. Disponível em: <https://www.samsung.com/br/system-air-conditioners/ceiling-air-conditioner/cac-ac048txadkc-az/>. Acesso em: 22 maio 2025.
- SGS BRASIL. Lean — Introdução ao “Single-Minute Exchange of Die” (SMED). [S.l.]: SGS Brasil, 2022. Disponível em: <https://www.sgs.com/pt-pt/noticias/2022/01/lean-introducao-ao-single-minute-exchange-of-die-smed>. Acesso em: 19 maio 2025.
- SHINGO, Shigeo. *Sistema Toyota de Produção: do ponto de vista da engenharia de produção*. Porto Alegre: Bookman, 1996.
- SINGH, J. et al. Total productive maintenance: literature review and directions. *International Journal of Lean Six Sigma*, v. 4, n. 3, p. 224–256, 2013.
- SMALLEY, A. *Creating Level Pull: A Lean Production-System Improvement Guide*. Cambridge: Lean Enterprise Institute, 2004.
- SUNDAR, R.; BALAJI, A. N.; SATHEESH KUMAR, R. M. A review on Lean Manufacturing implementation techniques. *Procedia Engineering*, v. 97, p. 1875–1885, 2014.
- TECL. *Unidade Rooftop Lennox KGA180S4*. Disponível em: <https://tecl.ru/product/lennox-kg180s4/>. Acesso em: 22 maio 2025.
- TOKI, T. et al. Improvements in SMED applications in discrete manufacturing. *Journal of Manufacturing Processes*, v. 84, p. 100–108, 2023.
- USLU DIVANOĞLU, S.; TAŞ, A. *Lean production and quality improvement: An integrated approach*. *Procedia Manufacturing*, v. 53, p. 123-130, 2022.
- VASCONCELOS, M. A.; LOPES, F. D.; FERREIRA, R. S. Aplicação do Lean Manufacturing em ambientes organizacionais diversos. *Revista Gestão Industrial*, v. 15, n. 2, p. 177–198, 2019.
- WESPER. *Unidades de tratamento de ar para ambientes médicos*. Disponível em: <https://www.medicalexpo.com/pt/prod/wesper-245192.html>. Acesso em: 22 maio 2025.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in 78 Your Corporation*. Free Press, 1996.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T.; ROOS, Daniel. *A máquina que mudou o mundo*. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

| Líder:                                                                                                                                                 | JRL | Equipe | JCR | ACN | LGB |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|--------|-----|-----|-----|
| <b>Ações Imediatas</b><br>(Ações Imediatas: reparação ou ação que permita o processo continuar e funcionar até finalização das análises e alterações). |     |        |     |     |     |
| Designar equipe técnica experiente e com autonomia para lidar com eventuais imprevistos                                                                |     |        |     |     |     |

| Descrição do problema                                                                           |                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Sintoma:</b><br>Queixas de falhas, aumento de reclamações, aumento de chamados improdutivos. | <b>Resolução:</b><br>Aumento dos chamados improdutivos.                                             |
| <b>Causa:</b><br>Falhas de comunicação, falhas de treinamento, falhas de processo.              | <b>Resolução:</b><br>Treinamento da equipe técnica, melhoria de processos, melhoria de comunicação. |
| <b>Impacto:</b><br>Perda de produtividade, aumento de custos, aumento de reclamações.           | <b>Resolução:</b><br>Treinamento da equipe técnica, melhoria de processos, melhoria de comunicação. |

| Quarta | Quinta | Sexta | Sábado | Domingo | Total |
|--------|--------|-------|--------|---------|-------|
| 1      | 2      | 3     | 4      | 5       | 15    |
| 6      | 7      | 8     | 9      | 10      | 30    |
| 11     | 12     | 13    | 14     | 15      | 45    |
| 16     | 17     | 18    | 19     | 20      | 60    |
| 21     | 22     | 23    | 24     | 25      | 75    |
| 26     | 27     | 28    | 29     | 30      | 90    |
| 31     | 32     | 33    | 34     | 35      | 105   |
| 36     | 37     | 38    | 39     | 40      | 120   |
| 41     | 42     | 43    | 44     | 45      | 135   |
| 46     | 47     | 48    | 49     | 50      | 150   |
| 51     | 52     | 53    | 54     | 55      | 165   |
| 56     | 57     | 58    | 59     | 60      | 180   |
| 61     | 62     | 63    | 64     | 65      | 195   |
| 66     | 67     | 68    | 69     | 70      | 210   |
| 71     | 72     | 73    | 74     | 75      | 225   |
| 76     | 77     | 78    | 79     | 80      | 240   |
| 81     | 82     | 83    | 84     | 85      | 255   |
| 86     | 87     | 88    | 89     | 90      | 270   |
| 91     | 92     | 93    | 94     | 95      | 285   |
| 96     | 97     | 98    | 99     | 100     | 300   |

