



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CAMPUS AGRESTE  
NÚCLEO DE TECNOLOGIA  
BACHARELADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

FELIPE SANTOS FONTELES

**PROPOSTA DE INSPEÇÃO POR AMOSTRAGEM PARA FORNECEDOR DE  
EMBALAGENS EM UMA FÁBRICA DE  
ÓLEO ENGARRAFADO ATRAVÉS DA NBR 5426 E NBR 5429: UM ESTUDO DE  
CASO**

Caruaru  
2024

FELIPE SANTOS FONTELES

**PROPOSTA DE INSPEÇÃO POR AMOSTRAGEM PARA FORNECEDOR DE  
EMBALAGENS EM UMA FÁBRICA DE  
ÓLEO ENGARRAFADO ATRAVÉS DA NBR 5426 E NBR 5429: UM ESTUDO DE  
CASO**

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):** Cristina Pereira Medeiros

Caruaru

2024

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

Fonteles, Felipe Santos.

Proposta de inspeção por amostragem para fornecedor de embalagens em uma fábrica de óleo engarrafado através da NBR 5426 e NBR 5429: um estudo de caso / Felipe Santos Fonteles. - Caruaru, 2024.

53 p. : il., tab.

Orientador(a): Cristina Pereira Medeiros

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico do Agreste, Engenharia de Produção, 2024.

Inclui referências.

1. Controle de Qualidade. 2. Nível de Qualidade Aceitável (NQA). 3. Avaliação de Fornecedor. 4. Perdas financeiras. 5. Redução de Quebra de Material. I. Medeiros, Cristina Pereira. (Orientação). II. Título.

620 CDD (22.ed.)

FELIPE SANTOS FONTELES

**PROPOSTA DE INSPEÇÃO POR AMOSTRAGEM PARA FORNECEDOR DE  
EMBALAGENS EM UMA FÁBRICA DE  
ÓLEO ENGARRAFADO ATRAVÉS DA NBR 5426 E NBR 5429: UM ESTUDO DE  
CASO**

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.

Aprovada em: 27/09/2024

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Cristina Pereira Medeiros (Orientadora)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof. Dr. José Leão e Silva Filho (Examinador Interno)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof. Dr. Thalles Vitelli Garcez (Examinador Interno)  
Universidade Federal de Pernambuco

"Dedico este trabalho aos que me apoiaram nos momentos difíceis, pois, sozinhos não podemos fazer muito, mas juntos podemos fazer o impossível." (Adaptado de Hellen Keller).

## AGRADECIMENTOS

Os caminhos da vida nem sempre são fáceis, e raramente proporcionam momentos felizes durante todo o tempo. A minha jornada para a conclusão do curso de Engenharia de Produção na Universidade Federal de Pernambuco foi complexa e desafiadora. A minha família foi a minha âncora nos momentos em que me senti sem rumo, mostrando-me sempre em que direção seguir. Não tenho palavras para expressar meu agradecimento à minha mãe, Flávia Regina, a qual tenho uma dívida eterna, pois nunca mediu esforços para que todos os meus sonhos fossem alcançados.

Agradeço à minha avó materna, Vanda Maria, que desde pequeno me mostrou o caminho para o acesso à educação superior pública e de qualidade com sabedoria e foi um grande alicerce na minha caminhada durante os anos de graduação.

Deixo registrado meus agradecimentos à minha madrinha, Edilza Marcelino, pelos seus ensinamentos e conversas nos momentos em que me senti nadando contra uma forte correnteza. A senhora sempre esteve disposta a me mostrar soluções para os problemas que me afligiam e tiravam minha calma.

Ainda no tocante à família, lembro-me claramente quando estive indeciso sobre qual carreira seguir e o senhor, tio, Alexandrino Correia, com paciência, apresentou-me seu ponto de vista valioso sobre o que poderia estar mais alinhado com minhas perspectivas. Por estes e outros momentos, eu expresso minha gratidão.

Ao meu pai, Weydson Fonteles, agradeço pelos ensinamentos preciosos que guardarei com todo carinho em meu coração. Nunca me esquecerei dos momentos de orientação para que as tomadas de decisão fossem mais assertivas.

No ambiente acadêmico, agradeço a todos os amigos que fiz durante a graduação, especialmente à Larissa Viera por todos os momentos de descontração que tivemos. Hoje vejo que você foi essencial nessa jornada e que sem você, toda a trajetória não faria sentido. Gostaria também de agradecer à minha orientadora, Cristina Medeiros, pelo tempo dedicado e esforço direcionado à colaboração no meu trabalho.

Por último, agradeço à Universidade Federal de Pernambuco, em especial ao corpo docente, por mostrarem que o nosso Estado é *arretado* no que faz, colocando-nos sempre em destaque dentro e fora do Brasil.

## RESUMO

Este trabalho investiga as quebras frequentes de pré-formas usadas pela "Empresa XYZ" na produção de garrafas de 900 ml de óleo de soja, o que causou perdas financeiras de aproximadamente R\$ 57.000 nos meses de março, abril e maio de 2024. Essas pré-formas, fornecidas pelos fornecedores A e B, são utilizadas sem a realização de testes prévios, apesar de a empresa ter à disposição cinco testes de Passa-Não-Passa. Diante disso, surge a necessidade de investigar as causas dessas quebras e propor soluções para mitigar o problema. O estudo começa com a análise do processo de liberação das pré-formas para a produção. Durante a investigação, a "Empresa XYZ" segregou dois lotes inteiros de pré-formas que não atendiam às especificações, o que resultou na formalização de reclamações junto ao fornecedor e posteriormente foi encontrado uma taxa de defeituosos de 46% e 70% nos lotes em questão. Foi identificado que o contrato com o fornecedor não especifica um Nível de Qualidade Aceitável (NQA), e os Certificados de Análise fornecidos contêm apenas informações básicas, como número do lote e peso médio, sem dados detalhados sobre a qualidade do material. Para estruturar a inspeção das pré-formas, foi realizada uma análise das normas técnicas NBR 5426, NBR 5427 e NBR 5429. A amostragem simples foi utilizada devido a um requerimento da norma NBR 5429 para inspeções do tipo mista. Foram coletadas 20 amostras, com 125 unidades por lote conforme as Normas. Dado que o fornecedor não fornece o NQA em seus relatórios de análise e a "Empresa XYZ" também não o definiu em contrato, foi necessário utilizar os valores médios dos itens dentro e fora dos limites de especificação durante as medições. Optou-se pelo nível especial de inspeção S4, uma vez que o material poderia se contaminar durante a realização do teste e precisaria ser descartado. Adicionalmente, o tempo se mostrou um fator limitante na realização do estudo, dado que a "Empresa XYZ" não possui equipamentos para agilizar o processo de medição. Este trabalho propõe uma revisão das práticas de inspeção e controle de qualidade das pré-formas na "Empresa XYZ", com o objetivo de reduzir as quebras e as perdas financeiras associadas, aumentando a eficiência do processo de produção e assegurando a qualidade do produto.

**Palavras-chave:** Controle de Qualidade, Nível de Qualidade Aceitável (NQA), Avaliação de Fornecedor, Perdas financeiras, Redução de Quebra de Material.

## ABSTRACT

This work investigates the frequent breakages of preforms used by "Company XYZ" in the production of 900 ml soybean oil bottles, which resulted in financial losses of approximately R\$ 57,000 in March, April, and May 2024. These preforms, supplied by suppliers A and B, are used without prior testing, despite the company having five Pass/Fail tests available. Therefore, there is a need to investigate the causes of these breakages and propose solutions to mitigate the problem. The study begins with an analysis of the process for releasing preforms for production. During the investigation, "Company XYZ" segregated two entire batches of preforms that did not meet specifications, resulting in formal complaints to the supplier and later finding defect rates of 46% and 70%. It was identified that the contract with the supplier does not specify an Acceptable Quality Level (AQL), and the Certificates of Analysis provided only contain basic information, such as batch number and average weight, without detailed data on the quality of the material. To structure the inspection of the preforms, an analysis of the technical standards NBR 5426, NBR 5427, and NBR 5429 was conducted. Simple sampling was used due to a requirement from standard NBR 5429 for mixed-type inspections. A total of 20 samples were collected, with 125 units per batch as per the standards. Since the supplier does not provide the AQL in their analysis reports and "Company XYZ" also did not define it in the contract, it was necessary to use average values for items within and outside specification limits during measurements. The special inspection level S4 was chosen, as the material could be contaminated during testing and would need to be discarded. Additionally, time proved to be a limiting factor in conducting the study, given that "Company XYZ" lacks equipment to expedite the measurement process. This work proposes a review of the inspection and quality control practices for preforms at "Company XYZ" with the goal of reducing breakages and associated financial losses, increasing production process efficiency, and ensuring product quality.

**Keywords:** Quality Control, Acceptable Quality Level (AQL), Supplier Evaluation, Financial Losses, Reduction of Material Breakage.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Passos para resolução de problemas do pilar de Controle da Qualidade do WCM .....	23
Figura 2- Fluxograma para Aceitação e Rejeição do lote .....	35
Figura 3- Separação do Material .....	37
Figura 4- Abertura da Caixa de um Lote .....	37

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Especificações Fornecedor Vs Empresa XYZ.....	30
Quadro 2- Comparativo entre o Nível II e S4 .....	33
Quadro 3- Análise por Atributos .....	39
Quadro 4- Resumo sobre a Quantidade de Lotes Aceitos e Rejeitados .....	43
Quadro 5- Quantidade de Inspeções Realizadas por Tipo.....	43
Quadro 6- Resumo sobre Valores Esperados para cada NQA .....	44
Quadro 7- Percentual de Defeituosos Encontrados em cada Lote.....	45

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1- Quebra de Insumos .....	27
Gráfico 2- Abertura de Reclamações por Mês .....	28
Gráfico 3- Origem das Reclamações Abertas .....	28

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Valores de referência para verificação de Aceitação ou Rejeição do Lote para nível de inspeção S4 .....	36
Tabela 2- Resultados da Inspeção Mista para NQA de 2,5% .....	40
Tabela 3- Resultados da Inspeção Mista para NQA de 4,0% .....	41
Tabela 4- Resultados da Inspeção Mista para NQA de 6,5% .....	42
Tabela 5- Resultados da Inspeção Mista para NQA de 10% .....	42

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
1.1	Objetivo Geral.....	14
1.2	Objetivos Específicos .....	14
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>15</b>
2.1	As 7 perdas da produção .....	15
2.2	Resolução de problemas de qualidade .....	16
<b>2.3</b>	<b>NORMAS BRASILEIRA: NBR 5426 E NBR 5429 .....</b>	<b>18</b>
2.3.1	<i>Aspectos Gerais .....</i>	<i>18</i>
2.3.2	<i>NBR 5426 (1985).....</i>	<i>19</i>
2.3.3	<i>NBR 5429 (1985).....</i>	<i>20</i>
2.3.3.1	<i>Planos de amostragem.....</i>	<i>21</i>
2.3.4	<i>Sistemas de Comutação .....</i>	<i>22</i>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>24</b>
<b>4</b>	<b>ESTUDO DE CASO .....</b>	<b>25</b>
4.1	Sobre a empresa .....	25
4.2	Descrição do problema.....	26
4.3	Descrição do processo .....	29
4.4	Processo de coleta de dados .....	31
4.4.1	<i>Definição do código literal, tamanho de amostra e nível de inspeção .....</i>	<i>31</i>
4.4.2	<i>Definição dos níveis de qualidade aceitável.....</i>	<i>34</i>
4.4.3	<i>Inspeção mista .....</i>	<i>35</i>
4.4.4	<i>Inspeção por variáveis.....</i>	<i>37</i>
4.4.5	<i>Inspeção por atributos.....</i>	<i>38</i>
4.5	Resultados obtidos .....	39
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>47</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>50</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A busca pela excelência na produção e controle de qualidade é uma preocupação constante nas indústrias modernas, refletindo diretamente na satisfação dos clientes e na eficiência operacional. A partir do momento que uma empresa encontra perdas em seu processo, a identificação e análise das perdas de produção, bem como a aplicação de ferramentas e metodologias para a resolução de problemas, são fundamentais para otimizar os processos e garantir a conformidade com os padrões estabelecidos através de indicadores.

As perdas na produção, como destacam Slack et al (2009), são inerentes a qualquer sistema produtivo e podem comprometer a competitividade das empresas. As diversas categorias de perdas, a relacionada à qualidade dos materiais, como a quebra de pré-formas, representam um desafio significativo para a indústria. Ohno (1997) destaca que a superprodução é a perda mais prejudicial, pois pode encobrir outras perdas e resultar em altos níveis de retrabalho e acúmulo de estoques. Além disso, Ghinatto (1996) e Oishi (1995) apontam que as esperas, sejam elas por colaboradores ou matéria-prima, reduzem a utilização plena da capacidade produtiva. O transporte desnecessário e as movimentações excessivas também contribuem para a ineficiência, enquanto o estoque inadequado e os defeitos comprometem a qualidade final dos produtos.

