



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO**  
**CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE**  
**NÚCLEO DE TECNOLOGIA**  
**GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**LARISSA RAFFAELY DOS SANTOS RAMOS**

**GESTÃO DA QUALIDADE NA PRODUÇÃO DE GLP: APLICAÇÃO DA  
METODOLOGIA A3 NA REDUÇÃO DE VAZAMENTOS EM VÁLVULAS DO  
RECIPIENTE P13**

**CARUARU**

**2025**

LARISSA RAFFAELY DOS SANTOS RAMOS

**GESTÃO DA QUALIDADE NA PRODUÇÃO DE GLP: APLICAÇÃO DA  
METODOLOGIA A3 NA REDUÇÃO DE VAZAMENTOS EM VÁLVULAS DO  
RECIPIENTE P13**

**Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Coordenação do Curso de Engenharia de  
Produção do Campus Agreste da Universidade  
Federal de Pernambuco – UFPE, na modalidade  
de monografia, como requisito parcial para a  
obtenção do grau de bacharel em Engenharia de  
Produção.**

**Área de concentração:** Gestão da Qualidade

**Orientador (a):** Profa. Dra. Amanda Carvalho Miranda

**CARUARU**

**2025**

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

Santos Ramos, Larissa Raffaely dos .

Gestão da qualidade na produção de GLP: Aplicação da metodologia A3 na redução de vazamentos em válvulas do recipiente P13 / Larissa Raffaely dos Santos Ramos. - Caruaru, 2025.

P. 38 : il.

Orientador(a): Amanda Carvalho Miranda

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

Inclui referências.

1. Gestão da qualidade. 2. Metodologia A3. 3. Redução de vazamentos . 4. Indústria de GLP . I. Carvalho Miranda, Amanda. (Orientação). II. Título.

670 CDD (22.ed.)

**GESTÃO DA QUALIDADE NA PRODUÇÃO DE GLP: APLICAÇÃO DA  
METODOLOGIA A3 NA REDUÇÃO DE VAZAMENTOS EM VÁLVULAS DO  
RECIPIENTE P13**

**Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Coordenação do Curso de Engenharia de  
Produção do Campus Agreste da Universidade  
Federal de Pernambuco – UFPE, na modalidade  
de monografia, como requisito parcial para a  
obtenção do grau de bacharel em Engenharia de  
Produção.**

**Aprovado em: 16/12/2025**

**BANCA EXAMINADORA**

---

Profª. Dra. Amanda Carvalho Miranda (Orientador)

Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof. Dr. Augusto José da Silva Rodrigues (Examinador interno)

Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof. Ms. Victor Hugo Resende Lima (Examinador externo)

Universidade Federal de Pernambuco

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pela força e sabedoria concedidas em cada etapa desta caminhada.

À minha família, que sempre esteve ao meu lado, oferecendo amor, apoio e compreensão nos momentos mais desafiadores. Em especial, ao meu avô, que sempre sonhou em ver esta conquista realizada. Infelizmente, ele não está mais presente para acompanhar este momento, mas carrego em meu coração o seu exemplo, e o seu orgulho que sei que sentiria por mim.

Ao meu marido, pela paciência, pelo incentivo diário e pelo apoio em todos os momentos.

Aos meus colegas de faculdade, que compartilharam comigo aprendizados, desafios e conquistas ao longo desta jornada acadêmica.

Aos professores, pelos ensinamentos transmitidos, pela dedicação em orientar e pelo compromisso em nos preparar para o futuro profissional.

À minha orientadora, Amanda Miranda, por toda ajuda, apoio e trocas proveitosas.

À empresa, pelo suporte e pela oportunidade de desenvolver este projeto.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a concretização deste sonho, deixo aqui minha sincera gratidão.

## RESUMO

O Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) é uma das principais fontes de energia utilizadas no Brasil, sendo o recipiente P13 o mais consumido e comercializado. Devido à sua ampla utilização e os riscos inerentes ao manuseio de combustíveis inflamáveis, a gestão da qualidade torna-se elemento essencial para garantir a segurança, a conformidade regulatória e a satisfação do cliente. Este trabalho tem como objetivo aplicar a metodologia A3, ferramenta de origem Lean Manufacturing, na análise e solução de problemas de vazamento em válvulas de recipientes P13 em uma indústria de GLP. O estudo caracterizou-se como pesquisa aplicada, de natureza exploratória e descritiva, com abordagem qualitativa e quantitativa, sendo desenvolvido por meio de um estudo de caso. Inicialmente, foram levantados dados históricos de não conformidades e reclamações de clientes. Em seguida, utilizaram-se ferramentas da qualidade, como Pareto, Ishikawa e 5 Porquês, para identificar causas-raíz e elaborar contramedidas. Entre os resultados, observou-se a redução da taxa de vazamentos de 0,30% para 0,11% após a implementação das ações, uma economia mensal estimada de R\$ 14.500,00, um aumento de 18% na eficiência operacional da linha de envase, além da diminuição de retrabalho e custos de não qualidade. Conclui-se que a aplicação estruturada do A3 se mostrou eficaz para a resolução do problema em estudo, e como método sistemático de gestão da qualidade, reforçando a importância da padronização e da melhoria contínua na indústria de GLP.

**Palavras-chave:** GLP. Gestão da Qualidade. A3. Vazamento. Válvula P13.

## **ABSTRACT**

Liquefied Petroleum Gas (LPG) is one of the main energy sources used in Brazil, with the P13 cylinder being the most consumed and commercialized. Due to its widespread use and the inherent risks of handling flammable fuels, quality management becomes essential to ensure safety, regulatory compliance, and customer satisfaction. This work aims to apply the A3 methodology, a Lean Manufacturing tool, to the analysis and solution of leakage problems in P13 cylinder valves in an LPG industry. The study was characterized as applied research, of an exploratory and descriptive nature, with a qualitative and quantitative approach, developed through a case study. Initially, historical data on non-conformities and customer complaints were collected. Subsequently, quality tools such as Pareto, Ishikawa, and 5 Whys were used to identify root causes and develop countermeasures. Among the results, a reduction in the leakage rate from 0,30% to 0,11% was observed after the implementation of the actions, an estimated monthly savings of R\$ 14,500.00, an 18% increase in the operational efficiency of the bottling line, in addition to a decrease in rework and non-quality costs. It is concluded that the structured application of A3 proved effective in solving the problem under study, and as a systematic method of quality management, reinforcing the importance of standardization and continuous improvement in the LPG industry.

**Keywords:** LPG. Quality Management. A3. Leakage. Valve P13.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – 4Ps do modelo Toyota .....	15
Figura 2 – Modelo de A3 .....	16
Figura 3 – Diagrama de causa e efeito .....	21
Figura 4 – Técnica 5 Porquês .....	22
Figura 5 – Gráfico de Pareto .....	22
Figura 6 – Classificações da pesquisa .....	23
Figura 7 – Unidades operacionais e centros de distribuição no Brasil .....	25
Figura 8 – Pilares da cultura Lean.....	26
Figura 9 – Análise de avariados .....	27
Figura 10 – Ficha de análise de recipientes .....	27
Figura 11 – Diagrama de Ishikawa .....	29
Figura 12 – 5 Porquês .....	29
Figura 13 – Plano de ação .....	30
Figura 14 – Gráfico de Pareto .....	30
Figura 15 – Relatório A3 .....	32



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>9</b>
1.1	PROBLEMA DE PESQUISA	10
1.1	JUSTIFICATIVA	10
1.2	OBJETIVO GERAL	12
1.3	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b>	<b>13</b>
2.1	GESTÃO DA QUALIDADE	13
2.2	LEAN MANUFACTURING	14
2.3	METODOLOGIA A3	15
2.3.1	Os 7 elementos do pensamento lean	16
2.3.2	Tipos de A3	19
2.3.3	Quando usar o A3	19
2.4	FERRAMENTAS DA QUALIDADE	20
2.4.1	Diagrama de ishikawa	20
2.4.2	5 porquês	21
2.4.3	Gráfico de Pareto	22
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>23</b>
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA	24
3.2	COLETA DE DADOS	26
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	<b>29</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>33</b>
	REFERÊNCIAS	35

## 1 INTRODUÇÃO

A gestão da qualidade é um dos pilares da Engenharia de Produção e tem como objetivo assegurar que produtos e processos atendam às necessidades do cliente e às exigências normativas. Segundo Paladini (2012), a qualidade deve ser entendida como um fator estratégico, sendo responsável por reduzir custos, agregar valor ao produto e fortalecer a competitividade organizacional.

