



UNISUL

UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA

CAMILLA FAGUNDES DE SOUZA

**AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE REDUÇÃO DE PRESSÃO NA SOPRADORA
SIDEL UNIVERSAL SBO16/20: APLICAÇÃO EM UMA INDÚSTRIA DE BEBIDAS**

Palhoça
2018

CAMILLA FAGUNDES DE SOUZA

**AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE REDUÇÃO DE PRESSÃO NA SOPRADORA
SIDEL UNIVERSAL SBO16/20: APLICAÇÃO EM UMA INDÚSTRIA DE BEBIDAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção da Universidade do Sul de Santa Catarina como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro de Produção.

Orientador: Prof. Paulo Roberto May, MSc.

Palhoça

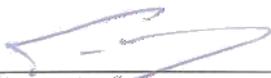
2018

CAMILLA FAGUNDES DE SOUZA

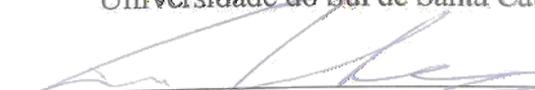
**AValiação DO PROCESSO DE REDUÇÃO DE PRESSÃO NA SOPRADORA
SIDEL UNIVERSAL SBO16/20: APLICAÇÃO EM UMA INDÚSTRIA DE BEBIDAS**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado à obtenção do título de Engenheiro de Produção e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia de Produção da Universidade do Sul de Santa Catarina.

Palhoça, 19 de novembro de 2018.



Professor e orientador Paulo Roberto May, MSc.
Universidade do Sul de Santa Catarina



Prof. Sílvio Jorge Machado, Bel.
Universidade do Sul de Santa Catarina



Bruno Batista, Bel.
Coca-Cola FEMSA

Dedico este trabalho à minha avó Maria Conceição Machado Fagundes “*In Memoriam*”, ao meu esposo Fábio Luís Karkow, aos meus pais, Andréa M. Fagundes de Souza e Gilson Mello de Souza, ao meu irmão Álvaro Fagundes de Souza, ao meu avô Gilberto da Rosa Fagundes e ao meu tio Vinícius Machado Fagundes.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, o centro da minha vida. A Ele rendo graças por tantas bênçãos que possuo.

Em especial ao meu pai Gilson Mello de Souza, aquele que mais que prover meus estudos e conforto material, foi exemplo e alicerce durante minha caminhada. Seu apoio, seu incentivo, seu amor e sua compreensão foram indispensáveis para a vida. Agradeço à minha mãe, Andréa Machado Fagundes de Souza, que me gerou e sempre incentivou a correr atrás de meus sonhos e do que acredito. Ela é exemplo de pessoa que corre atrás dos seus sonhos e luta pela sua felicidade.

À minha avó, Maria Conceição Machado Fagundes, “*In Memoriam*”, que demonstrou por mim o maior e mais sincero amor que pude presenciar, me ensinando a ser forte e justa e a olhar aos outros e a vida com amor e ternura. Maior exemplo de mulher forte, guerreira, a qual nada a abalava e sempre cuidava de todos.

Ao meu esposo, meu amor, companheiro de todas as horas e momentos, Fábio Luís Karkow. Seu apoio, seu incentivo, seu amor, sua compreensão, sua paciência e carinho foram essenciais para esta caminhada, me fazendo ver o lado positivo das coisas e dando forças para que não desistisse em nenhum momento. E que, por muitas vezes saiu do serviço mais cedo para me levar à faculdade, partilhou dos momentos bons e é meu porto seguro que me acolheu sendo meu ombro amigo e confortou enxugando minhas lágrimas quando achei que não tinha mais forças.

Ao meu avô, Gilberto da Rosa Fagundes, que sempre me deu apoio, carinho, me ajudou muito e me ensinou a ver as situações de todos os ângulos, para que fosse sempre correta e justa com as pessoas e que fizesse boas escolhas.

Ao meu tio, Vinícius Machado Fagundes, carinhosamente chamado de Tuti, que sempre cuidou de mim, me deu carinho e me ajudou e torceu por mim ao longo de minha caminhada.

Ao meu irmão, Álvaro Fagundes de Souza, meu amigo, certeza de que sempre terei a quem recorrer nas dificuldades.

Agradeço à minha sogra e meu sogro, Isabel Clarice Willers Karkow e Marcos Rogério Karkow, que me acolheram como filha, me ajudaram sempre que precisei e estavam sempre dispostos a dar uma palavra de apoio e carinho. E também às minhas cunhadas e cunhados (Aline, Francielle, Alice, Maiara, André, Carlos, Rudimar e José) que estão sempre dispostos a ajudar no que for necessário.

Agradeço aos meus amigos, parceiros de vida. Eles fazem meus dias mais alegres, minha vida mais leve e estão ao meu lado nos momentos bons e ruins. Em especial ao meu amigo irmão, Ricardo Luis Vermohlem, que me ensinou boa parte do que sei a respeito do processo de sopro de garrafas PET e sempre esteve ao meu lado para dar aquele ombro amigo e para dar boas risadas.

À querida Adriane Bourdot Vermohlem, amiga irmã que também me deu muito apoio, carinho e muitas boas risadas, é claro.

Ao meu querido colega Bruno Batista, que me socorreu por diversas e diversas vezes quando o computador me deixava na mão durante a construção desse Trabalho de Conclusão de Curso.

Um agradecimento especial à empresa Sidel, que apoiou este Trabalho de Conclusão de Curso.

Aos amigos queridos companheiros de carona à faculdade (Robson Bruning, Gustavo Schmitt e Filippe Peppler) e ao professor Paulo Valadares, só tenho a agradecer pela grande ajuda neste período e pelas risadas, pois a cada viagem tínhamos uma aventura e história diferente.

Ao meu professor orientador Paulo Roberto May, que não mediu esforços para auxiliar na conclusão deste trabalho, me tranquilizou e dividiu seu conhecimento comigo.

Agradeço ao meu companheiro de trabalho Kleber Tonini por dividir comigo a sua experiência e por servir de inspiração de ser humano e profissional. Além de ser um grande amigo em minha vida. Estendo esse agradecimento também aos meus colegas Lucas Amendola, Everaldo da Silva, Robson Dias Lopes, Paulo Villas, Bruno Batista, Robson Bruning, Michael Bechtold, Roberto Renno Sinohara da Silva Sousa, Gilmar Coelho e Jucemar Martendal.

Parabenizo e agradeço a todos os professores e a UNISUL, por todo apoio oferecido e ensinamento compartilhado durante esta caminhada.

“Na vida, não existem soluções. Existem forças em marcha: é preciso criá-las e, então, a elas seguem-se as soluções.” (ANTOINE DE SAINT-EXUPÉRY, 1900//1944).

RESUMO

A transformação de pré-formas em garrafas (sopro) é um processo deveras minucioso e rico em detalhes, os quais funcionam como uma construção: deve-se ter primeiramente uma boa base que alicerça a estrutura e uma ótima distribuição de material para que seja uma garrafa resistente e de qualidade. Um bom processo proporciona às garrafas sopradas boa estrutura, resistência mecânica e boa propriedade de barreira quanto aos gases (CO₂ e O₂). Partindo deste pressuposto, este Trabalho de Conclusão de Curso propõe um estudo sobre sopro de garrafas PET (Polietileno Tereftalato), apresentando tecnologias existentes no mercado, avaliando o processo de redução de pressão utilizada em uma máquina (sopradora) Sidel Universal SBO16/20 do ano de 2007 e verificando possíveis oportunidades de melhoria de qualidade e redução de consumo energético. Aplicando análise quantitativa, este estudo de caso avalia os parâmetros de sopro e consumo de energia utilizada atualmente na empresa Beta. Avaliando também os impactos das modificações no processo ao longo dos últimos sete anos (reduções de gramatura das garrafas). A demonstração de viabilidade de redução de pressão em uma sopradora Sidel Universal SBO16/20 se dá através de *cases* apresentados que aplicam o estudo proposto, tornando possíveis ações iniciais sem investimento.

Palavras-chave: Sopro; Redução de Pressão; Sopradora; Garrafas PET (Polietileno Tereftalato); Gramatura; Peso.

ABSTRACT

The transformation of preforms into bottles (blow) is a very detailed and detailed process, which works as a construction: it must first have a good base that supports the structure and an optimal distribution of material to be a resistant and quality bottle. A good process gives blown bottles good structure, mechanical resistance and good barrier properties for gases (CO₂ and O₂). Based on this assumption, this Work of Conclusion of Course proposes a study on the blowing of PET bottles (Polyethylene Terephthalate), presenting technologies in the market, evaluating the pressure reduction process used in a Sidel Universal SBO16/20 blowing machine of the year of 2007 and verifying possible opportunities for quality improvement and reduction of energy consumption. Applying quantitative analysis, this case study evaluates the wind parameters and energy consumption currently used in the Beta company. It also evaluates the impacts of process modifications over the last seven years (bottle weight reductions). The demonstration of viability of pressure reduction in a Sidel Universal SBO16/20 blower occurs through cases presented that apply the proposed study, making possible initial actions without investment.

Keywords: Blow; Pressure Reduction; Blower; PET Bottles (Polyethylene Terephthalate); Grammage; Weight.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – A evolução das garrafas de Coca-Cola (formato marcante Contour)	20
Figura 2 – Produção de Coca-Cola 600ml.....	21
Figura 3 – Linha de produção Max Wilhelm - envase	22
Figura 4 – Linha de produção Max Wilhelm – inspeção após envase	22
Figura 5 – Linha de produção Pureza - rotulagem	23
Figura 6 – Linha de produção Pureza - envase.....	23
Figura 7 – Sopradora Sidel Universal SBO 16/20.....	24
Figura 8 – Painel de Comando: Sidel Universal SBO16/20.....	24
Figura 9 – Sopradora Sidel Matrix	25
Figura 10 – Historial do PET.....	26
Figura 11 – As Cadeias de Moléculas	27
Figura 12 – A bi-orientação.....	28
Figura 13 – A temperatura adequada para a bi-orientação	28
Figura 14 – Processo de Sopro	29
Figura 15 – Moldes utilizados no processo de sopro	29
Figura 16 – Nomenclatura Sopradoras SIDEL.....	30
Figura 17 – Modelo PDCA.....	32
Figura 18 – Sidel Série I.....	36
Figura 19 – Sidel Série Universal SBO16/20	36
Figura 20 – Elevadores de Série I e Série Universal	37
Figura 21 – Controle de elevadores em Série I e Universal	37
Figura 22 – Fornos em sopradoras Série I e Universal.....	38
Figura 23 – Atuação das lâmpadas no forno	39
Figura 24 – Controle de parâmetros do forno e de potência das zonas em uma Sidel Série I Pyromat.....	40
Figura 25 – Controle de parâmetros do forno e de potência das zonas em uma Sidel Série I PCC	40
Figura 26 – Controle de parâmetros do forno e de potência das zonas em uma Sidel Série I PCC	41
Figura 27 – Vista Externa do compressor Belliss PET modelo WH40H3N.....	43
Figura 28 – Vista Externa do compressor Belliss PET modelo WH40H3N.....	45

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
1.1	OBJETIVO GERAL.....	13
1.1.1	Objetivos Específicos.....	14
1.2	LIMITAÇÕES DO TRABALHO.....	14
1.3	ESTRUTURA DO TRABALHO.....	15
2	METODOLOGIA.....	16
3	REFERENCIAL TEÓRICO.....	20
3.1	PROCESSO DE PRODUÇÃO DE REFRIGERANTES.....	20
3.2	MODELOS DE MÁQUINAS DE SOPRO.....	23
3.3	PROCESSO DE SOPRO.....	25
3.4	PDCA.....	31
4	DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO.....	33
4.1	PERFIL DA EMPRESA.....	33
4.1.1	Localização da empresa.....	34
4.2	ÁREA DE ESTUDO.....	34
4.3	ANÁLISE DO PROCEDIMENTO.....	42
4.4	CONCLUSÕES DO ESTUDO DE CASO.....	46
5	CONCLUSÃO.....	50
5.1	SUGESTÕES DE NOVOS TRABALHOS.....	50
	REFERÊNCIAS.....	51

1 INTRODUÇÃO

A industrialização no Brasil foi historicamente tardia. Porém, atualmente, o país vem se desenvolvendo e ocupando lugar de destaque no cenário internacional. Hoje a região mais industrializada é a região Sudeste. Após consecutivas crises econômicas o país é considerado um dos mais industrializados e ocupa o décimo quinto lugar neste segmento em escala global, mas a industrialização não ocorre de forma homogênea, tendo distribuição irregular no território. Em segundo lugar na industrialização no país está a região Sul, se sobressaindo nas atividades de agroindústria, produção de peças e metalurgia. (FREITAS, Eduardo de, 2018).