Para enfrentar esses desafios, metodologias como o *World Class Manufacturing* (WCM) e *Lean Manufacturing* oferecem uma abordagem estruturada para a resolução de problemas. Felice, Petrillo e Monfreda (2013) ressaltam que não existe uma ferramenta única que garanta a excelência, mas sim um conjunto de ferramentas, como a Análise de Causa Raiz e o Diagrama de Pareto, que, quando aplicadas corretamente, podem levar a melhorias significativas. Mann (2009) e Liker (2004) corroboram que a combinação dessas ferramentas, juntamente com o envolvimento e comprometimento da equipe, é crucial para alcançar a excelência operacional.

Neste cenário, as normas brasileiras NBR 5426 e NBR 5429, ambas de 1985, que abordam a inspeção de lotes por atributos e variáveis, respectivamente, desempenham um papel importante na garantia da qualidade. Essas normas fornecem diretrizes para a definição de planos de amostragem e critérios de aceitação, fundamentais para a tomada de decisões durante a inspeção. A NBR 5426 (1985) foca em características qualitativas e adota um critério binário de aceitação, enquanto

a NBR 5429 (1985) se baseia em medições quantitativas e na análise estatística das variáveis do processo.

A efetiva aplicação dessas normas e metodologias é exemplificada pela análise de um problema específico enfrentado pela "Empresa XYZ", que lida com altos índices de quebra de pré-forma durante a produção de óleo de cozinha. A investigação desse problema é importante para identificar a origem das falhas e implementar soluções eficazes, com o objetivo de reduzir perdas, melhorar a eficiência do processo produtivo e fornecer rastreabilidade da quantidade quebrada.

Este trabalho utiliza conceitos das Normas Brasileiras (NBR) 5426, 5427 e 5429 a fim de avaliar o processo do fornecedor A de pré-formas na "Empresa XYZ", através da análise de variáveis e atributo do insumo em questão.

### 1.1 Objetivo Geral

Como objetivo geral deste Trabalho de Conclusão de Curso, tem-se a avaliação do Fornecedor A através da aplicação de conceitos das Normas Brasileiras (NBR) 5429 e NBR 5426 para avaliação por atributo e variável.

### 1.2 Objetivos Específicos

Para os objetivos específicos deste trabalho, tem-se como meta:

- Identificar norma mais conveniente para avaliação do Fornecedor A;
- Definir o nível de Qualidade Aceitável para a "Empresa XYZ";
- Avaliar quantidade de defeituosos em 20 lotes diferentes.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 As 7 perdas da produção

Em um sistema produtivo é comum que haja perdas, especialmente no que diz respeito à matéria-prima. Nesse sentido, Slack et al (2009) definem que existem 7 principais perdas dentro de um processo produtivo, sendo elas: produção excessiva, tempo de espera, transporte, processo, estoque, movimentação e defeito.

**Produção Excessiva:** Ohno (1997) afirma que a perda causada pela superprodução é a mais danosa para a companhia, já que pode ocultar outros tipos de perda, como é o caso de movimentação excessiva e qualidade. Quando esta ocorre, gera grande quantidade de estoques de produtos acabados, altas taxas de retrabalho, entre outros. As causas são diversas e vão desde falhas na comunicação com o setor de venda até o tempo médio entre falhas elevadas.

**Espera:** Ghinatto (1996) afirma que existem duas perdas relacionadas à espera, resultado da espera por parte do colaborador e por parte de matéria-prima, respectivamente. Nota-se, portanto, que esse tipo de espera causa a redução na quantidade de produtos acabados disponíveis, já que a capacidade de produção não está sendo utilizada de acordo com sua totalidade.

**Transporte:** As perdas relacionadas a transporte estão relacionadas à movimentação de matéria que não agregam valor e são onerosos para a produção. Nesse sentido, as soluções para otimização e redução desses indicadores estão conectadas com o reajuste de layout, o qual fornece a possibilidade de fornecer um embasamento teórico com base no fluxo de pessoas e/ou pessoas através de ferramentas, como é o caso do Diagrama Espaguete. Para Oishi (1995), as consequências estão ligadas ao aumento no quadro de colaboradores.

**Processo:** O Mapeamento do Fluxo de Valor (VSM) fornece informações importantes para a compreensão das perdas dentro do processo produtivo, isto é, a análise das atividades que são essenciais para a entrega do produto acabado, conforme mencionado por Rother e Shook (1999). Segundo Oliveira (2016) algumas razões estão relacionadas com a ausência de padronização, processo desajustado ou ainda falta de treinamento com os operadores.

**Estoque:** O estoque tem se mostrado uma das principais buscas pela redução, conforme mencionado pelo site Terra (2023). Em um mundo ideal, a aplicação do *Just-*

*in-Time* é importante para as indústrias, já que fornece estoques quase próximos de 0. Infelizmente, em solo brasileiro, a confiabilidade das empresas transportadoras não permite a adoção total da metodologia, já que o fluxo de mercadoria está focado em rodovias segundo o Estadão (2022).

**Movimentação:** As perdas por movimentação estão relacionadas com o processo produtivo como tal. Neste ponto é necessário encontrar uma coerência entre as estações de trabalho, de forma que a movimentação do material de uma estação para outra seja mínima (Barbosa, 2015)

**Defeito:** O defeito é uma das perdas que as indústrias mais estão focadas, dado que é a percepção do cliente sobre a marca e/ou a empresa que estão em risco. Segundo Oliveira (2016), esse tipo de perda pode causar espera, movimentação desnecessária e necessidade de estoque alto. A espera prolongada pode resultar em atrasos na entrega, insatisfação do cliente e potenciais prejuízos financeiros. Além disso, a movimentação desnecessária de produtos defeituosos pode aumentar os custos operacionais, contribuindo para a geração de desperdícios, tal como menciona Liker (2004).

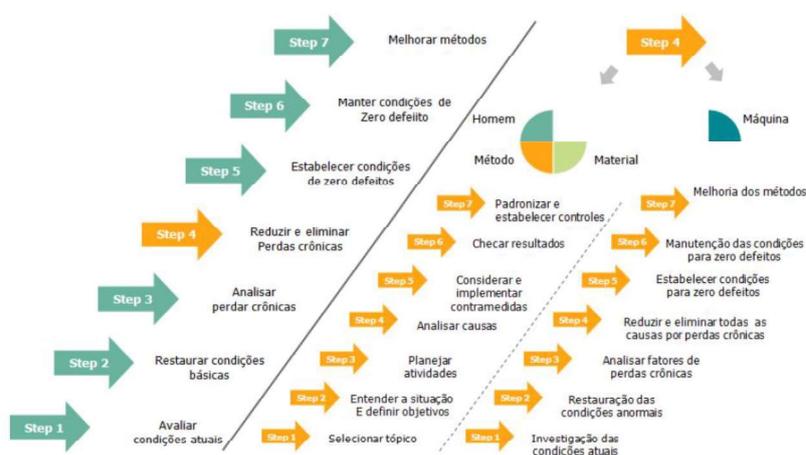
Sabe-se que as metodologias do *World Class Manufacturing* (WCM) e *Lean Manufacturing* buscam a otimização dos processos produtivos e a excelência operacional, conforme citado por Schonberger (1996) e Ohno (1997). Para alcançar resultados positivos, faz-se necessário compreender as causas das perdas através da implementação de práticas do WCM e outras metodologias que possuam este foco. Por fim, em consonância com o pensamento do WCM e do Lean, o trabalho busca mapear as perdas de pré-formas e identificar a origem dessas perdas dentro do processo produtivo, com o objetivo de implementar melhorias contínuas, através do controle estatístico da qualidade. Ao compreender as causas dessas perdas e suas implicações operacionais e financeiras, a empresa poderá adotar práticas mais eficientes, garantir maior qualidade no produto final, melhorar a competitividade no mercado e reduzir a quantidade da quebra de insumos no estoque da empresa analisada.

## 2.2 Resolução de problemas de qualidade

A eficaz resolução de problemas de qualidade é uma atividade que demanda estratégia e planejamento prévio, bem como a utilização de ferramentas adequadas.

Prado Filho e Ribeiro (2013) mencionam a utilização de ao menos 4 ferramentas para a implementação do pilar da qualidade, respeitando o objetivo de zero defeitos definido nas principais estratégia que envolvem zero defeitos, como *Lean Manufacturing* e *Wold Class Manufacturing*, nos quais constam a aplicação da *QA Matrix*, FMEA (Análise de Modos de Falha e seus Efeitos), 4M's e Gráficos de Controle. Nesse mesmo contexto, Queiroz (2016) exhibe a aplicação do PDCA (Planejar, Fazer, Checar, Agir) voltado ao pilar de controle da qualidade, conforme mostrado na figura 1.

Figura 1- Passos para resolução de problemas do pilar de Controle da Qualidade do WCM



Fonte - Queiroz (2016)

O processo de resolução de problemas inicia-se com a avaliação da situação atual, reconhecendo a possibilidade de alterações que impactam a qualidade do produto. Em seguida, a restauração das configurações para os parâmetros originais é uma ação fundamental. Caso o problema não seja resolvido, deve-se coletar e analisar informações sobre as perdas crônicas. Essa é similar a ao “Planejar” do ciclo PDCA. (Queiroz, 2016)

O passo 4, por sua vez, conta com 7 passos internos, demandando a análise dos 4M's (material, método, máquina e homem), a qual depende da causa encontrada. (Queiroz, 2016).

Segundo Queiroz (2016), os passos 5 e 6 são voltados para verificação das ações tomadas, bem a manutenção do controle realizado, a qual seria equivalente à fase “Checar” do ciclo PDCA.

Por fim, em consonância com o pensamento de melhoria contínua do *World Class Manufacturing*, é necessário propor novos métodos para aprimorar a qualidade (Queiroz, 2016).

Por fim, Schonberger (1996) e Linker (2004) comentam sobre a importância do envolvimento e comprometimento da equipe para a melhoria contínua, dado existe certa resistência por parte dos colaboradores, mas deve-se garantir o envolvimento dos colaboradores, de forma que utilizem e entendam a metodologia de forma correta.

## 2.3 NORMAS BRASILEIRA: NBR 5426 E NBR 5429

### 2.3.1 Aspectos Gerais

A garantia da qualidade em processos industriais é fundamental para assegurar que os produtos atendam às especificações técnicas e expectativas dos consumidores. No contexto da inspeção de lotes, duas normas amplamente utilizadas são a NBR 5426 (1985) e a NBR 5429 (1985), que tratam de planos de amostragem baseados em inspeção por atributos e variáveis, respectivamente. Ambas as normas levam em consideração o Nível de Qualidade Aceitável (NQA), o qual é o percentual máximo de defeitos toleráveis para que um lote seja aceito, garantindo que a qualidade do produto atenda às expectativas e especificações; o Plano de Amostragem, que é a estrutura que define o tamanho da amostra e os critérios para aceitação ou rejeição de um lote, sendo essencial para a tomada de decisões durante a inspeção; a Curva Característica de Operação (CCO), que representa a probabilidade de aceitação de um lote em função da qualidade real do lote, fornecendo uma visão estatística da eficácia do plano de amostragem. Ainda, o Nível de Inspeção pode variar entre normal, severo e atenuado, dependendo do histórico de conformidade do processo ou fornecedor, ajustando o rigor da inspeção conforme necessidade.

Segundo ambas as normas, um lote é definido como uma quantidade específica de produtos ou unidades que são produzidos em condições homogêneas e que se destinam a serem inspecionados como um grupo. A homogeneidade do lote é um pressuposto importante para a validade das técnicas de amostragem e a eficácia do controle de qualidade.

Os planos de amostragem para a NBR 5426 (1985) podem ser simples, duplos, ou múltiplos, enquanto a NBR 5429 (1985) permite inspeção simples. São escolhidos com base na complexidade do processo e no nível de controle desejado.

O plano de amostragem simples envolve a inspeção de uma única amostra, enquanto os planos múltiplos podem requerer várias etapas de inspeção, dependendo dos resultados obtidos nas amostras iniciais.

O tamanho da amostra é determinado pelo tamanho do lote e pelo Nível de Qualidade Aceitável (NQA) selecionado. Amostras maiores oferecem maior precisão na estimativa da qualidade do lote, mas também aumentam os custos e o tempo de inspeção.