Alguns autores, como Juran (1990) e Deming (1990), destacam que a qualidade está intimamente ligada à melhoria contínua dos processos, sendo sustentada por práticas sistemáticas de monitoramento, análise e correção de falhas. Nesse sentido, o ciclo PDCA (Plan-Do-Check-Act) torna-se um guia metodológico, permitindo o planejamento, a execução, a verificação e a padronização de melhorias.

Na indústria de GLP, a gestão da qualidade adquire papel ainda mais relevante, uma vez que se trata de um produto inflamável, cujo manuseio e envase demandam padrões de segurança e conformidade técnica mais rigorosos. Todo o processo desde o recebimento do gás até sua entrega final é regulamentado pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), através de resoluções como a Resolução nº 980/2025, que dispõe sobre as obrigações quanto ao controle da qualidade dos produtos importados e estabelece diretrizes para garantir que o GLP comercializado no país atenda aos padrões técnicos e de segurança exigidos, desde a importação até a distribuição do produto.

Em complemento, a NBR 15514, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), define os requisitos de segurança para o armazenamento de recipientes transportáveis de GLP, contemplando aspectos como ventilação adequada, distanciamento mínimo e prevenção contra fontes de calor.

Outro ponto que visa garantir a segurança nas operações que envolvem o GLP é o cumprimento da Norma Regulamentadora nº 20 (NR-20), que trata da segurança e saúde no trabalho com inflamáveis e combustíveis. Essa norma estabelece requisitos mínimos para a gestão de riscos, o armazenamento, o manuseio e o transporte de substâncias inflamáveis, com foco na prevenção de acidentes e na proteção da integridade física dos

trabalhadores. A NR-20 também define a necessidade de treinamentos específicos conforme o nível de exposição de cada colaborador.

Dessa forma, a integração entre a gestão da qualidade e o cumprimento dessas normas técnicas contribui para a redução de riscos operacionais, a prevenção de acidentes e a preservação da imagem da empresa frente ao mercado consumidor.

Portanto, o presente trabalho propõe a aplicação da metodologia A3 como ferramenta de gestão da qualidade na análise e redução de vazamentos em válvulas de botijões P13. Através da identificação das causas raízes, do planejamento de ações corretivas e da avaliação dos resultados, busca-se demonstrar como o uso dessa metodologia pode gerar ganhos em segurança, desempenho e credibilidade para a empresa.

### 1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Nos primeiros 4 meses de 2025, a empresa estudada passou a registrar um número significativo de botijões P13 retornando com avarias, sendo o vazamento pela válvula a principal causa identificada. Essa situação começou a afetar a confiança dos consumidores na marca, e a gerar custos com a reposição dos vasilhames avariados.

Além da questão financeira, o problema também representa um risco à segurança dos consumidores e à imagem da empresa, exigindo uma análise mais cuidadosa no que tange às etapas do processo produtivo.

Diante disso, tornou-se importante a compreensão das causas reais dessas falhas e a aplicação de ações que assegurassem a qualidade e a confiabilidade dos botijões entregues ao consumidor final.

### 1.1 JUSTIFICATIVA

O presente estudo justifica-se pelo importante papel da gestão da qualidade nas indústrias atuais, especialmente quando se trata de produtos de alto risco e de grande disseminação, como é o caso do gás liquefeito de petróleo (GLP).

No cenário da produção e comercialização de botijões P13, dificuldades como falhas em válvulas ou vazamentos evidenciam que o não cumprimento de padrões operacionais

pode gerar consequências graves para a segurança, para a credibilidade da marca e para os custos operacionais da empresa.

Casos recentes reforçam essa realidade, como o que aconteceu no município de Uberlândia (MG), em 2025. Um idoso sofreu queimaduras graves quando um botijão P13 apresentou vazamento e uma chama de isqueiro provocou a explosão na cozinha de sua casa.

Já em 2024, o Corpo de Bombeiros Militar de Alagoas registrou 70 ocorrências de vazamento de gás, incluindo uma explosão em um edifício residencial em Maceió, que causou a morte de duas pessoas, entre elas uma criança de 10 anos. O incidente foi atribuído a um vazamento de GLP.

Esses acontecimentos mostram a importância da implantação de um controle de qualidade em todas as etapas da produção e distribuição do GLP.

Além de representar riscos à segurança do consumidor, o recebimento de muitos botijões P13 avariados, principalmente por vazamentos nas válvulas, traz prejuízos para a empresa, pois cada botijão avariado que retorna exige custos com transporte, inspeção, manutenção e substituição. Esse processo reduz a eficiência da produção e, o mais preocupante, abala a confiança dos clientes na marca. Quando isso acontece, a empresa corre o risco de perder consumidores, assim como também precisa investir tempo e recursos para recuperação da sua imagem frente ao mercado.

Segundo dados da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), no programa de requalificação de botijões P13, uma grande parte dos recipientes precisou ser sucateada ou reparada devido a avarias ou falhas em componentes, como válvulas e plugues fusíveis, isso reflete o impacto econômico que a falta de qualidade pode gerar.

Diante desse cenário, a adoção de ferramentas de gestão da qualidade torna-se importante, pois, através delas, é possível analisar as causas raízes dos problemas, além de acompanhar os processos através de indicadores de desempenho, padronizando os processos e contribuindo para a redução dos riscos, para a minimização dos custos e para o fortalecimento da reputação da empresa frente ao mercado.

## 1.2 OBJETIVO GERAL

Aplicar a metodologia A3 na redução de vazamentos em válvulas do recipiente P13.

## 1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Levantar e analisar dados de não conformidades relacionadas a vazamentos em válvulas do recipiente P13.
- Identificar as principais causas raízes dos problemas por meio de ferramentas da qualidade, como Pareto, Ishikawa e 5 Porquês.
- Elaborar e implementar um plano de ação.
- Avaliar os resultados obtidos quanto à redução da taxa de vazamentos, retrabalhos e custos de não qualidade.
- Propor recomendações para padronização e melhoria contínua do processo, assegurando conformidade com normas técnicas e regulatórias.
- Avaliar as limitações da metodologia A3 no contexto analisado

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste tópico, serão apresentados os resultados da pesquisa bibliográfica realizada sobre os assuntos: Gestão da qualidade, Lean Manufacturing, Metodologia A3 e Ferramentas da Qualidade.

### 2.1 GESTÃO DA QUALIDADE

A qualidade de um produto ou serviço está diretamente ligada à satisfação total do consumidor.

A satisfação total do consumidor é a base de sustentação da sobrevivência de qualquer empresa. Essa satisfação deve ser buscada nas duas formas: defensiva e ofensiva. A satisfação na forma defensiva se preocupa em eliminar os fatores que desagradam o consumidor, por meio da retroalimentação das informações do mercado, já a satisfação na forma ofensiva, busca antecipar as necessidades do consumidor e incorporar esses fatores no produto ou serviço. (Falconi, 1989)

A gestão da qualidade, por sua vez, abrange uma visão macro da existência humana, influenciando modos de pensar e de agir. Qualidade significa muito mais do que apenas o controle da produção, a qualidade intrínseca de bens e serviços, o uso de ferramentas e métodos de gestão, ou a assistência técnica adequada. Num sentido mais amplo, o conceito de qualidade total ou de gestão da qualidade passou a significar modelo de gerenciamento que busca a eficiência e a eficácia organizacional. (Junior, 2003).

Atualmente, o conceito de gestão da qualidade tem sido muito explorado nas organizações, principalmente levando em consideração a análise de um mercado globalizado, no qual a competição é muito intensa e as empresas devem possuir ferramentas e estratégias que as tornem mais competitivas e diferenciadas no mercado. Nesse cenário de grande competição, a Gestão da Qualidade tem papel fundamental para as empresas visando orientar as suas metas, descobrir problemas, propor soluções e definir propostas de melhoria contínua nos produtos, serviços e processos (Carpinetti, 2010)

## 2.2 LEAN MANUFACTURING

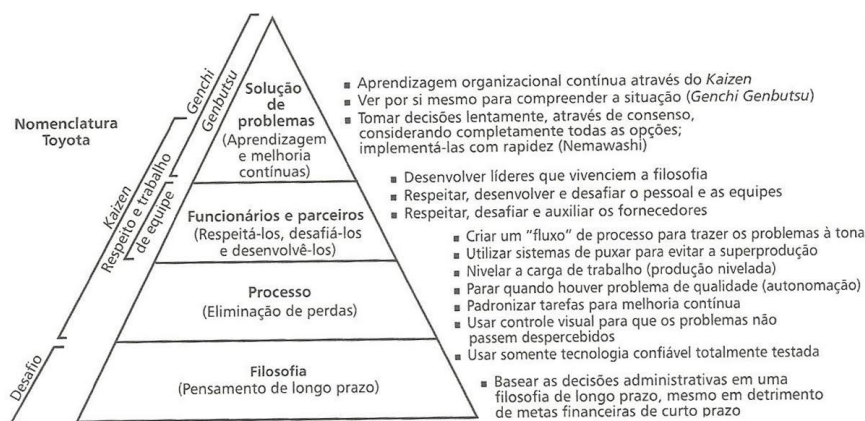
O Lean Manufacturing, também conhecido como Sistema Toyota de Produção (STP), surgiu no Japão após a Segunda Guerra Mundial, em um cenário de escassez de recursos e necessidade de reconstrução econômica. Desenvolvido por Taiichi Ohno e Eiji Toyoda na Toyota Motor Company, o sistema tinha como objetivo principal aumentar a eficiência produtiva, reduzindo desperdícios e otimizando processos (Ohno, 1997).

