



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
CENTRO DE ENGENHARIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E TECNOLOGIA
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA QUÍMICA

DIOGO SILVA DE AGUIAR NOBRE

**ACOMPANHAMENTO DO CONTROLE DE QUALIDADE DE EMBALAGENS
PLÁSTICAS NA EMPRESA IMPLASVERDE**

MOSSORÓ-RN

2021

DIOGO SILVA DE AGUIAR NOBRE

**ACOMPANHAMENTO DO CONTROLE DE QUALIDADE DE EMBALAGENS
PLÁSTICAS NA EMPRESA IMPLASVERDE**

Relatório de estágio curricular
apresentado à Universidade Federal
Rural do Semi-Árido – UFERSA,
campus Mossoró, como requisito
para obtenção do título de Bacharel
em Engenharia Química.

MOSSORÓ-RN

2021

DIOGO SILVA DE AGUIAR NOBRE

**ACOMPANHAMENTO DO CONTROLE DE QUALIDADE DE EMBALAGENS
PLÁSTICAS NA EMPRESA IMPLASVERDE**

Relatório de estágio curricular
apresentado à Universidade Federal
Rural do Semi-Árido – UFERSA,
campus Mossoró, como requisito para
obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Química.

APROVADO EM: 01/06/2021

BANCA EXAMINADORA

Cristian Kelly Moraes de Lima

Profa. Dra. Cristian Kelly Moraes de Lima – UFERSA

Presidente

Izabelly Larissa Lucena

Profa. Dra. Izabelly Larissa Lucena – UFERSA

Primeiro Membro

Luara Ribeiro Viana

Engenheira Química Luara Ribeiro Viana – UFERSA

Segundo Membro

©Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas
da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

N754a Nobre, Diogo Silva de Aguiar.
ACOMPANHAMENTO DO CONTROLE DE QUALIDADE DE
EMBALAGENS PLÁSTICAS NA EMPRESA IMPLASVERDE /
Diogo Silva de Aguiar Nobre. - 2021.
35 f. : il.

Orientadora: Cristian Kelly Moraes de Lima.
Relatório (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-Árido, Curso de Engenharia Química,
2021.

1. Controle de Qualidade. 2. Embalagens. 3.
Filmes plásticos. 4. Polímeros I. Lima, Cristian
Kelly Moraes de, orient. II. Título.

Setor de Informação e Referência

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Polietileno de alta densidade.....	13
Figura 2 - Polietileno de baixa densidade linear.....	14
Figura 3 - Polipropileno.....	16
Figura 4 - Pigmento verde e branco.....	17
Figura 5 - Fluxograma do processo produtivo	18
Figura 6 - Processo de extrusão e extrusão de filme de polietileno de alta densidade...	20
Figura 7 - Processo de flexografia.....	20
Figura 8 - Máquina Sacoleira	21
Figura 9 - Máquina picotadeira	21
Figura 10 - Análise de cor dos filmes extrudados	25
Figura 11 - Verificação da capacidade nominal	25
Figura 12 - Ensaio da carga dinâmica	26
Figura 13 - Medição no micrômetro e verificação de espessura ao longo do filme.....	27
Figura 14 - Gramatura por metro quadrado.....	27
Figura 15 - Ensaio da resistência ao impacto de dardos.....	28
Figura 16 - Ensaio da resistência a perfuração estática	29
Figura 17 - Tela de acesso do sistema de homologação de matéria-prima	30
Figura 18 - Interface do sistema de homologação de matéria-prima	31
Figura 19 - Busca de registros no banco de dados	32
Figura 20 - Permissões dos usuários.....	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Ensaios em sacolas plásticas	22
---	----

AGRADECIMENTOS

A Deus, pois ele é o responsável pela minha fé, força e coragem, obrigado senhor por estar sempre me abençoando e mostrando o melhor caminho a seguir.

A minha mãe Rosineide Nunes da Silva, por ser um exemplo de determinação e força de vontade. Sempre acreditar em mim e me encorajar a perseverar na busca em alcançar meus objetivos. Obrigado por ser meu pai e minha mãe.

Aos meus avós João Alves da Silva (*in memorian*) e Maria Nunes da Silva, que desde a minha infância foram meus segundos pais e não mediam esforços em me ajudar no que eu precisasse.

Às minhas irmãs Suelem Balbino dos Santos, Suerda Matias da Silva e aos meus sobrinhos Samuel, Henzo Gabriel e Sarah.

À toda minha família, em especial a Antônio, Claudia, Jorge, João, Juliano, Marlon, Pedro e Maria José, que cada um à sua maneira me transmitiu força.

Aos meus amigos Danilo Sarmiento, José Elinésio, Rayane Cabral, Bianca Reis, Kaynara Torquato, Allison Bruno e Felipe Nathan, que sempre me ajudaram e me deram forças nos momentos difíceis. Sinto saudades de vocês!

In Memoriam gostaria de agradecer à Zaira Cruz, que fez parte da minha trajetória, esta conquista também é dela!

Agradeço a Implasverde por ter me recebido e confiado no meu potencial, por todo o aprendizado adquirido e todas as pessoas incríveis que conheci.

A minha orientadora Cristian Kelly Moraes de Lima, que me auxiliou na realização deste trabalho e sempre esteve disposta a me ajudar, repassando seus conhecimentos. Obrigado pelo tempo dedicado.

A Professora Izabelly Larissa Lucena e a Luara Ribeiro Viana por aceitarem fazer parte da banca examinadora, e contribuir com meu trabalho.

RESUMO

Este trabalho tem por finalidade apresentar as atividades desenvolvidas durante o estágio supervisionado realizado na empresa Implasverde, localizada no município de João Câmara – RN a qual produz embalagens plásticas (sacos, picotes, sacolas lisas e impressas). As atividades desenvolvidas compreenderam o acompanhamento do processo produtivo e também no setor de controle de qualidade. O processo produtivo compreende as etapas de: extrusão, impressão e acabamento. Com relação ao setor de controle de qualidade, os ensaios analisados compreendem: espessura do filme, resistência a perfuração e a queda livre, capacidade nominal e soldagem. A partir das observações realizadas foi proposta a utilização de uma ferramenta para auxiliar no controle de qualidade dos produtos desenvolvidos. A Implasverde oferece uma excelente oportunidade na área da engenharia química, pois o profissional atua com transformações e melhorias do processo de produção, para que seja alcançado as metas propostas pela empresa.

