



## LEVANTAMENTO DE DEFEITOS EM EMBALAGENS PLÁSTICAS OBTIDAS POR PROCESSO DE SOPRO

Amanda da Cunha Cerqueira, ex-aluna de Engenharia de Produção, UIT, [cunhamandinha@gmail.com](mailto:cunhamandinha@gmail.com)  
Tânia Nogueira Fonseca Souza, professora de Engenharia Mecânica, UIT, [tanianogueira@uit.br](mailto:tanianogueira@uit.br)

**Resumo:** Em um cenário de mercado competitivo as empresas precisam constantemente reavaliar seus processos de forma a obter o menor valor possível de defeitos e maior qualidade. Nesse contexto, foi desenvolvido em uma indústria do segmento cosmético e farmacêutico da região centro-oeste de MG, um estudo visando a otimização de seu processo produtivo. A empresa, além da fabricação do produto farmacêutico, se ocupa também da produção das embalagens plásticas, utilizando o processo de sopro. O objetivo geral do estudo foi de reduzir as perdas provenientes do uso de frascos defeituosos. Em uma primeira etapa do projeto de pesquisa, utilizou-se das ferramentas da qualidade, realizando um levantamento histórico do item mais produzido no processo de sopro. Baseando no volume de produção, o estudo foi direcionado para as perdas de processo produtivo, e posterior classificação de defeitos, do item denominado frasco de solução fisiológica de 500ml. Realizou-se o acompanhamento do processo desse item por um período de um mês, selecionando os frascos que continham defeitos como também o acompanhamento dos produtos envasados e embalados, já que muitas vezes se identificava a perda somente nessa etapa. Os frascos foram contados e separados por tipo de defeito determinando-se os defeitos que mais ocorriam e classificando por ocorrência. Os resultados dessa etapa, possibilitaram uma melhor análise do problema e definição de etapas posteriores do projeto.

**Palavras-chave:** Embalagens plásticas. Processo de sopro. Defeitos.

### 1 Introdução

Entre as questões mais importantes para o sucesso de uma indústria estão a qualidade do produto e uma crescente redução de custos dos processos empresariais, destacando-se o processo produtivo. A busca por otimização dos processos e qualidade dos produtos tem motivado o desenvolvimento de projetos, visando reduzir os desperdícios, como os de matéria-prima e mão de obra, e maximizar a satisfação dos clientes.

Nesse cenário se enquadra essa pesquisa, que foi desenvolvida em uma indústria do segmento cosmético e farmacêutico. A empresa produz uma linha diversificada de produtos para beleza, saúde e bem-estar, como água micelar, óleo capilar e corporal, protetor solar, repelente, sabonete líquido e solução fisiológica. Atualmente a empresa é líder nacional em vendas, pelo décimo segundo ano consecutivo, na categoria “Acessórios para unhas” com a acetona mais vendida do Brasil. A empresa também se ocupa do processo de fabricação das embalagens plásticas utilizadas para o envase dos produtos, pois qualquer problema na embalagem pode trazer prejuízos e perdas.

Esse trabalho tem como tema o estudo do processo de fabricação de frascos plásticos do produto farmacêutico solução fisiológica 500ml. O objetivo do estudo é reduzir as perdas provenientes do uso de frascos defeituosos. Na maioria das vezes, percebe-se o problema após o

armazenamento dos frascos, já envasados, no estoque de produto acabado, e assim o problema de vazamento se torna ainda mais oneroso para a empresa.

Nesse contexto, problemas relacionados ao processo de transformação da matéria-prima utilizadas nas embalagens e o entendimento das funções de cada etapa do processo de produção das mesmas se torna de fundamental importância, visando obtenção de produtos dentro das especificações de projeto.

Esse artigo apresenta a primeira parte da pesquisa, descrevendo o projeto e os resultados obtidos para a identificação do problema. Para isso, foram utilizadas ferramentas da engenharia como gráfico de Pareto. A identificação do problema, proporcionou uma visão abrangente do processo e suas perdas, direcionando ações para a redução do problema de perdas.