Essa filosofia propõe que toda atividade dentro de um processo produtivo deve ser analisada sob a ótica do valor, ou seja, se não agrega valor ao produto final, deve ser reduzida ou eliminada. Isso inclui desperdícios de tempo, de recursos, de movimentação e até de conhecimento. Desse modo, seu conceito central é eliminar desperdícios e gerar valor real para o cliente, ou seja, fazer mais com menos.

Segundo Liker e Meier (2006), o modelo Toyota foi desenvolvido em 14 princípios de gestão vindos de quatro princípios gerais básicos intitulados de “4 Ps”:

- **1ºP Filosofia:** apresenta a filosofia de longo prazo do modelo Toyota. No nível mais fundamental, os líderes da Toyota veem a empresa como um veículo para agregar valor aos clientes, a sociedade, a comunidade e seus associados;
- **2ºP Processo:** os líderes da Toyota aprenderam através de mentoria e experiência e quando seguem o processo correto, obtêm resultados certos;
- **3ºP Pessoas e parceiros:** adicione valor a sua organização desafiando seus funcionários e parceiros a crescerem. As ferramentas do Sistema Toyota de Produção ajudam a revelar os problemas, criando ambientes desafiadores que obrigam as pessoas a pensarem e crescer;
- **4ºP Resolução de problemas:** a resolução de problemas de forma contínua faz com que toda a organização aprenda.

Os princípios orientados pelos “4 Ps” proporcionam para as organizações uma aprendizagem focada na melhoria contínua dos processos baseada na resolução de problemas (Liker; Meier, 2006)



**Figura 1 – “4Ps do modelo Toyota”**

*Fonte: Liker e Meier(2006 ).*

Com o tempo, a aplicação da filosofia Toyota passou a ser adotada em diversos ramos industriais e de serviços.

### 2.3 METODOLOGIA A3

O relatório A3 é uma ferramenta com origem na filosofia Lean Manufacturing, e foi criada na Toyota Motor Company como parte do Sistema Toyota de Produção (STP). Seu nome deriva do tamanho do papel utilizado para sua elaboração - A3 (297 x 420 mm) -, escolhido por permitir a visualização clara e sintética de todo o raciocínio envolvido na resolução de um problema (Liker, 2005). O formato surgiu da necessidade de comunicar ideias complexas de maneira simples, objetiva e padronizada, permitindo maior clareza na análise e na colaboração entre as equipes.

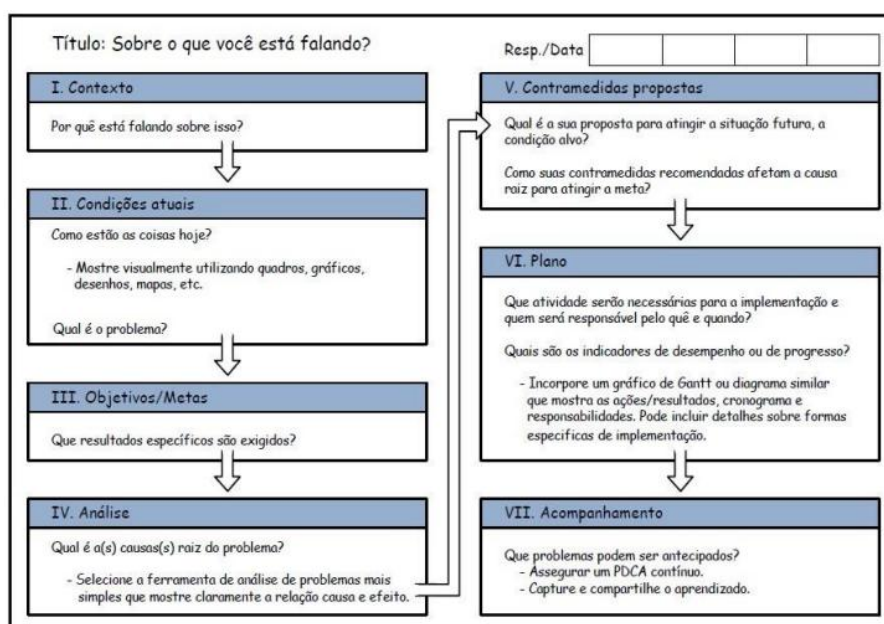
O conceito do A3 foi desenvolvido e popularizado por Taiichi Ohno e Shigeo Shingo, dois dos principais engenheiros e pensadores da Toyota, e posteriormente sistematizado por estudiosos como Durward Sobek II e John Shook, que o apresentaram como uma poderosa ferramenta de gestão do conhecimento e resolução estruturada de problemas (Rother; Shook, 2003; Sobek; Jimmerson, 2004).

O A3 representa um método de pensamento, pois estimula o raciocínio lógico e crítico, levando o profissional a compreender profundamente o problema antes de propor soluções. Sua estrutura segue a lógica do ciclo PDCA (Plan, Do, Check, Act), facilitando o acompanhamento das ações e garantindo que as contramedidas propostas gerem resultados sustentáveis (Ohno, 1997). Dessa forma, o A3 ajuda as equipes a identificarem



as causas raiz dos problemas, planejar ações e avaliar cotidianamente os resultados alcançados.

Na prática, o relatório A3 é dividido em seções que orientam o processo de análise: contexto e problema, situação atual, análise das causas, planos de ação, resultados esperados e acompanhamento, conforme descrito na figura 2. Essa padronização permite que qualquer pessoa da organização compreenda o raciocínio adotado e contribua para o processo de melhoria. O uso do A3 também promove o pensamento enxuto visual, tornando os dados mais acessíveis e a comunicação mais transparente (Sobek; Smalley, 2008).



**Figura 2 – Modelo de A3**

*Fonte: SHOOK (2008 ).*

### 2.3.1 Os 7 elementos do pensamento lean

Segundo Sobek e Smalley (2010), a mentalidade por trás do Relatório A3 é definida através de sete elementos caracterizados:

- **Processo de raciocínio lógico:** com pensamentos bem estruturados no relatório A3 é possível desenvolver um padrão de pensamento organizado, adequando um raciocínio lógico e reforçado de tal forma que ajude a visualizar

e atacar os problemas no detalhe lógico e completo, em que possibilite atacar todos os detalhes importantes de diversas maneiras e seus efeitos de implementação, de forma a antecipar possíveis contratempos ou falhas. Os benefícios do A3 não estão apenas focados na geração de resultados, o A3 tem um poder de criar abordagens socialmente construídas e consistentes, fazendo com que os mesmos passem menos tempo indo de um lugar em outro para descobrir como outra pessoa está abordando uma mesma situação;