| Quarta | Quinta | Sexta | Sábado | Domingo | Total |
|--------|--------|-------|--------|---------|-------|
| 1      | 2      | 3     | 4      | 5       | 15    |
| 6      | 7      | 8     | 9      | 10      | 30    |
| 11     | 12     | 13    | 14     | 15      | 45    |
| 16     | 17     | 18    | 19     | 20      | 60    |
| 21     | 22     | 23    | 24     | 25      | 75    |
| 26     | 27     | 28    | 29     | 30      | 90    |
| 31     | 32     | 33    | 34     | 35      | 105   |
| 36     | 37     | 38    | 39     | 40      | 120   |
| 41     | 42     | 43    | 44     | 45      | 135   |
| 46     | 47     | 48    | 49     | 50      | 150   |
| 51     | 52     | 53    | 54     | 55      | 165   |
| 56     | 57     | 58    | 59     | 60      | 180   |
| 61     | 62     | 63    | 64     | 65      | 195   |
| 66     | 67     | 68    | 69     | 70      | 210   |
| 71     | 72     | 73    | 74     | 75      | 225   |
| 76     | 77     | 78    | 79     | 80      | 240   |
| 81     | 82     | 83    | 84     | 85      | 255   |
| 86     | 87     | 88    | 89     | 90      | 270   |
| 91     | 92     | 93    | 94     | 95      | 285   |
| 96     | 97     | 98    | 99     | 100     | 300   |

| Quarta | Quinta | Sexta | Sábado | Domingo | Total |
|--------|--------|-------|--------|---------|-------|
| 1      | 2      | 3     | 4      | 5       | 15    |
| 6      | 7      | 8     | 9      | 10      | 30    |
| 11     | 12     | 13    | 14     | 15      | 45    |
| 16     | 17     | 18    | 19     | 20      | 60    |
| 21     | 22     | 23    | 24     | 25      | 75    |
| 26     | 27     | 28    | 29     | 30      | 90    |
| 31     | 32     | 33    | 34     | 35      | 105   |
| 36     | 37     | 38    | 39     | 40      | 120   |
| 41     | 42     | 43    | 44     | 45      | 135   |
| 46     | 47     | 48    | 49     | 50      | 150   |
| 51     | 52     | 53    | 54     | 55      | 165   |
| 56     | 57     | 58    | 59     | 60      | 180   |
| 61     | 62     | 63    | 64     | 65      | 195   |
| 66     | 67     | 68    | 69     | 70      | 210   |
| 71     | 72     | 73    | 74     | 75      | 225   |
| 76     | 77     | 78    | 79     | 80      | 240   |
| 81     | 82     | 83    | 84     | 85      | 255   |
| 86     | 87     | 88    | 89     | 90      | 270   |
| 91     | 92     | 93    | 94     | 95      | 285   |
| 96     | 97     | 98    | 99     | 100     | 300   |

| Quarta | Quinta | Sexta | Sábado | Domingo | Total |
|--------|--------|-------|--------|---------|-------|
|--------|--------|-------|--------|---------|-------|



## APÊNDICE B – CHECKLIST DE QUALIFICAÇÃO DE CLIENTES



### CHECKLIST DE QUALIFICAÇÃO DE CLIENTES

#### 1. INFORMAÇÕES BÁSICAS DO CLIENTE

|                                                                 |  |
|-----------------------------------------------------------------|--|
| • Nome do cliente:                                              |  |
| • Endereço completo:                                            |  |
| • Telefone de contato:                                          |  |
| • E-mail:                                                       |  |
| • Tipo de cliente: ( ) Residencial ( ) Comercial ( ) Industrial |  |
| • Nome do responsável no local (se diferente do cliente):       |  |

#### 2. DADOS DO EQUIPAMENTO A SER INSTALADO

- Tipo: ( ) Split ( ) Multi-split ( ) Cassete ( ) Piso-teto ( ) VRV/VRF ( ) Janela ( ) Outro: \_\_\_\_\_
- Capacidade do equipamento (BTUs):
- Marca:
- Modelo:
- O equipamento já está no local? ( ) Sim ( ) Não
- O equipamento está novo, lacrado? ( ) Sim ( ) Não

### 3. CONDIÇÕES DO LOCAL DE INSTALAÇÃO

- ☐ Existe um ponto de energia dedicado para o ar-condicionado? ( ) Sim ( ) Não
- ☐ O disjuntor dedicado está instalado? ( ) Sim ( ) Não
- ☐ Qual é a voltagem do local? ( ) 127V ( ) 220V ( ) Bivolt
- ☐ Qual é a amperagem do disjuntor dedicado? \_A
- ☐ O quadro de distribuição suporta a carga do novo equipamento? ( ) Sim ( ) Não  
( ) Não sei
- ☐ O cliente já possui tubulação de cobre instalada? ( ) Sim ( ) Não
- ☐ O dreno de condensação possui escoamento natural? ( ) Sim ( ) Não
- ☐ Distância estimada entre a unidade interna e externa: \_\_metros (Instalação básica inclui até 3 metros de tubulação)

### 4. ACESSIBILIDADE E LOGÍSTICA

- ☐ O local de instalação possui restrições de acesso? (ex.: portaria, horário comercial) ( ) Sim ( ) Não
- ☐ O local de instalação é de difícil acesso (altura elevada, telhado, fachada externa)? ( ) Sim ( ) Não
- ☐ É necessário o uso de equipamentos especiais (andaime, escada extensível, EPI específico)? ( ) Sim ( ) Não

### 5. CONFIRMAÇÃO FINAL

- ☐ Cliente ciente das condições para evitar chamados improdutivos? ( ) Sim ( ) Não
- ☐ Cliente informado sobre o prazo estimado de instalação? ( ) Sim ( ) Não
- ☐ Cliente ciente da necessidade de um responsável presente durante a instalação? ( ) Sim ( ) Não

|                                     |                |
|-------------------------------------|----------------|
| Assinatura digital do<br>atendente: |                |
| Data:                               | ____/____/____ |