Palavras-chaves: Controle de qualidade; embalagens plásticas; filmes plásticos; polímeros.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	10
2.	OBJETIVOS	11
2.1.	OBJETIVO GERAL	11
2.1.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	11
3.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	12
3.1.	POLÍMEROS	12
3.1.1.	PEAD	13
3.1.2.	PEBDL	14
3.1.3.	PEBD	14
3.1.4.	PP.....	15
3.2.	ADITIVOS	16
3.3.	FILMES PLÁSTICOS.....	17
3.4.	TÉCNICAS DE CONFORMAÇÃO DE PLÁSTICO	17
3.5.	PROCESSO DE PRODUÇÃO DA IMPLASVERDE.....	18
3.5.1.	RECEBIMENTO DA MATERIA-PRIMA	18
3.5.2.	EXTRUSÃO	19
3.5.3.	IMPRESSÃO.....	20
3.5.4.	CORTE E SOLDA	21
3.6.	POLÍTICA DE QUALIDADE	22
4.	ATIVIDADES REALIZADAS	24
4.1.	ASPECTO VISUAL	24
4.2.	CAPACIDADE NOMINAL E DIMENSÕES	25
4.3.	CARGA DINÂMICA	26
4.4.	ESPESSURA	26
4.5.	GRAMATURA	27
4.6.	RESISTÊNCIA AO IMPACTO POR QUEDA DE DARDOS	28
4.7.	RESISTÊNCIA A PERFURAÇÃO ESTÁTICA.....	28
4.8.	SISTEMA DE HOMOLOGAÇÃO DE MATÉRIA-PRIMA	29
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	33
6.	REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	34

1. INTRODUÇÃO

Na era da informação, a competitividade se espalhou por todo o mundo, impulsionada pela inovação tecnológica e mudanças frequentes no mercado consumidor. Além do preço, as empresas são forçadas a fornecerem aos clientes, um produto inovador e com melhores níveis de qualidade, valor agregado, rapidez e flexibilidade de atendimento.

Neste contexto, as empresas necessitam de ferramentas que auxiliem a avaliação do processo produtivo, para viabilizar o gerenciamento do negócio. Dito isto, o controle de qualidade é fundamental para evitar o desperdício, otimizar o tempo de produção e garantir a qualidade do produto. A indústria de plástico se dispõe de interesse em utilizar várias ferramentas para reduzir custos de produção, a fim de melhorar sua competitividade no mercado atual.

A estrutura das indústrias de processamentos de plásticos mundial é muito parecida com a brasileira, marcada por uma grande diversidade e otimização, devido ao grande número de pequenas e médias empresas que operam para outras empresas, assim como no Brasil, onde a presença e liderança de poucas grandes empresas são acompanhadas da existência de pequenas e médias empresas, que atuam em um ambiente de intensa rivalidade (ABIPLAST, 2006).

A versatilidade dos plásticos é tamanha que, desde o início do século XX, eles vêm provocando mudanças no consumo, e em consequência, no estilo de vida das pessoas. Um dos aspectos decisivos, responsáveis pela grande disseminação no uso do plástico, é o econômico, pois é possível confeccionar os mais diferentes artigos e objetos de plástico com custo reduzido, portanto mais acessíveis à população. No nosso dia a dia, observamos como são variados os objetos e equipamentos confeccionados com os plásticos como, por exemplo, utensílios domésticos, brinquedos, peças automotivas, peças de equipamentos eletrônicos, calçados e embalagens. (PIATTI *et al*, 2005)

A Implasverde é uma empresa do ramo da indústria de plásticos, fundada na cidade de João Câmara – RN há 28 anos como solução em meio a dificuldades de adquirir embalagens plásticas para estabelecimentos alimentícios. Com isso, a empresa começou a fornecer ao comércio da região do mato grande e com o passar do tempo foi expandindo para outras regiões. Hoje, a empresa fornece produtos para o Rio Grande do Norte e outros estados como a Paraíba, Ceará e Alagoas.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Este presente trabalho teve como finalidade observar o processo produtivo da empresa Implasverde, assim como, acompanhar a qualidade dos produtos por meios das atividades realizadas no dia a dia no setor de controle de qualidade. O acompanhamento neste setor se deu através da observação de características do material, tais como: espessura do filme; resistência a perfuração e a queda livre; capacidade nominal e soldagem, bem como propor melhorias para o processo produtivo.

2.1.OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Atuar prestando auxílio a área de controle de qualidade conhecendo toda a rotina para obter experiência profissional;
- Desenvolver uma estratégia, utilizando a ferramenta *Visual Basic for Application* do Excel, para auxiliar no fornecimento de informações sobre as matérias-primas utilizadas no processo produtivo das sacolas plásticas.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste item, será descrito a respeito de alguns aspectos teóricos do processo produtivo de embalagens plásticas, tais como: matérias-primas utilizadas; técnicas de conformação de polímeros e o processo produtivo.

3.1.POLÍMEROS

A palavra polímero origina-se do grego poli (muitos) e mero (unidades de repetição). Assim, um polímero é uma macromolécula composta por muitas (dezenas de milhares) de unidades de repetição denominadas meros, ligadas por ligação covalente. A matéria-prima para a produção de um polímero é o monômero, isto é, uma molécula com uma unidade de repetição (mono). Dependendo do tipo de monômero (estrutura química), do número médio de meros por cadeia e do tipo de ligação covalente, podemos dividir os polímeros em três grandes classes: plásticos, borrachas e fibras (CANEVAROLO, JR., 2006).

O desenvolvimento de materiais plásticos iniciou-se a partir de aplicações de materiais naturais, que possuem propriedades plásticas como, por exemplo, algodão, madeira (celulose) e látex, que com o tempo evoluíram e passaram a ser quimicamente modificados, como é o caso da borracha e nitrocelulose. Mais tarde houve o surgimento de materiais completamente sintéticos obtidos a partir dos derivados de petróleo como o PE (polietileno), PP (polipropileno), PVC (policloreto de vinila), PA (poliamida), PC (policarbonato) (ABDI, 2008).

As modernas ferramentas de pesquisa científica tornaram possível a determinação das estruturas moleculares dos polímeros naturais e o desenvolvimento de inúmeros polímeros, que são sintetizados a partir de moléculas orgânicas pequenas. Muitos plásticos, borrachas e materiais fibrosos que nos são úteis são polímeros sintéticos. Os materiais sintéticos podem ser produzidos a baixos custos, e suas propriedades podem ser moldadas a valores que tornam muitos deles superiores aos seus análogos naturais (CALLISTER, JR.; RETHWISCH, 2012).

A seguir será comentado a respeito de alguns polímeros sintéticos bastante utilizados no mercado, tais como: Polietileno de Alta Densidade (PEAD); Polietileno Linear de Baixa Densidade (PELBD); Polietileno de Baixa Densidade (PEBD) e o Polipropileno (PP).

3.1.1. PEAD

O Polietileno de Alta Densidade (PEAD) é um polímero composto de grandes cadeias moleculares chamadas macromoléculas, que, por sua vez, são formadas pela junção de moléculas menores chamadas de monômeros por meio da polimerização (SIMPLAST, 2015). As reações de polimerização podem ser de adição ou condensação que unem pequenas moléculas por meio de ligações covalentes para formar moléculas maiores chamadas polímeros.