- **Objetividade:** cada pessoa tem um jeito diferente de ver as coisas, na qual cada indivíduo acredita que o seu ponto de vista é o correto. Numa organização os indivíduos possuem um entendimento suficiente comum para poderem trabalhar em conjunto, mas quando vemos mais no detalhe, o entendimento comum começa a se desfazer, ou seja, começa a aparecer as diferenças da realidade de cada um, e através do pensamento A3 pode-se tentar reconciliar os diversos pontos de vista, já que uma visão da situação que inclui múltiplas perspectivas costuma ser mais objetiva que qualquer ponto de vista isolada ou seja, a busca de uma representação compartilhada para uma realidade compartilhada;
- **Resultados e processos:** as organizações são orientadas para resultados, porém, atingir metas com processos negligenciados não é algo aceitável, o fim não justifica os meios. Espera-se no pensamento A3 o desenvolvimento pessoal na conquista de resultados, de modo a ficar clara a compreensão do problema, a investigação de alternativas para a solução e o entendimento da proposta em um contexto maior. A conquista de resultados de forma casual não tem nenhuma sustentação no longo prazo. Os resultados são o reflexo da nossa compreensão. Os maus resultados não somente deixam de fazer a organização avançar, como também refletem uma má compreensão do problema podendo fazer com que essa situação fique ainda pior;
- **Síntese, destilação e visualização:** os relatórios A3 são breves de forma proposital, mas não é o objetivo principal essa brevidade, pois força a síntese da aprendizagem adquirida durante a pesquisa do problema ou oportunidade. Dependendo do ponto de vista, através de diversas informações e de diferentes perspectivas, se interagindo rumo ao retrato da situação em questão ou mesmo uma recomendação futura. Nem todas as informações obtidas merecem atenção, ou seja, cabe ao autor classificar todas as informações adquiridas até

conseguir um retrato coerente dos pontos principais para o posicionamento e entendimento adequado das partes envolvidas, na qual a melhor forma de reportar essas informações é através de desenhos e gráficos que auxiliam o autor de forma visual no fornecimento de detalhes;

- **Alinhamento:** o consenso das partes relacionadas no A3 ajuda a equipe a reunir esforços para superar obstáculos e realizar mudanças. O pensamento A3 necessita da comunicação tridimensional: horizontal (através da organização), vertical (em toda a hierarquia) e em profundidade (para frente e para trás todo o tempo). A equipe se comunica verticalmente com a linha de frente para ver como serão afetadas, e com gerentes em níveis mais altos da hierarquia para determinar se alguma questão mais ampla não foi trabalhada. Não menos importante, leva-se o histórico da questão em consideração para a análise de soluções posteriores, além da inclusão de potenciais exigências futuras;
- **Coerência interna e consistência externa:** estabelecer um fluxo lógico e também um padrão generalizado de uma solução de problema é um dos pontos cruciais para o sucesso de um relatório A3, visando buscar coerência na abordagem aplicada. O tema tem de ser consistente com as metas definidas. A análise da causa fundamental deverá estar relacionada com a situação atual, na qual soluções propostas impactam fundamentalmente nas causas definidas, o plano de ação cobre diretamente as soluções e por último plano de acompanhamento reflete os resultados das soluções contra o que foi determinado no início do relatório;
- **Ponto de vista sistêmico:** para que um indivíduo tenha um ponto de vista sistêmico, esse deve ser orientado a desenvolver uma compreensão profunda do propósito das melhorias em ação, de como essas melhorias fazem avançar as metas, das necessidades de prioridades das organizações e como seu papel influencia as outras partes da organização. Para o bem de toda a organização o responsável pelo relatório A3 deve compreender a situação em um contexto mais amplo para evitar soluções que possam resolver o seu problema de forma específica, porém causando problemas em outra área distinta.

### 2.3.2 Tipos de A3

Segundo Shook (2008), existem essencialmente quatro tipos de histórias que podem ser relatadas através dos relatórios A3. Estas histórias ilustram os modelos de A3:

- **História de uma proposta:** este modelo de uma proposta é usado para propor um plano ou uma nova iniciativa, sempre gira em torno de um determinado tema e precisa ter uma meta, questões a serem resolvidas devidamente mapeadas e um cronograma de implementação;
- **História da solução problema:** este modelo de história é utilizado como relato de resolução de problemas e segue a estrutura em processo de um PDCA. Para esse tipo de relatório é necessário existir um problema, definição de objetivos claros, informações sobre a situação atual, estudo minucioso e detalhado de causa raiz, ações de contenção e a história de implementação;
- **História de status de um projeto:** este modelo é usado para reportar a situação de um projeto ou determinar a condição de uma ação em decurso e requer informação complementar em que a meta do projeto e como ele se encontra com relação ao objetivo definido. É a análise do planejado x realizado;
- **História informacional:** este modelo é aplicado para dividir informações relativas ao andamento do projeto. Esse modelo de relatório A3 não possui um formato determinado, e tanto a história quanto o arranjo ficam a critério do autor.

Todos os tipos podem ser usados para qualquer situação desejada. O mais comumente utilizado é a história da solução problema (Shook, 2008)

### 2.3.3 Quando usar o A3

Segundo Shook (2008), A ferramenta do A3 pode ser aplicada em uma ampla gama de aplicações.

O A3 pode ser usado para pequenos problemas como por exemplo:

- **“Por que o equipamento falhou?”:** por técnicos ou engenheiros

E também em problemas estratégicos por executivos como:

- **“Por que nossa parcela de mercado caiu?”**: essa sistemática de pensamento ajuda a focar no problema ao invés de focar no "quem causou" o problema

## 2.4 FERRAMENTAS DA QUALIDADE

A aplicação do Relatório A3 dentro da filosofia Lean é fortalecida pelo uso das ferramentas da qualidade, que oferecem suporte analítico e visual para a identificação de causas, priorização de problemas e tomada de decisões assertivas.

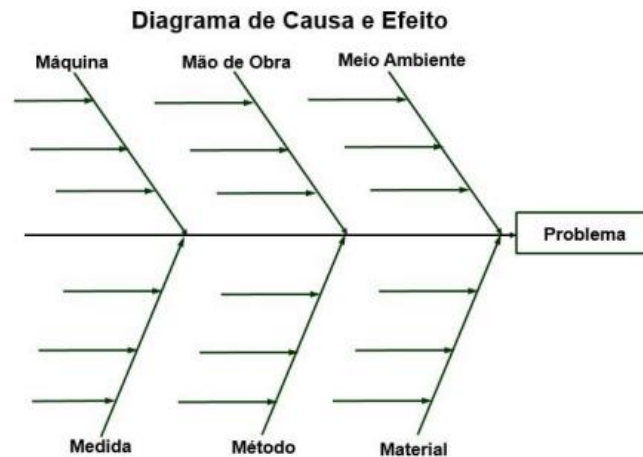
Entre as principais ferramentas complementares destacam-se o Diagrama de Ishikawa, a técnica dos 5 Porquês e o Gráfico de Pareto, utilizadas como instrumentos de diagnóstico e de melhoria contínua.

### 2.4.1 Diagrama de ishikawa

O Diagrama de Ishikawa, também conhecido como “espinha de peixe” ou “diagrama de causa e efeito”, foi desenvolvido pelo engenheiro japonês Kaoru Ishikawa na década de 1940 e amplamente difundido nos anos 1960 como uma das principais ferramentas da gestão da qualidade.

Seu objetivo é identificar, de forma estruturada, as possíveis causas que levam a determinado problema ou efeito, organizando o raciocínio e facilitando o diálogo entre as áreas envolvidas.

Tradicionalmente, o diagrama é composto por ramificações que representam categorias conhecidas como os 6M's (método, máquina, mão de obra, material, meio ambiente e medição), permitindo uma visão holística das origens de um problema (Figura 3).



**Figura 3 – Diagrama de causa e efeito**

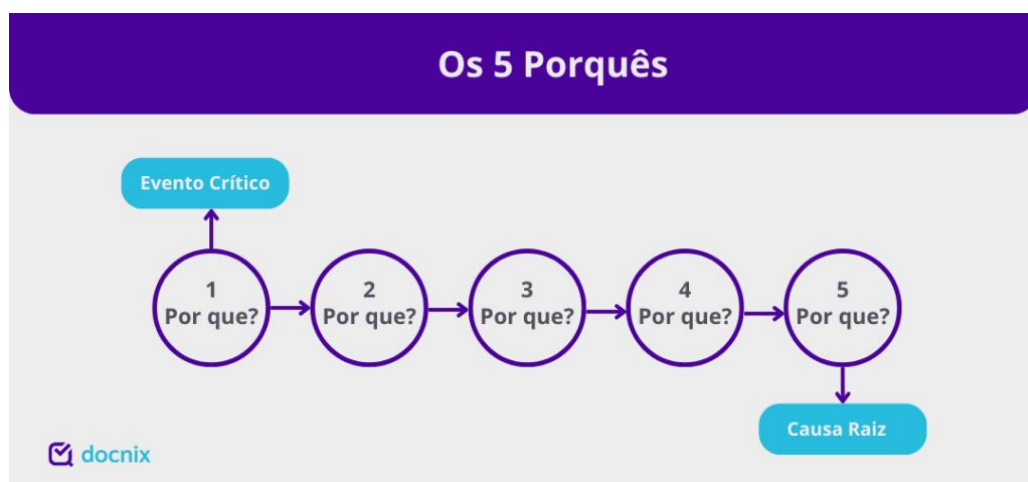
*Fonte: Adaptado Ishikawa (1985).*

Segundo Carpinetti (2010), essa ferramenta é essencial para a análise sistemática dos processos, pois auxilia as equipes a compreenderem as relações entre variáveis que impactam a qualidade do produto ou serviço.