No estado de Santa Catarina a indústria possui importante parque industrial, ocupando uma posição de destaque no Brasil. Em 2012, o PIB registrou R\$ 177 bilhões, na sexta posição, sendo atualmente o segundo estado com maior participação da indústria de transformação no PIB. A economia no estado se caracteriza pela concentração em diversos pontos, possuindo padrões de desenvolvimento equilibrado entre suas regiões. (FIESC, 2018).

Embora não se tenha tamanha representatividade na economia do estado, a indústria de bebidas se faz presente desempenhando papel importante no ramo.

Em seu breve histórico da linha do tempo, em 1993 ocorreu a oferta pública inicial da Coca-Cola FEMSA nas bolsas de valores do México e dos Estados Unidos. Em 1994, houve a aquisição da operação do México como uma participação majoritária na operação produtiva de Buenos Aires e em 1998, a aquisição das ações remanescentes da operação de Buenos Aires. Já em 2003, a aquisição da Panamco (engarrafadora líder da América Latina na época) amplia a presença geográfica de KOF (Coca-Cola FEMSA) para nove países na América Latina. Em 2013 ocorre a integração das franquias Fluminense e Spaipa no Brasil e em 2016 ocorre então a aquisição da Vonpar Refrescos no Brasil. (Coca-Cola FEMSA, 2018).

No ano de 1905, Alfredo Roberto Sell, instala a Cervejaria Alfredo Sell às margens do Rio Capivaras, em Rancho Queimado/SC. Três anos depois muda o nome para Cervejaria Rio Branco e transfere a fábrica de local, onde permanece até hoje. A primeira bebida que a fábrica produziu foi a cerveja “Tira Prosa”, que mais tarde acabou ganhando uma versão não-alcoólica denominada de “cerveja-doce”, posteriormente fabricada no sabor guaraná e batizada de Pureza. O nome Pureza tem origem na qualidade pura dos ingredientes utilizados na fabricação do produto: água de boa procedência e polpa natural de guaraná. Sendo, no total, 113 anos de história da marca.

A Max Wilhelm, fundada em 1925, pelo Sr. Max Wilhelm, é umas das mais antigas e tradicionais indústrias de refrigerantes do Brasil. A produção de seus produtos localiza-se em um moderno parque industrial na cidade de Blumenau, no estado de Santa Catarina, junto com uma bela área particular de Mata Atlântica preservada.

Na empresa Beta, em todo seu território tem-se mais de 20.000 colaboradores, 394.489 pontos de venda, 43 centros de distribuição, 87,7 milhões de consumidores e 12 instalações de engarrafamento. Entre estas 12 está a unidade estudada, que possui uma linha de *Bag in Box* (linha que produz “mochilas” com xarope para máquinas de Post Mix utilizadas em pontos de venda como Bob’s e Mc Donalds), uma linha de produtos retornáveis e três linhas PET (ou Polietileno Teleftalato – linhas onde a bebida é envasada em garrafas de plástico).

Com o passar dos anos, os processos vêm se atualizando, a tecnologia se renovando, e, com ela, a preocupação com redução de custos e menor impacto ao meio ambiente aumentando. A partir de 2011, o processo de redução de gramatura de garrafas PET ganhou maior força, juntamente com a busca de novos tipos de matéria-prima (como garrafas *plant bottle* - cana-de-açúcar em sua composição - e garrafas *bottle to bottle* – soprada com pré-forma reciclada). Porém, estes processos de redução de gramatura normalmente tendem a ser executados sem um estudo muito aprofundado envolvendo um maior planejamento, verificação de condição de moldes e de máquinas, seus impactos nos resultados (garrafas sopradas) e sem maiores alterações no processo. Com demandas sequenciais de redução pôde ser verificado um aumento nas não conformidades, não atendimento de especificações, dificuldades de ajuste de processo de sopro e possível facilidade de perda de gás através da parede das garrafas.

Partindo do pressuposto quanto às alterações oriundas das reduções de gramatura sem maior grau de acompanhamento técnico, nota-se a necessidade de analisar as condições de uma sopradora Sidel Universal SBO16/20 (ano 2007) a fim de responder a seguinte pergunta: É possível reduzir a pressão de sopro utilizada em uma sopradora moderna?

1.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o processo de redução de pressão de Sopro na sopradora Sidel Universal SBO16/20.

1.1.1 Objetivos Específicos

- Analisar a literatura pertinente ao assunto;
- Analisar e mapear o processo da máquina Sidel Universal SBO16/20 dentro da organização;
- Analisar possibilidade de melhoria da qualidade das garrafas sopradas;
- Pesquisar *cases* em máquinas similares;
- Analisar consumo energético do processo em questão;
- Propor, se necessário, melhorias.

1.2 LIMITAÇÕES DO TRABALHO

Tendo sido realizado numa organização específica, esse estudo de caso diz respeito à realidade enfrentada pela organização em questão, assim os métodos e técnicas em estudo, novas aplicações, bem como, generalizações merecem um maior aprofundamento para serem aplicados em outras organizações.

Este trabalho de conclusão de curso tinha como proposta inicial analisar todos os processos de sopro da empresa Beta, de Santa Catarina. Considerando a complexidade do processo de sopro e a diferença muito grande de tecnologias e formas de trabalho entre as sopradoras da empresa, decidiu-se fazer a análise somente da sopradora Sidel Universal SBO16/20 (2007).

Outra dificuldade está relacionada à disponibilização de estudos acadêmicos (são poucos os estudos sobre processo de sopro, e menos ainda sobre redução de pressão de sopro, o que exigiu da autora um esforço maior para fundamentação do estudo e interpretação das informações).

Também deve ser considerado o envolvimento pessoal da autora nos processos de implantação destes métodos, fator este que sempre terá influência mesmo com todos os cuidados tomados em buscar uma postura o mais isenta possível na análise e apresentação dos fatos.

A expansão deste estudo para os demais processos (demais máquinas) poderá ser realizada em fases posteriores a conclusão deste Trabalho de Conclusão de Curso.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho de conclusão de curso foi dividido de forma a facilitar o entendimento do tema proposto, como segue:

- Capítulo 1 – introdução e justificativa, problema, objetivos geral e específicos, limitações da pesquisa; estrutura do TCC.
- Capítulo 2 – Metodologia.
- Capítulo 3 – Fundamentação Teórica.
- Capítulo 4 – Apresentação e Discussão dos Resultados.
- Conclusão - Conclusões e Recomendações para trabalhos Futuros.

2 METODOLOGIA

Este trabalho de conclusão de curso é uma pesquisa aplicada, com abordagem qualitativa, sendo que, em relação ao objetivo ela é explicativa, utilizando-se de procedimentos documentais e de estudo de caso. As técnicas utilizadas para coleta e análise de dados foram a Análise documental e a Observação Participante.

De acordo com Lakatos e Marconi (2010, p.65),

Método é o conjunto das atividades sistemáticas e racionais que, com maior segurança e economia, permite alcançar o objetivo, conhecimentos válidos e verdadeiros, traçando o caminho a ser seguido, detectando erros e auxiliando as decisões do cientista.

Sendo assim, tem-se que o embasamento teórico e metodológico existe para que seja dada sustentação ao trabalho científico.

O estudo de caso em questão busca gerar histórico e conhecimento quando se fala em embalagens e processo de sopro (área pouco explorada, estudada e divulgada abertamente), o que permitirá que seus diversos aspectos estudados possam ser muito úteis para futuros trabalhadores em diferentes empresas semelhantes.

Conforme Marconi; Lakatos (2010, p.177), a observação participante “Consiste na participação real do pesquisador na comunidade ou grupo. Ele se incorpora ao grupo, confunde-se com ele. Fica tão próximo quanto um membro do grupo que está estudando e participa das atividades normais deste”.

De acordo com Marconi; Lakatos (2010) o objetivo da observação participante é colocar o observador e o observado no mesmo contexto, com o intuito de que o observador seja parte integrante do grupo vivenciando todos os passos do processo que os outros vivenciam.

A coleta de dados dessa pesquisa foi realizada por intermédio da observação participante do autor que inseriu-se na atividade a ser pesquisada e passou a fazer parte da mesma. Tem como propósito, identificar os problemas, efetuar análise crítica, buscar e propor soluções adequadas (GIL, 2010).

Para se usar o método de estudo de caso deve se levar em consideração a compreensão de todos envolvidos no assunto e investigar todos os aspectos que estão relacionados ao caso.

Foi escolhido o procedimento metodológico de estudo de caso, por ter sido realizado em uma organização específica. Uma das principais funções do estudo de caso são a explicação dos fatos ocorridos em um contexto social, relacionadas com variações sistemáticas,

quando ocorre assim é preciso que apresente em tabelas, quadros ou gráficos com uma análise que os caracterizam. (FACHIN, 2006).

Segundo Yin (2001) a principal intenção em estudos de caso, é atrair esclarecimentos pelo qual mostre motivos para definir quais decisões serão tomadas em um conjunto de motivos, quais resultados foram alcançados e quais decisões foram tomadas e implementadas. Ao investigarmos um fenômeno se queremos vida real dentro de um contexto, o estudo de caso é a forma ideal para se pesquisar (YIN, 1990).

De acordo com que diz Campomar (1991):

O estudo intensivo de um caso permite a descoberta de relações que não seriam encontradas de outra forma, sendo as análises e inferências em estudo de casos feitas por analogia de situações, respondendo principalmente às questões por quê? E como?

O estudo é caracterizado a um método intensivo, quando isso acontece podem ser descobertos coisas que de outro jeito não apareciam. Uma das principais funções do estudo de caso são a explicação dos fatos ocorridos em um contexto social, relacionadas com variações sistemáticas, quando ocorre assim é preciso que apresente em tabelas, quadros ou gráficos com uma análise que os caracterizam. (FACHIN 2006).

Ao desenvolver uma pesquisa de estudo de caso é preciso que redobre seus cuidados nas coletas de dados quanto no seu planejamento. O propósito do estudo de caso é identificar possíveis problemas ou fatores que são influenciados ou influenciam em alguns objetos a serem questionados. (GIL 2008).

Godoy (1995) comenta que o estudo de caso consiste em analisar profundamente um tipo de pesquisa cujo objetivo é detalhar um ambiente em uma situação particular. Estudos realizados nas empresas para responder o motivo de ocorrerem as mais determinadas situações. Os dados de um estudo de caso são coletados pelo pesquisador por uma fonte primária ou secundária da própria observação do problema ou em entrevistas, os dados devem ser coletados em pesquisas qualitativas, o que não quer dizer que não possa usar a pesquisa quantitativa, vai depender muito da situação em que vai ser aplicado.

Para se usar o método de estudo de caso deve se levar em consideração a compreensão de todos envolvidos no assunto e investigar todos os aspectos que estão relacionados ao caso. O estudo é caracterizado a um método intensivo, quando isso acontece podem ser descobertos coisas que de outro jeito não apareciam. De acordo com a investigação em inúmeros casos poderá ser reduzido para um elemento caso ou distribuídos em grupos, subgrupos ou comunidades, em uma análise detalhada podendo ter a obtenção de ideias sobre

as possíveis relações. Uma das principais funções do estudo de caso são a explicação dos fatos ocorridos em um contexto social, relacionadas com variações sistemáticas, quando ocorre assim é preciso que apresente em tabelas, quadros ou gráficos com uma análise que os caracterizam. (FACHIN 2006).

Ao desenvolver uma pesquisa de estudo de caso é preciso que redobre seus cuidados nas coletas de dados quanto no seu planejamento. O propósito do estudo de caso é identificar possíveis problemas ou fatores que são influenciados ou influenciam em alguns objetos a serem questionados. (GIL 2008).