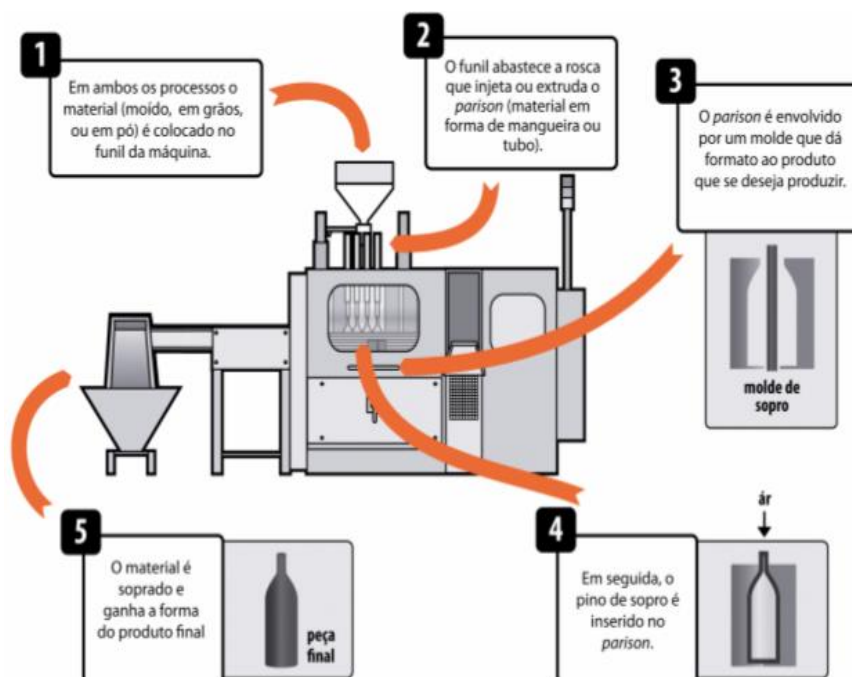
## 2 Revisão bibliográfica

### 2.1 Obtenção de peças poliméricas por processo de sopro

Lopes e Nunes (2014), mencionam que o princípio de moldagem por sopro foi originalmente desenvolvido para a indústria do vidro. Entretanto, após o aprimoramento das propriedades dos materiais plásticos e o desenvolvimento das primeiras máquinas sopradoras para este material, a indústria passou a utilizá-los em larga escala para a fabricação de produtos soprados. Os processos de moldagem por sopro mais utilizados nas indústrias são extrusão-sopro e injeção-sopro, cada qual com o seu método particular, com o objetivo único de produzir peças ocas a partir de matérias-primas termoplásticas.

A Figura 1 mostra uma ilustração do processo de produção de embalagens plásticas por sopro.

Figura 1 - Processo de produção de embalagens plásticas por sopro



Fonte: SENAI-RS, (2011, p. 9).

O processo de produção de embalagens plásticas por sopro é predominantemente contínuo. Consiste em receber a matéria-prima na forma de grãos, moída ou em pó. Este processo transporta o material a ser injetado ou extrusado, processando-o através da ação de calor e fricção mecânica da rosca, originando o *parison* (tubo plástico amolecido). O *parison* é envolvido pelo molde de sopro, permitindo assim, a expansão da massa plástica até os limites do molde. Após o resfriamento completo começam as operações de acabamento e a peça final é extraída (SENAI, 2011).

Lopes e Nunes (2014), mencionam que a moldagem por extrusão-sopro pode ser definida como um processo que visa à obtenção de peças ocas e neste caso, o ar comprimido é utilizado para expandir o material plástico aquecido e pré-moldado junto às cavidades de um molde.

