

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

GIULIA DE OLIVEIRA SIMONETTI

ADEQUAÇÃO DE EMBALAGENS A MATERIAIS RECICLÁVEIS EM UMA
INDÚSTRIA DE ALIMENTOS: UMA PESQUISA-AÇÃO

CURITIBA

2023



GIULIA DE OLIVEIRA SIMONETTI

ADEQUAÇÃO DE EMBALAGENS A MATERIAIS RECICLÁVEIS EM UMA
INDÚSTRIA DE ALIMENTOS: UMA PESQUISA-AÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Graduação em
Engenharia de Produção, Setor de
Tecnologia, da Universidade Federal do
Paraná, como requisito parcial à obtenção
do título de Bacharel em Engenharia de
Produção.

Orientador: Prof. Dr. Marcell Mariano
Corrêa Maceno

CURITIBA

2023

Adequação de Embalagens a Materiais Recicláveis em uma Indústria de Alimentos: Uma Pesquisa-Ação

Giulia de Oliveira Simonetti

RESUMO

Este artigo descreve a execução de um projeto prático de substituição de uma embalagem plástica flexível não reciclável por uma alternativa reciclável em uma empresa multinacional de alimentos em Curitiba, Paraná. Considerando a significativa contribuição das embalagens plásticas de alimentos para os resíduos urbanos, neste artigo são abordadas as dificuldades que a reciclagem desses materiais enfrenta no Brasil e a alternativa, não necessariamente superior, mas sim mais praticável diante das opções disponíveis no cenário atual do país. O estudo, realizado entre janeiro e novembro de 2022, seguiu as etapas de implementação atuais da companhia, envolvendo conversa com fornecedores, negociação, estudo de prateleira para produto e testes industriais, com alinhamento constante entre as áreas que compuseram o time do projeto, como Compras, Marketing, P&D de Produto, P&D de Embalagem, Manufatura e Qualidade. Nas análises, foi possível observar a boa performance do material reciclável em comparação com a estrutura inicial, tanto no quesito de tempo de prateleira quanto em máquina, apresentando ótimos resultados em hermeticidade e aparência da embalagem. Assim, ao final do projeto, foi entregue uma embalagem reciclável e que comunica aos seus consumidores os objetivos da empresa em fornecer produtos ambientalmente amigáveis.

Palavras-chave: Embalagem. Reciclagem. Projeto. Indústria Alimentícia.

ABSTRACT

This article describe the implementation of a practical project to replace non-recyclable flexible plastic packaging with a recyclable alternative at a multinational food company in Curitiba, Parana. Considering the significant contribution of plastic food packaging to urban waste, this article discusses the difficulties faced in recycling these materials in Brazil and the alternative, which is not necessarily superior, but more practicable given the options available in the country's current scenario. The study, carried out between January and November 2022, followed the company's current

implementation stages, involving talks with suppliers, negotiations, a shelf life study for the product and industrial tests, with constant alignment between the areas that made up the project team, such as Purchasing, Marketing, R&D Product, R&D Packaging, Manufacturing and Quality. The analysis, showed that the recyclable material performed well compared to the initial structure, both in terms of shelf life and machineability, with excellent results in terms of airtightness and packaging appearance. Thus, at the end of the project, it was delivered a recyclable package that communicates the company's objectives of supplying environmentally friendly products to its consumers.

Keywords: Packaging. Recycling. Project. Food industry.

RESUMEN

Este artículo describe la implementación de un proyecto práctico de sustitución de envases plásticos flexibles no reciclables por una alternativa reciclable en una empresa multinacional de alimentos en Curitiba, Paraná. Considerando la significativa contribución de los envases plásticos de alimentos a los residuos urbanos, este artículo discute las dificultades enfrentadas en el reciclaje de estos materiales en Brasil y la alternativa, no necesariamente superior, pero más practicable dadas las opciones disponibles en el escenario actual del país. El estudio, realizado entre enero y noviembre de 2022, acompañó las etapas actuales de implantación de la empresa, involucrando conversaciones con proveedores, negociaciones, estudio de estante para el producto y pruebas industriales, con alineamiento constante entre las áreas que componían el equipo del proyecto, como Compras, Marketing, I&D de Producto, I&D de Embalaje, Fabricación y Calidad. En los análisis, se pudo comprobar el buen comportamiento del material reciclable en comparación con la estructura inicial, tanto en términos de vida útil como de vida en máquina, con excelentes resultados en términos de hermeticidad y aspecto del envase. Así, al final del proyecto, fue entregado un envase reciclable que comunica los objetivos de la empresa de ofrecer productos respetuosos con el medio ambiente a sus consumidores.

