

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS
ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

LETÍCIA GOMES COSTA

REDUÇÃO DO ÍNDICE DE OVALIZAÇÃO NA TAMPA 28mm

MANAUS
2020

LETÍCIA GOMES COSTA

REDUÇÃO DO ÍNDICE DE OVALIZAÇÃO NA TAMPA 28mm

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção da Escola Superior de Tecnologia da Universidade do Estado do Amazonas, como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Engenheiro de Produção

Orientador(a): Prof. M.Sc. Carly Pinheiro Trindade.

MANAUS
2020

LETÍCIA GOMES COSTA

REDUÇÃO DO ÍNDICE DE OVALIZAÇÃO NA TAMPA 28mm

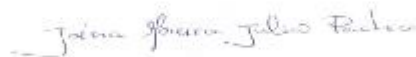
Trabalho apresentado ao curso de Engenharia de Produção da Universidade do Estado do Amazonas, como requisito parcial para a obtenção grau de Bacharel em Engenharia de Produção.

Data de aprovação: Manaus (AM), 16 de novembro de 2020.

Banca examinadora:



Prof. MSc. Carly Pinheiro Trindade – Orientador
Universidade do Estado do Amazonas



Prof. Dra. Joésia Moreira Julião Pacheco – Avaliadora
Universidade do Estado do Amazonas



Prof.ª MSc. Nadja Polyana Felizola Cabete - Avaliadora
Universidade do Estado do Amazonas

DEDICATÓRIA

*À minha mãe, que não é a melhor mãe do mundo, mas é a melhor mãe que eu
poderia ter.*

RESUMO

Tampas ovalizadas não apresentam boa performance de aplicação no cliente. Modelo de Tampa CAF5 1Pç 28mm por suas características dimensionais e especificidades possui maior sensibilidade a esforços mecânicos que poderão causar deformações e conseqüentemente as mesmas não irão aplicar no gargalo da garrafa gerando Registro de Não Conformidades de Matéria Prima, ou seja, reclamações por parte do cliente à empresa. Assim, o objetivo desse estudo foi identificar pontos de atenção durante o processo de produção que podem contribuir para ovalização e propor melhorias para redução da incidência de tampas deformadas. Para alcançar esses objetivos foi realizado um mapeamento do processo de conformação da tampa, propostas de melhorias e realização de testes comparativos entre amostras produzidas sem quaisquer alterações no decorrer da produção e amostras produzidas com melhorias sugeridas. Paletização correta, envelopamento dos paletes e resfriamento das tampas ao final da linha auxiliando na cristalização do PEAD reduziram o índice de tampas ovalizadas em quase 2%, sendo o aceitável 1%. Assim, é necessário seguir com as melhorias, tendo atenção ao realizar a paletização respeitando o alinhamento das caixas, fazendo o envelopamento da carga sem causar amassamento das caixas e resfriamento das tampas.

Palavras chave: Tampas. Ovalização. Deformação. Polietileno de Alta Densidade.

ABSTRACT

Oval caps do not present good application performance in the client. Model of CAF5 1Pç 28mm Lid for its dimensional characteristics and specificities has greater sensitivity to mechanical stress causing deformation. Thus, the objective of this study was to identify points of attention during the process that can contribute to ovalization and propose improvements to reduce the incidence of deformed caps. To achieve these objectives it was carried out a mapping of the process of conformation of the cap, proposals for improvements and comparative tests between samples produced without any changes during production and samples produced with suggested improvements. Correct palletizing, enveloping the pallets and cooling the caps at the end of the line helping the crystallization of HDPE reduced the index of ovalized caps by almost 2%, the acceptable 1%. Thus, it is necessary to continue with the improvements, taking care when performing the palletization respecting the alignment of the boxes, making the enveloping of the load without causing kneading of the boxes and cooling of the caps.

Keywords: Caps. Ovalization. High Density Polyethylene.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Valor bruto da produção por segmento da indústria brasileira de embalagem no ano de 2018.....	11
Figura 2 – Elementos da Tampa.....	15
Figura 3 – Referências Dimensionais.....	17
Figura 4 – Diagrama de blocos.....	18
Figura 5 – Fluxograma de processos simples.....	18
Figura 6 – Fluxograma funcional.....	19
Figura 7 – Fluxograma vertical.....	20
Figura 8 – Fluxograma de Formação da Tampa.....	21
Figura 9 – Caixa Padrão Tampa A1881CAF5.....	23
Figura 10 – Caixas coletadas formando a base do palete	24
Figura 11 – Aferição da temperatura das tampas na caixa.....	24
Figura 12 – Parâmetros da máquina envolvedora Amostra 01.....	25
Figura 13 – Palete de teste.....	26
Figura 14 – Sistema de Resfriamento.....	27
Figura 15 – Parâmetros da máquina envolvedora Amostra 02.....	27
Figura 16 – Lado esquerdo do palete.....	28
Figura 17 – Lado direito do palete.....	28
Figura 18 – Caixa abaulada.....	29
Figura 19 – Empilhamento das caixas horizontais.....	30
Figura 20 – Palete sendo embalado pelo filme stretch.....	31
Figura 21 – Caixa amassada.....	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Principais polímeros utilizados na fabricação de embalagens.....	12
Tabela 2 – Propriedades térmicas, físicas, elétricas e mecânicas de PEAD.....	14
Tabela 3 – Especificações Técnicas Tampa 28mm.....	17
Tabela 4 – Modelo de formulário para aferição das Temperaturas.....	25
Tabela 5 – Temperaturas Amostra 01.....	32
Tabela 6 – Temperaturas Amostra 02.....	32
Tabela 7 – Quantidade tampas ovalizadas Amostra 01 e Amostra 02.....	33

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1 Embalagens	11
2.2 Embalagem plástica	12
2.3 Materiais Poliméricos	13
2.4 Polietileno de Alta Densidade	14
2.5 Tampas A1881 CAF5 1Pç 28mm	15
2.6 Fluxograma de Processo	18
3 MATERIAIS E MÉTODOS	21
3.1 IDENTIFICAÇÃO E MAPEAMENTO DO FLUXO DE PROCESSO.....	21
3.2 COLETA DE AMOSTRAS	23
3.2.1 Amostras de Teste 01	23
3.2.2 Amostras de Teste 02	26
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
4.1 Paletização	28
4.2 Envelopamento	30
4.3 Resfriamento das tampas	32
5. CONCLUSÕES	34

1 INTRODUÇÃO

As embalagens tais como tampas, garrafas, latas ou sacos estão em contato direto com alimentos e são as principais responsáveis pela conservação e contenção dos produtos devendo estas garantir que não ocorram contaminações, vazamentos, fraudes, entre outros nos alimentos (JORGE, 2013).