Pereira (2009), explica que o processo de extrusão consiste basicamente na alimentação do material polimérico na forma de grãos ou em pó, por meio de um funil conectado ao barril da extrusora. Por meio da atuação do movimento de uma rosca sem fim dentro do barril, o polímero, que foi alimentado, é transportado e durante este percurso ao longo da rosca, o material é aquecido, fundido, homogeneizado, comprimido e finalmente forçado a passar através de uma abertura na extremidade de saída, denominada matriz.

Ainda segundo o mesmo autor, depois de sair da matriz, o material ganha uma forma definida, o mesmo deve ser resfriado de modo a assegurar a estabilidade dimensional. Este resfriamento é geralmente realizado através de jato de ar ou por um sistema de arrefecimento a água. As principais variáveis operacionais do processo de extrusão são a velocidade de rotação da rosca, e o perfil de temperatura ao longo do barril.

Lopes e Nunes (2014), mencionam que o processo de extrusão contínua é caracterizado por garantir ciclos rápidos para peças de pequenos volumes. Este processo atende com eficiência vários segmentos industriais, com destaque para embalagens de produtos cosméticos. A possibilidade de aditivação de materiais também é fator fundamental, pois se pode criar uma infinidade de cores, aspectos, cheiros e, ainda, há a possibilidade de impressão direta nos frascos ou rotulação, o que garante uma imagem atrativa. Outro mercado significativo de peças moldadas por sopro contínuo são as embalagens para a indústria farmacêutica. Como alguns plásticos possuem ótimas propriedades de resistência química, este segmento aplica o processo para a obtenção de frascos e recipientes para medicamentos e produtos hospitalares.

O defeito mais comum no processo de sopro são as trincas ou rachaduras. Lopes e Nunes (2014), explicam que as principais causas que provocam as rachaduras durante o processo de sopro são:

- a) baixas espessuras em pontos localizados nas paredes dos produtos soprados;
- b) trincas provocadas por estresse do material após processado, causado por uso demasiado de materiais reprocessados, temperatura do molde excessivamente baixa, principalmente, na região do gargalo, e linha de emenda fragilizada;
- c) ausência do programador de *parison* na sopradora;
- d) matéria-prima com baixo peso molecular.

Segundo Lopes e Nunes (2014), para diminuir as rachaduras em peças sopradas são necessários:

- a) reduzir a quantidade de material reprocessado;
- b) elevar a temperatura de refrigeração do molde onde o problema é mais suscetível;

- c) instalar na sopradora um programador de *parison* para distribuir melhor o material nas paredes do produto;
- d) utilizar uma matéria-prima com maior peso molecular.

## 2.2 Ferramentas da qualidade

Para Wekerma (1995), o Gráfico de Pareto é um gráfico de barras que ordena as frequências das ocorrências, da maior para a menor, permitindo a priorização dos problemas. Mostra ainda a curva de percentagens acumuladas. Sua maior utilidade é a de permitir uma fácil visualização e identificação das causas ou problemas mais importantes, possibilitando a concentração de esforços sobre os mesmos.

Segundo Wekerma (1995), o princípio de Pareto defende que os problemas são causados por muitas causas triviais, ou seja, que contribuem pouco para a existência dos problemas, e os poucos vitais, que são os grandes responsáveis pelos problemas. Desta forma, separando-se os problemas vitais e triviais pode-se priorizar a ação corretiva.

Ainda segundo o mesmo autor, no princípio de Pareto pode-se observar a relação entre o número de problemas (itens/ocorrências) e a relação com suas causas. Conhecido também como a regra de “80/20” onde 80% dos problemas são gerados por 20% das causas.

## 3 Metodologia

O problema a ser estudado se trata da redução de perdas de embalagens plásticas, e por consequência, de produto envasado que ocorrem no setor produtivo de uma empresa de produtos cosméticos e farmacêuticos.

