

INSTITUTO FEDERAL
GOIANO
Câmpus Rio Verde

BACHARELADO EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS

**CONTROLE DE QUALIDADE NO PROCESSO PRODUTIVO
DE EMBALAGENS FLEXÍVEIS: RELATO DE EXPERIÊNCIA
DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO**

ZAYNI INACIA DE MEDEIROS

Rio Verde, GO
2026

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CÂMPUS RIO VERDE**

BACHARELADO EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS

**CONTROLE DE QUALIDADE NO PROCESSO
PRODUTIVO DE EMBALAGENS FLEXÍVEIS: RELATO
DE EXPERIÊNCIA DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO**

ZAYNI INACIA DE MEDEIROS

Trabalho de Curso apresentado ao Instituto Federal Goiano – Câmpus Rio Verde, como requisito parcial para a obtenção do Grau de Bacharel em Engenharia de Alimentos.

Orientadora: Dr(a). Geovana Rocha Plácido

Rio Verde – GO

Junho 2026

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema Integrado de Bibliotecas do IF Goiano - SIBi

Z39 Inacia de Medeiros, Zayni
 Controle de Qualidade no Processo Produtivo de Embalagens Flexíveis: Relato de Experiência de Estagio Supervisionado / Zayni Inacia de Medeiros. Rio Verde 2026.

 36f. il.

 Orientadora: Profª. Dra. Geovana Rocha Plácido.
 Tcc (Bacharel) - Instituto Federal Goiano, curso de 0220034 - Bacharelado em Engenharia de Alimentos - Integral - Rio Verde (Campus Rio Verde).
 1. Auditoria. 2. Otimização. 3. Inspeção. 4. Gestão Industrial. I. Título.

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| ☐ Tese | ☐ Artigo Científico |
| ☐ Dissertação | ☐ Capítulo de Livro |
| ☐ Monografia – Especialização | ☐ Livro |
| ☒ TCC - Graduação | ☐ Trabalho Apresentado em Evento |
| ☒ Produto Técnico e Educacional – Tipo: Trabalho de Conclusão de Curso | |

Nome Completo do Autor: Zayni Inacia Medeiros

Matrícula: 2019102200340303

Título do Trabalho: Controle de Qualidade no Processo Produtivo de Embalagens Flexíveis:

Relato de Esperiência de Estágio Supervisionado.

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: ☒ Não ☐ Sim, justifique: _____

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: ____/____/____

O documento está sujeito a registro de patente? ☐ Sim ☒ Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? ☐ Sim ☒ Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

1. X o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
2. X obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
3. X cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.



Documento assinado digitalmente
ZAYNI INACIA DE MEDEIROS
Data: 28/07/2026 08:54:59-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Assinado(a)

Rio Verde - GO, ____28____/____08____/____2026____.
Local Data

Direitos Autorais

Ciente e de acordo:



Documento assinado digitalmente
GEOVANA ROCHA PLACIDO
Data: 29/07/2026 11:07:11-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Assinatura do(a) orientador(a)

Regulamento de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) – IF Goiano - Campus Rio Verde

ANEXO V - ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

Aos quize dias do mês de junho de dois mil e vinte e seis, às 9:00 horas, reuniu-se a Banca Examinadora composta por: Profa. Dra. Geovana Rocha Plácido (orientadora), Profa Dra. Raphaela Gasbri Bitencourt (membro interno) e Profa. Dra. Jakeline Fernandes Cabral (membro externo), para examinar o Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) intitulado “Controle de qualidade laboratorial no processo produtivo de embalagens flexíveis: relato de experiência de estágio supervisionado” de Zayni Inácia de Medeiros , estudante do curso de Engenharia de Alimentos do IF Goiano - Campus Rio Verde, sob Matrícula nº 2019102200340303 . A palavra foi concedida ao(à) estudante de Zayni Inácia de Medeiros , estudante do curso de Engenharia de Alimentos do IF Goiano – Campus Rio Verde. A palavra foi concedida ao(à) estudante para a apresentação oral do TC, em seguida houve arguição do candidato pelos membros da Banca Examinadora. Após tal etapa, a Banca Examinadora decidiu pela APROVAÇÃO, da estudante. Ao final da sessão pública de defesa foi lavrada a presente ata, que, após apresentação da versão corrigida do TC, foi assinada pelos membros da Banca Examinadora.

Rio Verde, 15 de junho de 2026.

(Assinado eletronicamente)

Profa. Dra. Geovana Rocha Plácido

Orientador(a)

(Assinado eletronicamente)

Profa Dra. Raphaela Gasbri Bintecourt

Membro da Banca Examinadora

(Assinado eletronicamente)

Profa. Dra. Jakeline Fernandes Cabral

Membro da Banca Examinadora

Documento assinado eletronicamente por:

- **Raphaela Gabri Bitencourt**, **PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 28/07/2026 12:15:27.
- **Jakeline Fernandes Cabral**, **PROF ENS BAS TEC TECNOLOGICO-SUBSTITUTO**, em 28/07/2026 12:49:44.
- **Geovana Rocha Placido**, **PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 28/07/2026 13:25:45.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 15/06/2026. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 830426

Código de Autenticação: 79656a1b4e



Regulamento de Trabalho de Curso (TC) – IF Goiano - Campus Rio Verde

ANEXO X – DECLARAÇÃO DE CORREÇÃO E NORMAS

Na condição de orientador(a) do(a) estudante Zayni Inácia de Medeiros, matriculado no Curso [de Bacharelado Engenharia de Alimentos , cujo Trabalho de Curso (TC) intitulado : **"CONTROLE DE QUALIDADE NO PROCESSO PRODUTIVO DE EMBALAGENS FLEXÍVEIS: RELATO DE EXPERIÊNCIA DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO"** declaro que acompanhei as alterações propostas pela Banca Examinadora e que o TC está devidamente corrigido e formatado de acordo com as normas da instituição.

Rio Verde, 29 de julho de 2026.

Geovana Rocha Plácido

Orientadora

Documento assinado eletronicamente por:

■ **Geovana Rocha Plácido, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLÓGICO** , em 29/07/2026 11:19:30.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 28/07/2026. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 842177

Código de Autenticação: b7ad33ccfd



DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao homem que me ensinou a ler, a escrever e a sonhar: Jesus Cristo, o Galileu, que, em vida, suportou um peso que não lhe pertencia apenas para que minha história pudesse seguir. Sem Ele, eu não existiria. Aos meus pais, Elizangela e Ivo, ao meu irmão, Ivo Junior, e ao meu sobrinho, Isaac, que sempre estiveram ao meu lado demonstrando apoio, acolhimento e amor, dando-me forças para que a menina sonhadora que deixou seu lar pudesse, um dia, orgulhá-los.

AGRADECIMENTOS

Em português, a gente diz: “eu consegui!”, mas biblicamente, dizemos: “Para que todos vejam, e saibam, e considerem, e juntamente entendam que a mão do Senhor fez isso” (Isaías 41:20). De modo especial, eu, Zayni Medeiros, agradeço a Deus, o Senhor, pois sem Ele, sem Sua misericórdia e Seu sustento, eu jamais chegaria até aqui. Sou imensamente grata e feliz por Ele ter me concedido saúde, força e disposição.

Agradeço aos meus pais, Elizangela e Ivo, que, sob muito sol, me fizeram chegar até aqui; na sombra, vocês são a minha vida, amo muito vocês! Ao meu irmão, Junior, pelo apoio e carinho; você é um presente que Deus me deu e tenho muito orgulho de ser sua maninha. Ao meu sobrinho, Isaac, meu pacotinho, cujo amor incondicional chegou iluminando a minha vida.

A minha família que intercede em suas orações, em especial à minha vovó Raimunda e ao Rafael (*In Memoriam*), pelo amor e carinho que sempre tiveram por mim. As minhas tias de oração, Maria, Rosangela, Ceila, Lucélia, Ivani e Francisca, que me acolhem com tanto amor. As minhas primas-irmãs, Yara e Jack, que estiveram ao meu lado com amor e companheirismo. Sou grata por cada palavra de apoio, por cada gesto de carinho e por fazerem parte da minha história.

Deixo meu agradecimento à família Rehder pelo apoio, incentivo e carinho ao longo da minha trajetória. Em especial, agradeço aos meus amigos Alyssa e Nathan pela amizade, companheirismo e apoio constante.

As minhas amigas Stefany e Telma, por me apoiarem desde a infância até o início da faculdade, com incentivo, amizade e companheirismo em todas as etapas dessa trajetória

Aos meus professores, agradeço pelo carinho e por seus ensinamentos, em especial às professoras que marcaram a minha trajetória acadêmica: Caroline Cagnin, Paula Sperotto, Leticia, Priscila e Raphaela. Aos meus amigos de curso, agradeço pelo companheirismo e amizade, em especial às minhas amigas Anny Ellen, Carol, Vitoria e Ana, que estiveram comigo durante a faculdade. A orientadora, professora Geovana, por ter permitido que eu fosse sua monitora durante 2 anos; sou grata por todos os ensinamentos, pelas oportunidades de aprendizado e crescimento, pela confiança e orientação.

Aos meus colegas de laboratório, Atos, Stefany, Marina e Phanie, pela amizade.