Defeitos e não conformidades podem ser encontrados durante a inspeção e são geralmente classificados em três categorias principais (NBR 5426, 1985): defeitos críticos, que podem causar falhas no produto ou representar um risco à segurança do usuário e resultam na rejeição automática do lote; defeitos principais, que não afetam diretamente a segurança, mas comprometem a funcionalidade ou a estética do produto e têm uma tolerância limitada nos planos de inspeção; e defeitos secundários, que têm impacto mínimo na funcionalidade e na aparência do produto e possuem uma tolerância mais alta dentro do lote para manter a qualidade consistente.

As Normas NBR 5427 e NBR 5430 são normas auxiliares para entendimento contendo explicações e exemplos de aplicação das Normas NBR 5426 e NBR 5429 respectivamente.

### *2.3.2 NBR 5426 (1985)*

A NBR 5426 (1985) é uma norma brasileira que estabelece procedimentos para a inspeção de lotes por atributos, que são características qualitativas de um produto. A abordagem de inspeção por atributos é amplamente utilizada em diversos setores industriais para garantir que os produtos atendam aos padrões de qualidade especificados

Na inspeção por atributos (NBR 5426, 1985; NBR 5427, 1985), os produtos são classificados em duas categorias principais: conformes e não conformes, com base em características específicas que podem ser observadas e avaliadas. Ao contrário da inspeção por variáveis, que mede características em uma escala contínua (como

dimensões ou resistência), a inspeção por atributos não se preocupa com a magnitude do defeito, mas sim com a presença ou ausência de defeitos.

As empresas, no geral, contam com um dispositivo chamado Passa/Não Passa (PNP), em que o critério de aceitação é geralmente binário: um lote passa ou não passa. Isso significa que um lote é aceito ou rejeitado com base em um número predeterminado de defeitos encontrados durante a inspeção. Os principais critérios utilizados para definir sobre a aprovação de um lote são o Número de Aceitação (Ac), o qual é o número máximo de unidades defeituosas que um lote pode ter e ainda assim ser aceito, Número de Rejeição (Re), o qual representa o número mínimo de unidades defeituosas que, se encontrados na amostra, levam à rejeição do lote. Para uma inspeção simples, há apenas um único valor de Ac e Re, enquanto para amostragens duplas ou múltiplas há um número de Ac e Re para cada amostra equivalente ao número de amostras inspecionadas.

### 2.3.3 NBR 5429 (1985)

A NBR 5429 (1985) é uma norma brasileira que estabelece procedimentos para a inspeção de lotes com base em variáveis, ou seja, características quantitativas do produto que podem ser medidas em uma escala contínua, como dimensões, peso ou resistência. Esta abordagem é utilizada para avaliar a conformidade de um lote com base em medições precisas, proporcionando uma análise mais detalhada da qualidade do produto em comparação com a inspeção por atributos.

Na inspeção por variáveis, as características do produto são medidas e comparadas com limites especificados (NBR 5429, 1985; NBR 5430, 1985). Em vez de classificar os produtos como conformes ou não conformes com base em atributos qualitativos, a inspeção por variáveis avalia a conformidade com base em quão bem as medições atendem aos critérios estabelecidos.

O critério de aceitação na inspeção por variáveis é baseado em limites de especificação e na análise estatística das medições. Um lote é considerado aceito ou rejeitado com base nas seguintes condições (NBR 5429, 1985; NBR 5430, 1985):

1. **Limites de Especificação:** Os produtos são medidos e os resultados são comparados com os limites de especificação superior e inferior definidos para a característica em questão. Se a maioria das medições estiver dentro dos limites especificados, o lote é aceito; caso contrário, pode ser rejeitado.

2. **Média e Desvio Padrão:** A conformidade é avaliada com base na média amostral e no desvio padrão das medições. A média deve estar dentro dos limites de especificação, e o desvio padrão deve indicar que a variabilidade do processo é aceitável.

Na inspeção por variáveis, a classificação dos defeitos é realizada com base em dois principais critérios. O primeiro é a característica fora dos limites, onde medições que estão fora dos limites de especificação superior ou inferior são consideradas não conformidades. Esse critério indica que o produto não atende aos requisitos estabelecidos e, portanto, não está em conformidade com os padrões de qualidade. O segundo critério é a variabilidade excessiva, que se refere a processos com alto desvio padrão.

Na NBR 5429 (1985), o Índice de Qualidade (IQ) é uma métrica usada para avaliar a conformidade de lotes de produtos com base em inspeções por variáveis. Este índice é usado para buscar nas tabelas disponíveis na norma NBR 5429, os valores de referência para decidir sobre a aceitação ou não do lote. O índice de qualidade superior ( $Q_s$ ) é obtido pela relação entre a diferença do LSE (limite superior de especificação e a média amostras pela medida de dispersão (D)). Por outro lado, O índice de qualidade inferior ( $Q_i$ ) é obtido pela relação entre a diferença do LIE (limite inferior de especificação e a média amostras pela medida de dispersão (D)).

Por sua vez, a medida de dispersão pode ser obtida considerando a variabilidade conhecida e desconhecida, sendo que para este último caso, pode-se considerar como D uma aproximação do desvio padrão com base na média das amplitudes ou na média dos desvios padrões obtidos na amostra.

O IQ na NBR 5429 (1985) é fundamental para determinar a aceitação ou rejeição de um lote com base em dados amostrais por variáveis.

### 2.3.3.1 *Planos de amostragem*

Devido ao fato de possuir dois limites de especificação, os planos de amostragem podem se basear, segundo a NBR 5429 (1985) a partir de:

- **Limites de especificação unilateral:** apenas um único limite, superior ou inferior, é especificado. Desta forma, o critério para aceitação ou rejeição do lote se baseia na porcentagem de defeituosa estimada no lote, sendo esta  $p_s$ , para especificação superior e  $p_i$  para especificação inferior. Os valores de  $p_s$  e

$p_i$  são fornecidos pelas tabelas de consulta da norma NBR correspondente e devem ser menores ou iguais à porcentagem defeituosa máxima admissível (M tabelado) ou se  $Q_s$  ou  $Q_i$  forem negativos

- **Limite de especificação bilateral:** pode-se considerar, segundo a NBR 5429 que sejam especificados NQA diferentes para os limites de especificação, bem como podem ser considerados iguais para ambos. No primeiro caso, para aceitação do lote,  $p_s \leq M_s$  e  $p_i \leq M_i$  e a relação  $p = p_s + p_i$  deve ser menor do que o máximo valor entre  $M_s$  e  $M_i$ . Será rejeitado se não atender a estes critérios ou ainda se um dos limites de qualidade for negativo. Para o segundo caso, considerando um único NQA,  $p_s \leq M$  e  $p_i \leq M$  e nenhum dos limites de qualidade deve ser negativo.

#### 2.3.4 Sistemas de Comutação

A norma NBR 5429 (1985) estabelece que a inspeção deve começar com o tipo de inspeção normal. Conforme os lotes foram sendo analisados, também foi monitorado o processo de comutação, uma vez que o material de referência (NBR 5429, 1985; NBR 5426), determinam que:

- a inspeção normal deve passar para severa se, entre cinco lotes consecutivos, dois forem rejeitados;
- A inspeção severa pode retornar a normal se cinco lotes consecutivos forem aprovados;
- A inspeção atenuada pode substituir a normal se os dez lotes anteriores tiverem sido aprovados sem rejeição, a porcentagem defeituosa estiver dentro dos limites especificados nas tabelas, a produção estiver regular e a atenuação for aprovada pelo responsável;
- Se, durante a inspeção atenuada, um lote for rejeitado, exceder os limites das Tabelas, a produção se tornar irregular ou surgirem condições adversas, deve-se retornar à inspeção normal;
- Caso dez lotes permaneçam em inspeção severa, recomenda-se interromper a inspeção até que a qualidade do produto seja aprimorada.

A comutação serve para que fornecedores os processos com uma sequência positiva de lotes aceitos tenham seus custos de inspeção reduzidos por meio da atenuada, reduzindo o tamanho da amostra e, por outro lado, fornecedores ou processos que

tenham uma sequência de lotes rejeitados sejam tratados com mais rigor, aumentando o percentual mínimo de aceitação para aprovação do lote.

### 3 METODOLOGIA

A metodologia deste estudo segue os princípios de Eisenhardt (1989), o qual adota uma abordagem indutiva e iterativa. A pesquisa iniciou-se com a coleta de dados ricos e detalhados, sem a imposição de teorias pré-existentes. Essa abordagem permitiu a construção de uma teoria fundamentada nos dados empíricos e contextualizada ao estudo em questão. Este enfoque permite uma abordagem mais aberta à descoberta de soluções para problemas específicos, como desvios nos indicadores

Seguindo a perspectiva de Robert (2014), optou-se por um estudo de caso, caracterizado como uma investigação empírica que busca compreender um fenômeno em seu contexto real, sem limites estritamente definidos entre o fenômeno e o contexto. Essa escolha se alinha à natureza exploratória da pesquisa, focando nas causas por trás das alterações nos *Key Performance Indicators* (KPIs) voltados para a quantidade de quebra de material primário utilizado na empresa em questão.

Para a consolidação do estudo, as Normas Brasileiras NBR 5426 (1985) e NBR 5429 (1985) foram aplicadas com os objetivos de investigar a qualidade do material enviado pelo fornecedor A, na qual será utilizada para verificar se a quantidade de quebras de embalagem está relacionada com o processo ou com a qualidade do material enviado pelo fornecedor, bem como propor intervenções para diminuição do KPI.

Por fim, dados provenientes do Sistema de Execução de Manufatura (MES) foram coletados para garantir as métricas de comparação, bem como foram retiradas amostras de 20 lotes, com 125 unidades cada, para verificação. A quantidade de lotes foi proveniente do número de diferentes lotes obtidos do fornecedor A durante o período do estudo e o tamanho das amostras se deu conforme as Normas ABNT utilizadas. Adicionalmente, utilizou-se de entrevistas e formulários para o registro de informações sobre a performance da linha de produção, respeitando o sigilo dos dados disponibilizado pela empresa participante da pesquisa.

## 4 ESTUDO DE CASO

### 4.1 Sobre a empresa

Com o intuito de preservar a identidade da empresa, denominada "Empresa XYZ" neste contexto, este relato fornece uma visão panorâmica de sua evolução ao longo dos anos.

A trajetória da "Empresa XYZ" teve início em 1865, quando um empreendedor dos Estados Unidos adquiriu um armazém de grãos. Aproveitando-se da expansão da linha férrea, transferiu suas operações para o Estado de Minnesota em 1870. Uma década depois, a empresa ampliou suas atividades para incluir commodities como carvão, farinha, lenha e ração.

Em 1930, a companhia deu início à sua expansão global, estabelecendo escritórios no Canadá, Holanda e Argentina. Em um período de apenas 23 anos, a marca adquiriu uma empresa nos Estados Unidos com o objetivo estratégico de entrar no mercado asiático.

No Brasil, a "Empresa XYZ" começou suas operações em 1965, concentrando-se inicialmente na produção de óleo de soja. Em 1988, a empresa diversificou ainda mais seu portfólio, incorporando produtos químicos, cacau, café, algodão, ovos, serviços financeiros, malte, petróleo, borracha, entre outros.

Em 1999, a "Empresa XYZ" testemunhou a subdivisão do conglomerado em 102 unidades de negócios, com um foco claro em consumidor, inovação e desempenho.

Atualmente, a "Empresa XYZ" tem uma presença consolidada em 70 países, contando com aproximadamente 155.000 colaboradores em todo o mundo, sendo 11.000 deles no Brasil. No território nacional, a empresa está presente em 17 estados e no Distrito Federal, por meio de unidades industriais, armazéns, terminais portuários e escritórios distribuídos em 147 municípios. Suas unidades de negócios abrangem nutrição animal, atomatados, diversos tipos de óleo de cozinha e commodities de grãos.

Conforme relatórios da UOL Notícias (2023), a empresa, de natureza familiar e capital fechado, registrou uma receita de US\$ 177 bilhões no ano fiscal de 2022, apresentando um crescimento notável de 22% na receita operacional líquida no Brasil, conforme divulgado pela CNN (2022).

Por fim, é possível notar que a "Empresa XYZ" é vista como uma importante companhia em solo nacional, dado que contribui fortemente para o mundo agro,

principal fonte exportadora do Brasil. Ainda, por ser uma multinacional, utiliza conceitos e tecnologias atualizadas para garantir a eficiência e qualidade dos processos e produtos.