Para bebidas, a principal responsável pela integridade do produto é a tampa, ela fará vedação, conservação de CO₂, acondicionamento e proteção. A TAMPA A1881CAF5 1Pç 28mm é indicada para bebidas não carbonatadas e de envase a frio e/ou ambiente como água sem gás, esse modelo possui gramatura inferior ao comparada com outros modelos de tampas produzidas atualmente tornando-a mais leve, com menor espessura da concha e peso, maior sensibilidade a esforços mecânicos.

Evidencia-se que tampas CAF5 tem uma maior tendência a sofrerem deformações assim elas apresentam não-conformidades no processo produtivo dos clientes como, por exemplo, tampas mal arrolhadas, com lacre remontado, travamento na calha alimentadora, garrafas sem tampas entres outros. Além da quantidade de reclamações ser um dos Indicadores de Desempenho

Assim o presente trabalho se justifica pela necessidade de propor melhorias para redução de tampas ovalizadas já que as mesmas não conseguem ser absorvidas durante o processo de envase, logo elas são devolvidas para serem descartadas gerando prejuízos. Na forma que se encontram (ovalizadas) nenhum sistema encapsulador é capaz de absorve-las.

Neste contexto, buscando garantir uma tampa sem deformações, com boa aplicabilidade, acondicionamento do produto, vedação, o trabalho tem como objetivo geral avaliar e propor melhorias para redução do índice de deformação na TAMPA 1881CAF5 1Pç 28mm e como objetivos específicos:

- Mapear o processo a fim de identificar possíveis pontos críticos que causem a deformação da tampa.
- Propor melhorias para solucionar o problema de tampas ovalizadas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

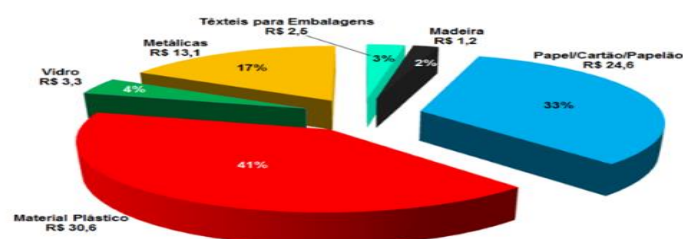
2.1 Embalagens

Conservar para manter a segurança do produto é umas funções exercidas pelas embalagens na indústria de alimentos, protegendo contra agentes químicos, físicos e microbiológicos que possam comprometer a sua qualidade. A embalagem também é o meio pelo qual o produto é transportado e distribuído por toda a cadeia produtiva até o consumidor final, nela que contém informações ao consumidor e desempenha papel importante para o marketing (JORGE, 2013).

Com desenvolvimento econômico do país gerando aumento de renda das famílias e poder de comprar há o crescimento da demanda pelos mercados consumidores e conseqüentemente as indústrias produtoras de embalagens para esses produtos também registra um aumento. Conforme dados do DATAMARK a previsão era que o Brasil atingisse a 5 posição no ranking dos mercados embalagens em 2016 com aumento de 3,7% para 4% na participação mundial, nas vendas de embalagens 51% correspondem a indústria de alimentos e 18% a indústria de bebidas (WALLIS et al, 2012).

Segundo a Associação Brasileira de Embalagem (ABRE, 2019) com estudo de análise realizado pela Euromonitor com base nos dados do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) a indústria de embalagens faturou em valores brutos R\$75,3 bilhões no ano de 2018 desse total os materiais plásticos corresponderam a 41% do total sendo assim a de maior participação, como mostra a Figura 1.

Figura 1 - Valor bruto da produção por segmento da indústria brasileira de embalagem no ano de 2018.



Fonte: ABRE (2019)

2.2 Embalagem plástica

Os custos de obtenção e produção, variedade de materiais, versatilidade de cores, tamanhos e formas transformaram o plástico nos últimos 10 anos no material mais utilizado no segmento de embalagens, superando os metais, vidros e fibras naturais que eram usados tradicionalmente (FABRIS, FREIRE e REYS, 2006, p.59-70).

A estrutura molecular, aditivos e tipo de processamento dos polímeros irá conceber diversas características às embalagens, segundo Jorge (2013) podemos encontrar desde materiais plásticos que apresentam pouca resistência mecânica quando exercida uma força sob o mesmo até os que se assemelham as características dos vidros e metais.

Exemplo dos principais polímeros utilizados na fabricação de embalagens para contato com alimentos são mostrados na Tabela 1.

Tabela 1 – Principais polímeros utilizados na fabricação de embalagens.

Polímero	Exemplos de Aplicações
PEBD	Embalagens flexíveis multicamada: frutas e hortaliças desidratadas, pescados. Embalagens flexíveis grampeadas: queijos minal frescal e ricota. Sacos: grãos, sal, açúcar, produtos de panificação, leite pasteurizado. Potes e frascos: sorvete, mostarda.
PEAD	Alimentos sensíveis à umidade: cereais matinais, produtos desidratados. Produtos lácteos: leite esterilizado e pasteurizado, iogurte líquido. Óleos vegetais em embalagens institucionais, bombonas e engradados em indústrias. Arroz e pratos congelados prontos para consumo, arroz tipo "boil-in-bag".
PP	Estruturas laminadas: doces, biscoitos, massas, snacks, chocolates. Garrafas sopradas: água mineral, sucos. Filmes monocamadas: frutas e hortaliças minimamente processados. Embalagens coextrusadas sopradas: molhos de tomate, maionese. Embalagens sopradas e biorientadas: produtos desidratados, frutas e hortaliças desidratadas. Embalagens termoformadas: água, margarinas, condimentos, queijos, pratos prontos, tampas. Copolímero PP: produtos de panificação, produtos perecíveis.
PVC	Embalagens rígidas: óleos comestíveis, água, maionese, vinagre. Embalagens termoformadas: blisters geléia, doces em pasta. Filmes: envoltórios para confeitos, filmes esticáveis: frutas, carnes e aves, queijos, vegetais.
PVDC	Material de barreira em recipientes termoformados semi-rígidos. Material em multicamada: co-extrusado com poliolefinas: carnes, queijos, alimentos sensíveis à umidade e gases.
PET	Recobrimento para: papel e cartão, celofane, filmes, recipientes rígidos. Garrafas de diferentes volumes para bebidas carbonatadas, água mineral, óleos comestíveis, molhos, temperos, maionese. Filmes laminados para café, biscoitos, laminados flexíveis esterilizáveis, bag-in-box, produtos cárneos, frutas e hortaliças congeladas. Embalagens termoformadas (PET cristalizado - 28 - 30%) para bandejas e potes para uso em forno de microondas e forno convencional em produtos como pratos prontos, sopas, molhos.
PA	Coextrusados: com poliolefinas para termosoldagem, barreira à umidade e redução de custo. Multicamadas: embalagem à vácuo para cárneos processados.
PS	Laminados para massas, carnes. Embalagens rígidas para balas, sorvetes. Bandejas rígidas para queijos cremosos.
EVOH	Co-extrusados: carne vermelha, carnes processadas, queijos. Laminados: condimentos Recobrimento por extrusão: embalagens assépticas Termoformagem: iogurte
I	Moldagem por co-extrusão: ketchup Recobrimentos e laminações Termoselagem em estruturas multicamada e estruturas compostas em combinação com nylon, PET, PEBD e PVDC Camada termoselante em filmes Para produtos congelados - carnes e aves Para queijos, snacks, sucos de fruta (embalagem tipo tetra pack) Para vinhos, água, óleo, margarina, frutas secas