Palabras clave: Envases. Reciclaje. Proyecto. Industria alimentaria.

INTRODUÇÃO

Na sociedade contemporânea, é cada vez mais urgente discutir o destino de embalagens, devido aos desafios enfrentados com o meio ambiente. A embalagem de um produto é onipresente, mas invisível, e tem que desempenhar quatro funções principais: Proteção do produto na distribuição até o consumidor final; ser econômica e sustentável financeiramente, não aumentando desnecessariamente os custos do produto; ser prática e de fácil utilização, sendo simples na abertura, armazenamento e empilhamento; por último será usada como produto de venda, então precisa ser atrativo (Marques, 2015). Sendo assim, a importância da embalagem vai muito além de transporte de um produto, ela carrega as informações do produtor ao consumidor e a ideia que a marca pretende transmitir.

Devido ao crescimento do consumo na sociedade capitalista, as empresas utilizam cada vez mais táticas para convencer os consumidores a adquirirem seu produto ao do concorrente. Com o aumento da preocupação ambiental, a indústria de embalagens está adequando sua produção, buscando processos e produtos sustentáveis. A embalagem sustentável surgiu como uma ferramenta estratégica de marketing para promover marcas e produtos, tornando-se um dos fatores que influenciam as decisões de compra. A estratégia mais utilizada pela indústria de embalagens é usar embalagens recicláveis, polímeros verdes e biodegradáveis (Landim Et al., 2016). Mostrando assim a necessidade de abranger a importância de embalagens recicláveis no meio, tanto no desenvolvimento de novas embalagens como na adaptação de produtos antigos.

No que diz respeito à gestão dos resíduos de embalagem é visível, principalmente nas grandes cidades, problemas com inundações decorrentes do descarte incorreto desses materiais, devido à ausência de consciência da própria população, das indústrias e dos sistemas ineficientes de coletas de lixo (Landim Et al., 2016). Assim, a estratégia de reciclar material usado além de contribuir com o meio ambiente na redução da quantidade de lixo ainda reduz a necessidade de materiais fósseis (Santomauro, 2021), 46% dos consumidores globais afirmaram que usaram embalagens sustentáveis, como recarregáveis, recicláveis, biodegradáveis ou compostáveis em 2021 (Abre, 2022). Diversas embalagens flexíveis plásticas que a população leiga considera como recicláveis, muitas vezes não são, principalmente por possuírem camadas de materiais que necessitam de separação nas cooperativas e,

como será detalhado nesse artigo, no Brasil há grande dificuldade em separar e reciclar materiais flexíveis plásticos e o descarte inadequado de embalagens não recicláveis pode resultar em poluição do solo, da água e do ar (Mearian, 2022). Embalagens recicláveis podem ser gerenciadas de maneira mais ambientalmente amigável. Sendo assim, é um papel das indústrias de alto grau de influência iniciar o processo de substituição de suas embalagens não recicláveis para materiais possíveis de reciclagem, e assim não gerar retrabalho para a separação nas cooperativas ou confusão no consumidor no momento de realizar a separação do lixo para destinação correta.

A conversão para materiais recicláveis também é importante para o atendimento às expectativas dos consumidores, já que muitos estão cada vez mais conscientes das questões ambientais e preferem produtos com embalagens sustentáveis (Lewis Et al., 2001) A adoção de embalagens recicláveis pode ser vista como uma resposta às demandas dos consumidores e uma melhoria na imagem da marca pois empresas que demonstram compromisso com práticas sustentáveis, incluindo o uso de embalagens recicláveis, geralmente desfrutam de uma imagem positiva perante o público, e isso também é analisado no momento do desenvolvimento deste projeto.