Quando alguém define por um estudo de caso não se devem generalizar os resultados obtidos, não se pode extrair nenhuma conclusão que extrapole a situação estudada, por tanto essa técnica de pesquisa tem uma contribuição limitada para o avanço do conhecimento. (BERTUCCI, 2009)

Além do estudo de caso foi, também, desenvolvida uma pesquisa bibliográfica que segundo Marconi; Lakatos (2010, p.166):

Toda a literatura já tornada pública em relação ao tema pesquisado, desde publicações avulsas, boletins, jornais, periódicos, livros, bases de dados etc. Sua finalidade é colocar o pesquisador em contato direto com tudo o que foi escrito, dito ou filmado sobre determinado assunto.

Quanto a abordagem do problema, utilizou-se a pesquisa bibliográfica que segundo Lakatos e Marconi (2010, p.166), estrutura-se a partir de:

Fontes secundárias que abrange toda bibliografia já tornada pública em relação ao tema de estudo, desde publicações avulsas, boletins, jornais, revistas, livros, teses etc. Sua finalidade é colocar o pesquisador em contato direto com tudo o que foi escrito sobre determinado tema.

De acordo com Gil (2010, p.29), pesquisa bibliográfica está presente em todas as pesquisas acadêmicas que são elaboradas para dar fundamentação teórica ao trabalho. Segundo o autor, a pesquisa bibliográfica é elaborada com base em material já publicado.

Tradicionalmente, esta modalidade de pesquisa inclui material impresso, como livros, revistas, jornais, teses, dissertações e anis de congressos científicos. Todavia, em virtude da disseminação de novos formatos de informação, estas pesquisas passaram a incluir outros tipos de fontes, como discos, fitas magnéticas, CDs, bem como material disponibilizado pela internet.

Essa classificação de pesquisa permite que os pesquisadores elaborem novas hipóteses com base no conhecimento já publicado. Barros, et al, (2007, p.85), afirma que essa classificação de pesquisa gera:

A construção de trabalhos inéditos daqueles que pretendem rever, reanalisar, interpretar e criticar considerações teóricas, paradigmas e mesmo criar novas proposições de explicação e compreensão dos fenômenos das mais diferentes áreas do conhecimento.

Trata-se também de uma pesquisa Documental, que segundo Marconi; Lakatos (2010), é fundamentada em documentos, escritos ou não, estabelecendo o que se denomina de fontes primárias. A pesquisa documental ser feita no momento em que o fato ou fenômeno ocorre, ou ser feita depois.

No desenvolvimento dessa pesquisa, também foram utilizados documentos de arquivos privados, que para Lakatos, et al (2010, p.157-158) são chamados de fontes primárias. Entende-se por documento qualquer objeto capaz de comprovar algum fato ou acontecimento (LAKATOS, et al, 2010, p.159).

Para desenvolver esse estudo foram utilizados os procedimentos da própria organização.

Classifica-se a referida pesquisa como descritiva, pois segundo Triviños (2009), permite ao investigador ampliar sua experiência em relação a um determinado problema. Assim, a esta etapa de uma proposta de implementação de um sistema de gestão de pessoas, a referida pesquisa enquadra-se como descritiva por apresentar:

A descrição das características de determinada população ou fenômeno ou, até mesmo, o estabelecimento de relação entre as variáveis, bem como, a utilização de técnicas padronizadas de coleta de dados, dentre elas, a aplicação de questionários e a observação sistemática. (GIL, 2010, p. 42)

Utilizou-se para tanto, a pesquisa descritiva que de acordo com Gil (2010) “tem como objetivo primordial a descrição de determinadas características de determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre as variáveis”.

Trata-se também de uma pesquisa aplicada, que tem como objetivo dar origem a conhecimentos e contextualizá-los com a realidade da empresa, de forma a ajudar na solução de problemas específicos, neste estudo a necessidade de um sistema de gestão de pessoas na referida empresa. Feita a identificação dessa necessidade, a referida pesquisa é de cunho empírico e enquadra-se como descritiva.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Para que o estudo tenha credibilidade, é importante um forte embasamento teórico, para que se perceba (através da apresentação de conceitos e opiniões de diferentes autores, uma opinião em comum e que se entenda melhor a definição de determinados conceitos).

Nesse Capítulo estarão os principais conceitos necessários para a compreensão dos estudos que serão apresentados.

3.1 PROCESSO DE PRODUÇÃO DE REFRIGERANTES

Conforme Torresini (2009), o refrigerante é considerado um refresco que reanima, acalma, aquieta, como pode ser lido nos dicionários. Os refrigerantes são produzidos com água, açúcar, xarope, gás carbônico, embalagens adequadas, máquinas, energia elétrica e refrigeração, que se somam à capacidade humana de transformação do mundo através da inteligência e do trabalho. Este processo iniciou-se ao longo do século XIX, nos Estados Unidos e na Europa.

Ainda segundo Torresini (2009), é preciso que se tenha água e açúcar para se fazer xarope. E o açúcar (que era conhecido por suas qualidades terapêuticas e vendido por boticários na Idade Média) tornou-se alimento importante após o Brasil passar a produzi-lo em grandes quantidades no século XVI, evitando a fome e o decréscimo da população nos rigorosos invernos europeus e apresentando-se como excelente conservante de alguns alimentos.

Figura 1 – A evolução das garrafas de Coca-Cola (formato marcante Contour)



Fonte: Torresini (2009)

Segundo Torresini (2009), o xarope de Coca-Cola, misturado à água carbonatada, era vendido na farmácia de Jacobus e disputava com outros xaropes a preferência dos

consumidores (nesta época, anteriores à indústria de medicamentos sintéticos, os xaropes eram recomendados ao alívio das dores e à promoção da saúde). Ainda no ano de 1886, o guardalivros Frank Robinson escreveu Coca-Cola, definindo a grafia secular do refrigerante, e, em pouco tempo, a produção em galões destinava-se também a outras farmácias. A incapacidade de aumentar a produção, atrelada aos problemas financeiros e familiares, levou Pemberton a negociar o segredo do seu xarope, revelando-o assim a mais de um fabricante. Um deles, Asa Candler, adquiriu o controle da Coca-Cola em 1889 e iniciou então o processo de nacionalização do produto, divulgando-o e iniciando seu processo de engarrafamento.

Figura 2 – Produção de Coca-Cola 600ml



Fonte: Torresini (2009)

Segundo a revista Galileu (Melo, 2007), o processo de produção de refrigerantes se divide em:

- Tratamento de água: etapa na qual a água passa por processos rigorosos de tratamento para retirada de impurezas;
- Preparação de xarope: o concentrado do refrigerante é misturado ao xarope simples (açúcar líquido) em proporções fixas (em caso de refrigerantes de sabores, é misturado também o suco correspondente à receita);
- Controle de Qualidade: laboratórios internos onde são realizadas análises para asseguarção de qualidade, atendimento de parâmetros e pureza de água e asseguarção da qualidade das garrafas sopradas;
- Sopro e Rotulagem: Pré-formas (matéria-prima) é transformada em garrafa através de processo de sopro e rotulada na rotuladora; e

- Enchedora: etapa na qual o xarope, água tratada e água carbonatada (água com gás) são envasadas nas embalagens (após serem distribuídas nos tanques proporcionadores conforme receita).

Figura 3 – Linha de produção Max Wilhelm - envase



Fonte: Patrick Rodrigues (2018)

Figura 4 – Linha de produção Max Wilhelm – inspeção após envase



Fonte: Juliana Gomes (2018)

Figura 5 – Linha de produção Pureza - rotulagem



Fonte: Pureza (2018)

Figura 6 – Linha de produção Pureza - envase



Fonte: Pureza (2018)

3.2 MODELOS DE MÁQUINAS DE SOPRO

Segundo Vermohlem (2015), a sopradora Sidel Universal SBO 16/20 é composta por 16 moldes e 20 caixas de forno, tendo a possibilidade de se trabalhar com 10 fornos de distribuição e 10 fornos de penetração. A imagem da Sopradora pode ser vista na Figura 7.

Figura 7 – Sopradora Sidel Universal SBO 16/20



Fonte: Autora (2018)

Ainda segundo Vermohlem (2015), esta máquina possui tecnologia mais avançada e maiores recursos em comparação com as outras sopradoras utilizadas na empresa Beta. Enquanto à máquina, objeto de estudo, é do ano de 2007. O controle deste equipamento é em maior parte automático, podendo-se fazer ajustes através de seu painel de comando do tipo PCC (desde regulagem de temperatura até regulagem de ângulo e pressão de pré-sopro e sopro). Através de painel de comando tem-se acesso a todos os parâmetros da máquina, potência de lâmpada, acionamento de eletroválvulas, ligar e desligar lâmpadas, histórico de funcionamento da máquina.

Conforme figura 8, pode-se acessar e modificar diversos itens através do painel de comando da sopradora Sidel Universal SBO16/20.

Figura 8 – Painel de Comando: Sidel Universal SBO16/20



Fonte: Vermohlem (2015)

Segundo o fabricante Sidel (2018), a sopradora Sidel Matrix é um sistema de moldagem por sopro modular que desafia as convenções da produção de PET, permitindo as mais rápidas trocas de formato, a menor pegada ambiental, a mais alta eficiência do forno e o maior nível de operabilidade do mercado, proporcionando o melhor custo total de propriedade possível. Esta máquina possui maiores recursos e maior capacidade que a Sidel Universal.

O Intelliblower desta sopradora é um sistema de ponta em termos de desempenho de moldagem por sopro, com seu processo exclusivo e patenteado de controle e autorregulagem que permite o destaque desejado da marca nas prateleiras. Ele detecta e elimina automaticamente desvios no processamento de garrafas, e reduz as perdas.

Forte impacto na uniformidade da produção e qualidade da embalagem: controle dos parâmetros da fase pré-sopro, em vez de concentrar-se apenas na regulagem do aquecimento das pré-formas em processo.

Nesta sopradora apenas cinco garrafas são produzidas consecutivamente na estação de sopro antes de a correção ser validada, garantindo a qualidade e reduzindo perdas.

Figura 9 – Sopradora Sidel Matrix



Fonte: Sidel (2018)

3.3 PROCESSO DE SOPRO

Segundo o fabricante de máquinas Sidel, pode-se visualizar a linha do tempo do PET (Polietileno Tereftalato) conforme figura 10.

Figura 10 – Historial do PET

Historial do PET

1941	Descobrimiento do P.E.T.
1952	Primeira produção de garrafas
1954	Aceitação pela FDA para o contato alimenticio
1955	DUPONT R&D desenvolvem garrafas P.E.T.
1973	DUPONT obtêm uma patente para a fabricação de garrafas P.E.T.
1975	Primeiro teste de mercado para uma garrafa 32 oz PEPSI em USA
1976	Aceitação pela FDA para as garrafas P.E.T.
1980	Primeira SIDEL B.O. para o sopro de garrafas P.E.T.
1981	Primeira SBO 10 produzindo 6000 G/H em USA,
1987	Primeira aplicação HOT FILL
1992	Melhora do processo HEATSET duas rodas
1993	<i>Primeiro desenvolvimento de AQUECIMENTO PREFERENCIAL</i>
1998	Arranque da SBO SERIE 2 a 1400 G/H/M

Fonte: Sidel (2018)

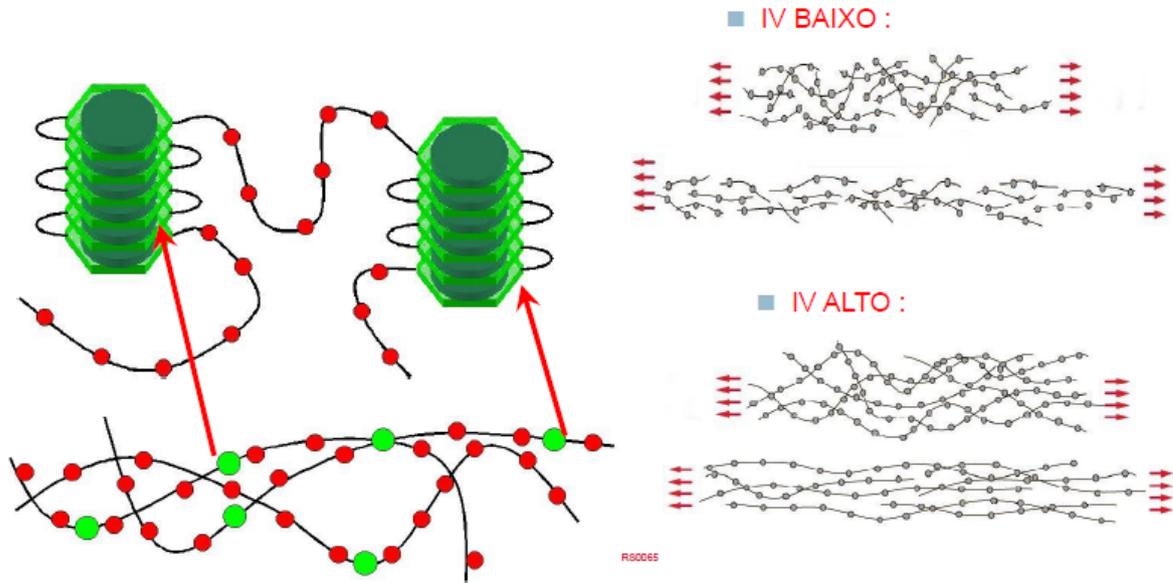
*Hot Fill: embalagem ara envase a ente (comumente utilizada em fabricação de sucos e chás).