Fonte: Fabris *et al.* (2006)

2.3 Materiais Poliméricos

Polímero é uma macromolécula formada por unidades de repetição de uma molécula menor a qual designamos monômero. Essas pequenas unidades irão se repetir por toda a cadeia e a depender do seu tamanho (massa molecular), tipo de ligação, reação de obtenção os polímeros serão classificados em Plásticos, Borrachas e Fibras. Sua vasta diversidade de aplicações se deve a grande faixa de massa molar, ou seja, podemos encontrar materiais poliméricos com baixa resistência (cadeia molecular menor) até com altas propriedades físicas (cadeia molecular maior). Para que os polímeros sejam produzidos é necessário que ocorram reações de polimerização, onde um monômero se juntará a outro formando cadeias poliméricas (CANERAROLO, 2013).

Conforme explica Mano (1991) e Mano e Mendes (1999) o método de preparação para obtenção dos polímeros se dividem em duas classificações: polímeros de adição e de condensação:

Polímeros de adição - durante a reação de polimerização não há perdas de massa, os polímeros são formados imediatamente, o peso resultante é igual ao dos monômeros adicionados e em sua maioria são formados por ligações covalentes. Exemplo de polímeros obtidos através desse processo são Polietileno (PE), Polipropileno (PP), Poli-isobutileno (PIB), Poliestireno (OS), Polibutadieno (BR), Poliisopreno (IR), Poli Cloreto de Vinila (PVC), entre outros.

Polímeros de condensação – ao contrário da reação de adição durante o processo de condensação terá perdas, a formação dos polímeros é mais lenta e aparecerão sub-produtos, que devem ser retirados, e os pesos das moléculas são menores. A exemplo temos o Policarbonato (PC), Poli Tereftalato de Etileno (PET), Poliuterano (PU), entre outros.

Os plásticos são divididos em duas categorias, os termofixos que não voltam a sua forma original pois sob ação do calor e pressão passam por transformações químicas que alteram sua estrutura e os termoplásticos que alteram somente sua estrutura física ao se fundir e serem resfriados podendo assim serem remodelados de várias outras formas. (BRASKEN, 2016)

2.4 Polietileno de Alta Densidade

Polietilenos são obtidos pela polimerização do etileno que é formado por uma dupla ligação, Jorge (2013) explica que sua estrutura molecular pode ser encontrada em forma linear ou ramificada, satura e com alta, média ou baixa densidade e quanto maior a ramificação menor será a densidade, assim o polietileno de alta densidade (PEAD) tem cadeias lineares paralelas sendo portanto bastante empregado na fabricação de embalagens semirrígidas.

Devido as suas propriedades como resistência a altas temperaturas, alta resistência à tensão, compressão, tração, baixa densidade quando comparado a outros materiais, impermeabilidade, baixa reatividade, atóxico e entre outros, o PEAD corresponde a 30% resíduos gerados de plásticos rígidos por ser um material comum da indústria de embalagem. (ASTM, 2010, apud PACHECO, 2014. Na Tabela 2 podemos visualizar as propriedades do PEAD.

Tabela 2 – Propriedades térmicas, físicas, elétricas e mecânicas de PEAD

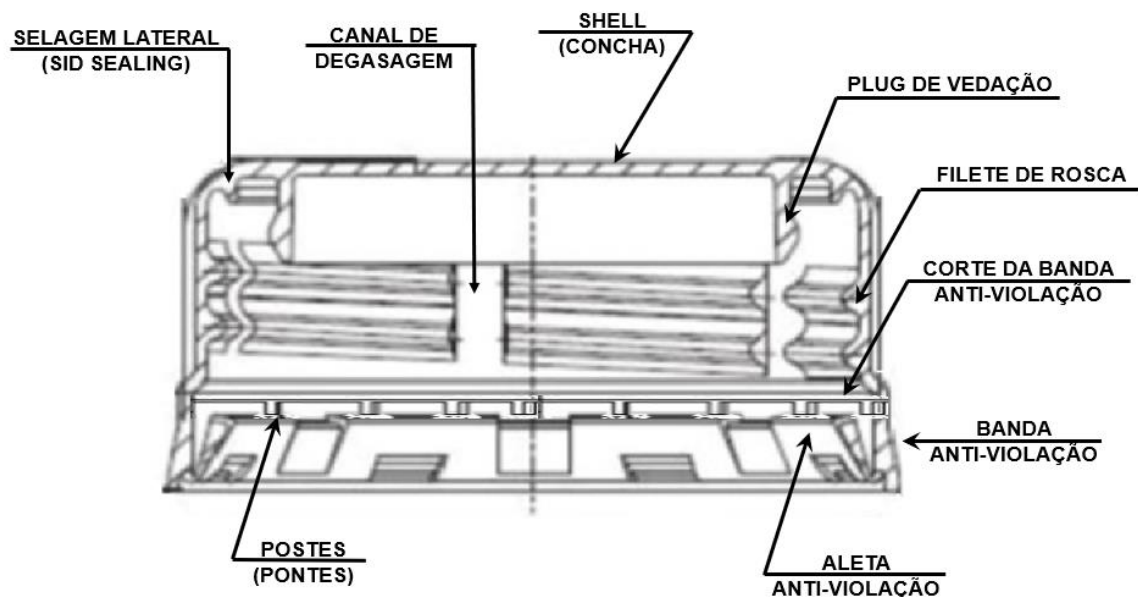
Propriedades	Altamente linear	Baixo grau de ramificação
Densidade, g/cm ³	0,962 - 0,968	0,950 - 0,960
Índice de refração	1,54	1,53
Temperatura de fusão, °C	128 - 135	125 - 132
Temperatura de fragilidade, °C	-140 - -70	-140 - -70
Condutividade térmica, W/(m.K)	0,46 - 0,52	0,42 - 0,44
Calor de combustão, kJ/g	46,0	46,0
Constante dielétrica à 1 MHz	2,3 - 2,4	2,2 - 2,4
Resistividade superficial, Ω	10 ¹⁵	10 ¹⁵
Resistividade volumétrica, Ω.m	1017 - 1018	1017 - 1018
Resistência dielétrica, kV/mm	45 - 55	45 - 55
Ponto de escoamento, MPa	28 - 40	25 - 35
Módulo de tração, MPa	900 - 1200	800 - 900
Resistência à tração, MPa	25 - 45	20 - 40
Alongamento, %		
No ponto de escoamento	5 - 8	10 - 12
No ponto de ruptura	50 - 900	50 - 1200
Dureza		
Brinell, MPa	60 - 70	50 - 60
Rockwell	R55, D60 - D70	
Resistência ao cisalhamento, MPa	20 - 38	20 - 36