A empresa Videplast pela oportunidade de estagiar, em especial ao Leonardo Kaiser, que me abriu as portas na indústria. A toda a equipe do Controle de Qualidade (CQ), pela qual tenho grande carinho e amizade, em especial à supervisora Samila, pelo acolhimento e admiração. Agradeço à Eidy pelos ensinamentos, amizade e conselhos, e à Erica pela amizade e pelas boas gargalhadas na indústria.

RESUMO

DE MEDEIROS, Zayni Inacia. **Controle de Qualidade no Processo Produtivo de Embalagens Flexíveis: Relato de Experiência de Estágio Supervisionado.** (Curso de Bacharelado em Engenharia de Alimentos). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, GO, 2026.

As embalagens flexíveis desempenham papel fundamental na proteção, conservação e comercialização de produtos alimentícios, exigindo elevados padrões de qualidade para garantir segurança, desempenho e conformidade com as especificações técnicas. Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo analisar a importância do controle de qualidade laboratorial no processo produtivo de embalagens flexíveis, por meio de um relato de experiência de estágio supervisionado realizado em uma indústria do setor. Inicialmente, foi realizada uma revisão bibliográfica abordando os principais polímeros utilizados na fabricação de embalagens flexíveis, as etapas do processo produtivo, incluindo extrusão, impressão, laminação e acabamento, bem como os conceitos relacionados à gestão e ao controle da qualidade. Durante o estágio, foram acompanhadas atividades de inspeção visual e dimensional, determinação do coeficiente de atrito (COF), ensaio de resistência sob refrigeração, análise de sólidos de tintas, ensaio de encolhimento térmico, medição de espessura e gestão documental no arquivo da qualidade. Os resultados evidenciaram a relevância dos ensaios laboratoriais para a identificação de não conformidades, monitoramento dos processos e garantia da qualidade dos produtos finais. Observou-se a importância da rastreabilidade e da padronização dos procedimentos como ferramentas essenciais para a melhoria contínua e para o atendimento às exigências do mercado. Conclui-se que o controle de qualidade laboratorial é indispensável para assegurar a confiabilidade das embalagens flexíveis, contribuindo para a segurança dos alimentos, a satisfação dos clientes e a competitividade da indústria.

Palavras-chave: Auditoria, Conformidade, Gestão Industrial, Inspeção, Otimização.

LISTA DE ABREVIACÕES E SÍMBOLOS

APPCC – Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle

COF – Coeficiente de Atrito

GQT – Gestão da Qualidade Total

ISO 9001 – Norma ISO 9001

OV – Ordem de Venda

PE – Polietileno

PEAD – Polietileno de alta densidade

PEBD – Polietileno de baixa densidade

PELBD – Polietileno linear de baixa densidade

PET – Tereftalato de polietileno

PHA – Polihidroxialcanoato

PHAs – Polihidroxialcanoatos

PHB – Polihidroxibutirato

PLA – Ácido Polilático

PP – Polipropileno

PS – Poliestireno

PVC – Policloreto de vinila

SAP – Sistema SAP

TPS – Amido termoplástico

µm – Micrômetros

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Propriedades de Polímeros (PELBD) e (PEBD).....	14
Figura 2 – Polímero sendo extrusado na produção de embalagens flexíveis.....	18
Figura 3 – Filme soprado de camada de cilindro de extrusão na formação de balão.....	19
Figura 4 – Filmes com tratamento e sem tratamento corona.....	20
Figura 5 – Técnicas de Impressão.....	21
Figura 6 – Apresentação processo de laminação.....	23
Figura 7 – Processo de refilamento.....	24
Figura 8 – Apresentação da máquina de soldagem.....	25
Figura 9 – Fluxograma do Controle de Qualidade de Embalagens Flexíveis.....	27

LISTA DE QUADROS

Quadro 1– Apresentação e principais aplicações de polímeros.....	13
Quadro 2 – vantagens e desvantagens dos adesivos em laminados sem solvente.....	22

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	12
2.1 Embalagens flexíveis.....	12
2.2 Polímeros na produção de embalagens flexíveis.....	13
2.3 Controle de Qualidade na Indústria de Embalagens Flexíveis.....	14
2.4 Processo Produtivo de Embalagens Flexíveis.....	15
2.4.1 Extrusão.....	16
2.4.2 Impressão Flexográfica.....	19
2.4.3 Laminação.....	21
2.4.4 Acabamento.....	23
3. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS.....	27
3.1 Empresa.....	27
3.2 Controle de Qualidade de Embalagens Flexíveis.....	27
3.3 Inspeção visual e dimensional.....	29
3.4 Coeficiente de Atrito (COF).....	29
3.5 Ensaio de Resistência sob Refrigeração.....	30
3.6 Sólidos de Tintas.....	30
3.7 Encolhimento Térmico.....	31
3.8 Espessura.....	31
3.9 Arquivo da Qualidade.....	32
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	32
5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32

1. INTRODUÇÃO

A produção global de plástico atingiu 400,3 milhões de toneladas em 2022, sendo a Europa responsável por aproximadamente 58,8 milhões de toneladas desse total (Nhu et al., 2026). Grande parte dessa produção é destinada à fabricação de embalagens, que desempenham papel fundamental na proteção, conservação e transporte de produtos em diversos setores industriais, especialmente no segmento alimentício.

As embalagens podem ser classificadas em unitárias e coletivas. As embalagens unitárias são destinadas ao acondicionamento individual de produtos, sendo amplamente utilizadas no comércio varejista. Já as embalagens coletivas têm a função de acondicionar dois ou mais produtos individuais, sendo normalmente utilizadas nas etapas de armazenamento e transporte (Izdebska, 2016).

Apesar das vantagens relacionadas à versatilidade, leveza, resistência mecânica e baixo custo, os impactos ambientais associados à produção, utilização e descarte dos plásticos têm se tornado motivo de crescente preocupação para consumidores, governos e setores industriais (Evans et al., 2020). Embora as embalagens plásticas apresentem elevado desempenho funcional, a produção de polímeros derivados do petróleo contribui significativamente para a emissão de gases de efeito estufa, especialmente dióxido de carbono (CO₂). Devido à deficiência nos sistemas de coleta e descarte, grande parte dos resíduos plásticos é destinada inadequadamente a aterros sanitários ou descartada no meio ambiente, contaminando solos, rios e oceanos (Geyer et al., 2017).

Diante desse cenário, para mitigar desperdícios e garantir a eficiência operacional, a implementação de um sistema rigoroso de controle de qualidade torna-se indispensável no setor de conversão de flexíveis. O monitoramento contínuo das variáveis de processo assegura que os materiais atendam aos requisitos de segurança, barreiras protetivas e desempenho mecânico exigidos pelo mercado consumidor e pela indústria alimentícia (Montgomery, 2016).

Práticas integradas como o controle estatístico de processo (CEP), análises laboratoriais e inspeções minuciosas mitigam falhas críticas e promovem a sustentabilidade ao reduzir perdas de matéria-prima, conciliando alto desempenho funcional com o menor impacto ambiental possível (Robertson, 2012).

Deste modo, o objetivo deste trabalho de curso é analisar a importância do controle de qualidade em embalagens flexíveis aplicadas à indústria alimentícia, avaliando as normas e as atividades que foram desenvolvidas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Embalagens Flexíveis

As embalagens flexíveis, em suas diversas formas, têm sido o segmento de crescimento mais rápido da indústria de embalagens desde a década de 1970. Os plásticos proporcionam barreira, resistência e selagem a quente. O papel é usado para impressão, volume e rigidez; e a folha de alumínio é adicionada para barreira (Selke, et al.,2001).

A principal função da embalagem é proteger o produto, e é por meio dessa função que a sociedade obtém muitos benefícios, como a prevenção do desperdício de alimentos e outros produtos, a viabilização de economias de escala na produção e distribuição de mercadorias e o auxílio no acesso à saúde em todo o mundo (Morris, 2022). A embalagem é de extrema importância principalmente para alimentos sua função não é só estética, também é significado de segurança, ela deve proteger o alimento de contaminação microbiano, evita desidratação, alterações de cor, mudanças físico-químicas assegurando ao consumidor alimento de qualidade igual à de produtos frescos ou recentemente preparados, além disso elas podem ser melhoradas e transformadas devido ao aparecimento de novas matérias-primas e tecnologias, evoluindo com o avanço das tecnologias nos alimentos e da industrialização. (Andrade, 2003).

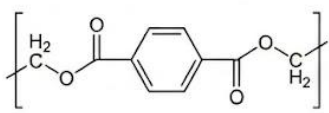
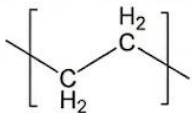
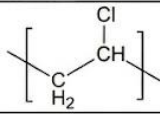
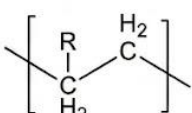
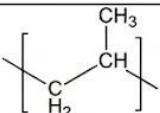
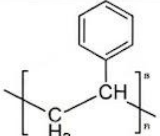
Dessa forma, para atender às exigências funcionais da indústria alimentícia, diferentes materiais poliméricos são utilizados na fabricação de embalagens rígidas e flexíveis. Os autores citados anteriormente relatam que os polímeros mais utilizados para embalagens são o tereftalato de polietileno (PET), o polietileno (PE), o polipropileno (PP) e o policloreto de vinila (PVC). Outros também são amplamente utilizados em embalagens flexíveis, incluindo filmes, invólucros e sacos selados ou não selados. Em particular, os filmes transparentes de polietileno de baixa densidade (PEBD) destacam-se pela elevada flexibilidade, transparência e boas propriedades de selagem, sendo amplamente utilizados em embalagens flexíveis destinadas ao acondicionamento de alimentos.(Ferri, et al.,2025).