* Heatset: modelo de garrafa.

Segundo o fabricante de máquinas Sidel, quanto maior a VI (Viscosidade Intrínseca/peso molecular) do PET (Polietileno Tereftalato) maior será o tamanho das cadeias moleculares e maior será a chance de poder trabalhar mecanicamente o polímero durante a fase de injeção e sopro das embalagens (conforme Figura 11).

Em outras palavras, com resina (matéria-prima utilizada para a fabricação de pré-formas) que possui viscosidade intrínseca mais alta, o controle da pré-forma durante o sopro é melhor, o que permite controlar melhor a distribuição do material.

Figura 11 – As Cadeias de Moléculas



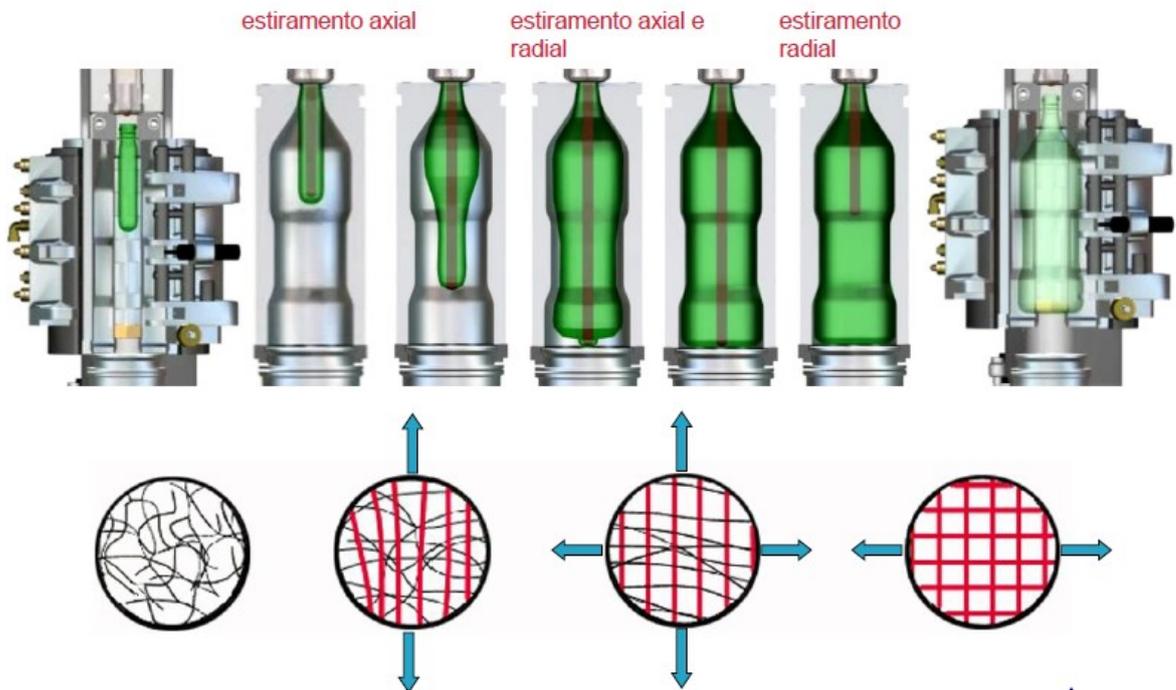
Fonte: Sidel (2018)

Ainda segundo o fabricante de máquinas Sidel, a qualidade da garrafa soprada se dá através da orientação adequada (conforme Figura 12), que depende da taxa de estiramento do material, da temperatura do processo e da Viscosidade Intrínseca do PET (Polietileno Tereftalato).

A pré-forma ao entrar na sopradora se apresenta como material amorfo (que apresenta estrutura molecular desorganizada), necessitando de orientação e iniciará em máquina através do aquecimento. Esse aquecimento influenciará posteriormente na barreira de gases (pré-formas aquecidas a partir de 115°C não possuem boa barreira de troca de gases (conforme Figura 13)).

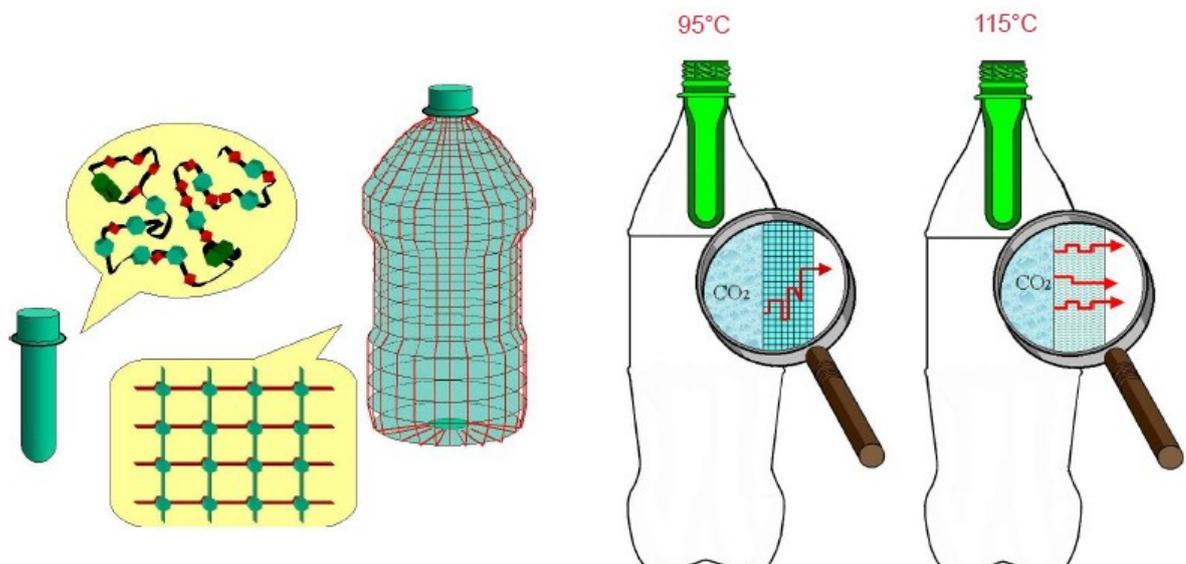
O produto dos raios dos estiramentos radial e axial é chamado de taxa de bi-orientação e quanto mais elevada for esta taxa, melhores serão os rendimentos e as propriedades de barreira de envase (menor possibilidade de troca de gases (saída de CO₂ e entrada de O₂ da embalagem)). O raio de bi-orientação da pré-forma é cerca de 20 a 30% mais alto no interior da pré-forma do que em sua parede externa. Devido a esta diferença de estiramento, a temperatura na parte interna da pré-forma deve ser ligeiramente mais alta do que na externa para otimizar a bi-orientação.

Figura 12 – A bi-orientação



Fonte: Sidel (2018)

Figura 13 – A temperatura adequada para a bi-orientação

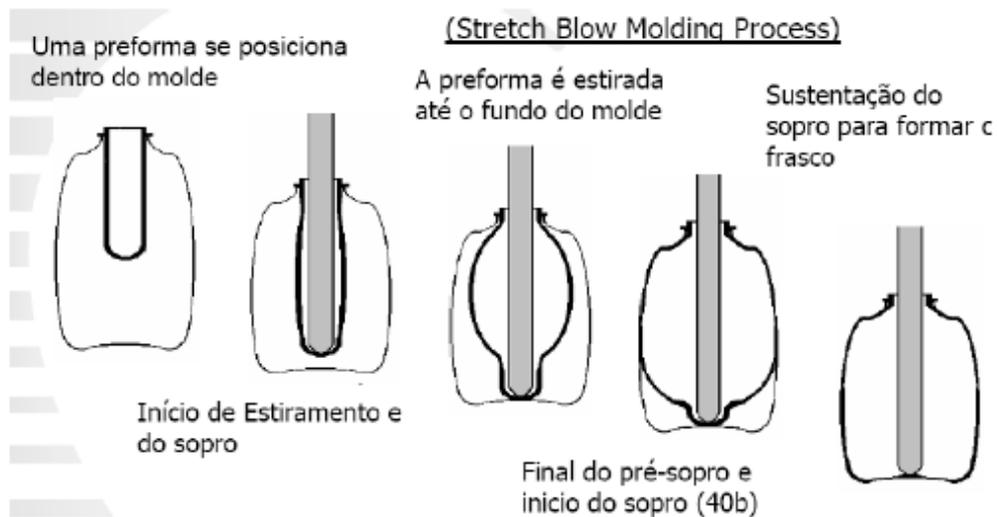


Fonte: Sidel (2018)

De acordo com Vermohlem e Vultuoso (2013) o funcionamento do processo de sopro de garrafas PET (embalagens poliméricas de Polietileno Tereftalato popularmente chamadas de plástico), inicia com uma pré-forma fabricada por uma injetora, denominada de processo a frio. O objetivo da sopradora é conferir novo formato, volume e bi-orientar a pré-forma através de seu estiramento e sopro, como pode ser observado através da figura 14.

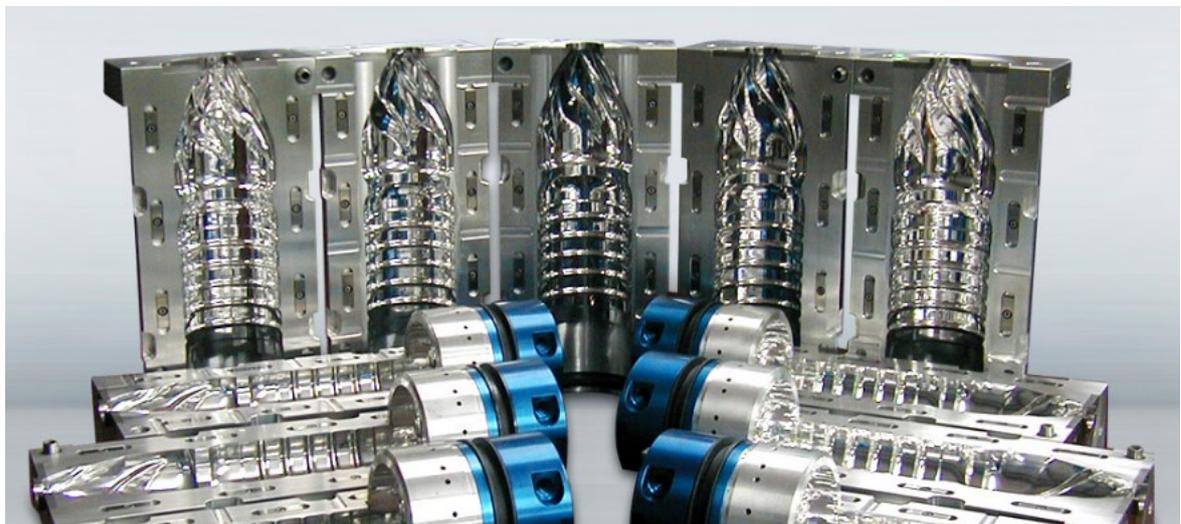
Portanto, a sopradora processará as pré-formas, aquecendo-as, fazendo um estiramento axial mecânico seguido por um estiramento radial por sopro de um ar comprimido e resfriamento, através de água gelada circulando no molde de sopro (conforme Figura 15).

Figura 14 – Processo de Sopro



Fonte: Mg-Chemicals (2018).