#### **2.4.2 5 porquês**

A técnica dos 5 Porquês teve origem no sistema de produção da Toyota Motor Corporation, atribuída ao inventor Sakichi Toyoda na década de 1930, e estruturada como um método simples e direto de investigação: basta perguntar “Por quê?” repetidamente até alcançar a causa principal de uma não conformidade (Exemplificado na figura 4)

Conforme Campos (2014), o método é uma das bases do pensamento enxuto, pois estimula a reflexão crítica e a aprendizagem organizacional, evitando que apenas os sintomas sejam tratados.



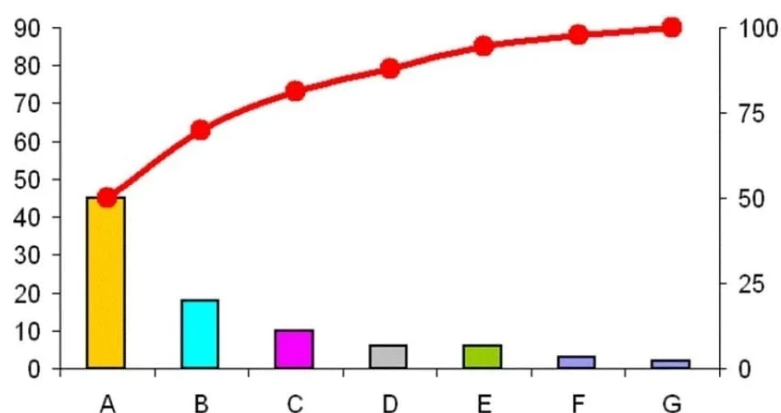
**Figura 4 – Técnica 5 Porquês**

*Fonte: Docnix (2023).*

### 2.4.3 Gráfico de Pareto

Originalmente formulado pelo economista italiano Vilfredo Pareto no século XIX, e posteriormente adaptado por Joseph M. Juran para o contexto da qualidade como uma das sete ferramentas básicas. Essa ferramenta permite priorizar os problemas com base na sua frequência ou impacto.

Seu princípio está na “regra 80/20”, que indica que uma pequena parcela das causas é responsável pela maior parte dos efeitos observados. De acordo com Werkema (2011), o Gráfico de Pareto (Exemplificado na figura 5) auxilia na tomada de decisão ao indicar onde concentrar esforços para gerar maior retorno na melhoria dos processos.



**Figura 5 – Gráfico de Pareto**

*Fonte: Mereo (2021).*

### 3 METODOLOGIA

Neste trabalho desenvolveu-se uma pesquisa a fim de utilizar o método A3 para resolução de problemas de vazamentos de válvula P13 em uma engarrafadora de GLP, nesse sentido a metodologia apresenta diversas classificações.

No que se refere à natureza da pesquisa, pode ser classificada como aplicada, pois de acordo com Miguel (2010) esse tipo de estudo é caracterizado pela busca de resolução de problemas.

Já no que tange à abordagem, classifica-se em qualiquantitativa, pois, segundo Oliveira (2012, p. 39) as informações baseadas qualitativa e quantitativamente proporcionam uma maior confiabilidade na obtenção dos dados. Dessa forma, enquanto as informações qualitativas aproximam o pesquisador da situação estudada, os dados quantitativos permitem a mensuração por métodos estatísticos, oferecendo suporte sólido para a condução da pesquisa.

Quanto aos objetivos, a pesquisa se caracteriza como exploratória, pois busca reunir informações sobre o objeto de estudo, proporcionando maior compreensão e embasamento sobre o tema. Essa característica é destacada por Oliveira (2012, p. 65), ao afirmar que a pesquisa exploratória “desenvolve estudos que dão uma visão geral do fato ou fenômeno estudado”.

Quanto aos procedimentos técnicos da pesquisa, pode ser classificada em um estudo de caso. De acordo com Gil (2002) o estudo de caso caracteriza-se por ser um estudo consistente de um ou vários objetos a fim de ter um maior conhecimento sobre estes. Yin (2001) trata do estudo de caso como uma investigação de um determinado fenômeno na realidade, visto que não há uma separação clara entre o fenômeno e o contexto em que se inserem.

A Figura 6 apresenta as classificações metodológicas adotadas neste estudo.

NATUREZA	ABORDAGEM	OBJETIVOS	PROCEDIMENTOS TÉCNICOS
APLICADA	QUALIQUANTITATIVA	EXPLORATÓRIA	ESTUDO DE CASO

**Figura 6 – Classificações da pesquisa**

*Fonte: Autor*



### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

A empresa estudada é uma das principais distribuidoras de Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) do Brasil, com mais de 75 anos de atuação no mercado nacional. A empresa integra um grupo holandês que é líder mundial em distribuição de GLP, e faz parte de um conglomerado familiar fundado na Holanda em 1896, que iniciou suas atividades no comércio de carvão e, ao longo dos anos, expandiu-se para diversos segmentos de energia e serviços (Institucional, 2024)

A cultura corporativa baseia-se na descentralização operacional, permitindo que cada unidade de negócio atue com autonomia e adaptabilidade às realidades locais. Entre os valores que sustentam o grupo estão a segurança, a inovação, a sustentabilidade e a confiabilidade, princípios que orientam diretamente as operações da empresa e refletem-se em todas as suas práticas e processos.

No Brasil, conta com uma sólida estrutura industrial e logística, composta por mais de 20 unidades operacionais e centros de distribuição estrategicamente localizados (Figura 7), garantindo o abastecimento em todo o território nacional. A empresa atende milhões de consumidores por meio de uma ampla rede de vendas e distribuidores, abastecendo desde o mercado residencial até grandes clientes dos setores industrial, comercial e agropecuário. Seu portfólio inclui botijões de 13 kg (P13), utilizados em residências, cilindros de 20 kg para empilhadeiras, além de tanques e sistemas de armazenamento a granel, adaptados às necessidades específicas de cada cliente.



**Figura 7 – Unidades operacionais e centros de distribuição no Brasil**

*Fonte: Apresentação Institucional (2023).*

Nos últimos anos, a corporação vem aumentando seus investimentos em inovação, sustentabilidade e qualidade. Em 2023, consolidou sua jornada lean, através de um programa baseado na filosofia do Lean Manufacturing e inspirado no Sistema Toyota de Produção (TPS). Essa iniciativa tem como propósito promover a melhoria contínua, a eliminação de desperdícios e o fortalecimento da cultura de qualidade em toda a organização.

A metodologia Lean da empresa é estruturada em seis pilares fundamentais (conforme mostrada na Figura 8): 5S, Gerenciamento do Desempenho, Solução de Problemas, Padronização, Gemba com Propósito e Trabalho Padrão do Líder, os quais sustentam a busca pela excelência operacional e o engajamento das pessoas. Essa jornada tem como foco o desenvolvimento de uma cultura participativa, onde cada colaborador é incentivado a atuar como protagonista das melhorias, reforçando a ideia de que a qualidade é construída coletivamente, todos os dias.



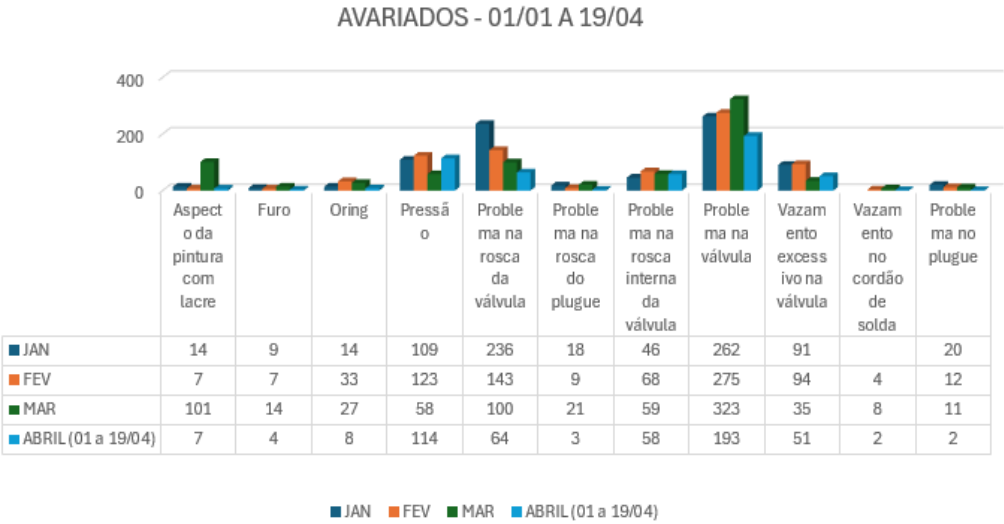
**Figura 8 – Pilares da cultura Lean**

*Fonte: Cartilha institucional (2023).*

A escolha da empresa como objeto deste estudo justifica-se pela sua relevância estratégica no setor energético brasileiro e pela complexidade técnica de seus processos, que demandam altos padrões de qualidade, confiabilidade e segurança. A aplicação de metodologias como o Lean e o Relatório A3 em um contexto real de indústria de GLP permite compreender de que forma a melhoria contínua pode contribuir para a redução de desperdícios, a prevenção de falhas operacionais, a redução de custos com devoluções e o fortalecimento da imagem da empresa perante o mercado.