O PEAD, conforme a Figura 1, é um material opaco devido possuir além de uma densidade elevada, um alto grau de cristalinidade, sendo maior que a do PEBD (Polietileno de Baixa Densidade) que implica em suportar uma fusão em temperaturas mais elevadas, além disso, dá uma melhor resistência mecânica ao material. Tradicionalmente, o PEAD é misturado com o PEBD a fim de melhorar a processabilidade e as propriedades desejadas do produto final. A mistura de dois ou mais polímeros diferentes é chamada de blenda. As blendas são preparadas para melhorar as propriedades dos produtos e reduzir custos de produção.

Apresenta boa aplicação para confecção de garrafas e outros recipientes plásticos, sacos para frutas e legumes (extrusão de filme), potes e bandejas (injeção) (JORGE, 2013).

Figura 1 - Polietileno de alta densidade



Fonte: Autoria própria, 2021.

3.1.2. PEBDL

O Polietileno Linear de Baixa Densidade (PELBD), também conhecido como PEBDL, ilustrado na Figura 2, é obtido através da polimerização que ocorre pelo mecanismo de coordenação aniônica, utilizando catalizadores de metal de transição sob altas pressões e temperaturas até 200°C com solventes do tipo hidrocarbonetos. A coordenação aniônica é gerada por alquilação de um composto de metal de transição usando um alquil-alumínio, se propagando pela coordenação e inserção do monômero na ligação metal de transição-carbono (COUTINHO; MELLO; DE SANTA MARIA, 2003).

O PEBDL É um termoplástico que apresenta boa resistência a impacto, produtos químicos e ao rasgo, além de possuir uma alta capacidade para selagem a quente, sendo muito utilizado como sacaria industrial, empacotamento automático de alimentos, termoencolhíveis, esticáveis, entre outros (DOBRESCU,1998).

Figura 2 - Polietileno de baixa densidade linear



Fonte: Autoria própria, 2021.

3.1.3. PEBD

O Polietileno de Baixa Densidade (PEBD) foi desenvolvido pela *Imperial Chemical Industries* (ICI) durante a Segunda Guerra Mundial, ano de 1939, oriundo de um acidente experimental, sendo assim, um dos primeiros insumos plásticos da família de polietilenos (QUALYPLAST, 2020). O processo de produção de PEBD, utiliza a

polimerização do gás etileno em reatores com pressões entre 1000 e 3000 atmosferas e temperaturas entre 100 e 300 °C. Temperaturas acima de 300 °C geralmente não são utilizadas, pois o polímero tende a se degradar (DOAK, 1986).

Dentre as principais características e propriedades do PEBD, podemos citar: a alta flexibilidade; transparência quando em pequenas espessuras; boa resistência à maioria dos solventes; permeabilidade a óleos e gorduras; baixa permeabilidade a vapores de água, entre outras. Podendo ser processado por extrusão, é aplicado na produção de sacos, filmes destinados a embalagens de alimentos líquidos e sólidos, filmes laminados e plastificados para alimentos, embalagens para produtos farmacêuticos e hospitalares, brinquedos e utilidades domésticas (JORGE, 2013).

Segundo a Associação Brasileira da Indústria do Plástico, ABIPLAST (2019), o Polietileno de Baixa Densidade, em inglês chamado de LDPE (*low density polyethylene*), é um dos termoplásticos mais consumidos no mercado. No Brasil, o insumo apresentou consumo de 20,6% ocupando o quarto lugar entre os plásticos mais consumido no ano de 2019.

3.1.4. PP

O Polipropileno (PP) é um polímero termoplástico de baixa densidade, obtido por meio da polimerização estereoespecífica, que resulta na formação de cadeias poliméricas com elevado grau de organização molecular interna, com meros dispostos de forma organizada e ordenada no espaço, com isso formando cadeias longas e controlando a posição do grupo metila na cadeia polimérica de forma ordenada (NEURONIO, 2021).

Embora o polipropileno seja empregado nas mais diversas áreas, o setor de embalagens é o responsável por, pelo menos, a metade do consumo mundial deste polímero termoplástico. E o maior mercado é o de embalagens flexíveis, concorrendo ou substituindo embalagens de papel (papelão) e/ou alumínio, por ser mais resistente e podendo oferecer maior tempo de vida a alimentos ou produtos perecíveis (CENTERJ, 2012).

Como o polipropileno é um dos plásticos mais utilizados no mundo e pode ser remoldado por simples aquecimento, a sua reciclagem torna-se importante, não apenas do ponto de vista econômico, como ambiental. Dessa forma, há empresas que prometem reciclar o resíduo de polipropileno, convertendo o material, às matérias primas iniciais, a (CENTERJ, 2012).

Diferente das demais resinas, o polipropileno é destinado a aplicações mais nobres, devido ao filme produzido apresentar uma melhor transparência e brilho, além de uma boa capacidade para conservação de alimentos, como mostra a Figura 3.

Figura 3 - Polipropileno



Fonte: Autoria própria, 2021.

3.2.ADITIVOS

Os aditivos são materiais adicionados na composição ou formulação como componentes, auxiliando os plásticos com diversas aplicações como: diminuir o custo; modificar ou melhorar propriedades, facilitar o processamento, colorir, entre outras.

Um dos aditivos típicos incluem os corantes, estes, conferem uma cor específica a um polímero. Os corantes podem ser adicionados na forma de matizes ou pigmentos. Quanto aos pigmentos, estes são cargas que não se dissolvem, mas que permanecem como uma fase distinta. Normalmente os pigmentos têm um pequeno tamanho de partícula e um índice de refração próximo àquele do polímero ao qual são adicionados (CALLISTER, JR.; RETHWISCH, 2012).

Pigmentos são compostos por masterbatches, um aditivo plástico utilizado pela indústria de plástico com a finalidade de dar cor em diversas resinas termoplásticas, incluído PEAD, PEBD, PEBDL e PP. A Figura 4 mostra o pigmento verde e o branco respectivamente.

Figura 4 - Pigmento verde e branco



Fonte: Autoria própria, 2021.

3.3.FILMES PLÁSTICOS

O filme plástico é um substrato do setor de processamento da indústria plástica, produzido pelo processo de extrusão, destinado à diferentes aplicações, desde a confecção de sacolas plásticas até uma finalidade mais nobre, como embalagens para alimentos.

Os materiais poliméricos podem ser encontrados em forma de filmes finos, com espessura variando entre 0,025 e 0,125 mm (milímetros), aplicados em sacos para embalagens de produtos alimentícios, produtos têxteis e para uma gama de outras finalidades. Tais materiais produzidos apresentam características como: baixa massa específica, alto grau de flexibilidade, resistência à tração, resistência ao rasgamento, baixa permeabilidade a gases, especialmente vapor d'água, entre outros. Dentre os polímeros que atendem os critérios e que são fabricados na forma de filmes são o polietileno, o polipropileno, o celofane e o acetato de celulose (CALLISTER, JR.; RETHWISCH, 2012).