Como primeira etapa desse projeto, fez-se um levantamento de índice de perdas e classificação de tipos de perdas das embalagens plásticas produzidas com o objetivo de adquirir conhecimento aprofundado do problema a ser solucionado, recolhendo dados, possibilitando assim, análises com maior nível de detalhe.

Para esse estudo definiu-se a coleta dos dados de perda de produtos realizada no primeiro semestre e no segundo semestre de 2019. Após o levantamento de dados foi realizada uma análise com objetivo de definir qual tipo de produto apresentava maior índice de perda e quais eram os motivos das perdas. Para isso aplicou-se as ferramentas da qualidade na linha de produção dos frascos plásticos, para levantamento e análise de dados. Como etapa posterior serão elaborados os planos de intervenções e também a implantação dos planos de ação.

## 4 Apresentação e discussão dos resultados

Para se identificar os produtos soprados com maior incidência de defeitos fez-se um levantamento histórico na empresa para o primeiro e segundo semestre de 2019 através da avaliação das Fichas de Não Conformidades (FNC). A perda de produtos, apurada no primeiro semestre de 2019, está apresentada no gráfico da Figura 2.

Figura 2 - Ocorrências com maior número de reincidência no primeiro semestre 2019

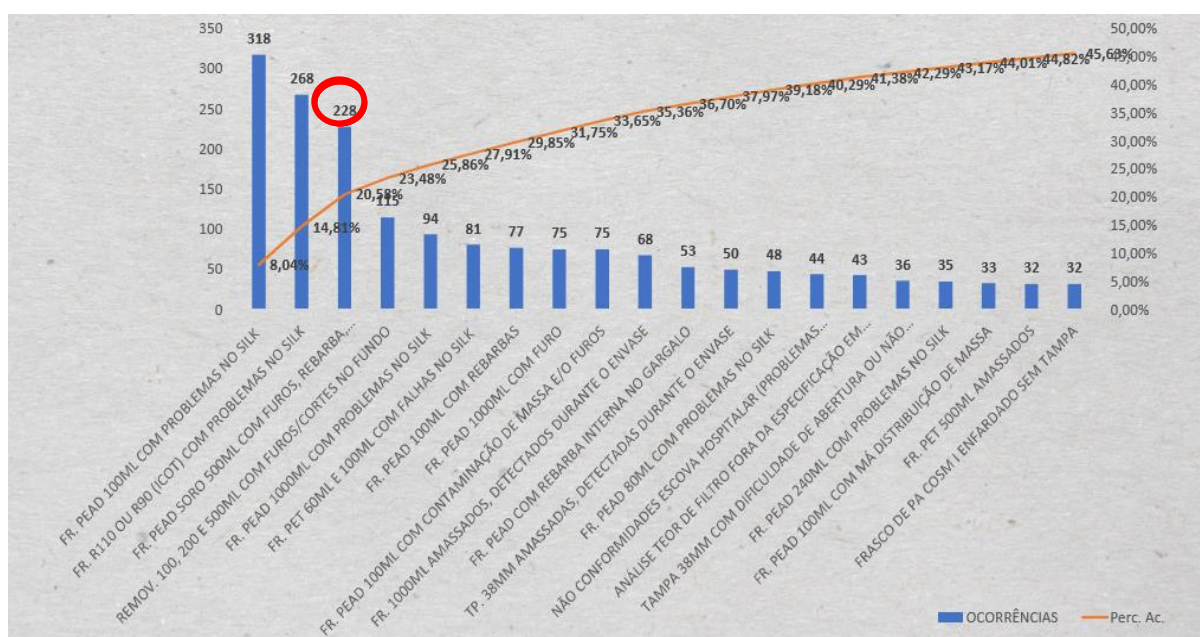


Fonte: Empresa pesquisada (2019).

Como se pode perceber no gráfico tem-se um total de 107 registros apurados nas Fichas de Não Conformidade, e mostram a maior ocorrência para o produto solução fisiológica 500 ml. Esse dado está circulado na cor vermelha.