Fonte: DOAK, 1986 apud COUTINHO; MELLO; MARIA (2003).

2.5 Tampas A1881 CAF5 1Pç 28mm

A Tampa modelo A1881CAF5 1Pç rosca 28mm perfil 1881 é fabricada em Polietileno de Alta Densidade (PEAD) mais adição de Aditivo Deslizante que auxilia na aplicação da tampa no gargalo da garrafa, sem vedante para bebidas não carbonatadas e de envase à frio, aprovada para uso em contato com alimentos conforme legislação Anvisa (resolução 105/99), na Figura 2 nos mostra o desenho da Tampa CAF5 e seus elementos (FICHA TECNICA DO PRODUTO, 2019).

Figura 2 - Elementos da Tampa.



Fonte: Ficha Técnica do Produto (2019)

Portanto, conforme indicado na Figura 2 a tampa é constituída pelos nove elementos descritos a seguir.

1. Shell (Concha) – é o corpo da tampa também conhecido como carcaça, as paredes laterais e do topo compõem essa área.
2. Canal de Degasagem – São caminhos de saídas no momento em que se está removendo a tampa do finish da garrafa, aliviando a pressão interna e evitando que a mesma salte do gargalo.

3. Plug de Vedação – São abas internas que exercem a função de retenção do líquido, as quais deverão estar em contato com a parede interna do finish da garrafa.
4. Filete de Rosca – São segmentos de rosca que deslizam sobre o filete de rosca do finish da garrafa durante a aplicação da tampa, onde garante que a mesma estará alojada corretamente após girar por, no mínimo, 700° (duas voltas)
5. Corte de Banda Anti-violação – É um corte linear e segmentado por postes (pontes) por todo diâmetro da tampa que limita a área Banda Anti-violação.
6. Banda Anti-violação – É a área da tampa que tem como função garantir a ancoragem no finish da garrafa e se desprender totalmente da área superior no momento da abertura do produto, rompendo as pontes.
7. Aleta Anti-violação – É uma aba contínua por todo diâmetro interno da tampa que exerce a função de ancorar sob o anel de retenção do finish da garrafa e no momento de remoção da tampa a banda anti-violação se desprenda completamente, posicionando-se abaixo do anel de retenção, garantindo a integridade do produto envasado.
8. Poste (ponte) – São segmentos verticais formados no momento do corte anti-violação que tem como função prender a banda anti-violação à parte superior da tampa. As mesmas se rompem quando a tampa é removida, desprendendo completamente a banda anti-violação.
9. Selagem Lateral (Sid Sealing) – São abas que exercem a função de selo de segurança para vedação da embalagem, as quais deverão estar em contato com a parte externa do finish da garrafa.

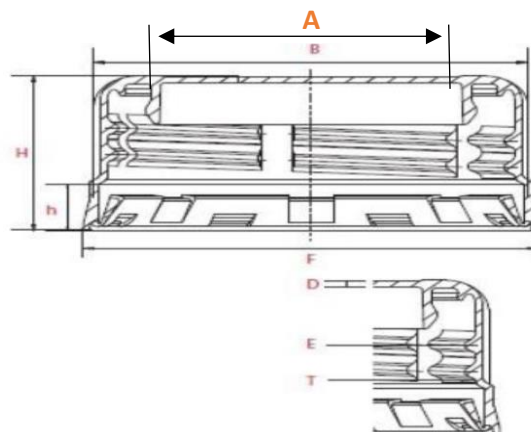
Na Tabela 3 encontram-se as especificações técnicas do produto e na Figura 3 suas Referências dimensionais.

Tabela 3 – Especificações Técnicas Tampa 28mm

Nº	Item	Unidade	Especificação			Observação
			LI	LC	LS	
1	Número de estrias externas	unidade	NA	120	NA	
2	Número de pontes na banda	unidade	NA	12	NA	
3	Degustação	NA	Sem influência no sabor			
4	SST Resistencia à pressão - sem vazamento	PSI/60 seg	NA	40,00	NA	60 seg /estágio
5	Espessura do fundo da tampa (D)	mm	0,45	0,60	0,75	Figura 1
6	Concavidade da tampa	mm	-0,30	0,00	0,30	
7	Ovalização da Tampa	mm	NA	NA	0,50	Máximo
8	Altura externa total (H)	mm	14,90	15,20	15,50	Figura 2
9	Peso da tampa	g	1,55	1,65	1,75	Figura 2
10	Diâmetro externo superior (B)	mm	29,25	29,55	29,85	Figura 2
11	Diâmetro externo da banda (F) - ext. máxima	mm	30,40	30,70	31,00	Figura 2
12	Diâmetro interno sobre a rosca (E)	mm	25,85	26,00	26,15	Figura 2
13	Diâmetro externo do plug (A)	mm	22,20	22,35	22,50	Figura 2
14	Diâmetro interno da aba de vedação (G)	mm	24,75	25,00	25,25	Figura 2
15	Resistência da Banda (pull test) - Vertical	kgf	8,00	10,50	13,00	
16	Strip torque	lb.in	28,60	32,50	35,10	
17	Carga vertical requerida para aplicação	kgf	18,00	21,50	25,00	
18	Torque de aplicação (estático)	lb.in	13,00	15,00	17,00	Valores de Referência
19	Ângulo de aplicação (AA)	°	700	740	780	
20	Torque Imediato de abertura (Ravi)	lb.in	8,00	11,00	14,00	
21	Torque Imediato de abertura (Envase)	lb.in	9,00	14,00	19,00	Valores de Referência
22	Torque final (ruptura da banda) 0 hora	lb.in	3,00	4,50	6,00	
23	Torque Imediato de abertura após 72 horas - Temp. ambiente (Envase)	lb.in	5,00	10,00	15,00	
24	Torque Imediato de abertura 72horas à 4°C (Envase)	lb.in	5,00	10,00	15,00	

Fonte: Adaptado de Ficha Técnica de Produto (2019).