### 3.2 COLETA DE DADOS

A ferramenta A3 já era uma ferramenta implementada na companhia em questão como parte do processo de melhoria contínua. Durante as reuniões diárias de gestão de desempenho, o uso dessa ferramenta foi indicado após a identificação de um número elevado nas avarias recebidas. Diante dessa constatação, abriu-se uma ação para investigar a principal causa dessas avarias. No encontro seguinte, a análise inicial apontou que o problema mais recorrente estava relacionado a vazamentos pela válvula, conforme ilustrado na Figura 9.



**Figura 9 – Análise de avariados**  
*Fonte: Autor (2025)*

A obtenção dos dados e informações ocorreu por meio do acompanhamento das fichas de análise de vasilhames (conforme exemplificado na Figura 10) recebidas dos clientes, referente aos quatro primeiros meses de 2025, bem como pela validação dessas análises junto ao setor de produção, garantindo maior confiabilidade aos dados observados.

ANÁLISE DE RECIPIENTES										QUANTIDADES RECEBIDAS									
										RECIPIENTES	P02	P05	P08	P13	P20	P45			
REVENDEDOR/CLIENTE: _____										CÓD.: _____ TIPO DE SERVIÇO: _____									
NÚMERO NOTA FISCAL: _____ DATA: _____ TRANSPORTADOR: _____																			
TIPOS DE DEFEITOS: A - PROBLEMA NA ALÇA B - PROBLEMA NA BASE C - CORROSÃO E - ENGATE F - FURO O - ORING P - PROBLEMA NO PLUGUE S - VAZAMENTO NO CORDÃO DE SOLDA V - PROBLEMA NA VÁLVULA AM - AMASSADO AP - ASPECTO DA PINTURA DP - DANO POR FOGO DT - DUPLA TARA PE - PESO PR - PRESSÃO RP - PROBLEMA NA ROSCA DO PLUGUE RQ - REQUALIFICAÇÃO RV - PROBLEMA NA ROSCA DA VÁLVULA RV - ROSCA INTERNA DA VÁLVULA TE - TARA ERRADA TI - TARA LIGUEIRA VEV - VAZAMENTO EXCESSIVO NA VÁLVULA VEP - VAZAMENTO EXCESSIVO NO PLUGUE SD - SEM DEFEITO																			
ANÁLISE DO CLIENTE										ANÁLISE DA COMPANHIA									
QTD RECIPI.	NÚMERO LACRE	P.BRUTO	TARA	P.LÍQUIDO	TIPO DEFEITO	OBSERVAÇÃO	P.BRUTO	TARA	P.LÍQUIDO	TIPO DEFEITO	APROVADO	OBSERVAÇÕES							
1											SIM	NÃO							
2																			
3																			
4																			
5																			
6																			
7																			
8																			
9																			
10																			
11																			
12																			
13																			
14																			
15																			
16																			
17																			
18																			
19																			
20																			
21																			
22																			
23																			
24																			
25																			
TOTAL																			
ASS. DO REVENDEDOR:		P2-		QUANTIDADES APROVADAS		P8-		P20-		PESO LÍQUIDO RECEBIDO									
		P5-		P13-		P45-		Rg -											
VERIFICADO POR:		DATA:																	
TRANSPORTADOR:		DATA:		CONFERENTE:		DATA:		SUP. PRODUÇÃO OU COORDENADOR DE OPERAÇÕES:		DATA:									

**Figura 10 – Ficha de análise de recipientes**  
*Fonte: Institucional (2024)*

Com as análises iniciais concluídas, iniciou-se a construção do estudo de caso, que será detalhado na próxima seção.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Primeiramente, foi estipulada uma meta de melhoria, reduzir em 5% o retorno de vasilhames avariados e atingir a meta de 15%, estipulado pela qualidade, no período de 2 meses. Em seguida, foi elaborado o Diagrama de Ishikawa, a fim de identificar as possíveis causas do problema sob a ótica dos 6M's da qualidade (método, máquina, mão de obra, material, meio ambiente e medição), como mostrado na figura 11.



**Figura 11 – Diagrama de Ishikawa**

*Fonte: Autor (2025)*

Após a definição da causa raiz do problema, foram estabelecidas as ações de contenção. Essas ações correspondem às medidas tomadas de forma imediata após a identificação da causa principal, com o objetivo de evitar a recorrência do problema enquanto as soluções definitivas são desenvolvidas. Nesse contexto, aplicaram-se os 5 Porquês (mostrado na figura 12), ao qual permitiu identificar que o principal fator estava relacionado à inconsistência no processo de aplicação de torque nas válvulas, sendo, este, agravado pela falta de ferramenta adequada bem como pela deficiência no treinamento operacional.

O quê?	1º Por quê?	2º Por quê?	3º Por quê?	4º Por quê?	5º Por quê?
Vazamento de GLP pela válvula do P13	válvulas reutilizadas nas requalificações com más condições	Falha no tensionamento da mola interna	sujeira entre as fissuras	Folga no parafuso de fixação	

O quê?	1º Por quê?	2º Por quê?	3º Por quê?	4º Por quê?	5º Por quê?
Vazamento de GLP pela válvula do P13	números de filetes de rosca menor que 2	falta de uso do torquímetro	torquímetro quebrado		

**Figura 12 – 5 Porquês**

*Fonte: Autor (2025)*

Posteriormente, elaborou-se um plano de ação simplificado (conforme mostrado na figura 13), no qual foram definidas as atividades necessárias, seus respectivos responsáveis e os prazos previstos para conclusão.

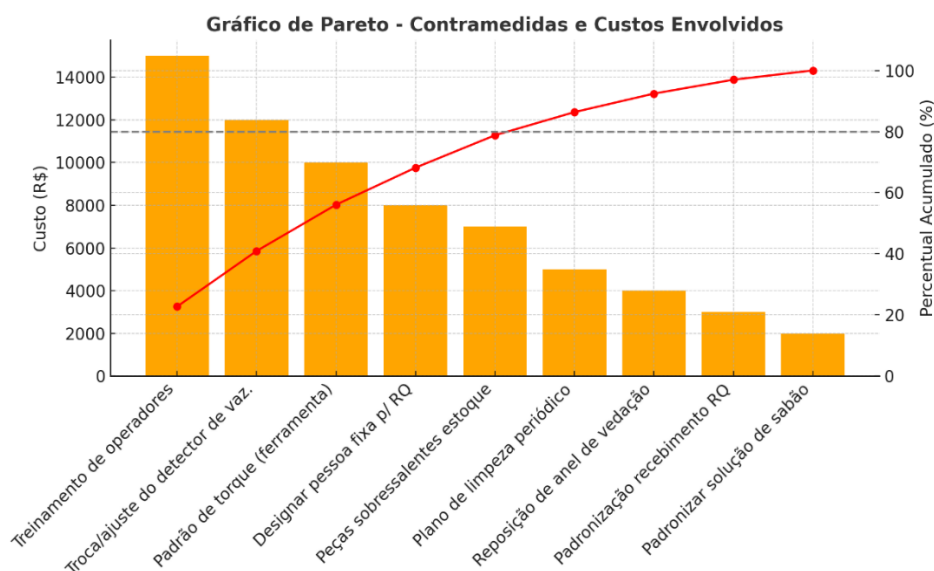
Nº	AÇÃO	RESPONSÁVEL	TÉRMINO PREVISTO	TÉRMINO REAL	STATUS
1	Analisar carga de requalificado da nova fase	Larissa	22/04/2025	23/04/2025	Concluído
2	Analisar amostragem interna da válvula danificada	Larissa e Bruno	28/04/2025	29/04/2025	Concluído
3	Analisa de carga das válvulas trocadas no saca válvula	Larissa e Bruno	28/04/2025	30/04/2025	Concluído
4	Visita na nova fase	Bruno e Clicia	02/05/2025	02/05/2025	Concluído
5	Treinamento da IT-PROD-33 para o operador	Bruno e Clicia	05/05/2025	05/05/2025	Concluído
6	Compra de torquimento	Bruno	30/05/2025	10/06/2025	Concluído

**Figura 13 – Plano de ação**

*Fonte: Autor (2025)*

A observação diária no Gemba complementou a análise quantitativa, permitindo visualizar os desvios identificados e validar as hipóteses levantadas pela equipe. Essa imersão prática é um princípio central da filosofia Lean, pois, conforme destaca Liker (2005), “os problemas devem ser compreendidos a partir da realidade do chão de fábrica, e não apenas por meio de relatórios”.