Os dados relativos ao segundo semestre de 2019, estão apresentados na Figura 3, onde também se pode verificar, circulado na cor vermelha, a quantidade de FNC para o frasco de solução fisiológica 500 ml.

Figura 3 - Ocorrências com maior número de reincidência no segundo semestre 2019



Fonte: Empresa pesquisada (2019).



# SICIT 2021

Semana de Iniciação  
Científica e Tecnológica

ISSN 2595-9417

27 de setembro a  
01 de outubro de 2021

Universidade de Itaúna

Pode-se verificar pelos dados que foram registrados um total de 228 ocorrências de não conformidades para o frasco de solução fisiológica 500 ml, confirmando o maior número de ocorrências de problema para esse produto. Verificou-se também um aumento de 121 ocorrências em números absolutos no segundo semestre de 2019, o que representa um aumento de 53% em relação ao primeiro semestre de 2019. É importante esclarecer que as duas primeiras ocorrências mostradas no gráfico da Figura 3, estão relacionadas ao processo de silkagem, e não de vazamento de embalagens, mas também registradas nas Fichas de Não Conformidade.

Essas ocorrências foram levantadas no estoque do produto, onde se percebem vazamentos dos frascos, tornando o problema mais oneroso para a empresa, pois se perde a caixa de embarque do produto, o produto em si e também a embalagem plástica. Diante desses dados optou-se em analisar primeiramente a perda dos frascos de solução fisiológica de 500ml, por ser o produto com maior índice de desvios de produção. Fez-se um planejamento de acompanhamento iniciando-se por coleta de dados específicos da linha de produção desse produto e no setor de estoque, definindo-se o período de um mês de acompanhamento e registros.

#### 4.1 Produção do frasco de solução fisiológica 500ml

A matéria-prima utilizada no processo de fabricação do frasco plástico de solução fisiológica 500ml, é a resina HS5502, um polietileno de alta densidade. A máquina sopradora utilizada no processo de fabricação das embalagens plásticas é a BMT5.6D/H. Na Figura 4 é possível visualizar o frasco plástico na saída da máquina onde é produzido.