3.4.TÉCNICAS DE CONFORMAÇÃO DE PLÁSTICO

Os materiais plásticos estão distribuídos nas mais diversas áreas, sua utilização vem crescendo cada vez mais no ramo automotivo, construção civil, alimentício, médico-

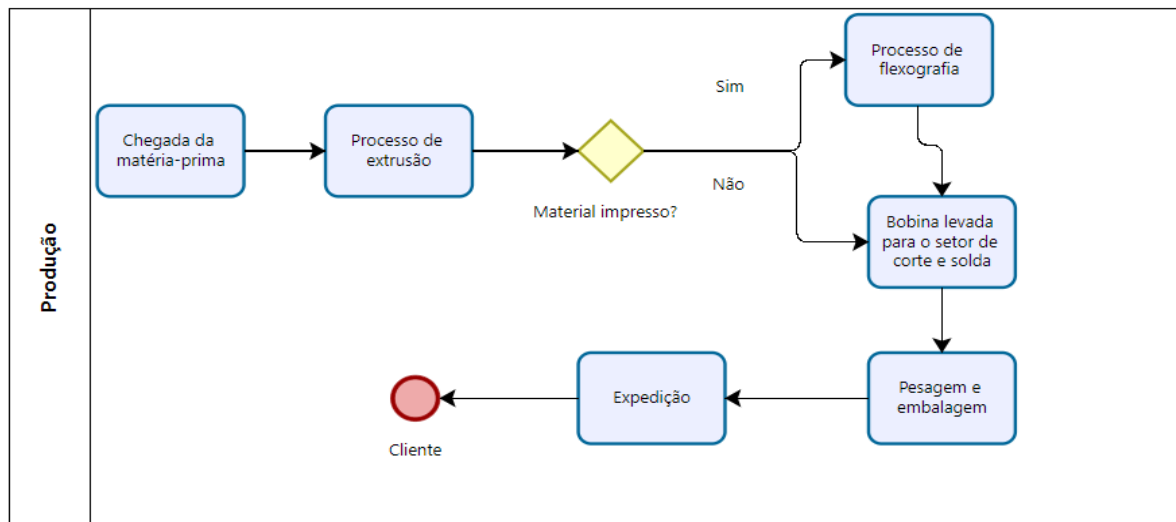
hospitalar, têxtil, entre outras. Para poder transformar a resina polimérica em matéria-prima para atender à necessidade dessas indústrias, torna-se de grande importância, o processamento e o desenvolvimento de tecnologias capazes de sua conversão. Na produção de transformados plásticos, os dois processos produtivos mais utilizados são a extrusão e a moldagem por injeção (CALLISTER, JR.; RETHWISCH, 2012).

O processo de extrusão consiste na passagem forçada e controlada da resina plástica fundida por meio de uma ou duas roscas, já o processo de moldagem por injeção tem por objetivo moldar uma peça plástica com formatos variados e complexos com alta tolerância dimensional, forçando ao material sob pressão dentro de uma cavidade (CALLISTER, JR.; RETHWISCH, 2012).

3.5.PROCESSO DE PRODUÇÃO DA IMPLASVERDE

Neste item será descrito a respeito do processo produtivo de obtenção de embalagens plásticas na Implasverde, onde cada uma das etapas que compõem o processo produtivo será comentada a seguir. A Figura 5 mostra o fluxograma do processo produtivo.

Figura 5 - Fluxograma do processo produtivo



Fonte: Autoria própria, 2021.

3.5.1. RECEBIMENTO DA MATERIA-PRIMA

As matérias-primas recebidas pela empresa, passam por análises de propriedades físicas como densidade e índice de fluidez. A densidade está relacionada ao peso molecular das ligações existentes nos polímeros, possuindo relação direta com a

gramatura, que, por sua vez, tem impacto nos custos de produção. Já o índice de fluidez é a medida da facilidade de vazão de resinas plásticas fundidas.

Por possuir um fluxo de produção contínuo, toda matéria-prima é rapidamente consumida. O tipo de resina utilizada varia de acordo com a finalidade do pedido. A Implasverde utiliza como matéria-prima: o PEAD na produção de sacolas plásticas; PEBD para confeccionar sacos plásticos e picotes; PEBDL como aditivo para dar elasticidade, resistência térmica e resistência a impacto; PP para produzir sacos plásticos destinados a indústria de alimentos e o masterbatches como pigmento para dar cor ao material.

3.5.2. EXTRUSÃO

A extrusão de filme consiste na etapa de transformação de plásticos que envolve diversas variáveis de processos, resultando em variações na qualidade do produto extrudado.

No processo propriamente dito, o polímero é fundido junto com o pigmento e bombeado na máquina extrusora para a matriz anular, onde o plástico é forçado a passar pela abertura da matriz, sendo soprado com a finalidade de resfriar o material e originar a formação de um balão, que após passar por rolos puxadores, se necessário, passa por um tratamento superficial chamado corona, onde a superfície do filme é submetida a descargas elétricas com a finalidade de otimizar as propriedades de aderência a outros materiais, como é o caso da tinta do processo de flexografia, e em seguida, é enrolado em bobinas. A Figura 6 apresenta respectivamente o processo de extrusão e a extrusão de filme de polietileno de alta densidade.

Figura 6 - Processo de extrusão e extrusão de filme de polietileno de alta densidade



Fonte: Autoria própria, 2021.

3.5.3. IMPRESSÃO

A etapa da impressão é feita pelo processo de flexografia, onde a bobina passa pelo método de impressão rotativa direta, fazendo uso de chapas de fotopolímero com relevo fixado em um cilindro para transferir a tinta e para dar acabamento e imagem ao filme em até 8 (oito) cores, como mostra a Figura 7.

Figura 7 - Processo de flexografia



Fonte: Autoria própria, 2021.

3.5.4. CORTE E SOLDA

O corte e solda é a última etapa do setor produtivo, local onde são feitos a solda do fundo das embalagens e o corte entre elas. É nesta etapa em que as larguras do material são definidas variando de acordo com as exigências do pedido do cliente. Além disso, os tipos de solda também são definidos, podendo variar entre solda de fundo, solda lateral e solda beira-lateral. As máquinas são diferenciadas de acordo com o tipo de solda, produto e largura da bonina.

As máquinas sacoleiras são responsáveis por cortar e soldar as sacolas do tipo camisa, já as picotadeiras, cortam e soldam os picotes e sacos. As Figuras 8 e 9 mostram respectivamente a máquina sacoleira e a picotadeira utilizada no processo.

Figura 8 - Máquina Sacoleira



Fonte: Autoria própria, 2021.

Figura 9 - Máquina picotadeira



Fonte: Autoria própria, 2021.