2.2 Polímeros na Produção de Embalagens Flexíveis

Acompanhando essa tendência histórica, a produção global de plástico foi estimada em 390,7 milhões de toneladas métricas (Mt) em 2021, registrando um aumento anual de 4%, impulsionado principalmente pela crescente demanda por embalagens plásticas na Europa e na América do Norte (Spyridoula et al., 2023).

Os compósitos poliméricos são misturas de polímeros com aditivos orgânicos ou inorgânicos que apresentam diferentes geometrias, como fibras, flocos, esferas e partículas. A incorporação desses materiais tem como objetivo aprimorar propriedades físicas, mecânicas e funcionais dos polímeros utilizados em diversas aplicações industriais. Os nanocompósitos apresentam benefícios adicionais, como baixa densidade, transparência, boa fluidez, melhores propriedades superficiais e reciclabilidade (Sorrenntino et al., 2007). O Quadro 1 apresenta as principais características dos polímeros utilizados em embalagens flexíveis.

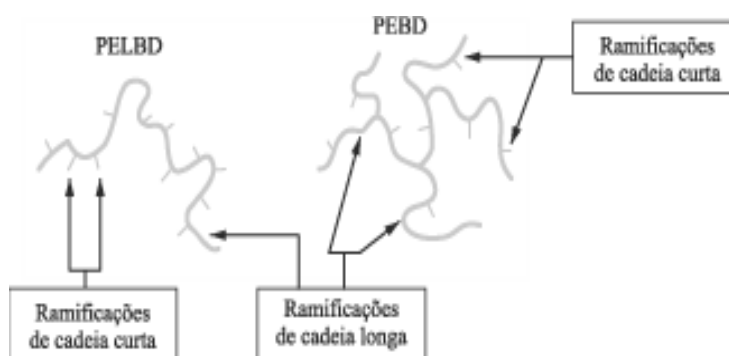
Quadro 1- Apresentação e principais aplicações de polímeros.

Tipos de Polímeros / Código de reciclagem	Fórmula estrutural	Principais aplicações
Poliitereftalato de etileno (PET) Código 1		Filmes para embalagens industriais e agrícolas, embalagens de alimentos líquidos e sólidos, embalagens para produtos farmacêuticos e hospitalares, brinquedos, utensílios domésticos
Polietileno de alta densidade (PEAD) Código 2*		Bacias, bandejas, banheiras infantis, brinquedos, potes para alimentos, jarros de água, assentos sanitários, tampas de garrafa, engradados, caixa d'água, frascos
Policloreto de vinila (PVC) Código 3		Revestimento de fios e cabos elétricos, cortinas de banheiro, forros, camaletas para fiação, canos em geral
Polietileno de baixa densidade (PEBD) Código 4*		Embalagens industriais e agrícolas, embalagens de alimentos sólidos e líquidos, filmes laminados para alimentos, embalagens para produtos farmacêuticos e hospitalares, brinquedos, utensílios domésticos.
Polipropileno (PP) Código 5		Brinquedos, recipientes para alimentos, remédios, tubos de carga de canetas esferográficas, seringas de injeção
Poliestireno (PS) Código 6		Caixas térmicas para acondicionamento de bebidas e alimentos, porta garrafas de cerveja, prunhas esportivas, esferas para vitrinismo

Fonte: Martins Lima, 2021

Na indústria de embalagens alimentícias, os materiais poliméricos derivados do petróleo destacam-se entre os principais materiais utilizados devido à sua versatilidade, resistência mecânica, facilidade de processamento e propriedades de barreira. Os principais polímeros primários produzidos mundialmente são polipropileno (PP), polietileno de baixa densidade (PEBD), poliéster, fibras acrílicas ou de poliamida, polietileno de alta densidade (PEAD), cloreto de polivinila (PVC), tereftalato de polietileno (PET). Outros tipos de polietileno mais utilizados são: Polietileno de Baixa Densidade (PEBD), e Polietileno Linear de Baixa Densidade (PELBD) (Stępień et al., 2021).

Figura 1 – Propriedades de Polímeros (PELBD) e (PEBD).



Fonte: Coutinho (2003).

O polietileno pode ser processado em diferentes formatos, como filmes, bolsas, folhas, feixes, tubos e estruturas laminadas, tornando-se uma alternativa versátil para aplicações em embalagens flexíveis destinadas ao acondicionamento e à conservação de alimentos (Tajeddin; Arabkhedri, 2020).

As matrizes de polímeros podem ser processadas por diferentes técnicas de processamento, entre as quais se destacam a moldagem por sopro, a moldagem por injeção, a fundição, a coextrusão e a selagem a quente. Nesse contexto, materiais biodegradáveis, como o amido termoplástico (TPS) e os polihidroxialcanoatos (PHAs), têm demonstrado compatibilidade com diferentes técnicas de processamento, possibilitando sua aplicação na fabricação de embalagens flexíveis (Barron et al., 2020).

Além dos polímeros convencionais derivados do petróleo, o desenvolvimento de materiais biodegradáveis tem ganhado destaque na indústria de embalagens flexíveis em função das crescentes preocupações ambientais relacionadas ao descarte de resíduos plásticos. Nesse

contexto, polímeros biodegradáveis, como polissacarídeos, proteínas, ácido polilático (PLA) e polihidroxibutirato (PHB), apresentam potencial promissor para aplicações em embalagens alimentícias devido à sua origem renovável e à capacidade de biodegradação em condições específicas (Mahajan et al., 2026).

2.3 Controle de Qualidade na Indústria de Embalagens Flexíveis.

A Gestão da Qualidade Total (GQT) é uma abordagem integrada para alcançar e manter resultados de alta qualidade, com foco na manutenção e melhoria contínua dos processos e na prevenção de defeitos em todos os níveis e em todas as funções da organização, para atender ou superar as expectativas do cliente (Hariyani, et al., 2024). A aplicação dos princípios da Gestão da Qualidade contribuiu para o desenvolvimento de sistemas e ferramentas voltados ao monitoramento e controle dos processos produtivos. Entre essas ferramentas, destaca-se o sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC), amplamente utilizado na indústria alimentícia para identificar, avaliar e controlar riscos que possam comprometer a segurança e a qualidade dos produtos ao longo da cadeia de produção.

O APPCC (Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle) e os modernos sistemas de gestão da qualidade têm um impacto significativo na saúde pública na indústria alimentícia. Esses sistemas garantem que os produtos alimentícios sejam seguros para consumo, identificando e gerenciando os perigos potenciais em cada etapa do processo de produção (Radu, et al., 2023).

Além das ferramentas voltadas para a segurança dos alimentos, as organizações também adotam sistemas de gestão da qualidade capazes de padronizar processos e promover a melhoria contínua. Nesse contexto, a norma ISO 9001 destaca-se como uma das principais referências internacionais para a implementação de sistemas de gestão da qualidade, contribuindo para o aumento da eficiência operacional, da satisfação dos clientes e da conformidade dos produtos e serviços. De acordo com Rathilall et al., (2024), a aplicação de sistemas de gestão da qualidade na indústria de embalagens favorece a padronização das operações, o monitoramento dos processos produtivos e a melhoria contínua, aspectos fundamentais para garantir a qualidade e o desempenho dos materiais utilizados na produção industrial.

Deste modo, para a preservação da qualidade dos alimentos durante o prazo de validade, os principais parâmetros do processo de selagem térmica, como tempo, temperatura e pressão,

são ajustados pelos fabricantes com base nas características do filme utilizado. No entanto, problemas com a integridade da selagem ainda são encontrados (Ilhan, 2023).

Nesse contexto, a qualidade aplicada à indústria não se limita apenas ao controle dos processos produtivos e à padronização das operações, mas também envolve a adoção de medidas preventivas voltadas à segurança microbiológica dos produtos, o controle de qualidade assume papel fundamental na prevenção de contaminações que possam comprometer a integridade dos produtos alimentícios.

De acordo Abdessate, 2023:

Quando embalagens contaminadas entram em contato direto com os alimentos, podem transferir microrganismos deteriorantes e/ou patógenos para o produto, causando deterioração da qualidade, desperdício de alimentos, redução da vida útil e doenças transmitidas por alimentos. As fontes potenciais de contaminação incluem: ambiente de processamento, tipo de água de circulação, contato com superfícies, práticas de trabalho (Boas Práticas de Higiene), infestação por pragas, armazenamento de matéria-prima e material de embalagem de alimentos (Heliyon, v. 9, n. 9, p. e19824, 2023).

Esta abordagem apresenta a importância da aplicação das normas dentro da indústria de embalagens.