Figura 4 - Frasco plástico acabado

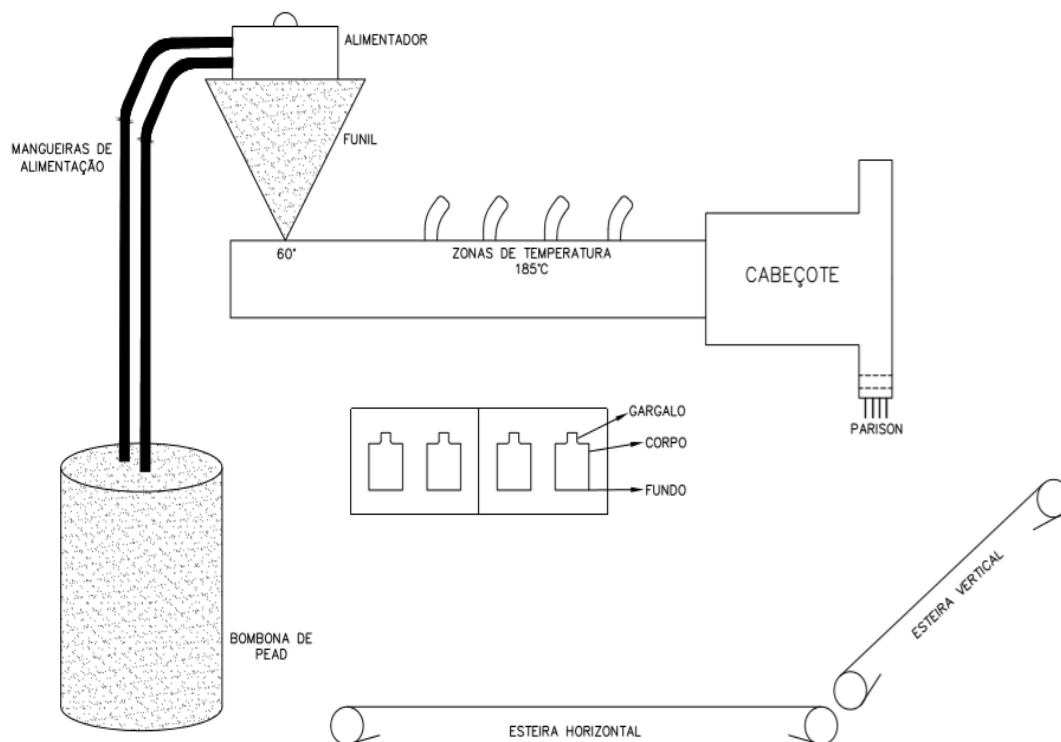


Fonte: Autor (2020).

As embalagens plásticas - frascos - são armazenadas nas sacarias e, conforme a demanda, vão sendo enviadas para o setor farmacêutico da empresa para envasar a solução fisiológica. O ciclo produtivo se repete a cada 15 segundos e são produzidos 12 frascos por ciclo. A produção por hora é de 2.880 unidades. Cada lote de produção é definido com a quantidade de 60.000 frascos, sendo essa definição baseada em estratégias de rastreio, capacidade de estocagem, capacidade de empenho de matéria-prima e ainda a capacidade de envase da solução fisiológica.

Na Figura 5 pode-se visualizar o desenho ilustrativo do processo produtivo dos frascos de solução fisiológica 500ml.

Figura 5 - Desenho do processo produtivo dos frascos plásticos



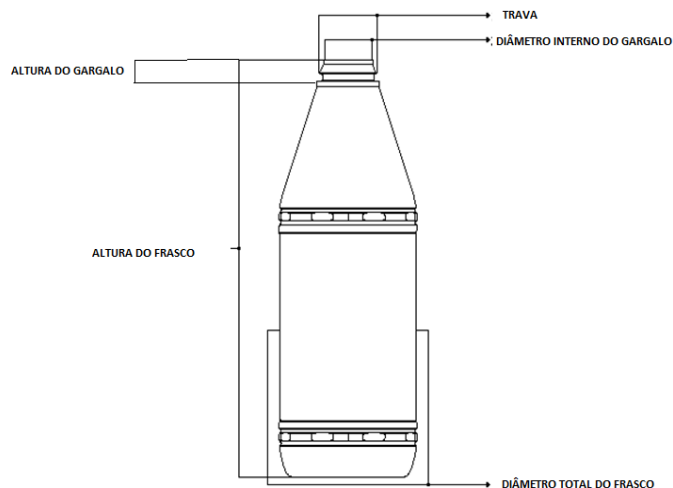
Fonte: Autor (2020).

O processo produtivo dos frascos se inicia na alimentação da máquina com matéria-prima virgem, juntamente com o material retrabalhado (frascos moídos que retornam para o processo como matéria-prima reutilizável), e são oriundos de rebarbas e refugos. Após o processamento, tem-se frascos considerados como: frascos dentro das especificações, os quais são direcionados para o estoque de produto acabado, e frascos fora de especificações, esses são encaminhados para o moinho, para que sejam moídos e retornem para o processo de sopro como matéria-prima reutilizável.

O controle de qualidade faz as análises nos frascos produzidos a cada 4 horas e são analisados os produtos de ciclo completo, ou seja, 12 frascos. São realizadas análise dimensional, sendo feita a pesagem e as medições dos frascos, e a massa que deve estar entre 28g a 30g. São feitas medições com paquímetro e são controlados os seguintes pontos: altura do gargalo, altura total do frasco, diâmetro total do frasco, diâmetro interno do gargalo e diâmetro da trava. Além do controle dimensional é também realizada a análise visual. Os frascos coletados para análise são comparados visualmente com o frasco padrão, para verificar os seguintes parâmetros: manchas no frasco, deformações (bolhas, arranhões, amassado), frasco com fundo estufado, cor fora do padrão, gargalo torto ou oval, engilhamento (enrugado), rebarba de massa no interior ou aderida na parede do frasco, contaminações (sujidades). O último teste realizado é o teste de vedação: enche-se o frasco com água, fecha-se o frasco e esse é submetido a uma força de 5kgf durante um minuto, para verificar se ocorrerá algum vazamento do líquido.