3.6.POLÍTICA DE QUALIDADE

Durante o processo de fabricação dos filmes plásticos podem surgir algumas variações no processo como rugas, desalinhamento da bobina e variação na espessura do filme, que, por sua vez, podem influenciar o desempenho das embalagens confeccionadas. Em virtude do processo produtivo, sempre existe a possibilidade de uma determinada quantidade de embalagens apresentarem-se com defeitos. Alguns defeitos podem ser decorrentes de um mau ajuste da máquina, fazendo com que o lote ou parte dele seja produzido fora de especificação.

Todos os produtos fabricados na empresa Implasverde estão dentro dos critérios estabelecidos pelo setor de qualidade, sendo controlados e inspecionados durante todo o processo para que seja garantida a qualidade em todos os aspectos. Os produtos não conformes são retidos e a causa da não conformidade é identificada e corrigida. O produto só é liberado para o cliente quando atende a todos os requisitos exigidos.

Para a realização dos ensaios é recolhido no setor de extrusão, sempre que uma bobina começa a ser enrolada, um metro (m) do filme produzido, para ser submetido as inspeções de aspecto visual, análise de espessura, gramatura e resistências mecânicas.

As inspeções e ensaios inferidos durante o processo produtivos são baseados de acordo com a norma técnica da NBR 14.937 da ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas, na qual estabelece os requisitos e métodos para confecção de sacolas plásticas do tipo camisa. A Tabela 1 apresenta os ensaios que podem ser feitos de acordo com a NBR 14.937 (ABNT, 2010).

Tabela 1 - Ensaios em sacolas plásticas

Ensaios	Falha
Aspecto visual	4 defeitos maiores que 1mm por m ² 16 defeitos de 0,5mm a 1mm por m ²
Capacidade nominal	A sacola é submetida a capacidade indicada ao ser fabricada
Carga dinâmica	Ensaio de 10 unidades, 0 falhas admitidas. No caso de até 2 falhas, ensaiar 10 unidades de contraprova com 0 falhas admitidas
Espessura	Ensaio de corpos de prova retirados de 5 unidades, sem falhas admitidas

Resistência a impacto por queda de dados	Ensaio de 20 unidades, 10 falhas admitidas
Resistencia a perfuração estática	Ensaio de 10 unidades, 8 falhas admitidas

Fonte: Adaptado NBR 14.937 ABNT, 2010.

4. ATIVIDADES REALIZADAS

Neste tópico será abordado a respeito do acompanhamento das atividades rotineiras, realizadas, pelo setor de qualidade na empresa Implasverde, bem como a descrição do projeto de homologação de matéria – prima.

A homologação de matéria-prima, é a etapa onde é avaliado se os produtos oferecidos pelos fornecedores estão de acordo com os critérios já estabelecidos pela empresa, garantindo uma maior confiança e segurança na confecção dos produtos produzidos pela Implasverde.

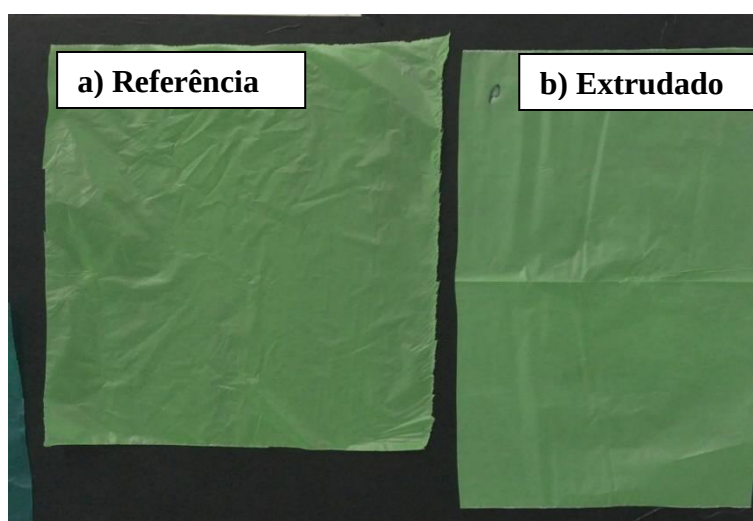
Todas as etapas do processo produtivo são supervisionadas e submetidas a testes baseados na norma técnica NBR 14.937 (2010) - Sacolas plásticas tipo camiseta - requisitos e métodos de ensaio da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) para garantir padrão e qualidade dos produtos produzidos pela empresa. Os ensaios realizados durante o acompanhamento das atividades foram: aspecto visual; capacidade nominal e dimensões; carga dinâmica; espessura; gramatura; resistência ao impacto por queda de dardos e resistência a perfuração estática.

4.1.ASPECTO VISUAL

A avaliação do aspecto visual dos produtos nos permite detectar não conformidades em relação à aparência das sacolas confeccionadas, nas quais devem seguir os padrões desejados pelo cliente em relação a cor do produto acabado.

É produzida uma amostra impressa para servir como referência se o material for impresso ou é extrudado uma amostragem de filme para servir como base para a comparação de cor, como mostra a Figura 10. A imagem da esquerda é a retenção, na qual serve como referência e a direita, o filme extrudado para a verificação. O setor de qualidade é responsável de verificar se o aspecto visual está dentro das exigências acordadas, para isso é verificado: rugas no filme; padrão de cor; excesso de tinta e manchas que comprometam a logomarca do cliente.

Figura 10 - Análise de cor dos filmes extrudados



Fonte: Autoria própria, 2021.

4.2.CAPACIDADE NOMINAL E DIMENSÕES

Este ensaio é realizado de acordo com a norma NBR 14.937 (2010) e tem por objetivo avaliar a eficiência das sacolas plásticas do tipo camisa em relação ao volume que a mesma pode ser submetida.

As sacolas são produzidas nas dimensões acordadas entre o fornecedor e consumidor respeitando as tolerâncias estabelecidas, bem como a capacidade nominal, que devem ser atendidas de acordo com as especificações, como ilustrado na Figura 11.

Figura 11 - Verificação da capacidade nominal



Fonte: Autoria própria, 2021.

4.3.CARGA DINÂMICA

O ensaio de carga dinâmica tem por objetivo a avaliação da conformidade de sacolas plásticas do tipo camisa, verificando a resistência das soldas da alça, lateral e beira-lateral.

Na carga dinâmica, as sacolas são suspensas e submetidas a gravidade e ao movimento, simulando o uso feito pelos consumidores para garantir a resistência do produto como é possível observar na Figura 12. O peso que as sacolas suportam é definido de acordo com a capacidade nominal de cada sacola. Os ensaios são realizados em triplicata e as amostras são retidas como contraprova para análises posteriores.

Figura 12 - Ensaio da carga dinâmica



Fonte: Autoria própria, 2021.

4.4.ESPESSURA

A espessura é dada pela distância perpendicular entre as superfícies de um material, sendo medida por um equipamento chamado micrômetro, no entanto, devido a variações pontuais, as verificações são realizadas por todo o filme. A espessura está relacionada com as propriedades de resistência mecânicas do material. A Figura 13, mostra a medição no micrômetro e a verificação da espessura ao longo filme respectivamente.