Figura 3 – Referências dimensionais.



Fonte: Adaptado de Ficha Técnica de Produto (2019).

2.6 Fluxograma de Processo

As etapas de desenvolvimento do processo podem ser desenhadas por meio de fluxogramas objetivando a compreensão clara e lógica da execução das atividades. Apresenta diversas aplicações como: melhorar assimilação do processo de trabalho, expor como o trabalho deve ser feito, criar padrões de execução ou normalizar procedimentos (PEINADO, GRAEML, 2007).

Slack *et al.* (2002) acrescenta que fluxogramas nos permitem apontar informações, produtos, operadores, clientes e tudo que decorre na atividade possibilitando registrar de maneira clara e lógica os diferentes estágios do processo. Entretanto, quando realizado sem analisar criticamente cada etapa podem surgir fluxos errôneos.

Fluxogramas podem ser de vários tipos diferentes, os 4 mais utilizados são.

1. Diagrama de Blocos – geralmente utilizado para representações macros de um processo, é composto por blocos apenas sem pontos de decisão, Figura 4 ilustra um diagrama por blocos.

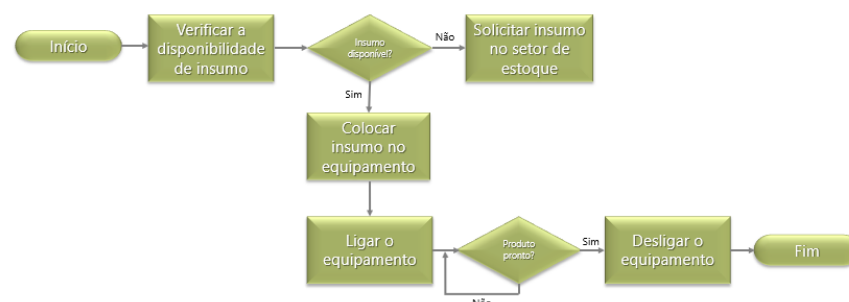
Figura 4 – Diagrama por blocos



Fonte: Voitto¹

2. Fluxograma de processos simples – se assemelha ao anterior, contudo, irá conter pontos de decisão na Figura 5 mostra-se um exemplo.

Figura 5 - Fluxograma de processos simples

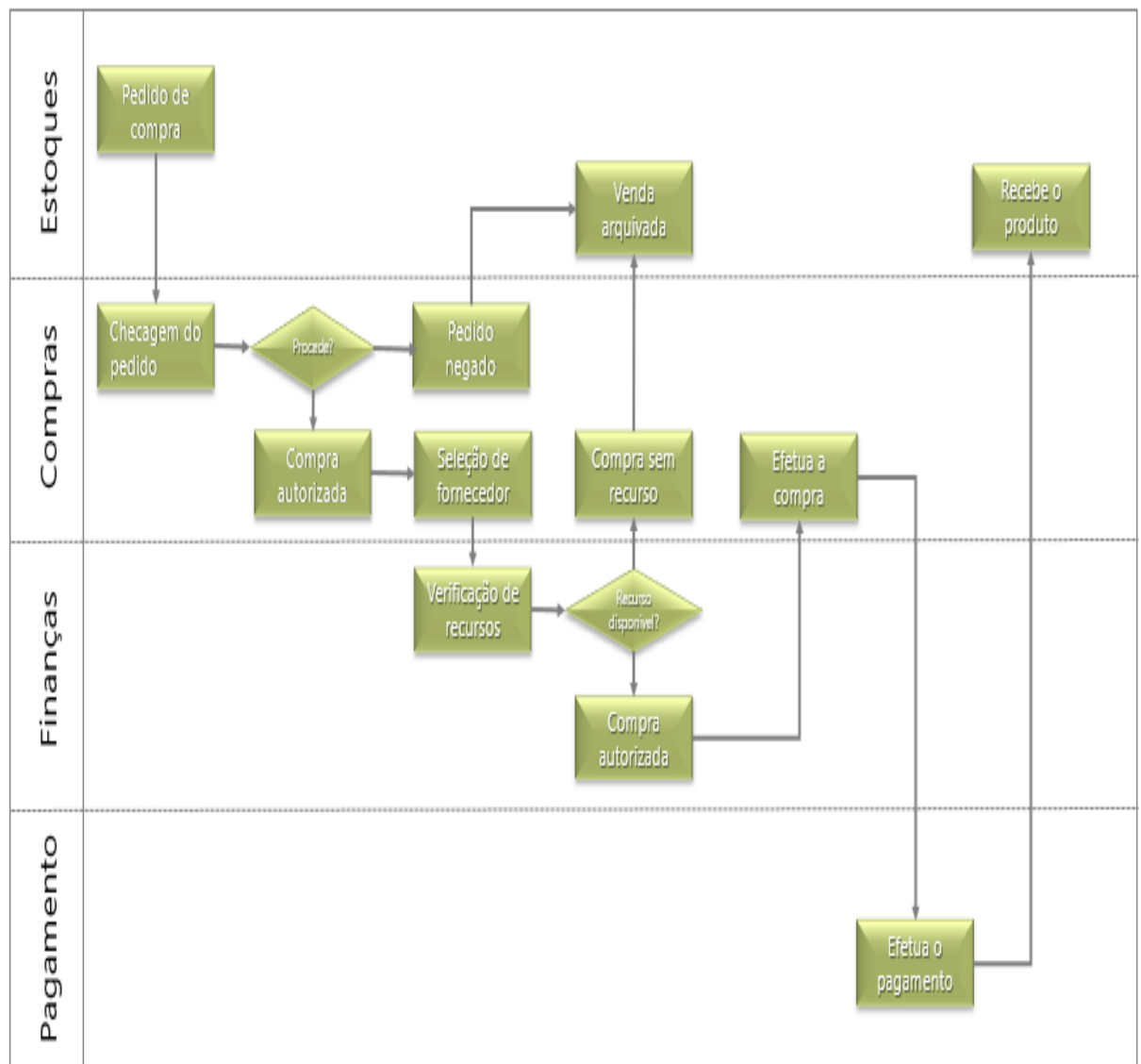


Fonte: Voitto¹.