Para muitas regiões, implementar embalagens recicláveis é uma questão legal pois há regulamentações ambientais que incentivam ou exigem práticas sustentáveis. Adotar essas práticas ajuda as empresas a cumprir as leis e regulamentos. E incentiva a indústria a inovar levando ao desenvolvimento de novos materiais e métodos de embalagem mais sustentáveis e cada vez mais baratas devido ao aumento da demanda (Mearian, 2022). Assim, empresas menores vão conseguir se manter com embalagens que sejam mais amigáveis ao meu ambiente.

Neste trabalho será apresentado uma alternativa de adaptar a embalagem não reciclável de um produto já existente para um material que possa ser reciclada e reutilizada no processo de fabricação de materiais plásticos, sem perder as principais características entregues ao consumidor. O objetivo é executar um projeto real, dentro de uma empresa multinacional de alimentos localizada em Curitiba, buscando a substituição de uma embalagem plástica flexível não reciclável, por uma possível de reciclagem. As embalagens plásticas de alimentos representam uma parcela significativa dos resíduos sólidos urbanos, e sua reciclagem enfrenta diversos obstáculos, desde questões técnicas e logísticas até desafios socioeconômicos e ambientais. O estudo abordará as etapas para implementação em uma fábrica real de uma estrutura que não

necessita de separação das camadas para reciclagem. Através dessa análise abrangente, o artigo busca fornecer percepções valiosas para os tomadores de decisão, a indústria e a sociedade em geral, visando incentivar o número de projetos que busquem tornar suas embalagens recicláveis e contribuir para a sustentabilidade ambiental do país.

REVISÃO DE LITERATURA

Nos últimos anos, o interesse pela pesquisa sobre sustentabilidade de embalagens plásticas tem crescido significativamente, resultando em um grande número de empresas que estabeleceram metas de sustentabilidade. “Ao fazer mudanças agora, eles terão um retorno substancial do investimento mais tarde, gastarão menos em energia e materiais e aumentarão a resiliência da infraestrutura a catástrofes relacionadas ao clima”, escreveu Mearian (2022) sobre líderes/empresários que estipularam suas metas nos últimos anos. Esta revisão da literatura tem como objetivo apresentar uma síntese dos trabalhos sobre sustentabilidade e embalagem.

EMBALAGENS PARA ALIMENTOS

A compreensão profunda sobre sustentabilidade de embalagens é essencial para o desenvolvimento de soluções efetivas e sustentáveis para os desafios enfrentados pela sociedade atualmente. As embalagens de alimentos possuem diferentes funções no mercado de alimentos, como proteção, conservação, informação e conveniência ou serviço. Segundo Jorge (2013), a embalagem é, antes de mais nada, um recipiente que contém o produto e que deve permitir o seu transporte, distribuição e manuseio, protegendo-o contra vibrações, choques e compressões que ocorrem em todo o circuito. O nível da embalagem representa para qual característica o material precisa se destacar, embalagem primária, que está em contato direto com o alimento como latas, garrafas e sacos, é responsável pela conservação e contenção do produto, embalagem secundária, que contém uma ou várias embalagens primárias como caixas de cartão ou cartolina, é responsável pela proteção físico-mecânica durante a distribuição e a embalagem terciária, que agrupa as embalagens primárias ou secundárias como caixas de papelão ou grades plásticas para garrafas de bebidas, é para transporte (Jorge, 2013).

Além das funções principais de conter, proteger e transportar, a embalagem é uma excelente ferramenta de marketing. Segundo Marques (2015), a embalagem é um potencial influenciador da decisão do consumidor, de forma inconscientemente aspectos

como cor e qualidade física impactam no ato da compra, sendo assim, a embalagem faz parte do produto e da marca porque é através dela que a mensagem do produtor é transmitida para o consumidor.