Com base nos dados coletados, avaliou-se as contramedidas propostas e através delas foi possível estipular os custos envolvidos na resolução do problema. Para isso, utilizou-se o gráfico de Pareto (figura 14) como ferramenta de apoio à priorização das causas mais críticas.



**Figura 14 – Gráfico de Pareto**

*Fonte: Autor (2025)*

As contramedidas implantadas mostraram-se ser eficazes para atacar as causas identificadas através do A3. A substituição do torquímetro trouxe maior precisão ao torque aplicado nas válvulas, reduzindo falhas anteriormente associadas à variação manual do aperto. Da mesma forma, uma análise mais crítica para identificar e substituir, quando necessário, as válvulas danificadas eliminaram reincidências de vazamentos causados por trincas ou desgaste. A utilização do detector de vazamento calibrado aumentou a sensibilidade da inspeção final, permitindo identificar pequenos vazamentos que antes passavam despercebidos. O treinamento dos operadores, por sua vez, contribuiu para a padronização das atividades e para uma maior conscientização da equipe sobre os pontos críticos do processo. Além disso, o controle preventivo das cargas requalificadas impediu que vasilhames fora do padrão de qualidade retornassem ao envase, aumentando a eficiência operacional.

Como defendem Werkema (2011) e Ohno (1997), quando a organização adota práticas de melhoria contínua e uma gestão baseada em evidências, os resultados tornam-se alcançáveis. Nesse sentido, o conjunto das ações implementadas permitiu uma redução no índice de avarias, que passou de 0,30% para 0,11%, representando uma melhora de 63% no indicador. Esse avanço também gerou impactos financeiros positivos, com uma economia estimada em R\$ 14.500,00 mensais, decorrente da diminuição da substituição de botijões, bem como da redução do tempo de parada e retrabalho. Além disso, verificou-se um aumento de 18% na eficiência operacional, acompanhado de uma queda nas reclamações e na insatisfação do cliente final.

Após a conclusão de todas as etapas do A3, o documento final foi estruturado conforme apresentado na Figura 15.



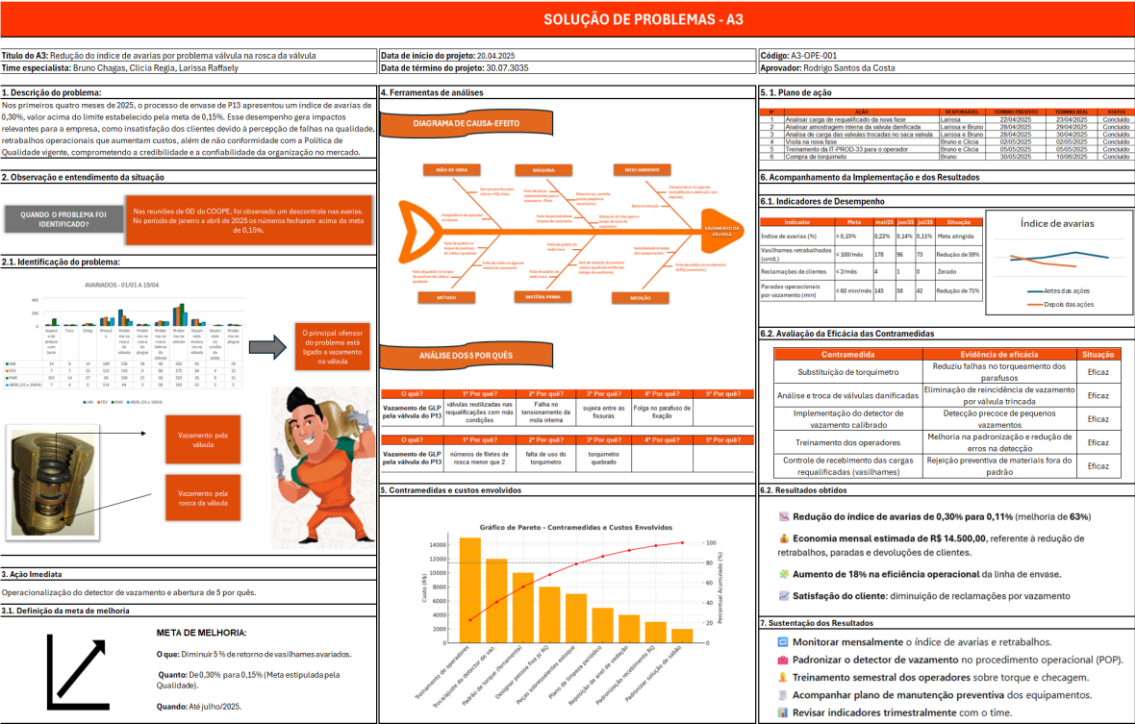


Figura 15 – Relatório A3

Fonte: Autor (2025)

Desse modo, os fatores aqui apresentados, ressaltam que o uso do método A3 é importante e eficaz para identificar, analisar e corrigir os problemas internos, além de evitar as não conformidades e suas possíveis recorrências.

## 5 CONCLUSÃO

O presente estudo teve como objetivo analisar e propor melhorias para a redução de avarias em botijões P13, especificamente relacionadas a vazamentos pela válvula, utilizando a metodologia A3 e ferramentas clássicas da qualidade. A aplicação desse método permitiu compreender o problema de forma sistêmica, identificar suas causas fundamentais e desenvolver contramedidas eficazes, alinhadas aos princípios do Lean e às exigências de segurança e confiabilidade que caracterizam o setor de GLP.

A partir do mapeamento da situação e do uso das ferramentas da qualidade, foi possível evidenciar que as reincidências de vazamento estavam relacionadas, principalmente, à inconsistência no torqueamento das válvulas, ao uso inadequado de ferramentas e à falta de padronização operacional. Com base nessas informações, foram implementadas ações que envolveram a substituição do torquímetro, a análise e troca de válvulas danificadas, a calibração do detector de vazamento, o treinamento dos operadores e uma melhor análise nos vasilhames recebidos da requalificadora.

Os resultados demonstraram uma redução do índice de avarias de 0,30% para 0,11%, uma economia mensal estimada de R\$ 14.500,00, um aumento de 18% na eficiência operacional da linha de envase, bem como uma diminuição nas reclamações por parte do cliente final.

Algumas limitações devem ser consideradas na interpretação dos resultados. A primeira refere-se ao período de acompanhamento, que, embora suficiente para observar melhorias imediatas, não permite avaliar com precisão a sustentabilidade das contramedidas no longo prazo. Outra limitação diz respeito ao estudo ter sido concentrado exclusivamente no vasilhame P13, sem contemplar o vasilhame P20 e o P45, o que acaba impossibilitando a detecção de outras possíveis falhas mais graves. Além disso, os dados utilizados em parte do diagnóstico dessas avarias dependem de registros manuais, o que pode acarretar variações na precisão das informações coletadas, especialmente nos testes de detecção de vazamento. Observou-se também que ao atacar a causa principal houve um aumento proporcional de outra causa relevante, a exemplo do vazamento pelo plug, que não pôde ser aprofundado dentro do escopo deste trabalho, mas que representa uma oportunidade de estudos futuros. Por fim, este trabalho não explorou o impacto financeiro

da melhoria no contexto geral da empresa, concentrando-se apenas nos custos diretamente associados às avarias dos vasilhames.

Como desdobramento, recomenda-se a implantação de um sistema de detecção de vazamentos mais automatizado, baseado nos princípios de poka-yoke, capaz de reduzir a variabilidade das inspeções manuais e elevar a confiabilidade do processo, aumentando a precisão da detecção e diminuindo falhas decorrentes da intervenção do operador.