#### 4.2 Descrição do problema

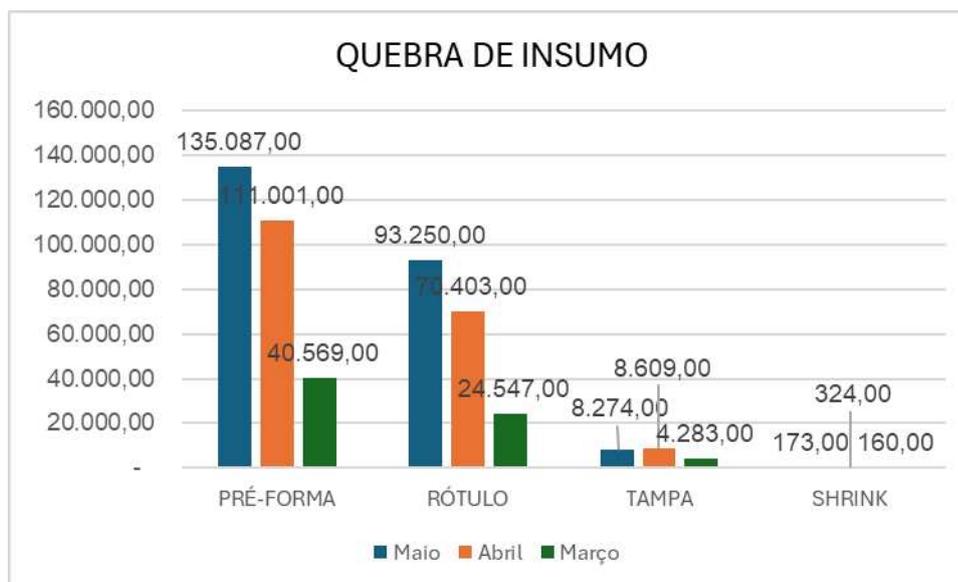
A “Empresa XYZ” produz em 4 de suas plantas nacionais óleo de cozinha proveniente da soja. Para a disponibilização do produto ao cliente final, a companhia necessita preencher 900 ml dentro de suas garrafas, as quais são sopradas nas próprias plantas a partir da pré-forma enviada pelo fornecedor A e B, sendo o primeiro o principal *supplier* do insumo da unidade em questão. O fornecedor A oferece um preço mais competitivo, mas está localizado a 2.919 km da unidade. Já o fornecedor B, com um preço menos atraente, está a 1.446 km de distância.

Segundo os dados analisados diariamente nos Diálogos de Performance da unidade, as quantidades de quebra de pré-forma representam usualmente a maior quantidade dentre os outros insumos. Durante o processo de sopragem, o material é considerado sensível, já que qualquer característica desconforme, como gramatura, gargalo com *finish* - local onde vai a tampa - mais alto e dimensão do anel, pode causar um enrosco do insumo ao passar pelo trilho ou até mesmo formar furos em alguma parte da garrafa, inutilizando-a.

Em conversa com a equipe de operação, curiosamente o material fornecido pelo fabricante B, não possui alto índice de quebra quando é inserido no processo, o que é considerado estranho pelos colaboradores, já que suas especificações devem ser semelhantes, pois testes de maquinabilidade foram realizados antes da disponibilização do insumo em linha durante a fase de testes. Atualmente, a “Empresa XYZ” não compra do fornecedor B com recorrência, uma vez que apresenta um custo unitário maior. Por essa razão, a quantidade disponível em estoque do *supplier* secundário é zero, segundo conversas com a Assistente Administrativo responsável pela área de embalagens.

A unidade da “Empresa XYZ” trabalha 7 dias por semana, 24 horas por dia, produzindo cerca de 660.000 garrafas de óleo por dia, aproximadamente 19.800.000 no mês. A partir dos dados disponibilizados pela empresa, foi elaborado o Gráfico 1, que mostra a quantidade de quebras de embalagens.

Gráfico 1- Quebra de Insumos

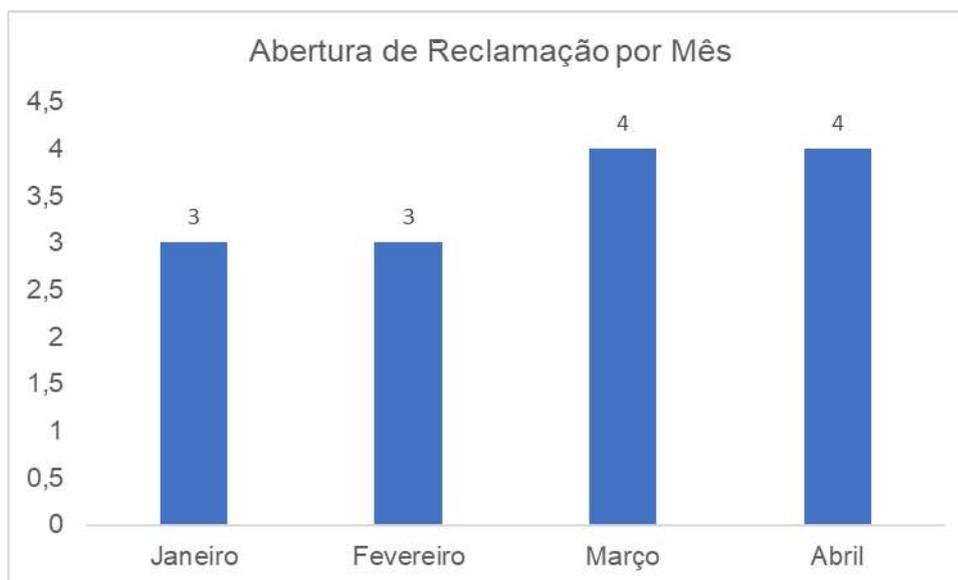


Fonte - Elaboração Própria a partir de dados da “Empresa XYZ”

Nota-se a partir do gráfico 1 que a pré-forma é o insumo que mais foi descartado durante os meses de maio, abril e março de 2024, seguido por rótulo. Em termos financeiros, a empresa perdeu aproximadamente R\$ 57.000 nas quebras de pré-forma nos meses em questão.

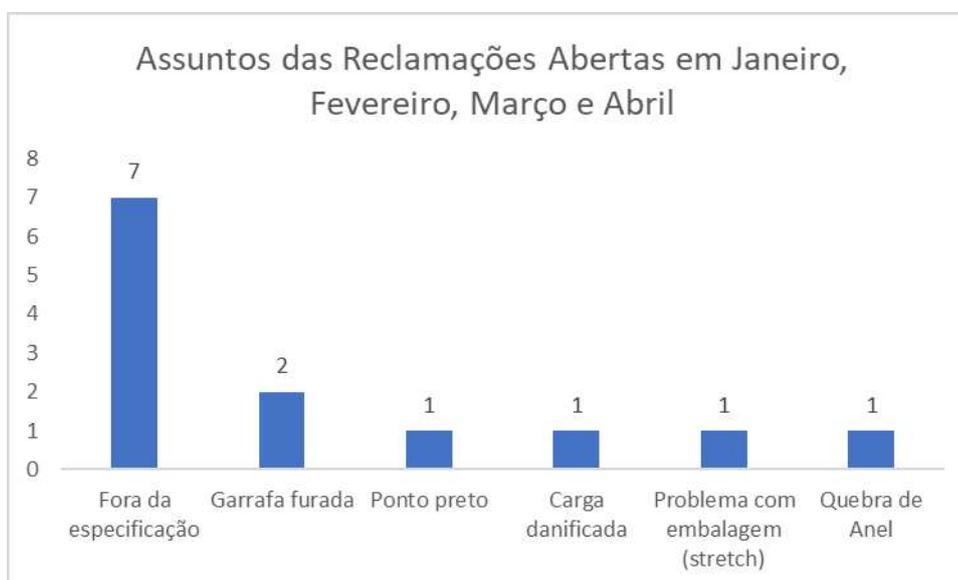
Quando a máquina apresenta algum tipo de falha recorrente com o produto inserido ou na recepção do caminhão, são disparadas reclamações, na expectativa que o fornecedor justifique o que causou tal irregularidade. Um ponto relevante de se ressaltar é que a empresa, atualmente, não realiza nenhum tipo de teste antes de liberar as pré-formas para consumo na linha de produção, ainda que estejam disponíveis 5 testes de Passa Não-passa, pois, devido a rotina, a testagem acabou caindo no esquecimento. Nos meses de janeiro, fevereiro, março e abril, a quantidade de queixas abertas está representada no gráfico 2.

Gráfico 2- Abertura de Reclamações por Mês



Fonte - Elaboração Própria

Gráfico 3- Origem das Reclamações Abertas



Fonte - Elaboração Própria

Nota-se a partir dos gráficos 2 e 3 que mês com maior número de Reclamação por não conformidade foram março e abril. Quanto se trata de causa da abertura de reclamação, insumos fora da especificação apresenta a maior quantidade, a qual, em geral está relacionada com o envio de insumos com gramatura diferente, com frequência de 7 vezes, não existindo, necessariamente, correlação com a quantidade

mensal.

Apesar que o número de reclamações possa parecer pequeno, diz respeito a um único fornecedor e corresponde a lotes de tamanho que podem chegar a mais de 1 milhão de unidades em sua totalidade, os quais poderiam ter sido rejeitados caso houvesse inspeção prévia dos insumos. Então, faz-se necessário uma investigação para buscar as causas relacionadas com a alta quantidade de quebra de pré-forma. Com base nos dados informados, existe a suspeita de que os problemas estão relacionados com o fornecedor A, já que as falhas são notadas na etapa primária do processo e seu insumo abastece a unidade de maneira recorrente.

#### 4.3 Descrição do processo

A unidade recebe 52 caixas de pré-formas em uma carga, sendo várias recebidas durante um mês. Cada embalagem está armazenada em paletes individuais, com capacidade aproximada de 22.500 unidades, totalizando 1.170.000 unidades a cada recebimento. A “Empresa XYZ” considera a numeração do lote aquela que está na etiqueta das caixas. Em comum acordo, cada entrega pode conter até 3 lotes diferentes, sendo mais comum um valor único. Para o processo de descarregamento, o operador de empilhadeira verifica a documentação do lote, realiza uma inspeção de conformidade no caminhão — assegurando a ausência de animais, odores ou sujeiras — e, não sendo constatada nenhuma irregularidade, o caminhão é liberado para a descarga.

Durante a descarga, as caixas são alocadas em ruas específicas e identificadas como “liberadas” ou “não liberadas”, de acordo com o sistema FIFO (*First In, First Out*). Após a descarga, o motorista assina a documentação e é liberado. No entanto, durante o recebimento, não é realizada uma conferência detalhada das especificações do insumo, tão pouco do Certificado de Análise, uma vez que a unidade não possui um laboratório de qualidade exclusivo para esse setor, sendo este compartilhado com toda a planta.

Conforme o material em estoque vai sendo consumido, o operador libera novas ruas para produção. Ao liberar o material, outro operador o coleta e o coloca na tremonha, local similar a uma caçamba na qual o material é depositado, para uso na produção.

A "Empresa XYZ" possui uma política que exige que, de cada caixa antes de serem utilizadas na linha de produção, sejam retiradas 5 unidades para o teste de passa-não-passa (PNP), que inclui 5 testes diferentes, os quais contemplam a dimensão do anel, bocal e altura do finish. Se qualquer uma das amostras for reprovada, o lote deve ser segregado e o encarregado do turno informado. Contudo, em entrevistas com a equipe, foi constatado que esse teste não tem sido realizado regularmente e nem todos os colaboradores têm conhecimento da necessidade de realização, em especial os mais novos. Ao comparar as especificações do fornecedor com as da "Empresa XYZ", tem-se os valores admitidos pela "Empresa XYZ" apresentam uma margem maior quando comparado com a especificação entregue pelo fornecedor, conforme quadro 1. Em conversa com o time responsável, notou-se que os valores de referência para a especificação do insumo raramente são observados.

Quadro 1 - Especificações Fornecedor Vs Empresa XYZ

	Fornecedor	Empresa XYZ
Peso Máximo	15,2	15,3
Peso Mínimo	14,8	14,7

Fonte - Documentos Internos da Empresa

Durante o período de acompanhamento, foi necessário esvaziar a caçamba de pré-formas devido a material fora das especificações, pois mesmo sem a realização dos testes, o maquinário não consegue performar com o insumo fora de padrão. O fornecedor foi contatado e uma reclamação formalizada. Os operadores removeram todo o material e segregaram o lote até receber uma resposta do fornecedor, que enviou um técnico para verificar a situação.

Em conversa com a equipe nacional responsável por embalagens, foi informado que o contrato com o fornecedor não possui um Nível de Qualidade Aceitável (NQA) definido. Não foi encontrado nenhum valor semelhante no Certificado de Análise, que apenas contém informações gerais, tais como número do lote, peso médio e algumas especificações dimensionais do material.