Figura 13 - Medição no micrômetro e verificação de espessura ao longo do filme

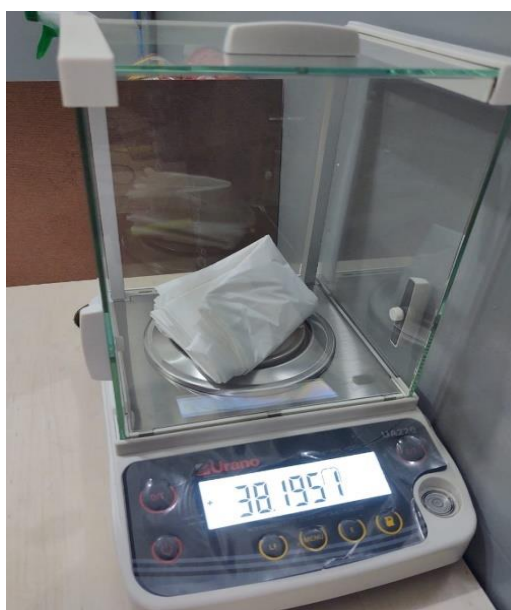


Fonte: Autoria própria, 2021.

4.5.GRAMATURA

A gramatura de filmes plásticos (Figura 14) é expressa normalmente em gramas por metro quadrado (g/m^2) e está diretamente relacionada com as propriedades de resistência, sendo assim responsável pelo desempenho mecânico do material. A avaliação da gramatura influencia na contribuição para redução de custos de produção.

Figura 14 - Gramatura por metro quadrado



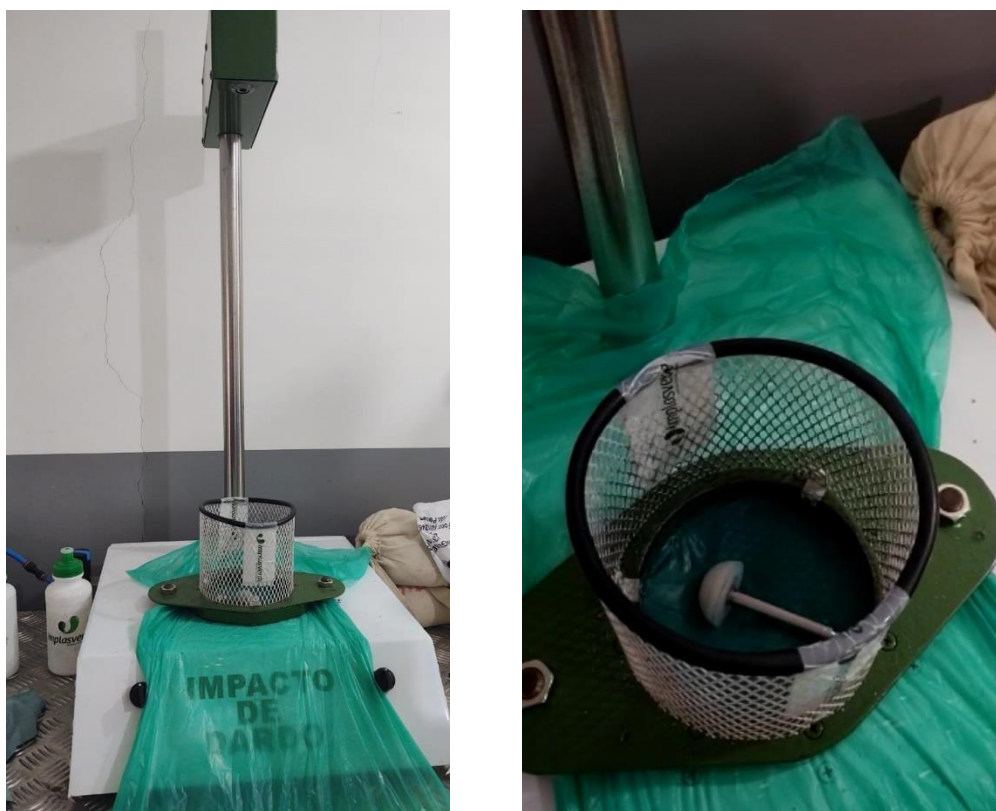
Fonte: Autoria própria, 2021.

4.6.RESISTÊNCIA AO IMPACTO POR QUEDA DE DARDOS

Este ensaio é realizado de acordo com a norma técnica NBR 14.937 (2010) para a confecção de embalagens plásticas do tipo camisa e tem por objetivo atestar a resistência das sacolas plásticas a rupturas ocasionadas por objetos dentro das mesmas

Para a resistência ao impacto por queda de dardo (Figura 15), dos 20 disparos realizados no corpo-de-prova ensaiado, no mínimo dez devem resistir ao ensaio e não apresentar ruptura. É analisado se a ruptura é originada por falha na composição ou se é ocasionada por falha operacional. Se a porcentagem dos rompimentos for maior que 50%, é solicitado ao extrusor que seja feito correções no processo para melhorar a resistência do filme extrudado.

Figura 15 - Ensaio da resistência ao impacto de dardos



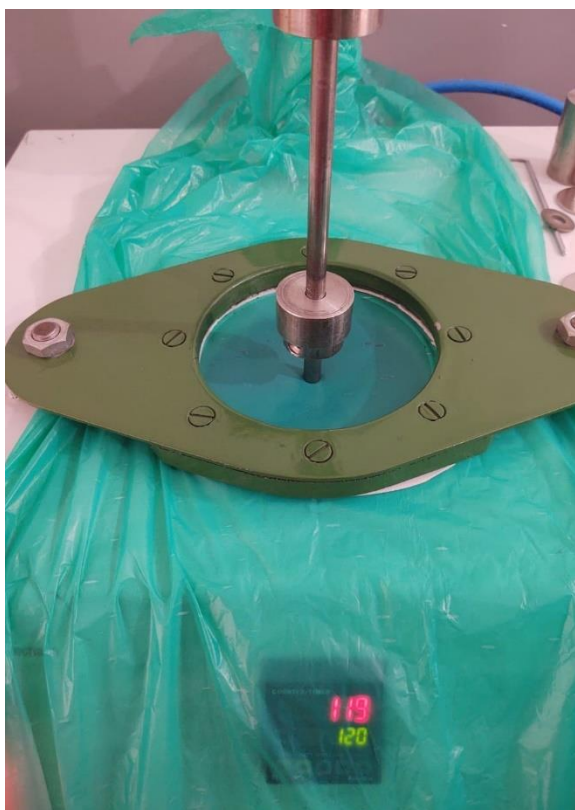
Fonte: Autoria própria, 2021.

4.7.RESISTÊNCIA A PERFURAÇÃO ESTÁTICA

Este ensaio é realizado baseado na norma 14.937 (2010) tem o objetivo avaliar a resistência das sacolas plásticas do tipo camisa à objetos cortantes.