2.4 Processo Produtivo de Embalagens Flexíveis

A produção de embalagens flexíveis envolve uma sequência de etapas produtivas destinadas à transformação de matérias-primas poliméricas em estruturas capazes de atender aos requisitos de proteção, conservação e apresentação dos produtos embalados. O processo produtivo pode variar de acordo com o tipo de embalagem e aplicação final, porém geralmente compreende etapas como extrusão, impressão, laminação, corte, soldagem e acabamento (Lino; Lino, 2015).

2.4.1 Extrusão

Para dar início ao processo o setor de Planejamento e Controle da Produção gera a ordem de produção com as informações do cliente de acordo com as exigências do produto que solicita para ocorrer a produção.

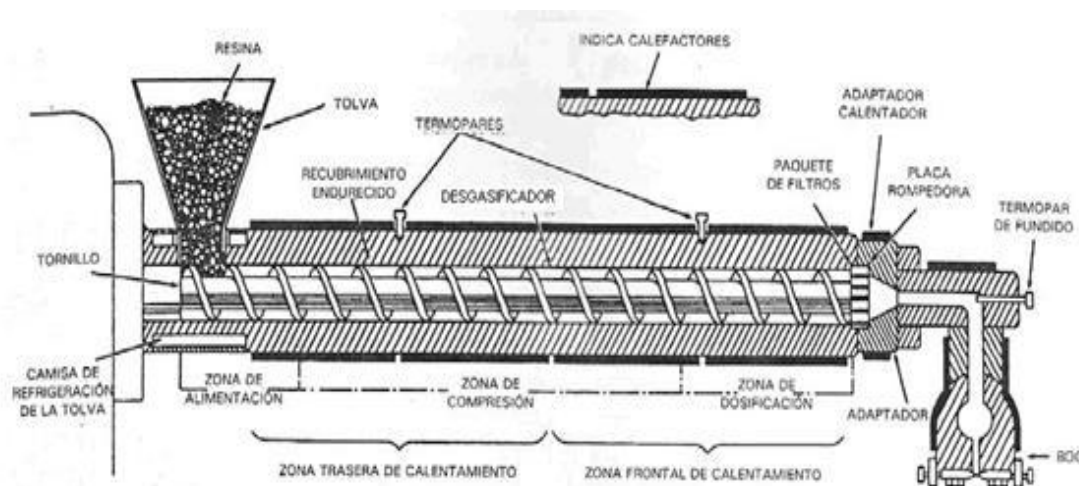
A extrusão é fundamental para a formação das propriedades finais dos filmes flexíveis, pois o processo de fusão, seleção e homogeneização do polímero determina características essenciais como espessura uniforme, resistência mecânica e transparência do filme. O controle adequado da temperatura, pressão e velocidade de extrusão influencia diretamente na qualidade final do material, garantindo que as embalagens flexíveis atendam aos requisitos de desempenho e segurança exigidos pela indústria alimentícia (Donkor, Kontoh et al., 2023).

Durante o processo de mistura e extrusão a transformação ocorra de maneira eficiente, a rosca constitui um dos componentes mais importantes da extrusora, sendo considerada o principal elemento responsável pelo desempenho do processo. De acordo com (Ebnesajjad; Khaladkar, 2005), a rosca exerce três funções fundamentais: alimentar e transportar os grânulos termoplásticos sólidos ao longo do cilindro, promover a fusão, compressão e homogeneização do material e, por fim, dosar e bombear o polímero fundido até a matriz.

Além da extrusão convencional, a indústria de embalagens flexíveis utiliza tecnologias capazes de combinar diferentes materiais poliméricos em uma única estrutura, visando obter propriedades específicas de desempenho. Neste modo, destaca-se a coextrusão, uma abordagem amplamente adotada para a produção de estruturas multicamadas. Nesse processo, dois ou mais materiais poliméricos, geralmente na forma de grânulos, são processados em extrusoras independentes e submetidos a condições específicas de temperatura e processamento. Posteriormente, os fluxos fundidos são reunidos e extrudados como uma única estrutura multicamadas, permitindo a combinação de propriedades mecânicas, ópticas e de barreira que dificilmente seriam obtidas utilizando apenas um único polímero (Cerbone; Palazzo et al., 2025).

Na Figura 2 o processo inicia-se na torva, onde a resina é alimentada ao cilindro e transportada pela rosca através da zona de alimentação. Em seguida, na zona de compressão, ocorrem o aumento da temperatura, da pressão e do atrito, promovendo a fusão e homogeneização do polímero. Na zona de dosagem, o material fundido é estabilizado para garantir uma vazão uniforme e, conseqüentemente, a qualidade do produto final. Antes de chegar à matriz, o polímero passa por componentes como filtros, placa rompedeira e sistemas de controle de temperatura e pressão, que asseguram a remoção de impurezas e a estabilidade do processo. Por fim, o material é conduzido à matriz, onde recebe a forma desejada.

Figura 2 - Polímero sendo extrusado na produção de embalagens flexíveis.



Fonte: Maps engenharia, 2016.

Além da extrusão por sopro utilizada na produção de filmes, outras técnicas de processamento a seco são amplamente empregadas na indústria de embalagens. Os materiais poliméricos podem ser processados por sopro ou extrusão para a fabricação de sacos, filmes e folhas, bem como por moldagem, injeção para a produção de bandejas, pré-formas e garrafas. Entre essas tecnologias, a extrusão destaca-se como uma das principais técnicas de processamento utilizadas em escala industrial, devido à sua elevada produtividade e versatilidade. Nesse processo, extrusoras de rosca simples ou dupla são empregadas na produção de filmes poliméricos destinados a diversas aplicações, incluindo embalagens alimentícias e filmes comestíveis (Donkor et al., 2023).

Após a expansão pela injeção de ar e o subsequente resfriamento, o filme é conduzido por uma sequência de rolos responsáveis por seu achatamento e enrolamento. O processo de extrusão por sopro promove o estiramento do material nas direções longitudinal e transversal, resultando em uma orientação molecular mais uniforme. Como consequência, os filmes obtidos apresentam boas propriedades mecânicas, incluindo resistência à tração, flexibilidade e estabilidade dimensional. A Figura 3 mostra filme soprado de camada de cilindro de extrusão na formação de filme.

Figura 3 - Filme soprado de camada de cilindro de extrusão na formação de balão.



Fonte: Wagner, 2016

2.4.2 Impressão Flexográfica

Após a produção dos filmes poliméricos por extrusão, as embalagens podem passar pelo processo de impressão, utilizadas na indústria de embalagens flexíveis, sendo responsável pela aplicação de informações, elementos gráficos, códigos de rastreabilidade e identidade visual dos produtos. Esse processo se destaca pela elevada velocidade de produção, versatilidade e capacidade de impressão em diferentes substratos, como filmes plásticos.

A impressão flexográfica é uma tecnologia rolo a rolo que difere da impressão rotogravura principalmente pelo fato de a transferência da tinta ser realizada a partir de um relevo, em vez de cavidades (Sondergaard et al., 2012). O desempenho da impressão flexográfica não depende apenas dos equipamentos utilizados, mas também das características físico-químicas das tintas empregadas. Entre seus componentes, os solventes exercem função essencial na transferência e secagem da tinta durante o processo de impressão. Muitos filmes poliméricos utilizados na fabricação de embalagens flexíveis são submetidos ao tratamento corona, um processo de modificação superficial amplamente empregado na indústria de

embalagens. Esse tratamento consiste na aplicação de uma descarga elétrica de alta-tensão sobre a superfície do material, promovendo alterações químicas que aumentam sua energia superficial (Lundström et al., 2013).

O tratamento corona é uma tecnologia de modificação de superfície frequentemente utilizada pela indústria de embalagens para aumentar a tensão superficial e a polaridade de filmes, visando melhorar a imprimibilidade, a molhabilidade e as propriedades de adesão (Rocca-Smith et al., 2016). A eficiência do tratamento corona é normalmente avaliada por meio de canetas ou soluções de teste de tensão superficial, conhecidas como canetas Dyne 35. A Figura 4 mostra filmes com tratamento e sem tratamento.