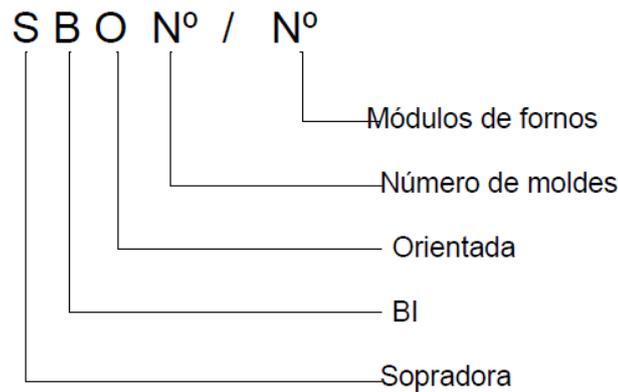
Figura 15 – Moldes utilizados no processo de sopro



Fonte: Moldintec, (2018).

Ainda segundo Vermohlem (2013), as sopradoras de marca SIDEL, cujo processo segue o princípio acima descrito, permitem o sopro de uma variada gama de garrafas (variados tipos de fundos, como, esférico, petalóide, champanhado e reto), cujos volumes podem variar de 0,25 a 3,0 litros. As sopradoras SIDEL possuem denominação SBO seguida de dois números separados por uma barra possuindo o significado que pode ser visto na figura 16:

Figura 16 – Nomenclatura Sopradoras SIDEL



Fonte: Vermohlem (2013).

Na máquina, objeto de estudo deste trabalho, de acordo com Vermohlem (2013) as etapas do processo de sopro são as seguintes:

- Alimentação das pré-formas: realizada por Dumper (recipiente no qual as pré-formas são transferidas das caixas (que vêm do fornecedor para o fabricante) para a utilização na sopradora, sendo transportadas por uma esteira elevadora e um trilho posicionador até a entrada da máquina;
- Forno linear de aquecimento: etapa na qual as pré-formas são submetidas a uma haste giratória chamada Tournet, que se introduz na parte interna do finish (acabamento da pré-forma, conhecido popularmente como gargalo nas garrafas) das pré-formas posicionando-as com um movimento de rotação de frente com as lâmpadas infravermelhas. Com isto se inicia um movimento linear e giratório em torno do seu eixo diante dos fornos da sopradora;
- Roda de transferência das pré-formas: Na saída do forno as pré-formas são retiradas das Tournets por pinças que as transportam para dentro dos moldes na roda de sopro. As pinças em constante movimento circular e harmonizadas com os passos das Tournets e dos moldes constituem a Roda de transferência de pré-formas;

- Roda de sopro: Constituída por moldes, haste e cilindros, válvulas pneumáticas e sistema de água quente e gelada. Neste processo a pré-forma aquecida é transferida para o molde, um cilindro (tubeira ou bico de sopro) desce até a pré-forma, seguido pela haste de estiramento e sopro (o sopro é dividido em pré-sopro e sopro, onde em pré-sopro há o início com estiramento axial e, na sequência, o início do estiramento radial, formando um pequeno balão, distribuindo o material para melhor estrutura da embalagem e no sopro ocorre o a finalização dos estiramentos axial e radial para acabamento da embalagem dando o formato desejado); e
- Roda de transferência de garrafas: Após o sopro das pré-formas, as garrafas são retiradas de seus respectivos moldes pela roda de transferência de garrafas e levadas para a saída da máquina, sendo encaminhadas para as próximas etapas do processo produtivo.

Ainda de acordo com Vermohlem (2013), a sopradora requer ar seco, sem óleo, livre de poeira, a uma pressão entre 36 a 40bar para conseguir produzir garrafas PET com dois litros de capacidade.

Agora segundo Villas (2015), estudos e testes demonstram que é possível soprar garrafas PET de dois litros com pressão de 15bar (protótipos), tendo valores realistas de Benchmark 17 bar para garrafas de Água Mineral de 500ml sem gás, 20bar para garrafas de refrigerante de 600ml e 22bar para garrafas de refrigerante de 2litros.

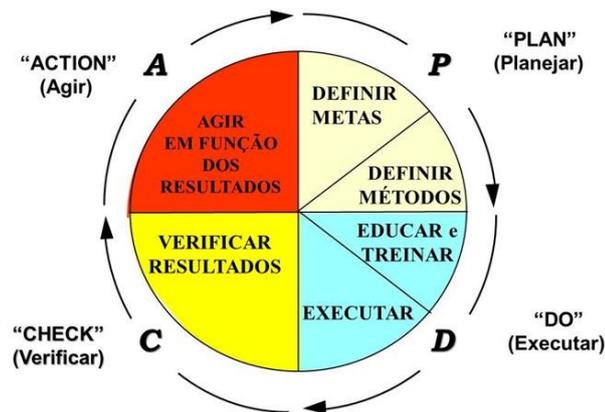
3.4 PDCA

De acordo com Andrade (2003), o método de melhorias PDCA reúne conceitos básicos da administração, apresentando-os em uma estrutura simples e clara através de um ciclo para que possa ser compreendida e gerenciada por qualquer organização. O PDCA foi popularizado na década de cinquenta por W. Edward Deming (especialista em qualidade), que o difundiu em suas atividades desenvolvidas na implementação de um sistema de qualidade na produção da indústria japonesa. Segundo ele, o “Módulo *Plan*” (Planejar) inicia a descrição dos módulos do ciclo PDCA com as ferramentas gerenciais; “Módulo *Do*” (Executar) que contém a descrição e enfatiza o sistema de Gestão à Vista; “Módulo *Check*” (Verificar) descreve as

características e sua importância para o ciclo PDCA como um todo e “Módulo *Act*” (Atuar) finaliza o ciclo com foco na melhoria contínua e padronização dos sistemas de gestão.

Na visão de May (2017), o “A (Act)” se interpreta com “Agir de acordo com as necessidades”. Podendo ser uma ação corretiva, quando percebida não conformidade no processo analisado; ou uma ação de melhoria quando o processo já está sob controle. Ficando a imagem do PDCA na forma apresentada na figura 17.

Figura 17 – Modelo PDCA



Fonte: May (2017).

4 DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO

Ao acompanhar a evolução do processo de sopro de garrafas em determinada linha de produção de refrigerantes, considerando as grandes reduções de gramatura versus o volume de garrafas, verifica-se a tendência do não atendimento à parâmetros de qualidade.

Ou seja, as reduções de gramatura, com o passar dos anos, ocorreram somente com mudanças de matéria-prima (pré-formas mais leves e com alterações de desenho) e ajustes comuns de processo (temperatura, pressão e posição de pré-sopro e sopro final, etc.). E como consequência disto, o não atendimento de parâmetros de qualidade como a capacidade volumétrica se tornou recorrente.

Este estudo busca analisar se ajustes maiores seriam possíveis, mantendo o atendimento à parâmetros de qualidade e, como consequência, uma possível economia de energia.

4.1 PERFIL DA EMPRESA

Não houve permissão para a divulgação de nome e dados da empresa estudada. Sendo assim, os dados mencionados neste trabalho têm origem divergente da realidade (valores aproximados). E a empresa será mencionada ao longo deste trabalho como empresa Beta.

A empresa objeto de estudo deste Trabalho de Conclusão de Curso atua no ramo de fabricação de refrigerantes, recebendo materiais como açúcar, concentrado, sucos, CO₂, pré-formas, tampas, etc., e transformando-os em xarope, depois em refrigerante.

No processo ocorre a transformação de pré-formas em garrafas, rotulando, envasando-as, formando os pacotes, e depois, são armazenados em paletes para que este produto chegue seguro até o consumidor e o deixe satisfeito.

Seu setor produtivo (manufatura) conta com uma equipe de aproximadamente 250 pessoas.

A estrutura da empresa Beta conta com cinco linhas de produção, sendo: uma linha de *Bag in Box* (bolsas de xarope - produto que alimenta máquinas de pontos de *fast food*), uma linha de produtos retornáveis (refrigerante em garrafas de vidro e de PET (Polietileno Tereftalato) retornáveis) e três linhas de PET (Polietileno Tereftalato) não retornáveis).

A linha de *Bag in Box* (bolsas de xarope) conta com uma equipe de aproximadamente quatro pessoas, enquanto a linha de retornáveis conta com equipes de aproximadamente dezesseis pessoas por turno (total aproximado de 48 pessoas).

As três linhas de PET (Polietileno Tereftalato) não retornáveis contam com equipes de aproximadamente sete pessoas por turno para cada linha (um total aproximado de 46 pessoas), e cada uma delas possui a seguinte estrutura:

- Uma sopradora: máquina onde as pré-formas são aquecidas e submetidas à pressão de ar (sopradas), sendo transformadas em garrafas – etapa 1 do processo produtivo;
- Uma rotuladora: rotula as garrafas com rótulo que carrega as informações do produto e agrega valor à imagem – etapa 2 do processo produtivo;
- Uma enchedora: máquina que transfere o refrigerante para a garrafa, incorporando o gás (CO₂) no xarope e aplica a rolha (tampa) na garrafa – etapa 3 do processo produtivo;
- Uma embaladora: máquina que separa as garrafas já envasadas em grupos, formando os pacotes e os envolvendo com filme *Shrink* (filme termoencolhível) – etapa 4 do processo produtivo; e
- Uma paletizadora: máquina que distribui os pacotes em uma base de palete de madeira, intercalando com camadas de chapatex (cartão separador) e depois envolve o palete formado com filme *Stretch* (filme esticável) que protege as garrafas ao longo do transporte e estocagem.

4.1.1 Localização da empresa

A empresa Beta está localizada no Estado de Santa Catarina, Brasil.

4.2 ÁREA DE ESTUDO

As três linhas de PET (Polietileno Tereftalato) não retornáveis da empresa Beta possuem sopradoras de diferentes tecnologias do fornecedor Sidel.

A empresa Sidel foi fundada no ano de 1965, em *Le Havre*, França. E vem desenvolvendo tecnologias de embalagem para envase de líquidos. Seu portfólio inclui soluções

completas de linha, incluindo equipamentos autônomos, como sopradoras, enchedoras, rotuladoras e serviços associados.

Outro campo de atividade é o de *design* de embalagens de garrafas PET (Polietileno Tereftalato), que além de desenvolver diferentes formas e tamanhos, inclui tecnologias flexíveis de moldagem e aspectos de conveniência relativos ao manuseio de grandes recipientes PET (Polietileno Tereftalato) ou *lightweight* (baixo peso) e aspectos logísticos, para melhor armazenar os produtos.

Na história da empresa Sidel tem-se como aspectos mais marcantes:

- 1961 → Sidel desenvolve a primeira garrafa plástica feita de PVC (Cloro de Polivinila) como recipiente para óleo comestível, sendo mais tarde também para vinho, leite e água;
- 1973 → A empresa Sidel lança o primeiro frasco de PEAD (Polietileno de Alta Densidade) para leite, esterilizado através de tratamento ultra-quente (UHT);
- 1980 → Sidel entrega sua primeira máquina de moldagem por sopro PET (Polietileno Tereftalato) à empresa familiar de refrigerantes *Barraclough*, na Grã Bretanha;
- 1984 → Abre a primeira subsidiária internacional da Sidel, em Atlanta, EUA. Neste mesmo ano a Sidel também vendeu a primeira máquina de moldagem por sopro PET (Polietileno Tereftalato) de alta velocidade;
- 1997 → Introdução de sistema que combina moldagem por sopro, enchimento (chamado de linha blocada). E neste mesmo ano, lançou a primeira descontaminação de pré-formas secas com spray de H₂O₂ com o Combo Disis;
- 1999 → Desenvolvimento de revestimento interno de pré-formas à base de carbono reforçou as propriedades de barreira das embalagens PET (Polietileno Tereftalato) aos gases (O₂ e CO₂) e tornou as garrafas PET (Polietileno Tereftalato) utilizáveis para cerveja;
- 2006 → Sidel lança o Predis: sua tecnologia de solução de descontaminação a seco para pré-formas;
- 2013 → Lançamento de uma nova empresa do grupo Sidel, a Gebo Cermex, que se concentra em engenharia, integração de linha e embalagem de fim de linha.

Dentre as três sopradoras Sidel que abastecem as linhas PET (Polietileno Tereftalato) não retornáveis da empresa Beta, duas são do modelo Série I (conforme Figura 18

- sendo uma SBO10/10 do ano de 1995 e outra SBO10/14 do ano de 1997). Já a terceira, é do modelo Série Universal SBO 16/20 do ano de 2007 (Figura19).