EMBALAGENS PLÁSTICAS

Embalagens plásticas possuem características que dependem do tipo de material e composição estrutural. O termo “plástico” é habitualmente usado para designar materiais à base de polímeros sintéticos ou naturais modificados, que podem ser moldados pela ação do calor e/ou pressão podendo ser classificados como homopolímeros ou copolímeros (Jorge, 2013).

Segundo o Portal do Sindicato da Indústria de Material Plástico, Transformação e Reciclagem de Material Plástico do Estado de São Paulo, o Sindiplast, os principais tipos de materiais plásticos são:

a) PET (Polietileno tereftalato);

Material rígido, lenta cristalização, amorfo, absorve muita umidade e funde sob temperaturas próximas a 265°C. Boa resistência ao impacto, baixa permeabilidade aos gases (CO₂).

b) PEAD ou HDPE (Polietileno de alta densidade);

Material opaco, alto grau de cristalinidade, resistente às baixas temperaturas, rígido, impermeável. Boa resistência química e mecânica.

c) PVC (Policloreto de Vinila);

Grande importância devido à sua grande versatilidade. Boa resistência a intempéries, boa resistência química, isolamento elétrico, boa resistência mecânica e atoxidade, além de ser autoextinguível.

d) PEBD e PEBDL ou LDPE e LLDPE (Polietileno de baixa densidade e Polietileno de baixa densidade linear);

Material com baixas condutividades elétrica e térmica. É atóxico, flexível, leve e transparente. É principalmente utilizado na produção de embalagens flexíveis para alimentos.

e) PP Homo (Polipropileno Homopolímero);

Material resistente a altas temperaturas. Boa resistência química e poucos solventes orgânicos podem solubilizá-lo à temperatura ambiente.

f) PP Copo (Polipropileno Copolímero);

Material transparente, quando modificado com elastômeros, torna-se mais resistente ao impacto. Possui alta resistência mecânica a baixas temperaturas.

g) PS (Poliestireno);

Material rígido, leve, transparente e brilhante. Possui baixas resistências química, térmica e às intempéries. Possui baixa resistência mecânica (rígido e quebradiço).

h) EPS - Isopor® (Poliestireno Expandido);

Incorporado com um agente de expansão o material se torna uma espuma com excelentes propriedades acústica e térmica e dependendo da espessura e densidade, boa resistência mecânica. Possui baixa absorção de água.

i) ABS (Copolímero de Acrilonitrila-Butadieno-Estireno).

Possui boa resistência ao impacto, possui boa resistência à tração e pode ser usado sob temperaturas de até 80°C. Possui baixa resistência às intempéries.

Os símbolos de reciclagem que se encontra hoje nas embalagens, composto por três setas em forma de um triângulo, que formam um ciclo, possuem números que muitas vezes são encontrados no centro desse símbolo, eles representam o código de identificação de resina, conhecido como "código de reciclagem" ou "código de identificação de resina". Os números de 1 a 7 correspondem a diferentes tipos de resinas plásticas. Cada número representa um tipo específico de plástico, e estão nos símbolos de reciclagem como na Figura 1, facilitando o processo de reciclagem:

1. PETE ou PET (Polietileno Tereftalato): Garrafas de água, refrigerantes, recipientes de produtos de limpeza.
2. HDPE (Polietileno de Alta Densidade): Frascos de leite, garrafas de xampu, embalagens de produtos de limpeza.
3. V (PVC ou Policloreto de Vinila): Tubulações, alguns tipos de garrafas plásticas, blister de medicamentos.
4. LDPE (Polietileno de Baixa Densidade): Sacolas plásticas, filmes plásticos, alguns tipos de embalagens para alimentos.
5. PP (Polipropileno): Tampas de garrafas, utensílios de cozinha, embalagens de margarina.
6. PS (Poliestireno): Copos descartáveis, bandejas de isopor, embalagens para alimentos.

7. Outro: Resinas plásticas que não se encaixam nas categorias anteriores. Pode incluir misturas de plásticos ou plásticos menos comuns.