Figura 4 – Filmes com tratamento e sem tratamento corona



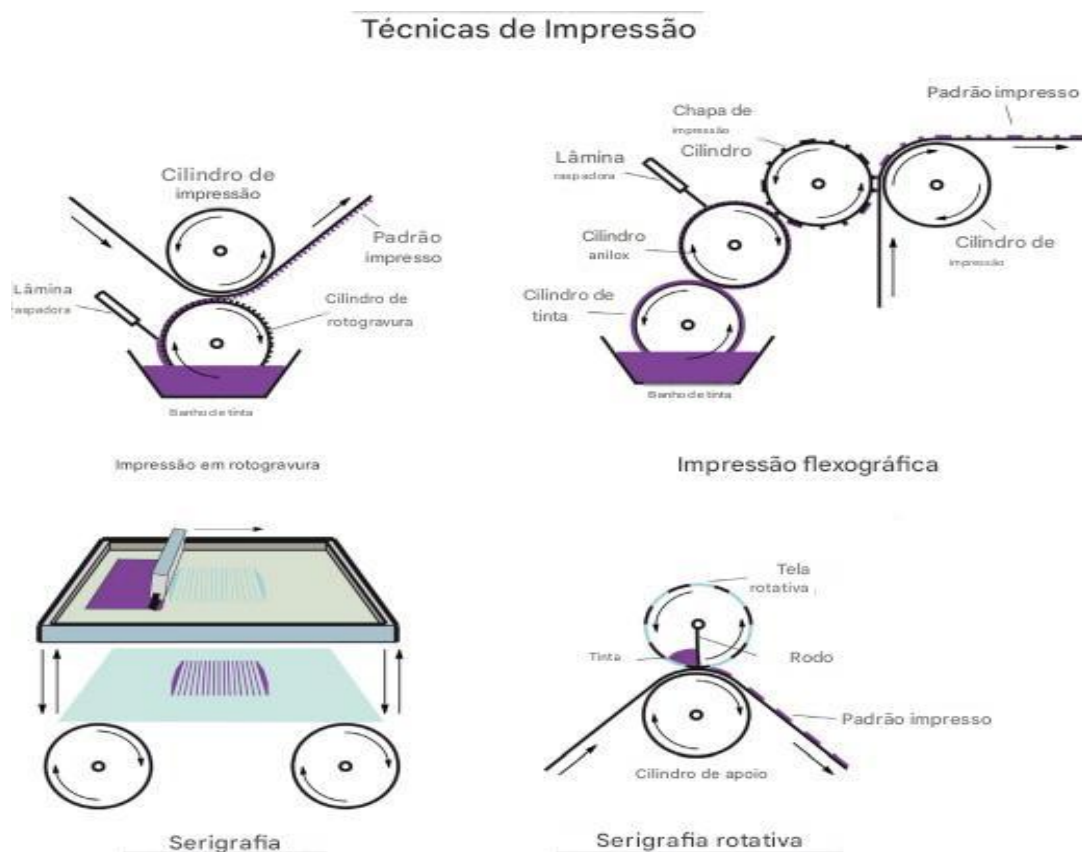
Fonte: Feeder Troni (2026)

As tintas também contêm pigmentos, que podem ser orgânicos ou inorgânicos, dependendo de sua adequação ao polímero, da estabilidade térmica, da aprovação para contato com alimentos e da intensidade da cor. Os pigmentos utilizados em produtos plásticos são rigorosamente regulamentados quanto à segurança, especialmente em embalagens destinadas ao contato com alimentos (Lisiecki et al., 2024). A Figura 5 apresenta o procedimento de pigmentação na bobina, evidenciando a etapa de aplicação uniforme da tinta sobre o filme, o que contribui para a obtenção da cor desejada e para a padronização visual da embalagem.

Para garantir a qualidade de impressão constante, o operador realiza amostragens manuais ao longo da tiragem, buscando compensar possíveis variações de cor detectadas. Normalmente, a avaliação inicial é visual; quando são identificadas alterações perceptíveis ao

olho do operador, utiliza-se um densitômetro ou um espectrofotômetro para obter uma avaliação numérica dessas variações de cor (Lundström et al., 2013).

Figura 5 – Técnicas de Impressão



Fonte: Søndergaard e Angmo, (2012).

2.4.3 Laminação

Embora a impressão seja fundamental para a identificação e apresentação comercial dos produtos, o desempenho funcional das embalagens flexíveis depende, em grande parte, da estrutura multicamada obtida por meio da laminação. Dessa forma, a etapa de laminação desempenha papel essencial na conversão de embalagens, permitindo a união de diferentes substratos para obtenção de características mecânicas, ópticas e de barreiras adequadas às aplicações alimentícias (Sarantopulos; Teixeira, 2017).

A principal finalidade desse processo é combinar materiais com propriedades complementares, possibilitando o desenvolvimento de embalagens com desempenho superior ao obtido por um único polímero. Nesse contexto, a associação de dois ou mais materiais permite atender aos requisitos de envase, acondicionamento, conservação e proteção dos alimentos, além de proporcionar maior eficiência produtiva e adequação às condições de processamento e consumo do produto embalado (Lima et al., 2016). Considerando as diferentes tecnologias de laminação empregadas na indústria de embalagens flexíveis, a laminação com solvente destaca-se por sua ampla aplicação em estruturas que exigem alta performance de adesão entre substratos. Esse processo é particularmente relevante em embalagens alimentícias que demandam elevada resistência mecânica, estabilidade estrutural e propriedades de barreira aprimoradas.

Os adesivos sem solvente (*solventless* ou *solvent-free*) são 100% sólidos e não contêm solvente para diluição. A diferença básica entre um adesivo à base de solvente e um sem solvente é a sua massa molecular, ou seja, os adesivos sem solvente possuem massa molecular menor e, consequentemente, uma viscosidade mais baixa, quando comparados aos adesivos à base de solvente. Outra diferença é o tipo de aplicação: esses adesivos necessitam de máquinas laminadoras especiais com sistema de rolos aplicadores diferenciados (Sarantopulos; Teixeira, 2017. P.89).

A análise comparativa entre os processos de laminação com solvente e sem solvente evidencia diferenças significativas em termos operacionais, ambientais e de desempenho industrial, o Quadro 2 a seguir mostra as vantagens e desvantagem de se utilizar esses solventes.

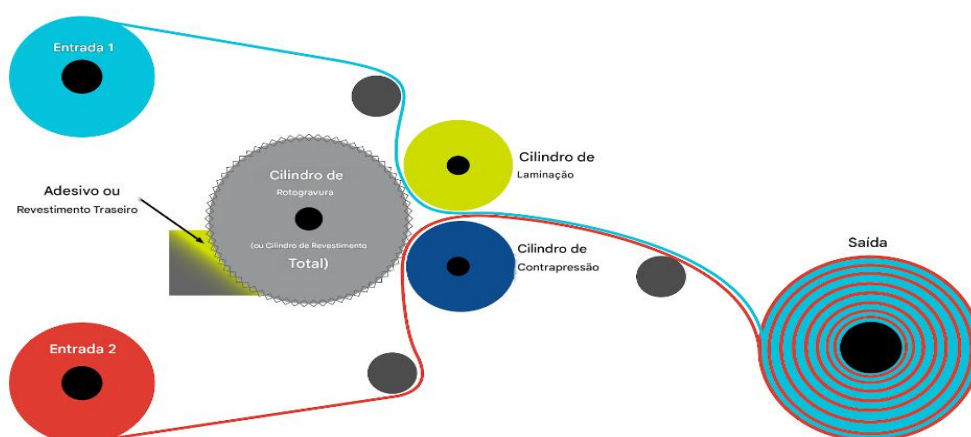
Quadro 2: vantagens e desvantagens dos adesivos em laminados sem solvente

Vantagens dos adesivos sem solvente	Desvantagens dos adesivos sem solvente
Aplicável a superfícies porosas	Inclinação inicial reduzida
Alta velocidade de operação	Menor resistência à temperatura e à hidrólise
Nível de preço médio	Alta viscosidade do sistema adesivo
Operação sem utilização de solventes	Baixo peso de revestimento adesivo
Baixo custo operacional (não há necessidade de reciclagem de solventes e menores exigências de segurança ocupacional)	Baixa resistência de adesão inicial
Menor custo de investimento em sistemas de recuperação de solventes	

Fonte: Autoria Própria (2026).

A Figura 6 ilustra de forma esquemática o processo de laminação utilizado na produção de embalagens flexíveis. Conforme apresentado, o processo envolve a união de duas ou mais camadas de materiais, geralmente filmes poliméricos, por meio da aplicação de adesivos ou de calor e pressão, formando um material multicamadas com propriedades superiores. Observa-se que cada etapa desde o desenrolamento dos substratos, aplicação do adesivo, passagem pelo ponto de união até a cura e rebobinamento é essencial para garantir a integridade estrutural do laminado e o desempenho final da embalagem, especialmente em termos de barreira, resistência mecânica e selagem (Bajpai, 2018).

Figura 6 – Apresentação processo de laminação.



Fonte: Bixbyintl, 2026

Além das tecnologias do processo de laminação a gramatura do adesivo é, parâmetro crítico. Valores abaixo do recomendado pode causar alterações, como resistência à de laminação, química e térmica baixas, assim como o espalhamento inadequado. Já aquela acima do limite superior, além de acarretar alto custo, impacta em tempo de cura, alteações no coeficiente de atrito, na rigidez da embalagem e em defeitos estéticos (Lino et al., 2017).

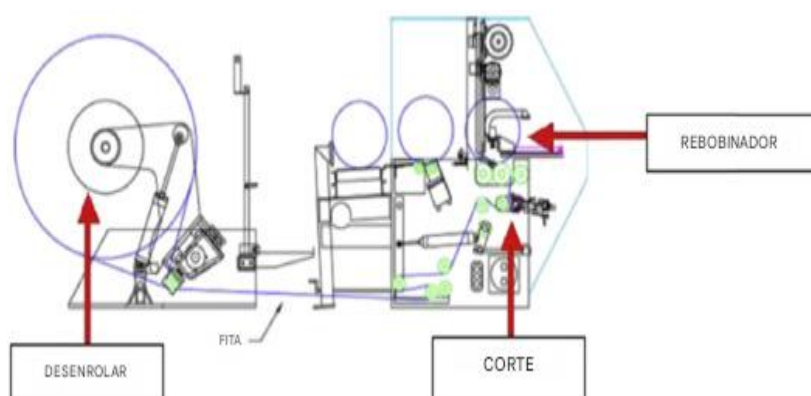
2.4.4 Acabamento

Após laminação, o material é seguido para o acabamento dando ajustes na resfriadeira em cortes as bobinas são encaminhadas para a etapa de refilamento. Nesse processo, o material laminado é cortado nas dimensões especificadas para atender às exigências de produção e comercialização, assegurando a padronização das larguras e a qualidade final da embalagem.