Estas três máquinas possuem tecnologias diferentes, mas com o mesmo princípio básico de soprar garrafas. O que as difere é a forma de operacionalizar e os recursos de ajuste de processo.

Figura 18 – Sidel Série I



Fonte: Sidel (2018)

Figura 19 – Sidel Série Universal SBO16/20

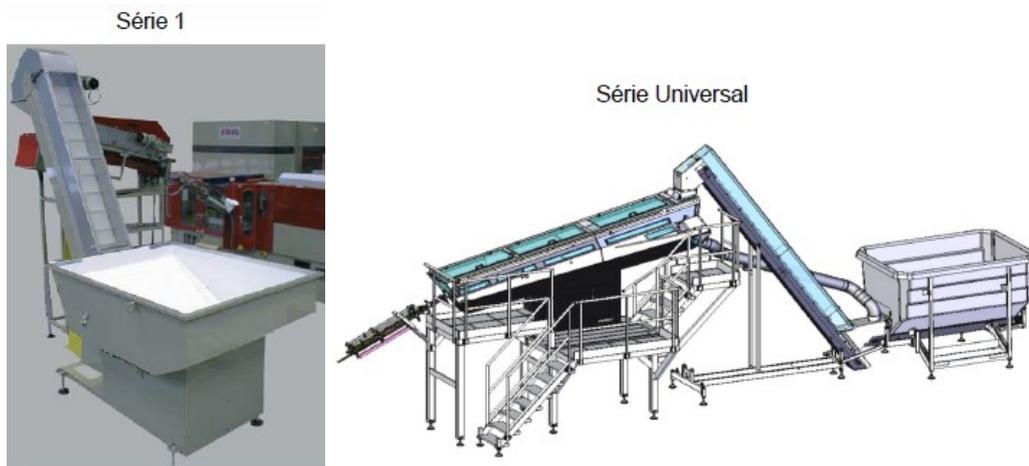


Fonte: Sidel (2018)

Entre as principais características destas máquinas estão:

- Elevadores: o elevador (que efetua abastecimento de pré-formas) em máquinas Série I apresentam configuração mais simples e menor capacidade de armazenamento de pré-formas na caçamba do que uma máquina Série Universal (Figura 20). O controle do elevador também muda e muito entre os modelos Série I e Série Universal. Enquanto uma máquina Série I efetua o controle do elevador através de painel com acionamento por botão, em uma Universal o controle é feito em painel/tela de comando *touch screen* (Figura 21).

Figura 20 – Elevadores de Série I e Série Universal



Fonte: Sidel (2018)

Figura 21 – Controle de elevadores em Série I e Universal



Fonte: Sidel (2018)

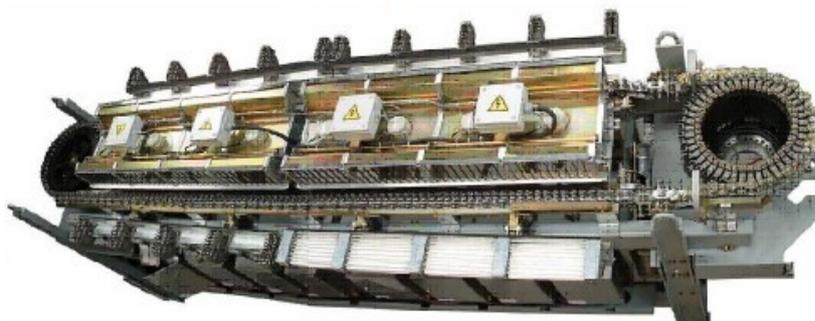
- Fornos: o forno, em todas as sopradoras, é dividido em duas etapas/dois lados (forno de penetração e forno de distribuição). No forno de penetração as lâmpadas efetuam o primeiro aquecimento penetrando nas paredes das pré-formas para que o material amoleça. Já no forno de distribuição as lâmpadas atuam mais focadas conforme necessidade do processo a fim de distribuir o material ao longo da estrutura da garrafa de forma que promova a melhor resistência mecânica possível. As lâmpadas ficam distribuídas através de zonas para que atuem uniformemente nas pré-formas (conforme Figura 23), sendo que a única parte não modificada no processo é o *Finish* (gargalo da pré-forma que é protegido através da régua de refrigeração, por onde passa água gelada);

Figura 22 – Fornos em sopradoras Série I e Universal

Série 1

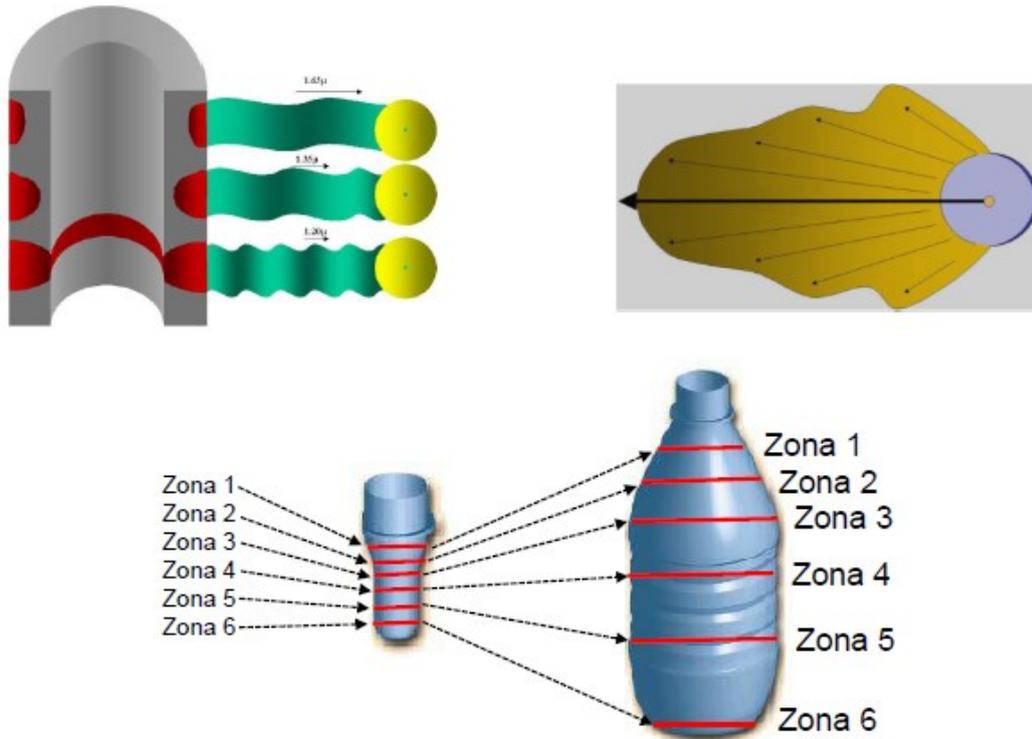


Série Universal



Fonte: Sidel (2018)

Figura 23 – Atuação das lâmpadas no forno



Fonte: Sidel (2018)

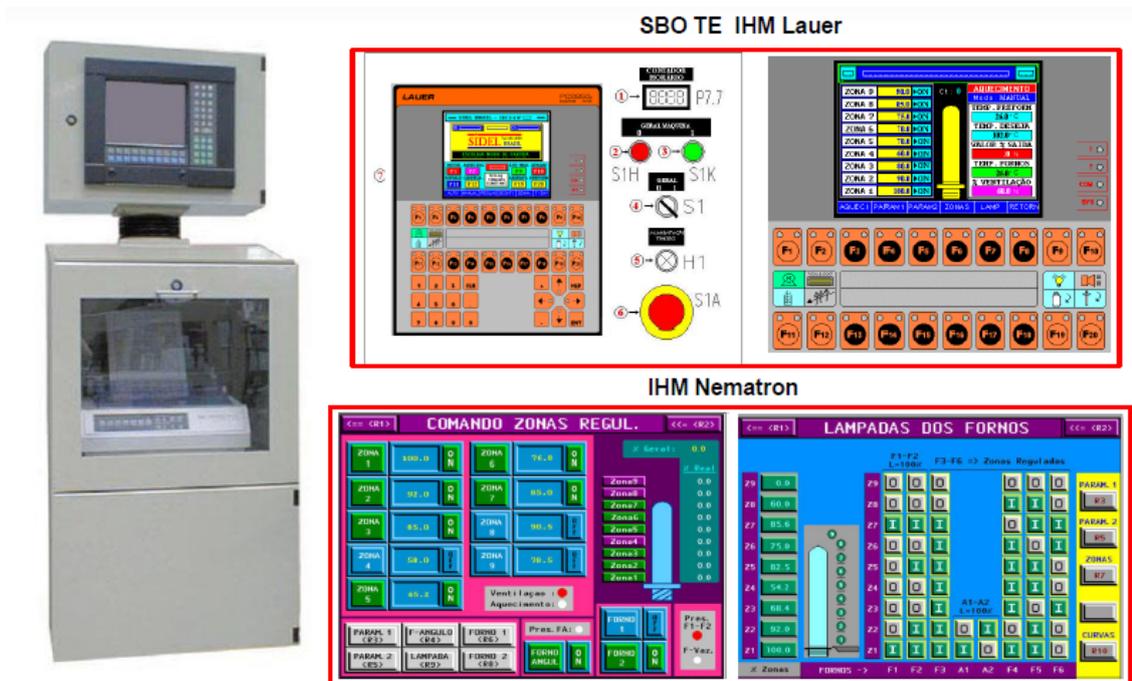
- Controle de potência do forno: esta ferramenta possibilita os ajustes de processo quanto a melhor distribuição de material ou correção de defeitos encontrados nas garrafas sopradas. Para a sopradora Série I do ano de 1995, este controle é realizado através do Pyromat (quanto aos parâmetros de forno, como temperatura de aquecimento da pré-forma – norma) e através do Potenciômetros (para controle de potência das zonas) que ficam alocados no painel elétrico da máquina (conforme Figura 24). Para a Sidel Série I do ano de 1997 este mesmo ajuste se faz através de painel PCC (Controlador de Comando Programável), conforme Figura 25. Já para a sopradora Sidel Série Universal, este controle é realizado através de painel de comando *touch screen* (como o PCC de uma Série I, sendo mais atualizado e com maiores recursos proporcionando a facilidade de diversos ajustes de processo, o que em uma Série I estes seriam tratados de forma mecânica), conforme Figura 26.

Figura 24 – Controle de parâmetros do forno e de potência das zonas em uma Sidel Série I Pyromat



Fonte: Sidel (2018)

Figura 25 – Controle de parâmetros do forno e de potência das zonas em uma Sidel Série I PCC



Fonte: Sidel (2018)

Figura 26 – Controle de parâmetros do forno e de potência das zonas em uma Sidel Série I PCC



Fonte: Sidel (2018)

A sopradora Sidel Série Universal SBO16/20, do ano de 2007 (objeto de estudo deste Trabalho de Conclusão de Curso), possui capacidade produtiva de 24.000 garrafas/hora e produzindo garrafas de maiores volumes/demandas na empresa Beta, como 2.000, 2.250 e 2.500ml.

Até os anos de 2007 a 2010, as garrafas de 2.000ml eram produzidas com pré-formas de 52g (em 2003 produzia-se 2.000ml com 54g) e as de 2.500ml com pré-formas de 54g.

A partir de 2011 a demanda para redução de gramaturas de garrafas no Brasil iniciou, e com ela, o acompanhamento de novas tecnologias de mercado e os impactos positivos e negativos no processo de sopro.

Porém, como mencionado, houveram impactos negativos aos processos produtivos dos engarrafadores, pois muitos possuíam sopradoras Sidel Série I – máquina de operação mais mecânica que possui menos recursos para ajuste de processo e moldes de sopro mais antigos. Mesmo com a realidade de muitos engarrafadores do Brasil com máquinas Sidel Série I, havia-se a demanda de redução de gramaturas, e, com o tempo, os impactos destas mudanças foram sendo descobertos.

Impactos estes como dificuldade de distribuição de material (espessura) nas garrafas e não atendimento de parâmetro de qualidade de Capacidade Volumétrica, pois neste processo ao longo destes anos o peso das garrafas foi sendo reduzido (gramatura das garrafas), mas em muitos casos os moldes de sopro não foram modificados (não apropriados para os novos pesos de pré-forma do mercado).