Desse modo, conclui-se que a aplicação estruturada do A3 se mostrou eficaz para a resolução do problema em questão, bem como método sistemático de gestão da qualidade, reforçando a importância da padronização e da melhoria contínua na indústria de GLP.

## REFERÊNCIAS

Agência nacional do petróleo, gás natural e biocombustíveis — ANP. Resolução ANP nº 980, de 2025: dispõe sobre as obrigações quanto ao controle da qualidade dos produtos importados a que se refere e dá outras providências. Disponível em: <https://atosoficiais.com.br/anp/resolucao-n-980-2025-dispoe-sobre-as-obrigacoes-quanto-ao-controle-da-qualidade-dos-produtos-importados-a-que-se-refere-e-da-outras-providencias?origin=instituicao>. Acesso em: 13 out. 2025.

Agência nacional do petróleo, gás natural e biocombustíveis (ANP). Requalificação de botijões P13: custos e resultados do programa de requalificação de recipientes transportáveis de GLP. Brasília, 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/petroleo-gas-natural-e-biocombustiveis/abastece-brasil/resolucao-cnpe-no-12-2019/contribuicoes-dos-interessados/empresas-requalificadoras-de-cilindros/20191022-reuniao-mme-requalificacao.pdf>. Acesso em: 8 out. 2025.

Associação brasileira de normas técnicas. Nbr 15514: Armazenamento de recipientes transportáveis de gás liquefeito de petróleo (GLP) — Requisitos de segurança. Rio de Janeiro: ABNT, 2013. Acesso em: 11 out. 2025

Brasil. Ministério do Trabalho e Emprego (MTE). Norma Regulamentadora nº 20 (NR-20) — Segurança e Saúde no Trabalho com Inflamáveis e Combustíveis. Brasília: Ministério do Trabalho, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/assuntos/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/normas-regulamentadoras/nr-20>. Acesso em: 10 out. 2025.

Campos, Vicente Falconi. TQC – Controle da Qualidade Total (no estilo japonês). 9. ed. Nova Lima: Falconi Editora, 2014.

Carpinetti, Luiz Cesar Ribeiro. Gestão da Qualidade: Conceitos e Técnicas. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

Corpo de bombeiros militar de alagoas (CBMAL). Corpo de Bombeiros atendeu 70 ocorrências envolvendo vazamento de gás em 2024. Maceió (AL), 2024. Disponível em: <https://www.cbm.al.gov.br/noticias/view/3694/corpo-de-bombeiros-atendeu-70-ocorrencias-envolvendo-vazamento-de-gas->. Acesso em: 8 out. 2025.

Deming, W. E. Out of the Crisis. Cambridge: MIT Press, 1990.

Docnix. (2023, 21 dezembro). *A metodologia dos 5 porquês*. Extraído de <https://docnix.com.br/ferramentas-metodos/5-porques/>

Gil, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

Glassdoor. Avaliações e classificação da empresa. Disponível em: <https://www.glassdoor.com.br/Avaliação/Avaliações-E217090.htm>. Acesso em: 1 nov. 2025.

Gomes, E. “Compreendendo o Diagrama de Causa e Efeito: Origem, variações e aplicações.” Gestão com Qualidade, 3 anos ago. Disponível em: <https://gestaocomqualidade.com.br/gestao-qualidade/ferramentas-da-qualidade/compreendendo-o-diagrama-de-causa-e-efeito-origem-variacao-e-aplicacoes/amp/>. Acesso em: 25 out. 2025.

- Ishikawa, K. What is total quality control. 1. ed. Englewood Cliffs: Prentice Hall, Inc., 1985.
- Institucional. Disponível em: <https://www.shvenergy.com/who-we-are>. Acesso em: 1 nov. 2025.
- Institucional: an impressive history. Disponível em: <https://125years.shv.nl/>. Acesso em: 1 nov. 2025.
- Institucional. Quem somos. Acesso em: 1 nov. 2025.
- Institucional. Cartilha Super Lean. Rio de Janeiro, 2023.
- Institucional. Apresentação Institucional 2023 – Versão Atualizada Maio. Rio de Janeiro, 2023.
- Intitucional. Formulário de avaria – Versão atualizada. Rio de Janeiro, 2024
- Juran, J. M. Juran's Quality Handbook. 5. ed. New York: McGraw-Hill, 1990.
- Juran, Joseph M. Juran na Liderança pela Qualidade. São Paulo: Pioneira, 1990.
- Liker, Jeffrey K. O Modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo. Porto Alegre: Bookman, 2005
- Liker, J.; Meier, D. The Toyota way fieldbook: A practical guide for implementing Toyota's. 2. ed. Nova York: McGraw-Hill, 2006.
- Marshall, Island Junior (org); Gestão da Qualidade. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2003;
- Mereo. (2021, 03 setembro). *Diagrama de Pareto: o que é, sua importância e como aplicar*. Extraído de <https://mereio.com/hub/diagrama-de-pareto-e-a-priorizacao-de-problemas/>
- Miguel, P. A. C. Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.
- Ministério do trabalho. NR-20 – Segurança e Saúde no Trabalho com Inflamáveis e Combustíveis. Brasília, 2022.
- Napoleão, B. M. “5 Porquês.” Ferramentas da Qualidade, 23 maio 2019. Disponível em: <https://ferramentasdaqualidade.org/5-porques/>. Acesso em: 25 out. 2025.
- Nascimento martins de Araújo, G.; Hoffmann, M. V.; Santos Mendonça, C. T.; rocha de souza, P.; rodrigues júnior, P. C.; gardingo Salles, R. M. “Diagrama de Ishikawa: causas e efeitos da subnotificação dos usuários.” Revista Remecs – Revista Multidisciplinar de Estudos Científicos em Saúde, 2020. Disponível em: <https://www.revistaremeccs.com.br/index.php/remecs/article/view/550>. Acesso em: 01 nov. 2025.
- Ohno, Taiichi. O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman, 1997.
- Oliveira, Maria Marly de. Como fazer pesquisa qualitativa. Petrópolis: Vozes, 2012.
- Paladini, E. P. Gestão da Qualidade: conceitos e ferramentas. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

Patrocínio online. Idoso sofre queimaduras após explosão causada por vazamento de gás enquanto testava botijão com chama de isqueiro no bairro Jardim Ipanema. Uberlândia (MG), 17 out. 2025. Disponível em: <https://www.patrocinioonline.com.br/noticia/idoso-sofre-queimaduras-apos-explosao-causada-por-vazamento-de-gas-enquanto-testava-botijao-com-chama-de-isqueiro-no-bairro-jardim-ipanema-81668.html>. Acesso em: 8 out. 2025.

Petenate, A. J; Petenate, M. M.; Santos, V. F. M.; Petenate, G. M; Santos, M. F M. Ferramentas da Qualidade. Uma abordagem prática para reduzir custos e defeitos em sua organização defeitos em sua organização sua organização. Disponível em: <<http://www.edti.com.br/wp-content/uploads/2013/11/FerramentasQualidade.pdf>>. Acesso em: 01 nov. 2025

Rother, Mike; Shook, John. Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.

Sobek II, D.K.; Smalley, A. Entendendo o pensamento A3: um componente crítico do PDCA da Toyota. 1. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

Sobek II, Durward K.; Jimmerson, Cathy. A3 reports: Tool for process improvement in healthcare. Journal of Quality and Patient Safety, v. 30, n. 10, p. 1-10, 2004.

Shook, J. Gerenciando para o aprendizado: usando um processo de gerenciamento de A3 para resolver problemas, promover alinhamento, orientar e orientar. 1. ed. São Paulo: Lean Institute, 2008.

Santos, C. R. de Medeiros; Brito, M. L. de Araújo; Guardia, M. S. A. Bezerra; Fonseca, G. F.; Araújo, M. V. P. “O Diagrama de Ishikawa no processo de arquivamento na gestão pública.” Revista de Ensino, Pesquisa e Extensão em Gestão, [s. l.], v.3, n.1, p.e31, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/revenspesextgestao/article/view/23508>. Acesso em: 25 out. 2025.

Werkema, Cristina. As Ferramentas da Qualidade no Gerenciamento de Processos. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

Womack, James P.; Jones, Daniel T. A Mentalidade Enxuta nas Empresas: elimine o desperdício e crie riqueza. 7. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2004.

Yin, R. K. Estudo de caso: planejamento e métodos. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.