O processo de corte longitudinal é inerente a praticamente todas as indústrias de processamento de materiais em bobina revisa as informações necessárias para orientar a preparação de bobinas cortadas prontas para uso pelos clientes, incluindo largura da bobina, diâmetro interno do núcleo, diâmetro externo da bobina acabada e rebobinagem (Dunn, 2015). Durante o processo de refilamento, além da adequação das bobinas às dimensões especificadas, ocorre a geração de aparas provenientes das bordas do material cortado. Essas aparas constituem um dos principais resíduos gerados na conversão de embalagens flexíveis e, quando não gerenciadas adequadamente, podem resultar em perdas de matéria-prima e aumento dos custos operacionais.

A cabeça de corte é composta por uma série de lâminas rotativas ou navalhas, responsáveis pelo corte da bobina. A largura do corte desejada é ajustada manual ou automaticamente, dependendo do tipo de máquina utilizada, variando-se a posição das lâminas na cabeça de corte (Bajpai, 2018). A Figura 7 a seguir apresenta o processo de corte da bobina.

Figura 7 - Processo de refilamento.

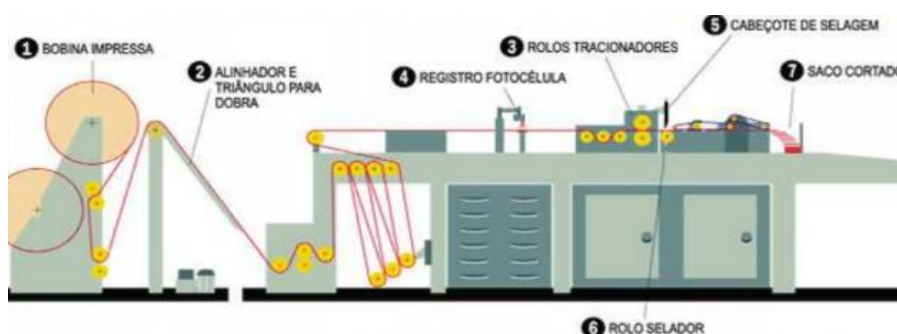


Fonte: Mushiri et al., (2016)

Após a etapa de acabamento, na qual são realizadas as inspeções finais, a identificação dos lotes e a preparação das bobinas, o material segue para o processo de corte e solda, quando aplicável à produção de embalagens convertidas. Nessa fase, as bobinas de filme são transformadas em formatos finais de embalagem por meio de operações de corte preciso e selagem térmica, que definem as dimensões e a estrutura do produto final. Esse processo é fundamental para garantir a integridade das embalagens, uma vez que a eficiência da soldagem influencia diretamente a resistência das selagens, a proteção do conteúdo e o desempenho da embalagem durante o envase e o armazenamento (Aiyengar et al., 2012).

A Figura 8 apresenta a máquina utilizada no processo de soldagem, destacando o equipamento responsável pela aplicação do calor e pela formação das selagens nas embalagens. Observa-se que esse tipo de máquina é essencial para assegurar a padronização do processo e a qualidade final do produto, pois a selagem adequada evita falhas que possam comprometer a proteção da embalagem. A propriedade de selagem a quente é uma preocupação do embalador, pois pode afetar a integridade do produto na embalagem. Por exemplo, uma embalagem preenchida com gás pode se tornar ineficaz se as selagens não forem herméticas ou estiverem defeituosas devido à aderência de partículas de poeira na área de selagem

Figura 8– Apresentação da máquina de soldagem.



Fonte: Carvalho (2026).

A propriedade de selagem a quente é uma preocupação do embalador, pois pode afetar a integridade do produto na embalagem. Por exemplo, imagine uma embalagem preenchida com gás que pode se tornar ineficaz se as selagens não forem herméticas ou estiverem defeituosas devido à aderência de partículas de poeira na área de selagem (Aiyengar et al., 2012).

A resistência das selagens pode ser medida imediatamente após o aquecimento, o que é denominado “resistência a quente”, uma propriedade relevante na produção automatizada. A resistência também pode ser medida após um período de resfriamento de várias horas ou dias, o que é denominado “resistência da selagem”, mais relevante para o transporte, armazenamento e abertura pelos consumidores (Bamps et al., 2023).

3. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

3.1 Empresa

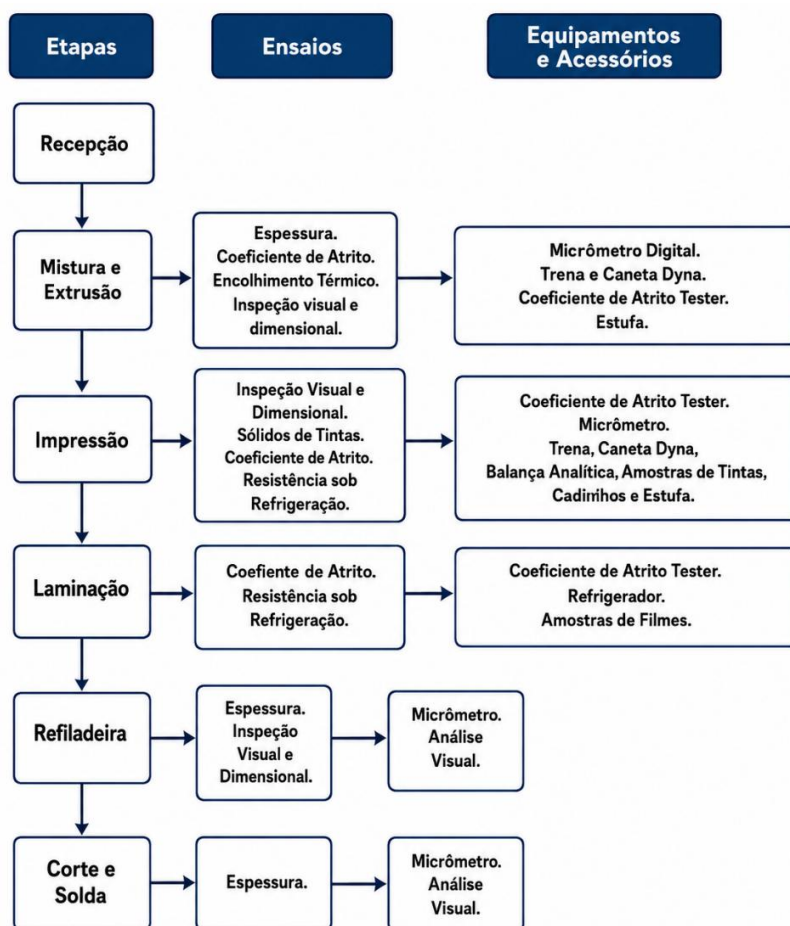
O estágio foi desenvolvido no período de julho a dezembro em uma indústria de produção de embalagens flexíveis em Rio Verde – GO, que atua no segmento de embalagens para frigoríficos de cortes de aves, suínos, bovinos e peixes, além dos setores de higiene pessoal, produtos cerealistas, bebidas, conservas, doces e panificação.

A indústria foi fundada em 1986, com sede em Videira – SC, expandindo-se posteriormente para outras cidades como Rio Verde – GO, Várzea Grande – MT, Três Rios – RJ e União da Vitória – PR, buscando sempre a melhoria de processos e tecnologia de ponta em segurança de embalagens.

3.2 Controle de Qualidade de Embalagens Flexíveis

O estágio foi realizado no setor de Controle de Qualidade Laboratorial e no Arquivo da Qualidade realizando as avaliações e organizações das embalagens flexíveis. O laboratório é de extrema importância na participação desse processo devido a avaliação e monitoramento de uso e rastreabilidade da qualidade de amostras de embalagens. A Figura 9 a seguir mostra as etapas do processo produtivo das amostras até seguir pela triagem de análises ao laboratório da qualidade.

Figura 9 – Fluxograma do Controle de Qualidade de Embalagens Flexíveis



Fonte: Inteligência Artificial, 2026

O início do processamento de amostras e a realização das demais análises executadas no cotidiano da indústria ocorreram no Laboratório de Controle de Qualidade. O fluxo analítico inicia-se durante o processo de produção das embalagens, no qual são coletadas amostras durante o acerto da máquina sendo avaliadas a cada lotes, que posteriormente são encaminhadas ao laboratório de Qualidade para avaliação e liberação.

3.3 Inspeção visual e dimensional

O procedimento laboratorial iniciou-se realizando com a etapa de amostragem, seguida da inspeção visual das embalagens. Essa avaliação é realizada por meio de observação direta, com o auxílio de equipamento como micrômetro, trena e caneta Dyna, observando à identificação de não conformidades superficiais e estruturais. Entre os principais defeitos avaliados destacam-se riscos, arranhões, bolhas, manchas, pontos de contaminação, variações de coloração, dobras irregulares, microfuros e possíveis falhas de laminação em estruturas multicamadas.