#### 4.4 Processo de coleta de dados

O processo de coleta de dados teve início a partir do estudo das normas NBR5426 (1985) e NBR5429 (1985). O primeiro passo foi compreender o conteúdo e as orientações de cada norma, para em seguida, definir os códigos literais, níveis de qualidade aceitável (NQA) e plano de inspeção. Tal orientação está especificada no item 4.7 das normas NBR5426 (1985) e NBR5429 (1985). Os dois padrões são essenciais para a inspeção por amostragem, pois as pré-formas devem atender a requisitos de conformidade relacionados tanto às características físicas, como o peso, analisadas por meio de uma inspeção por variáveis descritas na NBR 5429, quanto aos testes PNP, que são avaliados pela inspeção por amostragem de atributos, conforme a NBR 5426.

A pedido da "Empresa XYZ" o fabricante envia, no máximo, três lotes diferentes na mesma carga, sendo na maioria das vezes com numeração única. Considerou-se, então, que o lote está definido pela quantidade total do lote, que é dada pela multiplicação da quantidade de paletes pelo número de unidades por caixa. Nesse caso, a fórmula seria 52 paletes multiplicado por 22.500 unidades, totalizando exatamente 1.170.000 unidades recebidas em uma única carga.

De posse dessas informações, foram calculados o Código Literal, tamanho da amostra e o nível de inspeção.

##### 4.4.1 Definição do código literal, tamanho de amostra e nível de inspeção

As normas NBR 5426 (1985) e NBR 5429 possuem como passo inicial a determinação da codificação de amostragem através da tabela 01. Para definir o código literal em que o trabalho foi realizado, foi necessário determinar a quantidade do lote. A partir das informações providas na seção anterior, a quantidade máxima encontrada em um único lote foi de 1.170.000 unidades.

Ao localizar na coluna "Tamanho do Lote", nota-se que a quantidade atende a condição "Acima de 500001". O item 4.7.1 (NBR 5426, 1985) afirma que deve ser adotada a inspeção em nível II, exceto em caso com contra-indicação. Logo, segundo a documento base, o código literal seria Q. Sabendo que o peso é uma variável também importante para o processo e não deve ser desconsiderada, adotou-se uma inspeção mista – a qual une o peso com os testes PNP- uma vez que a NBR 5429

(1985) contempla em seu subtópico 5.6.1 b, esse tipo de inspeção, já que que o PNP é relevante e o peso entregue é um fato de monitoramento. A mesma seção, no tópico 5.6.3, alínea b, afirma que para a inspeção mista, o plano de amostragem deve ser simples. Portanto os outros planos, ainda que pudessem ser mais baratos, foram desconsiderados da análise em questão. Ainda, o item 5.2.1 (NBR 5426, 1985) afirma que quando um procedimento de inspeção é iniciado, deve ser utilizado o regime normal, salvo determinação em contrário. Portanto, plano de amostragem utilizada foi do tipo simples e método de inspeção misto, que contempla a análise de variáveis contínuas e variáveis.

Por se tratar de um processo de inspeção misto, foram consultadas as tabelas 2 de ambas as normas. Após um comparativo, esperava-se que os valores encontrados seriam divergentes para o tamanho da amostra, o que de fato aconteceu. Enquanto a NBR 5429 (1985) apresenta um valor de 250 unidades a serem retiradas por lote, a NBR 5426 (1985) fornece a informação de 1250, sendo o maior valor considerado para a separação do material destinado ao estudo.

Após isso, como a norma não menciona a quantidade ideal de lotes que devem ser recolhidos, decidiu-se pela coleta de 20 amostras. Contudo, quando o comparativo financeiro foi realizado, não houve viabilidade, uma vez que ao considerar 20 amostras, com 1250 unidades, a um custo estimado de R\$0,20 por unidade, o gasto estimado seria de R\$5.000 para a realização do estudo. Além do ponto mencionado, também foi levado em consideração o fator humano, uma vez que a medição de 25.000 unidades demoraria um tempo elevado para finalizar, tempo este que a empresa não estaria disposta a realizar.

Dadas as dificuldades mencionadas acima, o item 4.2.7 da norma NBR 5427 (1985), menciona alguns critérios para a utilização dos níveis especiais de inspeção, uma vez que oferecem um tamanho de amostra menor. Os níveis de inspeção especiais S-1, S-2, S-3 e S-4 são indicados quando é necessário trabalhar com amostras pequenas, como em testes destrutivos ou em situações que aceitem maiores riscos de amostragem. Esses níveis são adequados para processos repetitivos, especialmente quando o fornecedor já é conhecido pela boa qualidade dos produtos. Segundo o mesmo item, para a escolha do nível de inspeção é fundamental considerar diversos aspectos, o risco do fornecedor, o entendimento do processo de produção e sua capacidade, além do histórico de qualidade. Outros fatores incluem a complexidade do item, o custo e a relevância dos testes, principalmente quando são caros,

demorados ou destrutivos, a importância das características de qualidade analisadas e a gravidade das falhas em caso de não conformidade, bem como o risco ao consumidor.

Sabendo que a garantia de limpeza do material é importante para a entrega do produto, após a realização dos testes, as amostras precisam ser descartadas, uma vez que não houve como garantir a não-contaminação do material, similar ao ensaio destrutivo, ainda que não seja considerado como um. Adicionalmente, a gravidade das falhas é um fator crucial para a utilização do insumo na máquina, uma vez que produtos fora da especificação não são capazes de serem utilizados para entrar no processo de sopragem. O tempo necessário para medição e o custo investido no estudo também foram relevantes para a análise. Portanto, através das letras “f” e “g” do item 4.1.7 da NBR5427 (1985), decidiu-se por utilizar os níveis de inspeções especiais, neste caso S4, uma vez que apresenta um valor maior na quantidade de material utilizado, o que traz mais robustez à análise.

O quadro 2 apresenta um comparativo entre os valores no Nível II e S4 para Inspeção Simples e Normal da NBR 5426 (1985).

Quadro 2- Comparativo entre o Nível II e S4

<b>Nível de Inspeção</b>	<b>II</b>	<b>S4</b>	<b>Redução</b>	<b>%</b>
<b>Tamanho da Amostra</b>	1.250	125	1.125	90,00
<b>Unidades Inspeccionadas</b>	25.000	2.500	22.500	
<b>Custo</b>	R\$ 5.000,00	R\$ 500,00	R\$ 4.500,00	
<b>Código Literal</b>	Q	K	-	-

Fonte - Elaboração Própria

A decisão tomada sobre a utilização do nível S4 apresentou uma redução de 90% em aspectos de quantidade e custo. Ainda, decidiu-se por manter a quantidade de lotes amostrados, 20. Com a mudança, o código literal passou de Q para K.

#### *4.4.2 Definição dos níveis de qualidade aceitável*

A definição do Nível de Qualidade Aceitável (NQA), ou segundo a NBR 5426 (1985), seção 3.7, máximo percentual de defeitos, indica para o fornecedor que o seu cliente aceita que a porcentagem de defeitos máximas encontradas não seja maior que o valor definido, em geral, no contrato assinado pelas partes. Esses parâmetros variam de acordo com o código literal e nível de inspeção.

Foi calculada a média do percentual de itens que ultrapassaram os LIE e LSE determinados pelo fornecedor em todos os lotes, com 125 unidades cada, obtendo-se um valor médio de 0,116, com um máximo de 0,92 e um mínimo de 0,0, sendo definido o valor máximo para o Nível de Qualidade Aceitável de 10%, conforme a Norma NBR 5429. De posse destas informações, ressalta-se que um dos lotes apresentou 92% de itens da amostra fora das especificações de peso, mostrando que existem variações no processo do fornecedor A, as quais corroboram para a rejeição de alguns lotes em específico. Além disso, o valor médio obtido de percentual fora das especificações (11,6%) é superior ao valor máximo estabelecido de NQA na NBR 5429. Desta forma, o fornecedor apresenta índices de não conformidades.

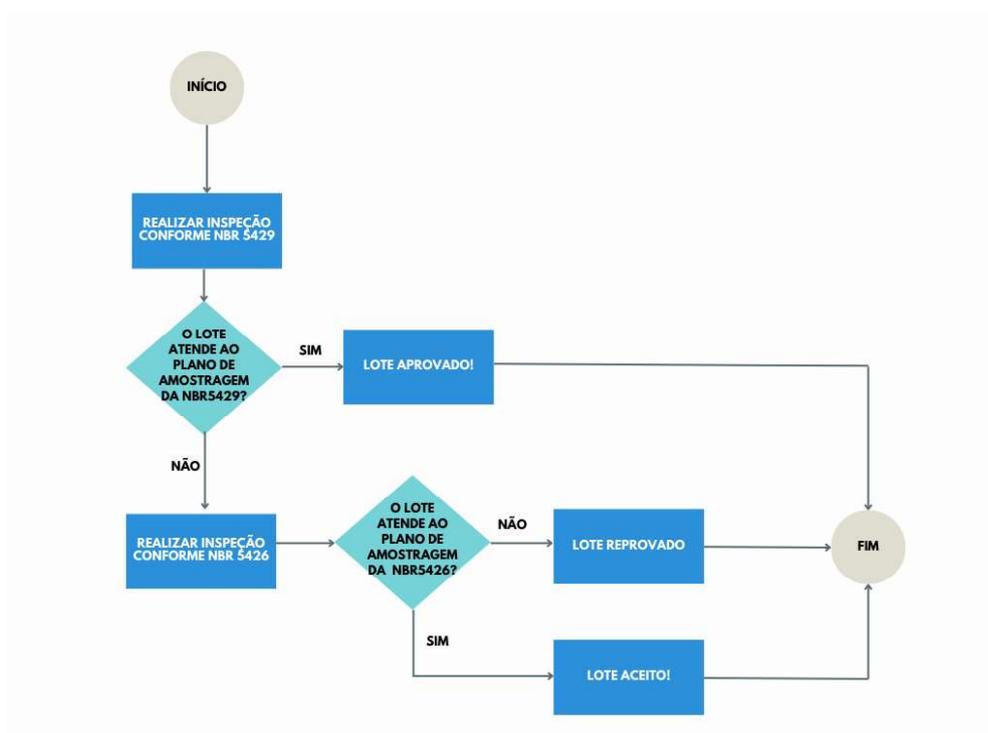
Considerando que o NQA se refere ao máximo percentual fora das especificações aceitável pelo cliente, quanto menor este valor, melhor para o cliente e, conseqüentemente, mais rigorosa é a inspeção, pois exige que cada lote possua menos itens não conformes no lote recebido. Considerando que o fornecedor A apresenta índices consideráveis de reclamação – com base na Análise de Qualidade enviada, os produtos estão conformes – faz-se necessário avaliar também outros níveis de NQA para fins de comparação de aceitação do lote, identificando se os últimos 20 lotes enviados por ele seriam aceitos ou não na inspeção. Por fim, foram escolhidos valores de NQA de alta e baixa tolerância, sendo utilizados 2.5%, 4%, 6.5% e 10% para os Limites Superior e Inferior de Especificação (LSE e LIE, respectivamente) de ambas as especificações, máxima e mínima relacionadas às especificações, conforme passo a passo da especificações na NBR 5429 (1985). Uma vez que a empresa não possui um valor definido para o NQA, este dado foi obtido tomando como base o valor médio de percentual fora das especificações obtido a partir dos lotes inspecionados.

#### 4.4.3 Inspeção mista

A norma NBR 5429 (1985), em seu item 5.6, menciona o Plano de Amostragem misto, que é adequado para quando a inspeção por variáveis, neste caso o peso, não é suficiente para determinar de maneira isolada a rejeição do lote. Este tipo de inspeção é indicado para quando o fornecedor seleciona as unidades que compõem a amostra para indicar que entrega o material dentro da qualidade informada.

O fluxo de aprovação/rejeição do lote está ilustrado na figura 2. O processo se inicia com a inspeção por variáveis, caso a porcentagem de defeituosos seja maior que o valor disponibilizado nas tabelas da NBR 5429 (1985), o lote deve ser rejeitado e é necessário proceder com a inspeção por atributo, especificada na NBR 5426 (1985), na qual os testes PNP são realizados. Caso a amostra seja aprovada, o lote é considerado aprovado.

Figura 2 - Fluxograma para Aceitação e Rejeição do lote



Fonte - Adaptado de NBR 5429 (1985)

Ao realizar o comparativo entre as quantidades para o tamanho de amostra apresentadas pela NBR5429 (1985) e NBR5426 (1985), as quais foram de 50 e 125, respectivamente. Considerando que ambas as normas propõem regras para

comutação, também foram levadas em consideração os tamanhos de amostra para inspeção atenuada e severa, uma vez que durante as medições podem haver comutações.