¹ Disponível em: < <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/fluxograma>>. Acesso em: 18 nov. 2020.

3. Fluxograma funcional – este apresenta as atividades do processo de forma sequenciada dentre as áreas em que ele ocorre, aplicado quando as fases acontecem em diferentes setores. Neste fluxograma os responsáveis são identificados possibilitando apontar alguns gargalos de processo, Figura 6 mostra um exemplo.

Figura 6 - Fluxograma funcional



Fonte: Voitto².

4. Fluxograma vertical – neste as etapas do processo são formadas por símbolos e padrões estabelecidos em colunas verticais trazendo agilidade ao preencher e compreensão rápida. A Figura 7 apresenta um exemplo. ²

² Disponível em: < <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/fluxograma>>. Acesso em: 18 nov. 2020.

Figura 7 – Fluxograma Vertical³

Processo atual <input checked="" type="checkbox"/>		Gráfico de Fluxo de Processo					Folha nº:	
Processo proposto <input type="checkbox"/>								
Processo: Fabricação da barras de sabão				Data:				
Setor:				Responsável:				
Passo	Distância (m)	Tempo (s)	Operação	Transporte	Inspecão	Espera	Estoque	Descrição
1			●	→	□	□	▽	Separação da matéria prima (MP)
2			○	→	□	□	▽	Transporte da MP até o local da pesagem
3			●	→	□	□	▽	Fracionamento das MP
4			○	→	□	□	▽	Transporte da MP até o local de espera para fabricação
5			○	→	□	■	▽	Aguardando a fabricação
6			○	→	□	□	▽	Transporte até a máquina de processamento
7			●	→	□	□	▽	Mistura da massa base com as MP
8			●	→	□	□	▽	Laminação da massa
9			●	→	□	□	▽	Extrusão
10			●	→	□	□	▽	Separação das barras de sabão
11			●	→	□	□	▽	Pressagem
12			●	→	□	□	▽	Acabamento
13			○	→	■	□	▽	Inspecão
14			○	→	□	□	▽	Transporte para o local de embalagem
15			●	→	□	□	▽	Embalagem do produto
16			●	→	□	□	▽	Montagem de palete
17			○	→	□	□	▽	Transporte do palete para o almoxarifado
18			○	→	□	□	▽	Armazenagem do lote de produto

Fonte: Voitto³.

³ Disponível em: < <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/fluxograma>>. Acesso em: 18 nov. 2020.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

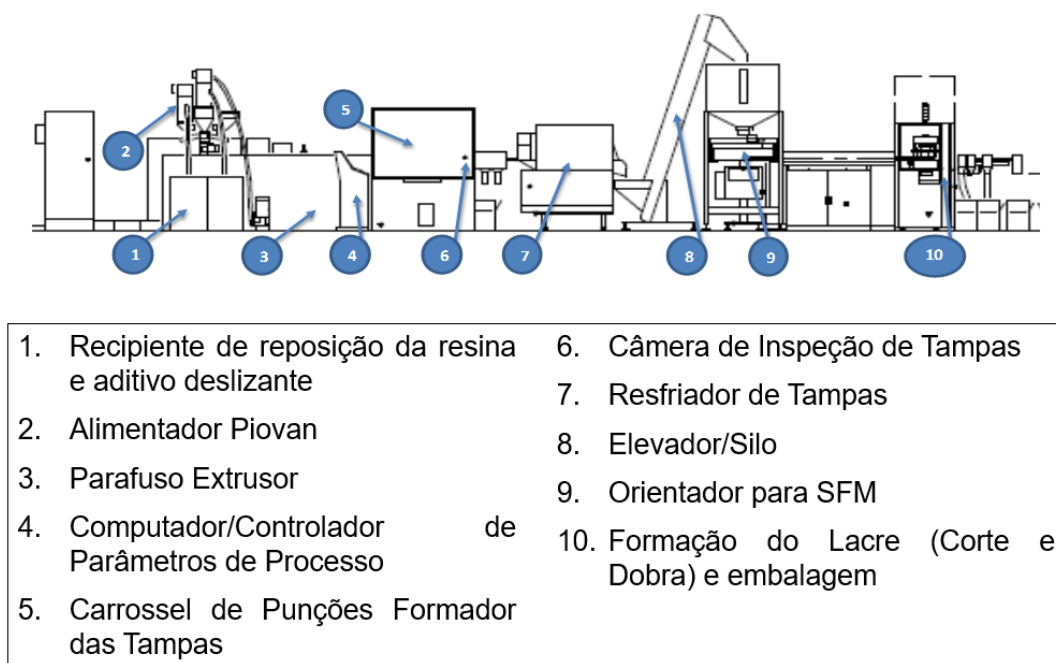
O presente trabalho trata-se de um estudo de caso que se utilizou a pesquisa de campo e pesquisa bibliográfica, conforme explica Vergara (2016) é realizada de maneira empírica aonde acontece o fenômeno a ser pesquisado, por meio de entrevistas, observação participante ou não, testes, questionários, entre outros.

A pesquisa ocorreu em uma fábrica de tampas plásticas localizada no Polo Industrial de Manaus fazendo-se análise qualitativa pois segundo Gil (2002) são sequências de atividades envolvendo coleta de dados, informações, categorização e interpretação do que foi recolhido nas observações de campo. E esse trabalho tratou de analisar o processo de fabricação das tampas e possíveis causas da deformação das mesmas.

3.1 IDENTIFICAÇÃO E MAPEAMENTO DO FLUXO DE PROCESSO

Inicialmente foi realizado um Mapeamento do Fluxo de Processo Produtivo da Tampa A1881CAF5 1Pç 28mm identificando cada etapa e como poderiam estar contribuindo para a deformação da tampa. Na Figura 8 é apresentado esse fluxo.

Figura 8 – Etapas do Processo Produtivo da Tampa.



Fonte: Própria (2020).

Conforme mostrado na Figura 8, o processo produtivo da tampa envolve variadas etapas, passando pelas estações descritas a seguir.