No caso de embalagens impressas, foram analisados aspectos relacionados à qualidade gráfica, como registro de impressão, picote, nitidez, alinhamento de cores e uniformidade tonal. Além disso, são verificados parâmetros dimensionais, incluindo largura, comprimento e espessura do material, com o objetivo de assegurar a conformidade do produto com as especificações técnicas estabelecidas. Os principais defeitos e falhas foram observados em filmes de embalagens no setor de extrusão, como pequenos furos na dobra, possivelmente falhas no processamento quando o filme é extrusado.

3.4 Coeficiente de Atrito (COF)

O ensaio de Coeficiente de Atrito (COF) em embalagens flexíveis teve início na etapa de preparação das amostras, na qual o corte foi realizado de forma padronizada para garantir a confiabilidade e a reprodutibilidade dos resultados. As amostras foram cortadas utilizando cortador padronizado, assegurando bordas retas, ausência de rebarbas e largura uniforme, geralmente em torno de 10 cm.

Após o preparo das amostras, o ensaio foi conduzido em equipamento específico para determinação do coeficiente de atrito. Durante o teste, duas superfícies do próprio material foram colocadas em contato, permanecendo uma fixa enquanto a outra era submetida a um movimento controlado. O equipamento registrou a força necessária para iniciar o deslizamento entre as superfícies, denominada coeficiente de atrito estático (COF estático), bem como a força necessária para manter o movimento, denominada coeficiente de atrito dinâmico (COF dinâmico). Os resultados obtidos permitiram avaliar o comportamento de deslizamento da embalagem e sua adequação aos processos de fabricação, transporte e utilização final.

Dentre os principais impactos negativos que podem ocorrer com a baixa aderência (COF) são falhas bolhas e rasgos nos filmes. No (COF) alto podem interferir maior tensão no filme.

3.5 Ensaio de Resistência sob Refrigeração

Os ensaios foram realizados por meio da exposição das amostras a condições controladas de baixa temperatura, simulando situações reais de armazenamento refrigerado ou congelado. Inicialmente, foram preparados corpos de prova obtidos a partir do corte das embalagens em dimensões padronizadas, garantindo a representatividade do material analisado. Em seguida, as amostras foram acondicionadas em sacos de polietileno contendo água ou, no caso de embalagens destinadas ao setor de laticínios, leite, com o objetivo de reproduzir as condições reais de utilização do produto final. Posteriormente, os corpos de prova foram submetidos a ambientes de refrigeração ou congelamento por um período de 24 horas, sob temperatura controlada.

Após o período de exposição, as amostras foram avaliadas quanto à manutenção de suas propriedades físicas e funcionais. O ensaio teve como finalidade verificar o desempenho do filme plástico em condições de baixa temperatura, considerando aspectos como a integridade das selagens, a resistência mecânica do material e a aderência da tinta ao substrato. O surgimento de trincas, delaminação, aumento excessivo da rigidez ou descascamento da impressão pode indicar inadequação do material para aplicações que exigem armazenamento refrigerado ou congelado, evidenciando a necessidade de ajustes na formulação do filme ou nos parâmetros do processo de impressão

3.6 Sólidos de Tintas

No contexto do controle de qualidade, a determinação do teor de sólidos constitui uma importante ferramenta para o monitoramento da composição das tintas e para a garantia da repetibilidade do processo de impressão. Esse parâmetro é obtido por meio da evaporação dos solventes presentes na formulação e da posterior pesagem do resíduo seco, influenciando diretamente características como viscosidade, poder de cobertura, intensidade de cor e tempo de secagem. Dessa forma, variações no teor de sólidos podem ocasionar falhas de ancoragem, inconsistências de tonalidade e defeitos no acabamento, comprometendo a qualidade final do material impresso.

A análise foi realizada na pesagem de aproximadamente 1 g de tinta úmida, correspondente à massa inicial da amostra. Em seguida, a amostra é acondicionada em estufa sob temperatura controlada para promover a evaporação completa dos solventes. Após a secagem, realiza-se uma nova pesagem para obtenção da massa final, correspondente ao resíduo seco da formulação. O teor de sólidos foi determinado pela relação entre a massa seca e a massa inicial da amostra, conforme apresentado na Equação (1).

$$TS(\%) = \frac{m_s}{m_i} \times 100 \quad (1)$$

Onde:

(Ms é a massa da amostra após a secagem (em gramas).

(Mi é a massa da amostra original antes da secagem (em gramas).

De modo geral, formulações com maior teor de sólidos apresentam maior formação de filme, melhor cobertura, menor retração e menor emissão de solventes. Em contrapartida, formulações com menor teor de sólidos tendem a apresentar maior evaporação, redução da espessura da camada aplicada, menor rendimento e aumento do tempo de secagem.

3.7 Encolhimento Térmico

O procedimento iniciou-se a partir de amostras retiradas do material de extrusão, sendo inicialmente recortados corpos de prova padronizados nas dimensões de 10 cm x 10 cm, após essa etapa, as amostras são mergulhadas no talco industrial e submetidas à estufa a 150 °C por um tempo determinado durante o período de 5m, 3m, 10s, 1m e cronometrado, de acordo com o procedimento estabelecido., as amostras são retiradas e resfriadas à temperatura ambiente. Posteriormente, é realizado a medição com régua, registrando-se as dimensões finais pois permite avaliar a estabilidade dimensional dos materiais quando submetidos a variações de temperatura.

3.8 Espessura

O ensaio foram realizados a partir da retirada de amostras de diferentes lotes das bobinas produzidas. As medições realizadas utilizando equipamentos de precisão, como o micrômetro digital, que determina a espessura do filme por meio do contato entre duas superfícies de

medição. Durante o procedimento, foram aplicadas uma pressão controlada sobre a amostra, a fim de evitar deformações que pudessem interferir nos resultados. As leituras foram registradas em diferentes pontos do filme e, posteriormente, foram calculados parâmetros estatísticos para avaliar a uniformidade da espessura e identificar possíveis variações do material.

3.9 Arquivo da Qualidade

O setor de arquivo do controle de qualidade é responsável pelo armazenamento, organização e gerenciamento dos registros gerados durante as inspeções, ensaios e testes realizados ao longo do processo produtivo. Esses documentos constituem evidências da conformidade e da qualidade dos produtos fabricados, além de permitirem a rastreabilidade das informações relacionadas às etapas de produção.

Dentre as atividades desenvolvidas, foram realizados o descarte de amostras antigas de ensaios. As amostras foram previamente separadas e retiradas de acordo com a cor e o formato do material, como polipropileno (PP), polietileno de alta densidade (PEAD), polietileno linear de baixa densidade (PELBD), politereftalato de etileno (PET) e materiais laminados.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A experiência de estágio na indústria de embalagens proporcionou uma vivência prática fundamental para a compreensão dos processos produtivos, logísticos e organizacionais presentes no ambiente industrial. Ao longo das atividades desenvolvidas no laboratório de qualidade, foi possível observar a importância dos processos produtivos e das características finais da embalagem, assegurando que o produto atenda aos requisitos técnicos e regulatórios exigidos pelo mercado.

Por meio do monitoramento sistemático das matérias-primas, dos processos produtivos e das características finais da embalagem, é possível garantir que o material apresente propriedades adequadas de barreira, resistência mecânica, vedação e qualidade gráfica.

Os resultados observados durante o estágio evidenciaram que a realização de ensaios laboratoriais é fundamental para a avaliação da conformidade e do desempenho das embalagens produzidas. A literatura destaca que a integridade da selagem não depende exclusivamente das propriedades do filme, mas está diretamente relacionada às condições de processamento industrial. Conforme Bamps et al (2023), a adequada seleção dos materiais de selagem,

associada ao controle dos parâmetros operacionais, é essencial para garantir a qualidade das embalagens ao longo das etapas de envase, armazenamento e distribuição.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIYENGAR, R.; DIVECHA, J. Experimental and statistical analysis of the effects of the processing parameters on the seal strength of heat sealed, biaxially oriented polypropylene film for flexible food packaging applications. *Journal of Plastic Film & Sheeting*, v. 28, n. 3, p. 244–256, 2012.

ABDESSATER, M.; FAYYAD, F.; MATTA, J.; KARAM, L. Avaliação da implementação de programas de pré-requisitos em empresas de fabricação de embalagens de alimentos e do estado de higiene das embalagens de alimentos em um país em desenvolvimento: estudo transversal. *Heliyon*, v. 9, e19824, 2023.

ANDRADE, Isilda N. A embalagem e a sua evolução na indústria alimentar. In: CASTRO, A. G.; POUZADA, A.S. Embalagens para indústria alimentar. 1ª ed. Lisboa: Piaget, 2003. p. 17-27

BAJPAI, P. Biermann's handbook of pulp and paper: paper and board making. Amsterdam: *Elsevier*, 2018.

BARRON, A.; SPARKS, T. D. Polímeros comerciais degradáveis em ambiente marinho para embalagens flexíveis. *iScience*, v. 23, n. 8, p. 101353, 2020.

BIXBY INTERNATIONAL. Versatile lamination capabilities for PPE & more. Disponível em: <<https://www.bixbyintl.com/blog/versatile-lamination-capabilities-for-ppe-more>>. Acesso em: 31 maio 2026.