Ainda, tomando em consideração as normas, foi considerada primeiramente a retirada da maior amostra determinado para os níveis de inspeção nos diferentes documentos das NBR 5426 e NBR 5429, que corresponde ao código literal encontrado anteriormente, a fim de garantir que ambas as inspeções fossem realizadas.

Uma vez que se tomou a decisão de realizar o estudo com o Plano de Amostragem Misto e conforme descrito acima, primeiramente a amostra retirada foi analisada conforme a NBR 5429 (1985) avaliando o peso das pré-formas, verificando a Aceitação ou Rejeição do Lote. Quando aplicável, foi realizada a inspeção por atributos da amostra rejeitada no passo anterior. A tabela 1 apresenta os valores de referência para verificação de Aceitação ou Rejeição do Lote para nível de inspeção S4, conforme as Normas NBR 5426 (1985) e NBR 5429 (1985).

Tabela 1- Valores de referência para verificação de Aceitação ou Rejeição do Lote para nível de inspeção S4

NQA	Inspeção Normal			Inspeção Severa			Inspeção Atenuada		
	NBR 5429 M	NBR 5426 Ac	NBR 5426 Re	NBR 5429 M	NBR 5426 Ac	NBR 5426 Re	NBR 5429 M	NBR 5426 Ac	NBR 5426 Re
2,50%	5,90%	7	8	4,29%	5	6	6,82%	3	6
4,00%	8,27%	8	9	6,81%	8	9	11,01%	5	8
6,50%	11,65%	14	15	9,78%	12	13	13,98%	7	10
10,00%	17,38%	21	22	14,91%	18	19	21,89%	10	13

Fonte - Adaptado de NBR 5426 (1985) e NBR 5429 (1985).

Os lotes coletados, com diferentes datas de produção, foram 100029611505, 100021949605, 100020611504, 5839508, 100020611501, 100020611502, 100022595501, 100020611503, 100022595503, 5839507, 100022595502, 100021949606, 100021949602, 100020611508, 100021949604, 100022595504, 100020611506, 100021949601, 100020611507 e 100021949603, todos com 125 unidades. Durante o processo de segregação do material a ser utilizado, os procedimentos de segurança de alimentos e de proteção de pessoal foram seguidos através da utilização de touca, protetor de barba, capacete, óculos de proteção, botina de segurança e luvas descartáveis de látex. A figura 3 exibe o momento da abertura de uma das caixas e a figura 4 mostra o momento da separação das amostras.

Figura 3- Abertura da Caixa  
de um Lote



Fonte - Elaboração Própria

Figura 4- Separação do  
Material



Fonte - Elaboração Própria

As 125 pré-formas retiradas do lote foram armazenadas em sacos, lacradas e as etiquetas enviadas pelo fornecedor foram coladas no plástico para fins de identificação. Após a coleta dos 20 lotes, procedeu-se com a pesagem das 2.500 unidades, separados por lote.

#### 4.4.4 Inspeção por variáveis

Para a verificação do peso das embalagens foi utilizada uma balança de cozinha, com precisão de duas casas decimais com unidade de medida em gramas (g). Durante o processo, as pré-formas foram numeradas de 1 a 125 e pesadas uma a uma apenas as 60 primeiras. Primeiramente, conforme a NBR, por se tratar de inspeção mista, iniciou-se a inspeção por variáveis.

Além disso, também foram mapeados os valores máximos e mínimos de cada um dos lotes analisados, bem como suas respectivas médias. A "Empresa XYZ" admite uma variação máxima de  $\pm 0,3g$ , enquanto seu fornecedor garante, em seu Certificado de Qualidade, a entrega do material com uma variação de  $\pm 0,2g$ . Considerou-se que a inspeção deveria considerar a especificação bilateral, conforme mencionado na norma NBR 5429 (1985), item 5.2.2, pois insumos com especificações mais altas ou mais baixas impactam na performance do equipamento. Portanto, dependendo da gramatura entregue, o insumo ainda pode ser aceito, considerando o valor

encontrado, desde que estejam dentro do LSE e LIE proposto pela “Empresa XYZ”. Para fins de análise do fornecedor, optou-se por utilizar as especificações aplicadas na fabricação da pré-forma.

A partir das 60 unidades, calculou-se o desvio padrão amostral e em seguida realizou-se o cálculo do Índice de qualidade Superior ( $Q_s$ ) e ( $Q_i$ ), através da fórmula especificada no item 3.7.2 da NBR 5429 (1985).

Ainda, foram computados a quantidade de itens acima e abaixo dos LSE e LIE, uma vez que são relevantes para verificação da quantidade fora da especificação e a partir dos valores de  $Q_s$  e  $Q_i$ , encontrou-se os valores de  $P_s$  e  $P_i$ , os quais representam a porcentagem de defeituosos superior e inferior, conforme mencionado no item 5.2.2 (NBR 5429, 1985), a partir das tabelas 27 a 32 da referida norma.

Após a definição do NQA e com os valores de  $P_s$  e  $P_i$  estabelecidos para cada lote, foi realizada uma análise comparando esses valores com as porcentagens defeituosas máximas admissíveis (M). O procedimento adotado estabelece que o lote será aceito apenas se, na amostra inspecionada de acordo com o plano especificado, a estimativa da porcentagem de itens fora dos limites de especificação inferior e superior estiver dentro ou abaixo do valor máximo admissível, conforme descrito nas Tabelas 2 a 7 da NBR 5429 (1985). Caso a porcentagem (p) ultrapasse o limite de M ou se qualquer um dos índices de qualidade,  $Q_s$  ou  $Q_i$ , apresentar resultados desfavoráveis, o lote será automaticamente rejeitado.

#### *4.4.5 Inspeção por atributos*

Respeitando as condições de aceitação anteriormente descritas, os itens eram analisados conforme as normas estabelecidas. Quando um item era rejeitado pela NBR 5429 (1985), era realizado o teste "Passa/Não Passa" (PNP), conforme as especificações da NBR 5426 (1985) de quantidade. Os testes de PNP realizados foram os mesmos que a "Empresa XYZ" tem disponível. Após a realização desses testes, o lote era avaliado e aprovado ou reprovado com base nos resultados obtidos. Todas as cinco características avaliadas no PNP (Z, X, E, T, Gargalo) foram consideradas importantes para que não houvesse quebra. O teste PNP da “Empresa XYZ” contempla 2 faces para cada teste, o material deve passar em um e não passar no outro. Desta forma, um item amostrado seria considerado conforme apenas se passasse nos 5 testes, conforme mostrado no Quadro 3.

Quadro 3 - Análise por Atributos

Lote	100021949604	Aceita	114	Rejeita	11	% def	8,8				
Nº	Z		E		X		T		Gargalo		Resultado
	Não Passa	Passa	Não Passa	Passa	Não Passa	Passa	Não Passa	Passa	Não Passa	Passa	
1	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	Aceita
2	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	Aceita
3	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	Aceita
4	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	Aceita
5	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	Aceita
6	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	Aceita
7	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	Aceita
8	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	Aceita
9	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	Aceita
10	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	Aceita
11	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	Aceita
12	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	Aceita
13	OK	OK	OK	OK	OK	OK	Não	OK	OK	OK	Rejeita
14	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	Aceita

Fonte - Elaboração Própria

Ao final da inspeção por atributos, foi realizada a contagem do número de defeituosos, denominado “d”. Este valor é comparado com o valor de Aceitação (Ac) conforme a norma NBR 5426 para verificação quanto à aceitação ou rejeição do lote. Durante a execução da inspeção, observou-se que apenas os NQA’s de 2,5% e 4,0% sofreram comutação de normal para severa ao longo do processo. Essa mudança ocorreu devido à rejeição de três lotes não-consecutivos, conforme previsto na norma.

#### 4.5 Resultados obtidos

A partir dos dados encontrados para cada um dos NQA’s em questão, montou-se 4 quadros para a disposição de forma resumida dos resultados encontrados, os quais estão dispostos nas tabelas 2 a 5. A tabela 2 representa as análises realizadas com o valor de NQA igual a 2,5%. Nesse cenário foram encontrados 7 lotes que deveriam ser rejeitados de acordo com a NBR 5429, uma vez que os índices de qualidades encontrados levam a percentuais de não conformes ( $P_i$  e  $P_s$ ) maiores do que o aceitável (M). Nesses casos em específico, procedeu-se com a realização da inspeção por atributo. Os resultados mostram que 3 lotes (100021949602, 100021949604, 100020611506) deveriam ser rejeitados e que a inspeção severa foi adotada devido às regras de comutação, conforme destacados em negrito no quadro.

Tabela 2- Resultados da Inspeção Mista para NQA de 2,5%

Lote	NBR 5429				NBR 5426				Inspeção Mista	Regime de Inspeção	
	Pi	Ps	M	NBR5429	Ac	Re	d	NBR5426			
100029611505	0	0	5,90%	Aceita				-	-	Aceita	Normal
100021949605	0,71	0	5,90%	Aceita				-	-	Aceita	Normal
100020611504	0	0	5,90%	Aceita				-	-	Aceita	Normal
5839508	0,09	0	5,90%	Aceita				-	-	Aceita	Normal
100020611501	0	0	5,90%	Aceita				-	-	Aceita	Normal
100020611502	23,02	0	5,90%	Rejeita	7	8	4	Aceita	Aceita	Aceita	Normal
100022595501	0	0	5,90%	Aceita				-	-	Aceita	Normal
100020611503	14,45	0	5,90%	Rejeita	7	8	3	Aceita	Aceita	Aceita	Normal
100022595503	0,07	0	5,90%	Aceita				-	-	Aceita	Normal
5839507	1,15	0	5,90%	Aceita				-	-	Aceita	Normal
100022595502	0,04	0	5,90%	Aceita				-	-	Aceita	Normal
100021949606	1,14	0	5,90%	Aceita				-	-	Aceita	Normal
100021949602	13,11	0	5,90%	Rejeita	7	8	2	Aceita	Aceita	Aceita	Normal
100020611508	0,26	0	5,90%	Aceita				-	-	Aceita	Normal
100021949604	18,16	0	5,90%	Rejeita	7	8	11	Rejeita	Rejeita	Rejeita	Normal
100022595504	0	0	5,90%	Aceita				-	-	Aceita	Normal
<b>100020611506</b>	0	100	5,90%	Rejeita	7	8	122	Rejeita	Rejeita	Rejeita	Normal
100021949601	46,03	0	4,29%	Rejeita	5	6	0	Aceita	Aceita	Aceita	Severa
<b>100020611507</b>	70	3,5	4,29%	Rejeita	5	6	55	Rejeita	Rejeita	Rejeita	Severa
100021949603	3,26	0	4,29%	Aceita				-	-	Aceita	Severa

Fonte - Elaboração Própria

A tabela 3 mostra os lotes analisados sob a ótica do NQA igual a 4,0%. Para esse nível de aceitação se nota um comportamento similar ao NQA de 2,5%, no qual 7 lotes foram direcionados para inspeção através da NBR 5426 e do total, os mesmos 3 lotes foram rejeitados. Além disso, devido ao comportamento das inspeções, adotou-se a comutação para a inspeção severa, mantendo-se dessa maneira até o último lote.

Tabela 3- Resultados da Inspeção Mista para NQA de 4,0%

Lote	NBR 5429				NBR 5426				Inspeção Mista	Regime de Inspeção
	Pi	Ps	M	NBR5429	Ac	Re	d	NBR5426		
100029611505	0	0	8,27%	Aceita					Aceita	Normal
100021949605	0,71	0	8,27%	Aceita					Aceita	Normal
100020611504	0	0	8,27%	Aceita					Aceita	Normal
5839508	0,09	0	8,27%	Aceita					Aceita	Normal
100020611501	0	0	8,27%	Aceita					Aceita	Normal
100020611502	23,02	0	8,27%	Rejeita	10	11	4	Aceita	Aceita	Normal
100022595501	0	0	8,27%	Aceita					Aceita	Normal
100020611503	14,45	0	8,27%	Rejeita	10	11	3	Aceita	Aceita	Normal
100022595503	0,07	0	8,27%	Aceita					Aceita	Normal
5839507	1,15	0	8,27%	Aceita					Aceita	Normal
100022595502	0,04	0	8,23%	Aceita					Aceita	Normal
100021949606	1,14	0	8,23%	Aceita					Aceita	Normal
100021949602	13,11	0	8,23%	Rejeita	10	11	2	Aceita	Aceita	Normal
100020611508	0,26	0	8,23%	Aceita					Aceita	Normal
100021949604	18,16	0	8,23%	Rejeita	10	11	11	Rejeita	Rejeita	Normal
100022595504	0	0	8,23%	Aceita					Aceita	Normal
<b>100020611506</b>	0	100	8,23%	Rejeita	10	11	122	Rejeita	<b>Rejeita</b>	Normal
100021949601	46,03	0	6,81%	Rejeita	8	9	0	Aceita	Aceita	Severa
<b>100020611507</b>	70	3,5	6,81%	Rejeita	8	9	55	Rejeita	<b>Rejeita</b>	Severa
100021949603	3,26	0	6,81%	Aceita					Aceita	Severa

Fonte - Elaboração Própria

Por outro lado, as tabelas 4 e 5 mostram um comportamento similar entre si, uma vez que nenhum deles apresentou algum tipo de comutação para a inspeção severa. Adicionalmente, apenas 5 lotes foram rejeitados de acordo com os critérios da NBR 5429. Após a inspeção por atributos, 2 lotes (100020611506, 100020611507) estavam em desacordo com as quantidades exigidas para aceitação e rejeição.