1. Recipiente de reposição da resina, pigmento e aditivo deslizante – Os recipientes são alimentados manualmente pelo operador com Resina de Polietileno, Pigmento e Aditivo Deslizante, cada um no seu respectivo balde.
2. Alimentador Piovan – Equipamento realiza a sucção da resina, pigmento e aditivo deslizando e dosa o material na extrusora.
3. Parafuso Extrusor – O material é aquecido através de eletrodos o transformando em um fluido viscoso e misturando as matérias-primas que serão depositados nas cavidades do punções o qual formará a tampa.
4. Computador/Controlador Parâmetros de Processo – Os Parâmetros de Processo como temperatura das zonas de aquecimento, temperatura dos punções, pressões e entre outros são inputados e controlados.
5. Carrossel de Punções Formador de Tampas – o fluido do parafuso é forçado através de uma boquilha formando pequenas gotas que são depositadas no centro do punção o qual pelo processo de compressão mecânica formará a tampa
6. Câmera de Inspeção de Tampas – Depois de moldadas as tampas passam por uma inspeção eletrônica para verificar possíveis falhas/defeitos.
7. Resfriador de tampas – As tampas aprovadas na inspeção passam por um resfriador.
8. Elevador/Silo – As tampas são levadas até silo pelo elevador antes de passarem pela máquina de corte e dobra.

9. Orientador da SFM – disco giratório que seleciona as tampas e as posiciona para entrar na esteira que levar até o carrossel de corte e dobra.
10. Formador do Lacre – As tampas passam por uma faca aquecida onde são cortadas depois dobradas dando origem ao lacre anti-violação e posteriormente embaladas.

3.2 COLETA DE AMOSTRAS

3.2.1 Amostras de Teste 01

Após estabelecido o fluxo do processo de conformação mecânica da tampa descrito em 3.1 foi realizada a coleta no material a ser analisado. Sendo coletadas um total de 5 caixas cuja dimensão é 590mmx390mmx400mm a qual denominaremos, caixa horizontal, contendo 5500 unidades de Tampa A1881 CAF5 cada, ressaltando que esse modelo de caixa e a quantidade são as especificadas para a tampa em estudo, na Figura 9 mostra a caixa padrão.

Figura 9 – Caixa Padrão Tampa A1881CAF5



Fonte: Própria (2020).

As mesmas foram dispostas na primeira camada do palete (base) como podemos ver na Figura 10.

Figura 10 – Caixas coletadas formando a base do palete.



Fonte: Própria (2020).

Realizou-se a aferição das temperaturas das tampas na saída da máquina CCM, após passarem pelo resfriamento e ao final da linha na saída da máquina SFM Figura 11.

Figura 11 – Aferição da temperatura das tampas na caixa.



Fonte: Própria (2020).

O modelo da lista utilizada no momento da coleta de informações é representado na Tabela 4, posteriormente o palete foi completado com 5 camadas cada uma contendo 5 caixas, embalado com parâmetros de aplicação da envolvente

conforme Figura 12 e armazenado durante 7 (sete) dias, Figura 9 temos o palete completo.

Tabela 4 – Modelo de formulário para aferição das temperaturas

Caixa	Temperatura CCM (°C)	Temperatura Pós Resfriamento (°C)	Temperatura Caixa (°C)
1			
2			
3			
4			
5			

Fonte: Própria (2020).

Na Figura 12 mostram-se os parâmetros de aplicação da máquina envolvente dos paletes, onde são especificados a quantidade de giros que deverão dar ao redor do palete e tempo de deslocamento da base até topo do palete.

Figura 12 - Parâmetros da máquina envolvente Amostra 01.



Fonte: Própria (2020).

Figura 13 mostra-se o palete de teste formado na saída da linha antes do envelopamento.

Figura 13 – Palete de teste



Fonte: Própria (2020).

3.2.2 Amostras de Teste 02

Posicionaram um sistema de resfriamento de tampas na caixa (Figura 14) ao final da linha e coletaram-se 5 caixas contendo 5500 unidades de tampas cada, temperaturas na saída da CCM, após resfriador e na caixa. As mesmas foram

dispostas na base do palete, embaladas utilizando parâmetros da máquina envolvedora como mostra a Figura 15 e acomodados no estoque por 7 (sete) dias.

Figura 14 – Sistema de Resfriamento.



Fonte: Própria (2020).

Na Figura 15 mostram-se os parâmetros de aplicação da máquina envolvedora dos paletes, onde são especificados a quantidade de giros que deverão dar ao redor do palete e tempo de deslocamento da base até topo do palete.

Figura 15 – Parâmetros da máquina envolvedora Amostra 02.



Fonte: Própria (2020).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o Mapeamento do Fluxo de Processo identificou-se os pontos de atenção da produção e onde poderia ser proposto melhorias, após 7 dias armazenadas no estoque recolheram-se as 5 caixas da primeira camada de ambos os paletes para análise.

4.1 Paletização

Ao fazer a disposição das caixas de transporte foi observado como as mesmas ficariam dispostas dentro das dimensões do palete (980mmx1200mm), mostradas nas Figura 16 e Figura 17.

Figura 16 – Lado esquerdo do palete.



Fonte: Própria (2020).

Figura 17 – Lado direito do palete.



Fonte: Própria (2020).

Onde evidenciamos que tanto Amostra 01 quanto Amostra 02 atendem a especificação da coluna das caixas estarem totalmente sobre a área do palete para que tenham resistência colunar e não ocorra abaulamento mostrado na Figura 18 e conseqüentemente ovalização das tampas por amassamento, já que nesses casos se perde a resistência das colunas e gera uma sobrecarga às tampas.

Figura 18 – Caixa abaulada.



Fonte: Própria (2020).

O palete composto por caixas horizontais é dividido em 6 camadas cada uma com 5 caixas seguindo o empilhamento híbrido, 3 primeiras camadas são empilhadas de forma colunar e 3 últimas empilhadas de forma entrelaçada, a Figura 19 demonstra o empilhamento. As caixas devem estar alinhadas em ambos os tipos de empilhamento utilizando como referência os cantos externos das mesmas com

tolerância de 2cm de descolamento e todas as camadas das Amostras 01 e Amostra 02 estavam dentro dessa especificação.

Figura 19 - Empilhamento das caixas horizontais.



Fonte: Própria (2020).

4.2 Envelopamento

Os paletes são embalados por um filme stretch, Figura 20, na máquina envelopadora para auxiliar na proteção, paletização e unitização das cargas, também conhecido como filme de polietileno, este possui resistência mecânica, alta aderência e

elasticidade garantindo que não aja movimentação/deslocamento e atrito das caixas de transporte.