BAMPS, B.; BUNTINX, M.; PEETERS, R. Seal materials in flexible plastic food packaging: a review. *Packaging Technology and Science*, v. 36, n. 7, 2023.

CARVALHO, E. S. Processo de fabricação de embalagens plásticas flexíveis. *SlideShare*. Disponível em: <<https://pt.slideshare.net/slideshow/processo-de-fabricacao-de-embalagens-plasticas-flexveis/32465243>>. Acesso em: 1 jun. 2026.

CERBONE, A.; MASTRODDI, R.; SAMORÌ, C.; VAGNONI, M.; GUALANDI, C.; GALLETI, P.; TAGLIAVINI, E. Delaminação de embalagens flexíveis multicamadas: uma abordagem promissora para a reciclagem de seus componentes. Uma revisão. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 222, p. 108493, 2025.

CHANG, N.; ZHANG, C.-H.; ZHENG, F.-E.; HUANG, Y.-L.; ZHU, J.-Y.; ZHOU, Q.; ZHOU, X.; JI, S.-J. Migração de tolueno através de diferentes filmes laminados de plástico para simulantes de alimentos. *Food Control*, v. 59, p. 164–171, 2016.

COUTINHO, F. M. B.; MELLO, I. L.; SANTA MARIA, L. C. de. Polietileno: principais tipos, propriedades e aplicações. *Polímeros*, v. 13, n. 1, p. 1–13, 2003. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/po/a/vzPmcF9tLYGRPvK67CnWj9S/>>. Acesso em: 29 maio 2026.

DONKOR, L.; CHEN, J.; SHAO, Y.; OWUSU-KWARTENG, J.; DUNNU, G.; AGYEMANG, B.; DONG, X. Sistemas de embalagens de alimentos sustentáveis e de base biológica: relevância, desafios e perspectivas. *Applied Food Research*, v. 3, n. 2, p. 100356, 2023.

DUNN, T. Fabricação de embalagens flexíveis: materiais, máquinas e técnicas. Amsterdam: *William Andrew*, 2015.

DYBKA-STĘPIEŃ, Katarzyna; ANTOLAK, Hubert; KMIOTEK, Magdalena; PIECHOTA, Dominik; KOZIRÓG, Anna. Disposable food packaging and serving materials—trends and biodegradability. *Polymers*, v. 13, n. 20, p. 3606, 2021. DOI: 10.3390/polym13203606

EVANS, D. M.; PARSONS, R.; JACKSON, P. Compreendendo as embalagens plásticas: a coevolução dos materiais e da sociedade. *Global Environmental Change*, v. 65, p. 102166, 2020.

FEEDER TRONIC. Tratamento corona – teste dynas. Disponível em: <<https://feedertronic.com.br/dynas>>. Acesso em: 31 maio 2026.

FERRI, M.; FAVA, P.; ZURLINI, C.; CABASSI, G.; MONTANARI, A.; PINI, M.; GUERRA, G. Trifenilacetilgliceroato como aditivo multifuncional sustentável para o desenvolvimento de uma alternativa verde transparente, biodegradável e flexível de polilactídeo aos filmes à base de polietileno para embalagens de alimentos. *Chemical Engineering Journal*, v. 508, p. 160887, 2025.

FIGUEIREDO, P. Brom II. Disponível em: <https://www.pfigueiredo.org/BromII_4.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2026.

GERASSIMIDOU, S.; GEUEKE, B.; GROH, K. J.; MUNCKE, J.; HAHLADAKIS, J. N.; MARTIN, O. V.; IACOVIDOU, E. Desvendando a complexidade da cadeia de valor dos artigos de polietileno em contato com alimentos: uma perspectiva química. *Journal of Hazardous Materials*, v. 454, p. 131422, 2023.

HARIYANI, D.; HARIYANI, P.; MISHRA, S.; SHARMA, M. K. Análise estatística das dimensões de gestão da qualidade total: funcionários, clientes, fornecedores e gestão na indústria hoteleira na cidade de Jaipur, Rajasthan, Índia. *Sustainability Analytics and Modeling*, v. 4, p. 100033, 2024.

HASOON, K. T. N.; PANICKER, U. G. Além dos plásticos fósseis: bioembalagens de próxima geração à base de PLA para aplicações industriais – avanços, desafios e insights orientados por dados. *RSC Advances*, v. 16, n. 17, p. 15095–15118, 2026.

ILHAN, I. Compreendendo a integridade da selagem: selagem e fechamento de embalagens flexíveis. 2023. Tese (Doutorado) – *Universidade de Twente*, Enschede, 2023.

IZDEBSKA, J.; THOMAS, S. Impressão em polímeros: fundamentos e aplicações. Amsterdam: *Elsevier*, 2016.

LINO, G. C. de L.; LINO, T. H. de L.; CALLIARI, C. M. Estudo comparativo de embalagens flexíveis laminadas versus coextrusadas. In: Tópicos em Ciências e Tecnologia de Alimentos: resultados de pesquisas acadêmicas. v. 3. São Paulo: *Blucher*, 2017.

LISIECKI, M.; LEISTER, P.; SCHMID, M.; STOCKDALE, A.; WENZL, T.; BILITEWSKI, B.; SCHWEIGERT, F. J. Reciclagem mecânica de embalagens plásticas flexíveis impressas: o papel dos aglutinantes e pigmentos. *Journal of Hazardous Materials*, v. 472, p. 134375, 2024.

LUNDSTRÖM, J.; BRUN, A.; ROSÉN, B. Avaliação, exploração e monitoramento da qualidade de impressões offset coloridas. *Measurement*, v. 46, n. 4, p. 1427–1441, 2013.

MAHAJAN, P.; SHARMA, P.; KAUR, A.; SINGH, A.; THAKUR, R.; KUMAR, V. Avanços em filmes biodegradáveis luminescentes para embalagens de alimentos sustentáveis e monitoramento da qualidade. *Food Packaging and Shelf Life*, v. 55, p. 101778, 2026.

MAPS ENGENHARIA. A extrusão. Disponível em: <<https://mapseng.blogspot.com/2016/05/a-extrusao.html>>. Acesso em: 31 maio 2026.

MENDES, A. C.; PEDERSEN, G. A. Perspectivas sobre embalagens sustentáveis para alimentos: os plásticos de base biológica são uma solução? *Trends in Food Science & Technology*, v. 112, p. 839–846, 2021.

MENDONÇA, B. Universidade do Sul de Santa Catarina. Disponível em: <<https://repositorio-api.animaeducacao.com.br/server/api/core/bitstreams/0292f25e-46f8-443c-a96f-0dfa5de094ea/content>>. Acesso em: 31 maio 2026.

MONTGOMERY, D. C. *Introduction to Statistical Quality Control*. 7. ed. New York: Wiley, 2016

MORRIS, Barry A. Introduction to flexible packaging. In: *The Science and Technology of Flexible Packaging*. Kidlington: William Andrew, 2022. p. 3–21. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/chapter/monograph/abs/pii/B9780323854351000089>.

NHU, T. T.; TRAN, T. T.; NGUYEN, H. T.; PHAM, Q. T.; LE, A. T. Avaliação do ciclo de vida de embalagens plásticas flexíveis para alimentos projetadas para reciclagem: transição de estruturas multimateriais para estruturas multicamadas monomateriais. *Sustainable Materials and Technologies*, v. 48, e01985, 2026.

RADU, E.; VOICU, A.; ALEXA, E.; GRUMEZESCU, A. M.; BIRCA, A. C.; PANAITESCU, C. Tendências globais e temas emergentes de pesquisa sobre HACCP e sistemas modernos de gestão da qualidade na indústria de alimentos. *Heliyon*, v. 9, n. 7, e18232, 2023.

RATHILALL, R.; RAMCHANDER, M.; SINGH, K. *An integrated sustainable QMS framework for the South African packaging industry*. **South African Journal of Business Management**, 2024.

ROCCA-SMITH, J. R.; ARANBERI, M. R.; CHO, H.; CORMACK, P. A. G.; KEELING, P.; NOLAN, S.; GILBERT, E. Impacto do tratamento corona nas propriedades do filme PLA. *Polymer Degradation and Stability*, v. 132, p. 109–116, 2016.

SELKE, S. E.; HERNANDEZ, R. J. Polímeros em embalagens flexíveis. In: *Encyclopedia of Materials: Science and Technology*. Oxford: Elsevier, 2001. p. 6652–6656.

SØNDERGAARD, R.; HÖSEL, M.; ANTHONY, J. E.; LARSEN-OLSEN, T. T.; KREBS, F. C. Fabricação rolo a rolo de células solares de polímero. *Materials Today*, v. 15, n. 1–2, p. 36–49, 2012.

SORRENTINO, A.; GORRASI, G.; VITTORIA, V. Perspectivas potenciais de bionanocompósitos para aplicações em embalagens de alimentos. *Trends in Food Science & Technology*, v. 18, n. 2, p. 84–95, 2007.

TAJEDDIN, B.; ARABKHEDRI, M. Polímeros e embalagens de alimentos. In: *Ciência de Polímeros e Aplicações Inovadoras: materiais, técnicas e desenvolvimentos futuros*. Amsterdam: Elsevier, 2020. p. 525–543.