Na resistência à perfuração estática, dos dez corpos de prova, no mínimo oito devem resistir ao ensaio e não apresentar ruptura. O filme é submetido a perfuração por 120 segundos para simular objetos cortantes e garantir o máximo desempenho possível, como é possível visualizar na Figura 16.

Figura 16 - Ensaio da resistência a perfuração estática



Fonte: Autoria própria, 2021.

4.8.SISTEMA DE HOMOLOGAÇÃO DE MATÉRIA-PRIMA

Uma problemática bastante frequente entre a maioria das pequenas e médias empresas nacionais do ramo da indústria plástica, é referente a disponibilidade de matéria-prima. Existem poucos fornecedores das resinas PEAD e PP, resultando no atraso do abastecimento dos polietilenos que a produção da empresa necessita, sendo uma alternativa recorrer ao mercado internacional para importar matéria-prima por um menor tempo de espera no fornecimento de insumos.

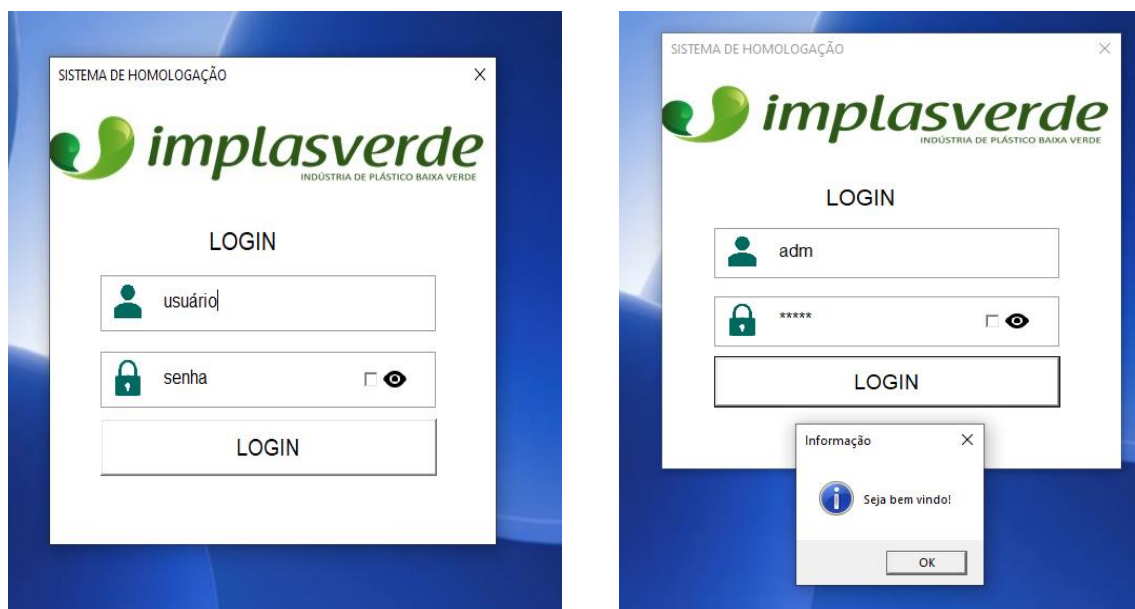
Como uma forma de melhoria para o processo produtivo, foi proposto um sistema de homologação de matéria-prima utilizando o *Visual Basic for Application* (VBA). O VBA é uma ferramenta do Excel, na qual utiliza-se uma linguagem de programação a serviço do usuário, permitindo a criação de macros, que é uma sequência de comandos e

funções que são armazenados em módulos, podendo ser usado sempre que precisar com o intuito de automatizar inúmeros procedimentos realizados dentro das planilhas desenvolvidas no Excel.

O VBA possibilita a interação das planilhas com o usuário de uma forma mais prática e dinâmica. O sistema de homologação tem o intuito de apresentar um controle de estoque e servir como banco de dados para catalogar os insumos utilizados durante a fabricação dos filmes plásticos com suas respectivas propriedades físico-químicas.

1º Passo: O usuário vai possuir seu acesso no qual irá usar para interagir com o sistema, como mostra a Figura 17.

Figura 17 - Tela de acesso do sistema de homologação de matéria-prima



Fonte: Autoria própria, 2021.

2º passo: O usuário vai poder utilizar o sistema de homologação para adicionar registros, excluir ou editar, de acordo com sua necessidade, como é apresentado na Figura 18.

Figura 18 - Interface do sistema de homologação de matéria-prima

implasverde SISTEMA DE HOMOLOGAÇÃO DE MATÉRIA - PRIMA
INDÚSTRIA DE PLÁSTICO BAIXA VERDE

MENU

- NOVO**
- PESQUISAR**
- USUÁRIOS**
- SENHA**
- SAIR**

INSUMOS

PAÍS DE ORIGEM	FABRICANTE	LOTE	DATA DE RECEBIMENTO
DENSIDADE (g/cm³)	ÍND. DE FLUIDEZ (g/10min)	COMPOSIÇÃO (%)	PRODUTO
OP	PERFIL DE TEMPERATURA	TEMP. 1 (°C)	TEMP. 2 (°C)
UMIDADE	TEOR DE SÓLIDOS (%)	MASSA (Kg)	DENSIDADE APARENTE (g/mL)
ALTO PESO MOLECULAR (HMW)	TECNOLOGIA	SITUAÇÃO	DATA DE HOMOLOGAÇÃO

CADASTRO OPERACIONAL

MÁQUINA	RAZÃO DE SOPRO	ESPESSURA DA PAREDE DO FILME (u)
---------	----------------	----------------------------------

O PRODUTO ACABADO APRESENTOU ALGUMA DEFICIÊNCIA ?

☐ SIM ☒ NÃO CASO SIM, QUAL?

OBSERVAÇÕES

PADRÃO DE COR

DELETAR IMAGEM

INSERIR IMAGEM

Fonte: Autoria própria, 2021.

Na interface apresentada, é possível verificar além das propriedades físico-químicas, o número da ordem de produção (OP); a razão de sopro, que é um parâmetro definido como a razão entre o diâmetro do balão e diâmetro da matriz da extrusora, servindo como referência para informar o tamanho do balão extrudado; o perfil de temperatura da máquina extrusora, um dado muito importante, pois o ponto de fusão do material pode variar de acordo com a matéria-prima utilizada. É notável observar também o peso molecular, que está relacionado ao tamanho das cadeias moleculares da resina, partindo disso, quanto maior o peso molecular de um polímero, menor é o seu índice de fluidez ou maior sua viscosidade.

3º passo: O usuário tem a liberdade de consultar registros, editá-los e excluí-los, conforme mostra a Figura 19.