Tabela 4- Resultados da Inspeção Mista para NQA de 6,5%

Lote	NBR 5429				NBR 5426				Inspeção Mista	Regime de
	Pi	Ps	M	NBR5429	Ac	Re	d	NBR5426		
100029611505	0	0	11,65%	Aceita					Aceita	Normal
100021949605	0,71	0	11,65%	Aceita					Aceita	Normal
100020611504	0	0	11,65%	Aceita					Aceita	Normal
5839508	0,09	0	11,65%	Aceita					Aceita	Normal
100020611501	0	0	11,65%	Aceita					Aceita	Normal
100020611502	23,02	0	11,65%	Rejeita	14	15	4	Aceita	Aceita	Normal
100022595501	0	0	11,65%	Aceita					Aceita	Normal
100020611503	14,45	0	11,65%	Rejeita	14	15	3	Aceita	Aceita	Normal
100022595503	0,07	0	11,65%	Aceita					Aceita	Normal
5839507	1,15	0	11,65%	Aceita					Aceita	Normal
100022595502	0,04	0	11,65%	Aceita					Aceita	Normal
100021949606	1,14	0	11,65%	Aceita					Aceita	Normal
100021949602	13,11	0	11,65%	Rejeita	14	15	2	Aceita	Aceita	Normal
100020611508	0,26	0	11,65%	Aceita					Aceita	Normal
100021949604	18,16	0	11,65%	Rejeita	14	15	11	Aceita	Aceita	Normal
100022595504	0	0	11,65%	Aceita					Aceita	Normal
<b>100020611506</b>	0	100	11,65%	Rejeita	14	15	122	Rejeita	<b>Rejeita</b>	Normal
100021949601	46,03	0	11,65%	Rejeita	14	15	0	Aceita	Aceita	Normal
<b>100020611507</b>	70	3,5	11,65%	Rejeita	14	15	55	Rejeita	<b>Rejeita</b>	Normal
100021949603	3,26	0	11,65%	Aceita					Aceita	Normal

Fonte - Elaboração Própria

Tabela 5- Resultados da Inspeção Mista para NQA de 10%

Lote	NBR 5429				NBR 5426				Inspeção Mista	Regime de
	Pi	Ps	M	NBR5429	Ac	Re	d	NBR5426		
100029611505	0	0	17,38%	Aceita					Aceita	Normal
100021949605	0,71	0	17,38%	Aceita					Aceita	Normal
100020611504	0	0	17,38%	Aceita					Aceita	Normal
5839508	0,09	0	17,38%	Aceita					Aceita	Normal
100020611501	0	0	17,38%	Aceita					Aceita	Normal
100020611502	23,02	0	17,38%	Rejeita	21	22	4	Aceita	Aceita	Normal
100022595501	0	0	17,38%	Aceita					Aceita	Normal
100020611503	14,45	0	17,38%	Aceita					Aceita	Normal
100022595503	0,07	0	17,38%	Aceita					Aceita	Normal
5839507	1,15	0	17,38%	Aceita					Aceita	Normal
100022595502	0,04	0	17,38%	Aceita					Aceita	Normal
100021949606	1,14	0	17,38%	Aceita					Aceita	Normal
100021949602	13,11	0	17,38%	Aceita					Aceita	Normal
100020611508	0,26	0	17,38%	Aceita					Aceita	Normal
100021949604	18,16	0	17,38%	Rejeita	21	22	11	Aceita	Aceita	Normal
100022595504	0	0	17,38%	Aceita					Aceita	Normal
<b>100020611506</b>	0	100	17,38%	Rejeita	21	22	122	Rejeita	<b>Rejeita</b>	Normal
100021949601	46,03	0	17,38%	Rejeita	21	22	0	Aceita	Aceita	Normal
<b>100020611507</b>	70	3,5	17,38%	Rejeita	21	22	55	Rejeita	<b>Rejeita</b>	Normal
100021949603	3,26	0	17,38%	Aceita					Aceita	Normal

Fonte - Elaboração Própria

Ainda, pode-se notar que alguns lotes foram aceitos em NQA's iguais a 2,5% e 4,0%, mas rejeitados nos outros valores, uma vez que são mais rigorosos no nível máximo aceitável pelo cliente. Ainda, os quadros 9 e 10 apresentam um resumo sobre as aceitações finais e o tipo de inspeção realizada, respectivamente.

Quadro 4- Resumo sobre a Quantidade de Lotes Aceitos e Rejeitados

NQA	2,5	4	6,5	10
Total de Aceitas	17	17	18	18
Rejeitadas	3	3	2	2

Fonte - Elaboração Própria

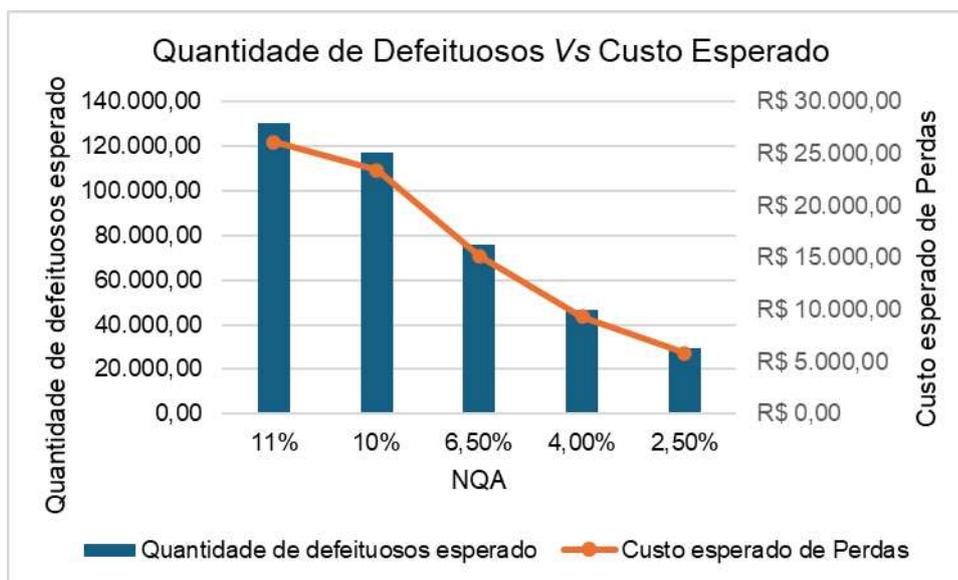
Quadro 5- Quantidade de Inspeções Realizadas por Tipo

NQA	2,5	4	6,5	10
Atenuada	0	0	0	0
Normal	17	17	20	20
Severa	3	3	0	0

Fonte - Elaboração Própria

A partir do quadro 4 é possível notar que 85% dos lotes foram aceitos para NQA's iguais a 2,5% e 4%. Para os demais, a taxa de aceitação foi de 90%. Ainda, através do quadro 5, percebeu-se que a inspeção atenuada não foi realizada para nenhum NQA, uma vez que os valores encontrados não atingiram os limites da porcentagem defeituosa estimada do lote para inspeção atenuada definidos na NBR5429 (1985). Ainda, foi mapeado um comparativo entre a quantidade de itens defeituosos esperados em um lote com 1.170.000 unidades, seus respectivos custos e o investimento por amostra para os NQA's analisados. O quadro 6 apresenta a disposição dos dados.

Quadro 6- Resumo sobre Valores Esperados para cada NQA



Fonte - Elaboração Própria

Nota-se que atualmente é esperado que a “Empresa XYZ” perca a cada lote cerca de 130 mil unidades de insumo, gerando um custo de aproximadamente R\$26 mil reais por lote, sendo o tamanho da amostra mantido em 125 unidades, com um custo de R\$25,00 e um NQA de 11. Adicionalmente, o mesmo quadro exhibe que à medida que os NQA’s diminuem, os custos de perdas também vão diminuindo. Ao passo que o fornecedor passa a enviar insumos dentro das especificações, pode existir a comutação da inspeção para atenuada, o que também gera uma redução no custo por amostra para análise, já que o tamanho da amostra tende a ser menor. O quadro 7 apresenta para cada lote o valor percentual encontrado para os lotes de itens defeituosos, tanto acima como abaixo do LIE e LSE.

Quadro 7- Percentual de Defeituosos Encontrados em cada Lote

<b>Lote</b>	<b>% Abaixo</b>	<b>% Acima</b>
100029611505	0,00%	0,00%
100021949605	0,00%	0,00%
100020611504	0,00%	0,00%
5839508	0,00%	0,00%
100020611501	0,00%	0,00%
100020611502	13,33%	0,00%
100022595501	0,00%	0,00%
100020611503	6,67%	0,00%
100022595503	0,00%	0,00%
5839507	0,00%	0,00%
100022595502	0,00%	0,00%
100021949606	1,67%	0,00%
100021949602	6,66%	0,00%
100020611508	0,00%	0,00%
100021949604	10,00%	0,00%
100022595504	0,00%	0,00%
100020611506	93,33%	0,00%
100021949601	50,00%	0,00%
100020611507	58,33%	0,00%
100021949603	0,00%	0,00%

Fonte - Elaboração Própria

Quando se realiza uma análise geral dos lotes para todos os indicadores em questão, os lotes 100020611506 e 100020611507 são rejeitados em todos os NQA's e apresentam altos valores de  $P_i$  e  $P_s$  encontrados na amostra. Ainda, o percentual de defeituosos mostra que o fornecedor enviou os insumos com uma taxa de defeitos aproximada de 93,33% e 58,33%, respectivamente. Infelizmente, esses produtos entram em produção e após a máquina apresentar falhas, o produto foi bloqueado e segregado.

Nota-se que o Fornecedor A não envia produtos com o peso maior que acordado entre as partes. Por outro lado, o percentual de produtos com gramatura inferior ao que a máquina aceita chama atenção, uma vez que houve duas amostras que apresentaram mais de 50% de itens fora da especificação na amostra (100020611506, 100021949601 e 100020611507). As consequências são várias e pode ir desde falta de produto, considerando um cenário em que a unidade está consumindo seu estoque de segurança, o qual não contém as especificações adequadas, até o bloqueio do lote, na espera para que o fornecedor envie um representante para análise, o que inclui custos de transporte e devolução do material a depender da quantidade.

Quando se realiza uma comparação financeira, com a adoção da inspeção, a “Empresa XYZ” tem a oportunidade de otimizar o tempo dos seus operadores, os quais estariam esvaziando a máquina devido a pré-formas fora das especificações e destinando à atividades que agregam valor ao processo produtivo. Ainda, com apenas R\$25,00, que representa apenas 0,042% do valor de perdas esperadas (calculado pela divisão do custo total da amostra, dividido pelo custo esperado de perdas do maior NQA menos o custo da amostra), a companhia tem o potencial de evitar o recebimento de insumos defeituosos, considerando um NQA de 10%, valor próximo ao praticado atualmente.

Portanto, à medida que o NQA se torna mais restrito, a empresa tem menos quebras em seu inventário, o que acarreta um valor menor perdido por lote. Nesse sentido, com o Nível de Qualidade Aceitável de 2,5% a companhia teria um custo R\$ 5.850,00 por lote, fornecendo um *saving* de mais de R\$ 21.000 quando comparado com outros valores de NQA. Por fim, com os resultados mostrados, é possível afirmar que a “Empresa XYZ” tem uma perda financeira mensal, uma vez que este *supplier* entrega uma quantidade de defeituosos maior que o indicado na NBR 5429 (1985).