Na Figura 6 pode-se ver o frasco plástico utilizado no armazenamento da solução fisiológica de 500ml, detalhando as partes críticas do frasco, onde que são feitas as medições pelo controle de qualidade.

Figura 6 - Desenho técnico do frasco plástico 500 ml



Fonte: Empresa pesquisada (2020).

#### 4.2 Levantamento de tipos de defeitos nos frascos

Para identificar os tipos de defeitos predominantes nos frascos plásticos foi realizada uma verificação da produção e no estoque de produto acabado, em que foram coletadas as amostras dos frascos defeituosos durante o período de 30 dias. Para essa verificação, foi planejado com o setor de armazenagem de produtos acabados a separação dos produtos com defeito. Essa separação foi feita no momento do atendimento de pedidos dos clientes, pois durante este processo de separação, consegue-se identificar qual caixa de armazenagem do produto está molhada, ou seja, caixa em que houve vazamento da solução. Percebendo-se o vazamento, a caixa foi segregada e os frascos com vazamento do produto foram coletados para verificação.

A Figura 7 mostra uma caixa com manchas (indicada pelas setas) indicando que foi molhada devido a vazamento no frasco de solução fisiológica. Observa-se que, os frascos estão na posição oposta à de armazenagem, pois a caixa foi virada para se realizar o registro através da fotografia, visto que o fundo da caixa é que fica molhado.

Figura 7 - Caixa molhada por vazamento de produto no frasco plástico



Fonte: Autor (2020).



As caixas de armazenagem de produto acabado ficam empilhadas em paletes no estoque, quando ocorre vazamento de produto em uma caixa, outras caixas também são molhadas pelo produto, surgindo assim a necessidade de retrabalho em mais de uma caixa.

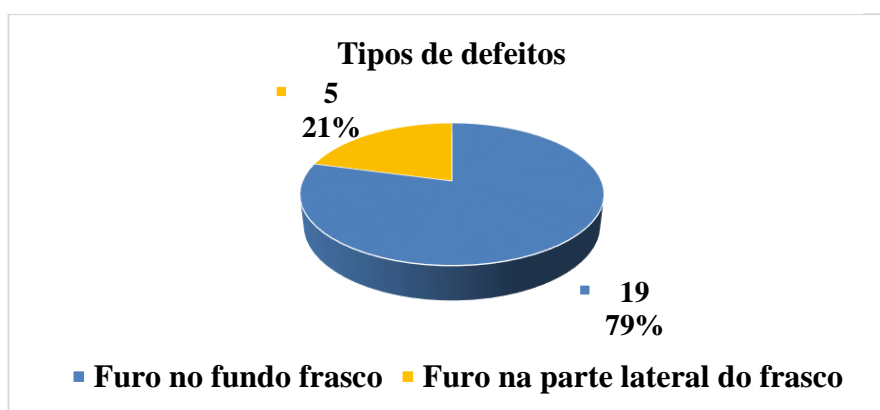
No período de 30 dias, determinado para a separação dos frascos com defeito, foi coletado um total de 24 frascos defeituosos. Fez-se uma verificação visual nos frascos e os tipos de defeitos identificados nas embalagens, estão mostrados na Tabela 1 e no gráfico da Figura 8.