Figura 1. Códigos de Reciclagem Plástica



Fonte: H2OJE

EMBALAGENS PLÁSTICAS EM INDÚSTRIAS ALIMENTÍCIAS

Cada material tem sua função e é escolhido de acordo com as necessidades do produto, os requisitos de proteção, a vida útil requerida para o produto, o mercado a que se destina e o circuito de distribuição, e o plástico tem como funções principais ser leve, inquebrável, ter barreira e inércia relativa e reciclável, porém não reutilizável (Jorge, 2013). Atualmente, a maioria das embalagens para alimentos é produzida por materiais plásticos, devido às suas características de flexibilidade, leveza, baixo custo, variedade entre outras (Souza Et al., 2012). Porém, como dito antes, a maioria dos plásticos ou polímeros é não reutilizável e de origem petroquímica (fonte não renovável) e com aumento do seu consumo resulta inevitavelmente em problemas socioeconômicos, como a escassez e o aumento do preço do petróleo, e ambientais, como a geração e acúmulo de resíduos sólidos, que podem levar dezenas ou centenas de anos para se decompor na natureza (Brito Et al., 2011).

SUSTENTABILIDADE E RECICLABILIDADE DE EMBALAGENS PLÁSTICAS

O plástico hoje é muito utilizado devido praticidade, preço baixo e acessibilidade, porém sendo material derivado do petróleo, é caracterizado como um dos materiais mais difíceis de serem biodegradados, e, por isso, um transtorno do ponto de vista ambiental (Souza, 2021). No contexto de desenvolvimento social e econômico, o ciclo de vida das

embalagens se tornou preocupante, como descrito no Brundtland Report, da Universidade de Oxford (1987), “O desenvolvimento sustentável é o desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras satisfazerem as suas próprias necessidades”, sendo assim, lidar com um material de fonte fóssil se torna complexo.

Como estratégia para reduzir a quantidade de materiais plásticos no meio ambiente e a extração e petróleo, a reciclagem é a alternativa mais utilizada. O processo é realizado em larga escala por cooperativas e empresas especializadas que derretem o plástico e reaproveita em linhas de produção das empresas fabricantes de embalagens (Scuadra, 2018). Por questão à segurança, somente é permitido o uso de embalagens recicladas de vidro, aço, alumínio e monocamada PET, devido às altas temperaturas no momento de processamento que elimina eventuais contaminantes, sendo assim estes são os materiais preferíveis no momento do desenvolvimento da embalagem (Jorge, 2013).

Sendo assim, no momento do design da embalagem, pensar em sustentabilidade se torna uma necessidade, e isso significa escolher o material certo. Preferencialmente, todos os materiais deveriam ser produzidos para no final do seu ciclo de vida serem reciclados e posteriormente, reutilizados (Marques, 2015). Segundo Lewis e Gertsakis, deve ser levado em consideração quatro pontos no momento de escolher o material: tentar utilizar materiais reciclados ao invés de extraí-los das matérias primas; produzir baseado na contenção de material, processo e serviço; escolher, se possível, materiais naturais; e optar por materiais abundantes, não tóxicos e regulamentados.

O USO DO BOPP E A DIFICULDADE EM RECICLÁ-LO NO BRASIL

O BOPP (sigla para "Biaxially Oriented Polypropylene," em português "Polipropileno Orientado Biorientado") é um dos materiais mais utilizados na indústria de alimentos hoje. Ele é muito usado por ser fácil de colorir, imprimir e laminar, entregando uma alta qualidade na imagem, além da variação no aspecto podendo ser metalizado, transparente, opaco ou fosco. O material também fornece barreira a gases e umidade, resistência mecânica, flexibilidade, facilidade na selagem, segurança alimentar e sustentabilidade. Sendo assim o material com melhor custo-benefício do mercado para alimentos industrializados.