Figura 19 - Busca de registros no banco de dados



implasverde SISTEMA DE HOMOLOGAÇÃO DE MATÉRIA - PRIMA
INDÚSTRIA DE PLÁSTICO BAIXA VERDE

MENU

- NOVO
- PESQUISAR
- USUÁRIOS
- SENHA
- SAIR

FABRICANTE: BRASKEM LOTE: RSGEKA042E HMW: SIM PADRÃO DE COR: [Imagem]

OP: 896 PRODUTO: SACO LISO MÁQUINA: 101

RAZÃO DE SOPRO: 10 ESPESSURA (u): 40 TECNOLOGIA: BIMODAL

ID	FABRICANTE	LOTE	ALTO PESO	PRODUTO	OP	MÁQUINA	RAZÃO DE SOPRO	ESPESSURA DA PAREDE (u)	DEFICIÊNCIA DO PRODUTO
1	BRASKEM	RSGEKA042E	SIM	SACO LISO	896	101	10	40	

[Imagem de Documento] [Imagem de Lupa]

Fonte: Autoria própria, 2021.

O nível de interação com as funções do sistema de homologação pode ser observado na Figura 20, onde mostra o nível de permissão que pode ser atribuído conforme o setor ou a cargo do usuário, dessa forma facilitando o acesso do setor comercial, responsável pela compra de matéria-prima, as informações sobre as propriedades e registros das resinas já utilizadas.

Figura 20 - Permissões dos usuários



implasverde SISTEMA DE HOMOLOGAÇÃO DE MATÉRIA - PRIMA
INDÚSTRIA DE PLÁSTICO BAIXA VERDE

MENU

- NOVO
- PESQUISAR
- USUÁRIOS
- SENHA
- SAIR

USUÁRIOS

Usuário	Nível
adm	4
Dicipo	4
LEANDRO	3
ALDSON	2
MÁRCIO	4
Raf	2
Jadson	4

Nível 1
O usuário Nível 1 tem permissão apenas para leitura. Não é permitido adicionar itens, editar itens, remover itens, adicionar usuários, editar usuários ou remover usuários!

Nível 2
O usuário Nível 2 tem permissão para adicionar e editar itens. Não é permitido remover itens, adicionar usuários, editar usuários ou remover usuários!

Nível 3
O usuário Nível 3 tem permissão para adicionar itens, editar itens e remover itens. Não é permitido adicionar usuários, editar usuários ou remover usuários!

Nível 4
O usuário Nível 4 tem permissão para adicionar itens, editar itens, remover itens, adicionar usuários, editar usuários e remover usuários.

[Imagem de Usuário com +] [Imagem de Usuário com Pencil] [Imagem de Usuário com X]

Fonte: Autoria própria, 2021.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estágio supervisionado foi realizado na empresa Implasverde, com atuação no acompanhamento do controle de qualidade do processo produtivo de embalagens, onde constatou-se que a Implasverde é comprometida com o controle de qualidade dos seus processos e produtos.

A empresa armazenava em pranchetas, as fichas técnicas dos insumos recebidos para catalogar e ter controle dos produtos utilizados, no entanto, este método acabava dificultado o acesso aos registros além de exigir tempo para localizar as informações solicitadas, a partir dessa situação, foi possível desenvolver um sistema por meio da linguagem de programação *Visual Basic for Application* (VBA), no qual se mostrou eficaz na praticidade e rapidez em armazenar e disponibilizar informações sobre as matérias-primas utilizadas no processo produtivo da confecção de embalagens plásticas.

As atividades desenvolvidas, a vivência da rotina de trabalho e a troca de informações com os colaboradores possibilitaram o alcance dos objetivos definidos nesse trabalho, além de proporcionar novos conhecimentos.

A partir das observações realizadas nos processos produtivos, verifica-se a possibilidade de atuação de um engenheiro químico, por ser um profissional que lida com transformações, melhorias contínuas e otimização do processo de produção, além de estar apto a liderar pessoas no ambiente de trabalho.

6. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL; UNICAMP. **Relatório de acompanhamento setorial: transformados plásticos**. jun. 2008. v. II. Disponível em: http://www.funcex.org.br/material/redemercosul_bibliografia/biblioteca/ESTUDOS_BRASIL/BRA_147.pdf. Acesso em: 14 maio 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO PLÁSTICO. **Perfil da Indústria Brasileira de Transformação de Material Plástico**. 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO PLÁSTICO. **Perfil 2019**. 2019. Disponível em: http://www.abiplast.org.br/wp-content/uploads/2020/09/Perfil_2019_web_abiplast.pdf. Acesso em: 15 maio 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14937: Certificação de sacolas plásticas impressas tipo camiseta**. Rio de Janeiro: Abnt Editora, 2013. 13 p. Disponível em: https://fagali.com/wp-content/uploads/2017/10/procedimento_abnt.pdf. Acesso em: 15 maio 2021.

CALLISTER JR., W. D.; RETHWISCH, D. G. **Ciência e Engenharia dos Materiais: Uma Introdução**. LTC, v. 8ª Edição, 201 (2012).

CANEVAROLO JUNIOR, S. V. **Ciência dos polímeros**. 2. ed. São Paulo: Artliber (2006).

CENTERJET INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA. Curitiba – Paraná. 2012. Disponível em: http://www.centerrol.com.br/arquivos/catalogo_5954f9efb8faf3gxilbvgy6luu43.pdf. Acesso em 27 de maio de 2021.

COUTINHO, F.M. B.; MELLO, I.L.; DE SANTA MARIA, L. C. Polietileno: principais tipos, propriedades e aplicações. **Polímeros: ciência e tecnologia**. V. 13, n. 1, p. 1-13, 2003.

DOAK, K. W. "Ethylene Polymers". Em: Mark, H. M.; Bikales, N. M.; Overberg, C. G.; Menges, G. **"Encyclopedia of Polymer Science and Engineering"**, John-Wiley & Sons, New York , Volume 6 (1986).

DOBRESCU, V.; ANDREI, G.;CIMPEANU, A. AND ANDREI, C. -Revue Roumaine de Chimie, 33, 4, 399 - 403 (1988).

JORGE, NEUZA. **Embalagens para alimentos**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2013. 194 p. Disponível em: <http://www.santoandre.sp.gov.br/pesquisa/ebooks/360234.PDF>. Acesso em: 28 maio 2021.

NEURONIO. **Polipropileno (PP)**. 2021. Disponível em: <https://gedelplasticos.com.br/artigos/pp-polipropileno/>. Acesso em: 16 maio 2021.

PIATTI, TÂNIA MARIA *et al.* Plásticos: Características, usos, produção e impactos ambientais. **Conversando sobre ciências em Alagoas**. Alagoas: Edufal, 2005.

QUALYPLAST. **Tudo o que você precisa saber sobre o PEBD**. 2020. Disponível em: <https://qualyplastembalagens.com.br/blog/tudo-o-que-voce-precisa-saber-sobre-o-pebd/>. Acesso em: 16 ago. 2021.

SIMPLAST. **O plástico**. 2015. Disponível em: <http://simplast.com.br/o-plastico/>. Acesso em: 13 maio 2021.