Tabela 1 – Tipos de defeitos identificados nas embalagens plásticas

Tipos de defeitos	Unidades	Porcentagem (%)
Furo no fundo do frasco	19	79
Furo na parte lateral do frasco	5	21
$\Sigma$	<b>24</b>	<b>100</b>

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

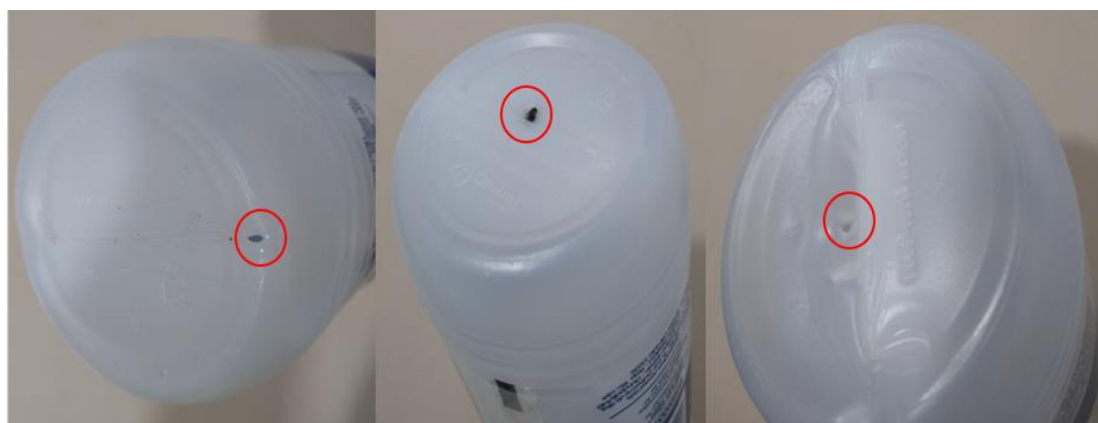
Figura 8 - Representação gráfica dos tipos de defeitos



Fonte: Autor (2020).

Os defeitos encontrados foram fotografados e podem ser visualizados nas Figuras 9 e 10, onde os furos estão circulado na cor vermelha, para melhor visualização do tipo de defeito.

Figura 9 - Furo no fundo do frasco



Fonte: Autor (2020).

Figura 10 - Furo na parte lateral do frasco



Fonte: Autor (2020).

Os frascos com defeito representaram 0,14% do total produzido, sendo esse total 1.707.477 unidades. Com a primeira fase do projeto concluída, ou seja com os tipos de defeitos identificados nos frascos de solução fisiológica, pode-se planejar e dar sequência ao projeto.

## 5 Considerações finais

A fase de identificação do problema em um projeto para melhoria da qualidade é essencial para que o projeto seja focado em itens que vão impactar no processo produtivo. A identificação do problema no projeto, aqui apresentado, possibilitou a identificação do produto com maior incidência de defeitos e ainda os tipos de defeitos que mais ocorriam. Dessa forma foi possível planejar o plano de ação para bloqueio dos defeitos com maior assertividade e credibilidade por parte da empresa. É importante ressaltar que através da melhoria contínua da qualidade consegue-se um aumento da competitividade de uma organização, objetivo maior desse projeto.

## Referências

LOPES, Fábio e NUNES, Edilene. **Processos de moldagem por sopro**. Conceitos, técnicas e aplicações em peças plásticas. 1. ed. São Paulo: Érica Ltda Grupo Saraiva, 2014.

PEREIRA, F. S. G. **Polímeros fundamentos científicos e tecnológicos**. Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia. Recife, 2009.

SENAI-RS - Escola de Educação Profissional Nilo Bettanin. **Processo de transformação de plásticos por sopro**. Rio Grande do Sul, 2011.

WERKEMA, Maria Cristina Catarino. **Ferramentas Estatísticas Básicas para o Gerenciamento de Processos: TQC – Gestão de qualidade total** – Série Ferramentas de Qualidade. Belo Horizonte: UFMG, 1995.