## 5 CONCLUSÃO

A partir dos diálogos com a equipe, é possível concluir que as variações de peso e características das pré-formas são cruciais para o processo produtivo da "Empresa XYZ". O fato de o fornecedor operar com limites de especificação mais reduzidos permite que a empresa aceite produtos que, apesar de não serem ideais, ainda estão dentro dos limites aceitos. No entanto, a ausência de um Nível de Qualidade Aceitável (NQA) definido em contrato expõe a companhia a um risco considerável, pois ela depende exclusivamente dos testes de qualidade realizados pelo fornecedor.

Os testes realizados indicaram que o fornecedor precisou passar de uma inspeção normal para severa, evidenciando que alguns lotes não atenderam às expectativas. Para a contratante, essa incerteza sobre a conformidade dos lotes é preocupante, pois não há testes suficientes antes de colocar o material em produção, aumentando o risco de produtos com baixa qualidade ou problemas de maquinabilidade.

Foi identificado que o nível de inspeção mais adequado é o S4, uma vez que o Tipo II exigiria um setor exclusivamente dedicado à verificação da qualidade do insumo, o que não é viável para a "Empresa XYZ" devido à necessidade de alocar recursos para outros setores da fábrica e às restrições de pessoal na área de qualidade.

A coleta de 125 unidades para análise, com um custo de R\$ 25,00 por lote, demonstrou ser uma medida econômica e eficaz. Esse procedimento tem potencial de evitar o descarte de 22.375 pré-formas e uma perda de aproximadamente R\$ 4.4753,00 por caixa. Além disso, a recomendação é que teste seja realizado antes da descarga total do material, a rejeição antecipada do lote pode evitar um custo adicional de cerca de R\$ 233.975 em estoques parados, considerando lotes com 52 caixas, bem como a realização de atividades que não agregam valor ao processo.

Em relação às Análises de Causa Raiz, foi identificada uma deficiência na estrutura da empresa, que não dispõe de informações detalhadas e precisas sobre as causas das quebras de material, o que motivou este estudo. Embora o fornecedor tenha sido submetido a um plano rigoroso, apenas 12,5% das combinações analisadas foram consideradas inaptas pela empresa. Isso levanta a questão de quais seriam os níveis de estoque ideais caso um Nível de Qualidade Aceitável (NQA) fosse formalmente estabelecido, especialmente considerando o lead time de 7 dias. Lotes em estoque podem apresentar resultados inadequados quando inspecionados por variáveis.

O teste combinado, além de apresentar baixo custo e esforço, indicou que o fornecedor, em geral, é confiável. No entanto, como foi necessário aumentar o rigor da inspeção para alguns NQA's, recomenda-se a realização de mais amostras para garantir a qualidade constante. Além disso, para um dado lote, o *supplier* apresentou mais de 50% e até superiores a 90% de itens não conformes quanto ao peso, ocasionando paradas na produção. Se houvesse a política de inspeção dos lotes recebidos, lotes como estes nem mesmo entrariam na linha de produção, reduzindo custos e paradas.

Diante dessas observações, recomenda-se que a 'Empresa XYZ' monitore de perto os valores de qualidade e adote dois níveis de NQA, dependendo da quantidade recebida: 2,5% e 6,5%. Essa recomendação segue o exposto por Queiroz (2016), que propõe a meta de zero defeitos, um conceito amplamente difundido nas Metodologias Lean e WCM.

Esses percentuais representam os menores valores com os menores custos associados, pois lotes rejeitados em 6,5% tendem a ser rejeitados também em 10%, e os lotes que passam em 2,5% geralmente também passam em 4%. Sugere-se que seja acrescido no relatório do fornecedor a informação de NQA, bem como um acordo contratual.

A empresa aponta as não conformidades com a matéria prima como principal motivo para as quebras. No entanto, para que isso seja realmente validado, é necessário comparar os resultados obtidos com aqueles encontrados para o fornecedor B. Desta forma, sugere-se prosseguir com esta análise em trabalhos futuros. De posse desta informação, será possível mapear se há relação das quebras com a matéria prima conforme fornecedor e, caso não seja identificada relação direta, buscar causas no processo produtivo.

Finalmente, como ponto positivo é que a empresa mantém uma gestão de excelência nas suas reclamações abertas, já que todas as não-conformidades são repassadas ao *supplier*. Sugere-se que a empresa revise seus procedimentos contratuais com o fornecedor, considerando a inclusão de um NQA bem definido, e fortaleça suas práticas de análise de causa raiz, de modo a reduzir as incertezas operacionais e aumentar a eficiência do processo produtivo. A análise através da Curva Característica de Operação também pode ser relevante, uma vez que colabora com a tomada de decisão sobre a rejeição ou aceitação do lote. Adicionalmente, a revisão dos passos de 1 a 7 proposto por Queiroz (2016) fornece bases para a adoção da

Manufatura de Classe Mundial (WCM), no qual existe a preocupação voltada para a zero perda.

## REFERÊNCIAS

- ABDULRAHMAN, M. A. et al. (2016). **Implementation of World Class Manufacturing: A Case Study in the Automotive Industry**. *Procedia CIRP*, 40, 649-654.
- AGUIAR, L. DE F. et al. A Aplicação da Metodologia World Class Manufacturing- WCM em Processo de Fabricação de Amortecedores Automotivos. **Associação Brasileira de Engenharia de Produção**, 2017.
- ARICI, F. E. **WCM: World Class Manufacturing : WCM Production System & Process Improvement**. [s.l.] feaconomy.com, 2020.
- BARBOSA, J. C. V. (2015). *Lean Manufacturing: Conceitos, Técnicas e Práticas*. Atlas.
- BORGES, R. C., & DE OLIVEIRA, E. H. (2016). **World class manufacturing (WCM): Estudo de caso da implantação do pilar controle da qualidade no processo de cromação de uma empresa do setor automotivo no Sul de Minas Gerais**. *Exacta*, 14(1), 85–96.
- CARLO, F. DE; SIMIOLI, G. R. Lean Production and World Class Manufacturing: A Comparative Study of the Two Most Important Production Strategies of Recent Times. **International Journal of Industrial and Operations Research**, v. 1, n. 1, p. 1–15, 19 nov. 2018.
- DA COSTA, T. R. **World Class Manufacturing (WCM) em uma Fábrica de Componentes e Módulos Automotivos- Aplicação na Gestão de Indicadores de Qualidade**. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba, 2019.
- DA GLÓRIA, M.; NASCIMENTO, F.; FERNANDES, J. **Indicadores de Desempenho e ferramentas da Qualidade em uma empresa fabricante de estruturas metálicas**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <[www.tcpdf.org](http://www.tcpdf.org)>.
- DA SILVA, K. F. N. et al. Análise dos Benefícios e Dificuldades da Implementação do World-Class Manufacturing a partir de Evidências da Literatura. **Associação Brasileira de Engenharia de Produção**, 2020.
- DE OLIVEIRA, P. L. **Análise dos Setes Desperdícios da Produção em um Abatedouro de Aves**. Brasília: Universidade de Brasília, jul. 2016.
- DE QUEIROZ, M. D. **Estudo de Caso da Implantação do Pilar de Controle da Qualidade da Metodologia ECM**. Curitiba: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2016.
- DE, F.; PETRILLO, A.; MONFRE, S. Improving Operations Performance with World Class Manufacturing Technique: A Case in Automotive Industry. Em: **Operations Management**. [s.l.] InTech, 2013.
- DEMING, W. Edwards. **Out of the Crisis**. Cambridge: MIT Press, 1986.

EBRAHIMI, M., BABOLI, A., & ROTHER, E. (2019). **The evolution of world class manufacturing toward Industry 4.0: A case study in the automotive industry.** *IFAC-PapersOnLine*, 52(10), 188–194.

EISENHARDT, K. M. Building Theories from Case Study Research. **The Academy of Management Review**, v. 14, n. 4, p. 532, out. 1989.

FERRAZ, D. P.; MONTEIRO, C. F. M. Identificação de Perdas de Acordo com o Sistema Toyota de Produção no Processo Produtivo de uma Empresa no Ramo Alimentício: um Estudo de Caso. **Simpósio de Engenharia de Produção**, 2018.  
GHINATO, P. **Sistema Toyota de Produção: Mais do que simplesmente Just-in-Time.** [s.l.] Editoria Caxias do Sul, 1996.

KOTLER, PHILIP & KELLER, KEVIN LANE. (2018). **Administração de Marketing** (15th ed.).

KRAFCIK, John F.; WOUTERS, Marc. **Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation.** Simon and Schuster, 1996.

KULKARNI, T., TOKSHA, B., SHIRSATH, S., PANKADE, S., & AUTEER, A. T. (2023). **Construction and Praxis of Six Sigma DMAIC for Bearing Manufacturing Process.** *Materials Today: Proceedings*, 72, 1426–1433.

LACERDA, T.; FORTES, R. M. B. **Análise das 7 Perdas do Sistema Toyota de Produção Identificadas em uma Distribuidora de Aço.** [s.l.: s.n.].

LEAN ENTERPRISE INSTITUTE. **A Brief History of Lean.** Disponível em: <<https://www.lean.org/explore-lean/a-brief-history-of-lean/>>. Acesso em: 22 jan. 2024.

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

MANN, D. (2017). **Creating a Lean Culture.** Productivity Press.

MASKELL, Brian H. **Performance Measurement for World Class Manufacturing: A Model for American Companies.** Productivity Press, 1991.

**Modal rodoviário transporta mais de 60% da carga no Brasil.** Disponível em: <<https://www.estadao.com.br/economia/negocios/modal-rodoviario-transporta-mais-de-60-da-carga-no-brasil/>>. Acesso em: 14 fev. 2024

**NBR 5426. Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por Atributos.** 1985

**NBR 5427. Guia para utilização da norma NBR 5426 - Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributo.** 1985

**NBR 5429. Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por variáveis.** 1985

NBR 5430. **Guia de utilização da norma NBR 5429 - Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por variáveis.** 1985

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: Além da Produção em Larga Escala.** 5ª ed. [s.l.] Porto Alegre: Bookman, 1997.

OISHI, M. **Tips: Técnicas Integradas na Produção e Serviços: Como Planejar, Treinar, Integrar e Produzir para ser Competitivo: Teoria e Prática.** 1ª ed. [s.l.] São Paulo: Pioneira, 1995.

OLIVEIRA, P. S. G. et al. Proposition Factor Model of World Class Manufacturing in Brazilian Enterprises. **Independent Journal of Management & Production**, 2016.

PARTYKA, J. World Class Manufacturing as a Production Management System in the Ceramic Industry. **Qualicer**, 2008.

PIAZZA, J. **Implantação dos Primeiros Passos do Pilar de Controle da Qualidade do WCM em uma Área Modelo.** Curitiba: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2017.

PRADO FILHO, HAYRTON RODRIGUES DO, & RIBEIRO, HAROLDO. (2013). **Total Productive Maintenance (TPM), Manutenção Produtiva Total. procedimentos na inspeção por atributos.** 1985

RIBEIRO, A. P. **Utilização da Manufatura de Classe Mundial (WCM) como Ferramenta Estratégica de Diferenciação Competitiva.** Ponta Grossa: Universidade Tecnológica do Paraná, 2014.

ROBERT, Y. K. Case Study Research Design and Methods. **Canadian Journal of Program Evaluation**, v. 30, n. 1, p. 108–110, mar. 2014.

ROTHER, Mike; SHOOK, John. **Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda.** Lean Enterprise Institute, 1999.

SCHONBERGER, R. J. (2008). **World Class Manufacturing: The Next Decade.** Free Press.

SCHONBERGER, R. J. **World Class Manufacturing: The Lessons of Simplicity Applied.** 1. ed. [s.l.] The Free Press, 1986.

SHEWHART, Walter A. **Economic Control of Quality of Manufactured Product.** New York: D. Van Nostrand Company, 1931.

SLACK, N.; ALISTAIR BRANDON, J.; JOHNSTON, R. **Administração da produção.** 8ª ed. [s.l.] Atlas, 2009.

TERRA. **Estudo aponta redução no volume de estoques na indústria.** Disponível em: <<https://www.terra.com.br/noticias/estudo-aponta-reducao-no-volume-de-estoques-na-industria,7983bf58bb6f3c8d0bdcf62dc051bd6czyqp9xez.html>>. Acesso em: 2 fev. 2024.

The Council for Six Sigma Certification. (2018). ***Six Sigma: A complete Step-by-step Guide.***

WEIGERT, A. **Estudo de Caso de Implantação das Ferramentas WCM em uma indústria Textil para Crescimento da Confiabilidade.** Curitiba: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2016.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. Lean Thinking—Banish Waste and Create Wealth in your Corporation. **Journal of the Operational Research Society**, v. 48, n. 11, p. 1148–1148, 18 dez. 1997.