Figura 20 – Palete sendo embalado pelo filme stretch.



Fonte: Própria (2020).

Na Figura 21 apresenta a Amostra 01 após 7 dias de armazenamento onde pode-se visualizar que houve uma compressão da caixa pelo filme stretch devido este estar mais tensionado, ressaltando que os parâmetros da máquina eram os padronizados para esse processo. Como o envelopamento foi um dos pontos críticos observado, para Amostra 02, de maneira empírica e testes in loco no momento da aplicação, mudou-se o Tempo de Subida que era 1,80 minutos passou a ser 2,60 minutos e Tempo de Descida de 1,15 minutos para 2,70 minutos deixando o filme menos tensionado assegurando a completa embalagem do palete sem amassar as caixas.

Figura 21 – Caixa amassada.



Fonte: Própria (2020).

4.3 Resfriamento das tampas

As informações a respeito das temperaturas aferidas nas Amostras 01 e Amostras 02 são apresentadas nas Tabela 5 e Tabela 6, respectivamente.

Tabela 5 – Temperaturas Amostra 01

Caixa	Temperatura CCM (°C)	Temperatura Pós Resfriamento (°C)	Temperatura Caixa (°C)
1	59	37	36
2	59	36	38
3	59	35	36
4	58	36	37
5	58	36	36

Fonte: Própria (2020).

Tabela 6 – Temperaturas Amostra 02

Caixa	Temperatura CCM (°C)	Temperatura Pós Resfriamento (°C)	Temperatura Caixa (°C)
1	59	37	29
2	59	36	30
3	59	35	30
4	58	36	32
5	58	36	32

Fonte: Própria (2020).

É possível perceber através da análise comparativa dos Tabela 5 e Tabela 6 a redução na Temperatura da Caixa com o resfriamento das tampas ao final da linha o que contribuiu para cristalização das mesmas resultando em melhoria das suas propriedades mecânicas como se evidencia na Tabela 7 onde são apresentadas as quantidades de tampas ovalizadas encontradas por inspeção visual em ambas as amostras, sendo Amostra 02, com resfriamento, a que teve menor incidência de deformação, o índice considerável aceitável é de 1% do total de tampas por caixa.

A Tampa A1881CAF5 1Pç 28mm é produzida com Resina de Polietileno de Alta Densidade e Canevarolo Jr (2013) explica que PEAD possui cadeias lineares que quando ocorre o resfriamento do polímero semicristalino se organizam de forma ordenada auxiliando o empacotamento contribuindo para a cristalização, pois não

existem ramificações na cadeia principal fazendo Polietileno de Alta Densidade possuir uma cristalinidade na ordem de 90%.

Tabela 7 – Quantidade tampas ovalizadas Amostra 01 e Amostra 02.

Caixa	Amostra 01	Amostra 02
1	126	10
2	120	15
3	100	11
4	115	9
5	122	10

Fonte: Própria (2020).

5. CONCLUSÕES

Analisar todo o processo produtivo de conformação da tampa permitiu identificar pontos de atenção que podem gerar esforços físicos ocasionando ovalização por amassamento e compreender o comportamento do PEAD e sua cristalização.

De acordo com os resultados obtidos e metodologias utilizadas para elaboração desse estudo, conclui-se que os pontos de atenção levantados como alinhamento das caixas no palete, envelopamento e temperatura das tampas ao final da linha e as melhorias propostas contribuíram para aumento da resistência mecânica através do processo de cristalização da tampa a partir do sistema de resfriamento instalado na última estação, eliminação de esforços externos ao diminuir a tensão do filme stretch no momento do envelopamento e conseqüente redução da quantidade de Tampas 28mm ovalizadas.

Assim, garante-se uma boa performance de aplicação durante o processo de encapsulamento na linha de envase no cliente não acarretando travamentos de calha, tampas mal arrolhadas, garrafas sem tampas causadas por ovalização de tampas não gerando prejuízos à empresa por não-conformidades de produtos.

Como continuidade deste trabalho aconselha-se um estudo sobre viabilidade de usar cantoneiras e/ou chapas de papelão para melhor distribuição do peso das caixas e sua melhoria para redução de tampas deformadas.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10520: informação e documentação: citações em documentos**. Rio de Janeiro. 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023: informação e documentação: referências**. Rio de Janeiro. 2002

CANEVAROLO JR, Sebastião V. **Ciência dos polímeros: um texto básico para tecnólogos e engenheiros**. 3. ed. São Paulo: Artliber, 2013. 280 p. v. 1. ISBN 858-80-9810-5.

COUTINHO, Fernanda M. B.; MELLO, Ivana L.; MARIA, Luiz C. de Santa. Polietileno: principais tipos, propriedades e aplicações. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 1, p.1-13, 2003.

FABRIS, Samanta; FREIRE, Maria Teresa de Alvarenga; REYES, Felix G. R. Embalagens plásticas: tipos de materiais, contaminação de alimentos e aspectos de legislação. **Revista Brasileira de Toxicologia**, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 59-70, 2006.

GONÇALVES, Victor. Aprenda o que é e como fazer um Fluxograma para mapear seus processos. **Voitto**, 2020. Disponível em: <<https://www.voitto.com.br/blog/artigo/fluxograma>>. Acesso em: 18, nov 2020.

JORGE, Neuza. **Embalagens para Alimentos**. São Paulo: Editora Cultura Acadêmica, 2013. 194 p. ISBN 978-85-7983-394-6

MANO, Eloisa Biasotto. **Polímeros como Materiais de Engenharia**. 6. ed. São Paulo: Editora Blucher, 1991. 197 p. ISBN 978-85-212-0060-4

MANO, Eloisa Biasotto; MENDES, Luís Cláudio. **Introdução a polímeros**. 2. ed. São Paulo: Editora Blucher, 1999. 191 p. ISBN 978-85-212-0247-9

PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre Reis. **Administração da Produção: operações industriais e de serviços**. Curitiba: Unicenp, 2007. 750 p.

PRODUTO, Ficha Técnica do. **Tampa Ravi A1881CAF5 1PÇ**. Manaus, Revisão 04, 2019.

SLACK, Nigel *et al.* **Administração da Produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 747 p

WALLIS, G. A evolução do mercado brasileiro de embalagem e sua inserção no mercado internacional. In: **Anais Brasil Pack Trends – Seminário Embalagem, Distribuição e Consumo**, Campinas, 2000.