Outro aspecto é a pressão de sopro, que, ao longo destes anos não foi reduzida por muitos fabricantes. O que com o baixo peso das pré-formas (menor quantidade de material), mesmos moldes e mesma pressão de 40 bar, cria-se um espaço interno maior nas garrafas, fazendo com que o parâmetro de Capacidade Volumétrica fique acima da especificação.

Atualmente, com as novas tecnologias e o conhecimento adquirido, não se faz necessário o uso de 40 bar de pressão no processo de sopro de garrafas mais leves.

4.3 ANÁLISE DO PROCEDIMENTO

A empresa Beta conta com uma etapa inicial de recebimento das pré-formas, onde as mesmas chegam através de caixas devidamente identificadas e lacradas, e, através de quantidade amostral não destrutiva, são analisadas e liberadas para estoque.

Esta matéria-prima é utilizada de acordo com a necessidade produtiva (de acordo com o volume a ser produzido é utilizada determinada gramatura/peso de pré-formas).

Durante sua utilização, as caixas são viradas nas caçambas das sopradoras e transportadas através do elevador para dentro da sopradora para que ocorra o processo de sopro. Este processo se divide em: aquecimento no forno (fornos de distribuição e penetração), entrega aos moldes, fechamento do molde, descida da haste de estiramento, pressão inicial de 7bar (estiramento axial), pressão final de 40bar (estiramento radial – estiramento que dá acabamento/formato às garrafas e choque térmico quando a garrafa entra em contato com o molde de sopro (molde oco que possui passagem de água gelada em seu interior) para que cristalize a garrafa.

O ar de Alta Pressão para sopro de garrafas PET deve ser isento de óleo e é obtido em estágios múltiplos de compressão. É obtido através de compressores de ar que operam retirando o ar da atmosfera utilizando um eficiente filtro de ar e sistema silenciador e enviando-o para dentro de um cilindro de primeiro estágio, onde é comprimido a aproximadamente três (3) Bar.

O calor gerado pelo compressor de ar é dissipado no resfriador intermediário refrigerado com água, posicionado após o cilindro de 1º estágio.

O ar refrigerado flui através do separador de sucção do 2º estágio, que remove qualquer umidade condensada durante o resfriamento.

O ar então passa para o cilindro de 2º estágio onde é ainda mais comprimido, passando a ter uma pressão de aproximadamente 11 Bar. O calor gerado pela compressão do ar é dissipado em um resfriador intermediário refrigerado a água posicionado após o cilindro de 2º estágio.

O ar refrigerado então flui através do separador de sucção do 3º estágio, onde toda a umidade condensada durante o resfriamento é removida.

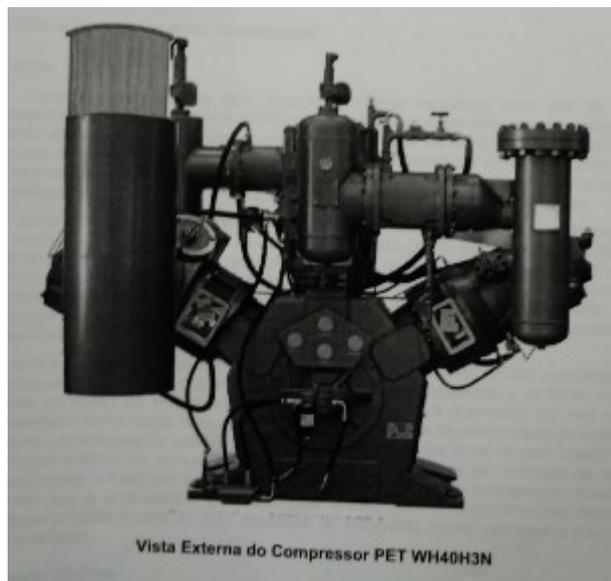
O ar então passa para o cilindro de 3º estágio onde o ar é ainda mais comprimido, passando a pressão de distribuição de 40 Bar. O calor gerado pela compressão é dissipado no pós-resfriador posicionado após o cilindro de 3º estágio.

O ar refrigerado então flui através do separador final de distribuição, o qual remove a umidade condensada. O ar seco comprimido é então descarregado para a tubulação de distribuição.

A pressão final do compressor Belliss na empresa Beta atualmente é de 43 Bar, chegando e sendo utilizada na sopradora uma pressão de 40 Bar.

Para que sua configuração (pressão de trabalho) seja modificada, deve ser alterado o *Set Point* do compressor.

Figura 27 – Vista Externa do compressor Belliss PET modelo WH40H3N



Fonte: Gardner Denver Belliss & Morcom (2002)

A empresa Beta consome, em média no verão, em torno de 70.000 kWh (quilowatt-hora) por mês. O que equivale à um gasto mensal aproximado de R\$1 mi (um milhão de reais). O processo de sopro (nas três linhas de PET – Polietileno Tereftalato) na empresa Beta equivale à 40% do consumo de energia total mensal, o que representa aproximadamente 28.000 kWh (quilowatt-hora), e, em BRL (real brasileiro) um gasto mensal em torno de R\$400.000,00.

Na condição atual de uso da sopradora Sidel Série Universal SBO16/20 na empresa Beta, utilizando pressão de 40 Bar, consome-se no período de um mês, em média 18.000 kWh (quilowatt-hora).

Para Capacidade Volumétrica (o quanto de líquido as garrafas sopradas comportam de acordo com o nível de líquido (chamado de *fill point*)) há especificações, de acordo com o volume de garrafa que determinam os valores mínimos, nominal e máximo para as garrafas a serem sopradas.

Para garrafas de 600ml e de 2.000ml, por exemplo, suas especificações são, respectivamente: mín. 592,50ml, nominal 600,00ml, máx. 607,5ml; mín. 1.998,00ml, nominal 2.000,00ml, máx. 2.002,00ml.

Em 2011, na empresa Beta, as garrafas de 600ml eram sopradas com pré-formas de 28,00g, apresentando resultados de capacidade volumétrica por volta de 606,00ml. A partir do ano de 2012, houveram demandas de reduções de gramatura, apresentando a primeira, em 2012, de 28,00 para 25,00g, em 2013 reduzindo de 25,00 para 24,00g e de 24,00 para 23,60g e em 2014 de 23,60 para 20,60g.

Atualmente, as garrafas de 600ml apresentam resultado de Capacidade Volumétrica por volta de 614,00ml, o que mostra que, com o passar dos anos reduziu-se a gramatura, não modificando moldes nem a pressão de sopro, mas apresentando aumento na Capacidade Volumétrica das garrafas sopradas. O que indica que, pode haver, com menor material (menor gramatura), impacto da pressão de sopro sem alteração sobre as garrafas sopradas (hipótese da geração de maior espaço interno).

Para o estudo de caso apresentado conclui-se que é possível reduzir-se a pressão de sopro em uma sopradora Sidel Série Universal SBO16/20 desde que se execute as seguintes etapas do Programa Evolutivo proposto por Paulo Villas (2015):

- 1ª estágio - Sopro Baixa Pressão – apenas Parametrização (sem investimentos) onde trabalha-se com a equipe operacional sobre perfil de aquecimento e faixa de trabalho do forno e sobre pré-sopro e sopro (pressão 1, pressão 2 e ângulo de início de pré-sopro e sopro);

- 2ª estágio - Sopros Baixa Pressão – Bases Petaloides (investimento em fundos de molde de base em formato de pétalas que proporcionam desenho otimizado com melhor estiramento, maior janela de processo, redução de *Stress Cracking* (reação entre o polímero e solução alcalina) e sexto pé (defeito no qual o ponto central da base da garrafa curva-se para baixo devido ao excesso de temperatura concentrado formando um pé a mais), entre outras vantagens);
- 3ª estágio - Geração Ar Alta Pressão – Configuração de Compressores versus linha (alterar *Set Point*, sendo que o compressor deve distribuir 3 Bar acima da pressão de sopro final, utilização de inversor de frequência, o acionamento deve ser direto (sem correias) e deve-se trabalhar de forma a ter compressores dedicados por sopradora);
- 4ª estágio - Redução Consumo Ar e Energia – Novas Sopradoras (investimento em sopradoras mais modernas que possibilitam pressões menores de trabalho e melhores recursos para ajuste de processo).

A empresa ABC, que fornece compressores de alta pressão realizou testes juntamente com a empresa Sidel, onde obteve-se os resultados da figura 28 (pressão de trabalho (em Bar), vazão de ar utilizado (Nm³/h) e consumo de energia (kW/h), calculando o percentual de economia ao longo das reduções realizadas ao longo dos testes):

Figura 28 – Vista Externa do compressor Belliss PET modelo WH40H3N

2000ml - 16.000g/h				
ABC - 4HA6TER-LT				
	BAR	Nm ³ /h	KW/H	Economia %
1 - Pressão de Sopro (bar)	38	1.385,00	276,40	
2 - Pressão de Sopro (bar)	35	1.267,00	244,40	-11,6%
3 - Pressão de Sopro (bar)	32	1.148,00	213,79	-12,5%
4 - Pressão de Sopro (bar)	30	1.069,00	194,71	-8,9%
5 - Pressão de Sopro (bar)	28	990,00	176,55	-9,3%
6 - Pressão de Sopro (bar)	26	911,00	159,24	-9,8%
7 - Pressão de Sopro (bar)	25	872,00	151,00	-5,2%
8 - Pressão de Sopro (bar)	24	832,00	142,69	-5,5%



Fonte: Paulo Villas (2015)

Uma fábrica no estado do Paraná foi a primeira no Brasil a efetuar a redução de pressão de sopro em sopradoras Sidel Série I (máquina mais antiga) e com compressores ABC de 1ª geração da década de 90. A engarrafadora obteve redução de aproximadamente 11% no consumo de energia sem nenhum investimento de melhoria. Alterando somente a parametrização dos compressores (*Set Point*) e disciplinando de operação quanto as faixas de trabalho de aquecimento/forno.

Na Argentina, a empresa engarrafadora Reginald Lee foi pioneira neste processo de otimização (redução de pressão) em 2008 em parceria com o fabricante de moldes de sopro Moldintek, que forneceu moldes e bases (sendo estes os únicos investimentos do processo). Este processo foi realizado com sopradoras dos fabricantes Krones e KHS, obtendo uma redução de consumo de energia de aproximadamente 50%.

Outro engarrafador paranaense também obteve grandes resultados neste processo. Sendo o pioneiro a implantar toda a tecnologia para capturar todo o potencial de otimização, efetuando grandes investimentos (aplicando todos os estágios do processo de redução de pressão). Com este trabalho, obteve-se uma redução aproximada de 40% no consumo de energia.

Considerando o consumo atual da empresa Beta (40 Bar, utilizando 18.000 kWh por mês, obtendo gasto mensal de R\$257.000,00 com energia), e, seguindo o exemplo do primeiro engarrafador do Paraná citado anteriormente (sem investimentos iniciais – somente ajustes), a pressão de trabalho do compressor (distribuição) poderia ser ajustada para 38 Bar, trabalhando com 35 Bar na sopradora Sidel Universal SBO16/20 e a operação que trabalha com a máquina em questão poderia ser disciplinada para trabalhar com faixas de aquecimento mais baixas no forno, o que acarretaria em um consumo mensal de aproximadamente 15.750 kWh pela sopradora, obtendo uma redução de 12,5% no consumo de energia, e, reduzindo seu gasto mensal para aproximadamente R\$225.000,00.

4.4 CONCLUSÕES DO ESTUDO DE CASO

As pré-formas, na empresa Beta são recebidas, chegando através de caixas devidamente identificadas e lacradas, sendo, neste processo analisadas e liberadas para uso na fábrica.

Durante sua utilização, as caixas são viradas nas caçambas das sopradoras e transportadas através do elevador para dentro da sopradora para que ocorra o processo de sopro.

O processo de sopro consiste em: aquecimento no forno (fornos de distribuição e penetração), entrega aos moldes, fechamento do molde, descida da haste de estiramento, pressão inicial de 7bar (estiramento axial), pressão final de 40bar (estiramento radial – estiramento que dá acabamento/formato às garrafas e choque térmico quando a garrafa entra em contato com o molde de sopro (molde oco que possui passagem de água gelada em seu interior) para que cristalize a garrafa.

O ar de Alta Pressão para sopro de garrafas PET deve ser isento de óleo e é obtido em estágios múltiplos de compressão. É obtido através de compressores de ar que operam retirando o ar da atmosfera utilizando um eficiente filtro de ar e sistema silenciador e enviando-o para dentro de um cilindro de primeiro estágio, onde é comprimido a aproximadamente três (3) Bar.

A pressão de trabalho atual do compressor Belliss na empresa Beta é de 43 Bar, chegando e sendo utilizada na sopradora uma pressão de 40 Bar. Para modificar sua configuração (pressão de trabalho), deve-se alterar o *Set Point* do compressor.

Atualmente a pressão utilizada pela sopradora Sidel Série Universal SBO16/20 na empresa Beta é de 40 Bar, consumindo, no período de um mês, em média 18.000 kWh (quilowatt-hora).

Para Capacidade Volumétrica (o quanto de líquido as garrafas sopradas comportam de acordo com o nível de líquido (chamado de *fill point*)) há especificações que determinam os valores mínimo, nominal e máximo para as garrafas a serem sopradas. Em garrafas de 600ml e de 2.000ml, as especificações são, respectivamente: mín. 592,50ml, nominal 600,00ml, máx. 607,5ml; mín. 1.998,00ml, nominal 2.000,00ml, máx. 2.002,00ml.

De 2011 até os dias atuais, as garrafas de 600ml sopradas na empresa Beta passaram por processos de redução que se iniciaram com 28,00g (com resultados de Capacidade Volumétrica por volta de 606,00ml), reduzindo em 2012 para 25,00g, em 2013 reduzindo 24,00g e depois para 23,60g e em 2014 de 23,60 para 20,60g (gramatura atual com Capacidade Volumétrica por volta de 614,00ml).

Isto mostra que, a redução de gramatura com o passar dos anos sem modificações de moldes e de pressão de sopro, apresentou aumento dos resultados de Capacidade Volumétrica das garrafas sopradas. O que indica que, pode haver, com menos material (menor gramatura), impacto da pressão de sopro sem alteração sobre as garrafas sopradas (hipótese da geração de maior espaço interno).

Para o estudo de caso apresentado conclui-se que é possível reduzir-se a pressão de sopro em uma sopradora Sidel Série Universal SBO16/20 desde que se execute as seguintes etapas do Programa Evolutivo proposto por Paulo Villas (2015):

- 1ª estágio - Sopro Baixa Pressão – apenas Parametrização (sem investimentos) onde trabalha-se com a equipe operacional sobre perfil de aquecimento e faixa de trabalho do forno e sobre pré-sopro e sopro (pressão 1, pressão 2 e ângulo de início de pré-sopro e sopro);
- 2ª estágio - Sopro Baixa Pressão – Bases Petaloides (investimento em fundos de molde de base em formato de pétalas que proporcionam desenho otimizado com melhor estiramento, maior janela de processo, redução de *Stress Cracking* (reação entre o polímero e solução alcalina) e sexto pé (defeito no qual o ponto central da base da garrafa curva-se para baixo devido ao excesso de temperatura concentrado formando um pé a mais), entre outras vantagens);
- 3ª estágio - Geração Ar Alta Pressão – Configuração de Compressores versus linha (alterar *Set Point*, sendo que o compressor deve distribuir 3 Bar acima da pressão de sopro final, utilização de inversor de frequência, o acionamento deve ser direto (sem correias) e deve-se trabalhar de forma a ter compressores dedicados por sopradora);
- 4ª estágio - Redução Consumo Ar e Energia – Novas Sopradoras (investimento em sopradoras mais modernas que possibilitam pressões menores de trabalho e melhores recursos para ajuste de processo).

A seguir são apresentados alguns *cases* de trabalhos efetuados na área de sopro sobre o tema redução de pressão:

- Testes da empresa ABC (fornecedora de compressores de alta pressão) juntamente com a empresa Sidel, obtendo os resultados da figura 28 (pressão de trabalho (em Bar), vazão de ar utilizado (Nm³/h) e consumo de energia (kW/h), calculando o percentual de economia ao longo das reduções realizadas ao longo dos testes);
- Aplicação no Paraná: uma engarrafadora foi a primeira no Brasil a efetuar a redução de pressão de sopro em sopradoras Sidel Série I (máquina mais antiga) e com compressores ABC de 1ª geração da década de 90. A engarrafadora obteve redução de aproximadamente 11% no consumo de energia sem nenhum investimento. Alterando somente a parametrização dos compressores (*Set Point*) e disciplinando de operação quanto as faixas de trabalho de aquecimento/forno;

- Na Argentina, a empresa engarrafadora Reginald Lee foi pioneira neste processo de otimização (redução de pressão) em 2008 em parceria com o fabricante de moldes de sopro Moldintek, que forneceu moldes e bases (sendo estes os únicos investimentos do processo). Este processo foi realizado com sopradoras dos fabricantes Kronos e KHS, obtendo uma redução de consumo de energia de aproximadamente 50%;
- Outro engarrafador paranaense também obteve grandes resultados neste processo. Sendo o pioneiro a implantar toda a tecnologia para capturar todo o potencial de otimização, efetuando grandes investimentos (aplicando todos os estágios do processo de redução de pressão). Com este trabalho, obteve-se uma redução aproximada de 40% no consumo de energia.

Considerando o consumo atual da empresa Beta (40 Bar, utilizando 18.000 kWh por mês, obtendo gasto mensal de R\$257.000,00 com energia), e, seguindo o exemplo do primeiro engarrafador do Paraná citado anteriormente (sem investimentos iniciais – somente ajustes), a pressão de trabalho do compressor (distribuição) poderia ser ajustada para 38 Bar, trabalhando com 35 Bar na sopradora Sidel Universal SBO16/20 e a operação que trabalha com a máquina em questão poderia ser disciplinada para trabalhar com faixas de aquecimento mais baixas no forno, o que acarretaria em um consumo mensal de aproximadamente 15.750 kWh pela sopradora, obtendo uma redução de 12,5% no consumo de energia, e, reduzindo seu gasto mensal para aproximadamente R\$225.000,00.

5 CONCLUSÃO

Neste Trabalho de Conclusão de Curso foi avaliado o processo de redução de pressão de Sopro na sopradora Sidel Universal SBO16/20, apresentando como funciona o processo de sopro e suas características, para enfim, apresentar o objeto de estudo.

Analisou-se e mapeou-se o processo da máquina Sidel Universal SBO16/20 dentro da empresa Beta de forma a conhecer a realidade, seus impactos e verificar a viabilidade de estudo. Com os impactos levantados e analisados, analisou-se também a possibilidade de melhoria da qualidade das garrafas sopradas.

As sopradoras da empresa Beta foram estudadas, apresentando o funcionamento e comparando as tecnologias, forma de trabalho de cada uma, bem como a forma de trabalho atual da sopradora objeto de estudo (Sidel Universal SBO16/10).

Cases de redução de pressão de sopro em sopradoras similares foram pesquisados e apresentados e o consumo energético do processo atual da sopradora Sidel Universal SBO16/20 da empresa Beta foi analisado e apresentado.

Como apresentação de proposta, indicou-se que é possível a redução de pressão utilizada atualmente na máquina objeto de estudo, desde que alguns passos e melhorias sejam seguidos e aplicados.

Com as análises e dados apresentados, conclui-se que todos os objetivos deste Trabalho de Conclusão de Curso foram devidamente alcançados.

5.1 SUGESTÕES DE NOVOS TRABALHOS

Os seguintes aspectos não foram contemplados neste trabalho, e merecem um aprofundamento para futuros estudos:

- Avaliação de quanto investimento é necessário para que se efetue a redução de pressão de sopro com todos os recursos possíveis;
- Avaliação e acompanhamento completo de estudo de redução de pressão com aplicação prática e avaliação de resultados obtidos após as mudanças do processo de redução.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, Fabio Felipe de. **O método de melhorias PDCA**. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-04092003-150859/en.php>> Acesso em: 30 mai. 2018.
- BARROS NETO, Benicio de; SCARMINIO, Ieda Spacino; BRUNS, Roy Edward. **Como fazer experimentos: pesquisa e desenvolvimento na ciência e na indústria**. 3. ed. Campinas: Ed. da Unicamp, 2007. 480 p.
- BERTUCCI, Janete Lara de Oliveira. **Metodologia básica para elaboração de trabalhos de conclusão de cursos: ênfase na elaboração de TCC de pós graduação Lato Sensu**. São Paulo: Atlas, 2009.
- CAMPOMAR, Marcos C. **Do Uso de “Estudo de Caso” em Pesquisas para Dissertações e Teses em Administração**: Revista de Administração, São Paulo v. 26, nº 3, p. 95 – 97 Julho/Setembro 1991.
- FACHIN, Odília. **Fundamentos de Metodologia**. 5. ed. São Paulo: Saraiva, 2006.
- FIESC. **Santa Catarina Industrial**. Disponível em: <http://www2.fiescnet.com.br/web/pt/site_topo/pei/info/santa-catarina-industrial>. Acesso em: 26 mar. 2018.
- FREITAS, Eduardo de. **Indústria Contemporânea no Brasil**. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/brasil/a-industria-contemporanea-no-brasil.htm>>. Acesso em: 26 mar. 2018.
- GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisas**. 4. ed. 11 reimpr. São Paulo – Atlas, 2008.
- GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- GODOY, A. S. **Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades**. Revista de Administração de Empresas, Rio de Janeiro, v. 35, 1995.
- GOMES, Juliana. **Com 93 anos de história, refrigerante Laranjinha ganha embalagem inédita**. Disponível em: <<https://www.gazetadopovo.com.br/bomgourmet/com-93-anos-de-historia-max-laranjinha-lanca-embalagem-inedita/>>. Acesso em: 29 out. 2018
- MACHADO, Pedro. **Como a crise econômica acabou ajudando a indústria de bebidas Max Wilhelm**. Disponível em: <<https://www.nsctotal.com.br/colunistas/pedro-machado/como-a-crise-economica-acabou-ajudando-a-industria-de-bebidas-max-wilhelm>>. Acesso em: 29 out. 2018.
- MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, EVA Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010. 297 p.

MAY, P. R. **Melhoria da Qualidade**. Apostila utilizada como livro de apoio didático a disciplina de Melhoria da Qualidade do Curso de Engenharia de Produção da UNISUL. Florianópolis, 2017.

MELO, Renato. **Sem Dúvida**. Disponível em: <<http://revistagalileu.globo.com/Galileu/0,6993,ECT816469-1716,00.html>>. Acesso em: 18 Abr. 2018.

MG-CHEMICALS. **Processo de Sopro**. Disponível em: <<http://www.mg-chemicals.com.br>>. Acesso em: 30 mai. 2018.

MOLDINTEC. **Moldes de sopro para PET**. Disponível em: <<http://www.moldintec.com.ar/pt/produtos.personalizacao.php>>. Acesso em: 30 mai. 2018.

PUREZA. **Linha de Produção**. Disponível em: <<https://refrigerantespureza.com.br/>>. Acesso em: 29 out. 2018.

SIDEL. **Sopradora SBO Universal**. São Paulo. Sidel Group, 2018.

SIDEL. **Sopradora Sidel Matrix – Alto Desempenho com Compatibilidade Perfeita**. Disponível em: <<http://www.sidel.pt/equipamento/sopro/sopradora-sidel-matrix>>. Acesso em: 30/06/2018.

TRIVIÑOS, Augusto N. S. **Introdução à Pesquisa em Ciências Sociais**. São Paulo. Atlas, 1995.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 2009.

VALENTE, Eduardo. **110 anos de Refrigerante Pureza**. Disponível em: <<http://eduardovalente.com.br/blog/tag/rancho-queimado/>>. Acesso em: 29 out. 2018.

VERMOHLEM, Ricardo Luís. **Manual de Operação Sopradora SBO16/20**. Coca-Cola FEMSA Antônio Carlos, 2015.

VILLAS, Paulo. **Eficiência Energética Sopro PET**. Rio de Janeiro. Coca-Cola Technical, 2015.

VULTUOSO, Charles; VERMOHLEM, Ricardo Luís. **Como Funciona o Processo de Sopro e Suas Etapas**. São José. SENAI, 2013.

YIN, R. K. **Estudo de Caso – Planejamento e Método**. 2. ed. São Paulo: Bookman, 2001.