Hoje, em comparação com outros materiais plásticos, como PET ou PEAD, a quantidade de BOPP reciclado é baixo. Pois a falta de conscientização entre os consumidores sobre a reciclagem de BOPP pode levar à disposição inadequada desse material. Isso resulta em uma infraestrutura de reciclagem menos desenvolvida e menos incentivo para investimentos em instalações de reciclagem. De qualquer forma, a reciclagem desse material pode ser menos econômica em comparação com outros plásticos devido também o processo pode demandar tecnologias adicionais, como a alimentação forçada para introduzir o material na extrusora. (Santomauro, 2021). Além disso, “É bem mais fácil encontrar compradores para outros tipos de resíduos plásticos flexíveis, de polietileno, por exemplo”, compara Roberto Rocha, e acrescenta “Orientamos as cooperativas a não destinarem os resíduos a aterros, mantendo esse material estocado se não houver quem o compre. Mas isso gera custo, há cooperativas com grandes quantidades de BOPP armazenado, já processado e enfardado”, observa o presidente da Ancat (Associação Nacional de Catadores e Catadoras de Materiais Recicláveis) e coordenador da rede Cata Sampa, que integra 22 cooperativas e associações de catadores da Grande São Paulo e do litoral paulista. Os resíduos provenientes de filmes metalizados de BOPP resultam em um material de coloração mais escura devido à presença de contaminantes, como os provenientes do processo de metalização, o que reduz as possíveis aplicações desse material reciclado. (Santomauro, 2021).

MATERIAL E MÉTODOS

Nesse capítulo tem a apresentação do tipo de pesquisa utilizado e as etapas de análise executados no projeto de substituição da embalagem de um produto alimentício por um material reciclável.

CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa-ação é a metodologia escolhida para este artigo, a fim de explorar o exercício da adaptação de uma embalagem não reciclável para uma passível reciclagem sem a separação de camadas de maneira aprofundada e objetiva. A pesquisa-ação é a melhor alternativa, pois permite a análise do fenômeno dentro de seu contexto real e possibilita entender as nuances e a influência do ambiente sobre o objeto de estudo.

Esse estudo permitirá uma análise minuciosa das etapas de um dos processos para reciclagem de embalagens plásticas no Brasil, produzidas em indústrias de

alimentos, permitindo a caracterização das dificuldades e permitindo a transposição para outras áreas, sendo benéfico não apenas para os alunos, mas para empresas que venham a adaptar suas embalagens a recicláveis.

Por meio de levantamento de dados quantitativos, como resultados de análises e amostragens, e dados qualitativos, como comentários e conclusões, foi possível mapear e compreender as etapas de um projeto como um todo e entender o papel das diversas áreas multifuncionais para a obtenção de um produto coeso com a realidade de mercado e as necessidades do processo de reciclagem, sem esquecer das dificuldades encontradas no Brasil.

Com base nos resultados da pesquisa-ação, foi possível formular recomendações direcionadas para entregar um bom projeto em acordo com as metas globais de sustentabilidade. Essas recomendações podem facilitar na argumentação para implementação de estratégias de conscientização, investimentos em infraestrutura, políticas públicas e melhorias nas práticas de reciclagem.

O estudo foi conduzido de maneira sistemática e rigorosa para fornecer uma compreensão aprofundada de um projeto de sustentabilidade de embalagem flexível plástica dentro de uma empresa multinacional de alimentos em Curitiba, conduzido entre os meses janeiro e novembro de 2022, seguindo os processos pré-estabelecidos pela companhia para gestão de projetos.

ETAPAS DO TRABALHO

O primeiro passo do projeto foi a apresentação da ideia e do objetivo à equipe multifuncional. O time de Pesquisa e Desenvolvimento de Embalagens estava encarregado de liderar o projeto, sendo assim, com a responsabilidade de guiar todas as conversas focadas nas entregas necessárias, com isso, ficou encarregado de montar e apresentar um slide com todas as implicações do projeto e engajar o time multifuncional para iniciar as atividades. Além disso, nesse momento foram capturadas todas as ideias e visões dos diferentes times que pudessem impactar no projeto.

QUADRO 1 - IMPLICAÇÕES INICIAIS DO PROJETO

	Risco	Mitigação	Área Responsável
Manufatura	Material novo não performar bem na linha	Dois testes com o material em linha, um de 4h e outro de 24h	P&D Embalagem, Qualidade e Manufatura
Marketing	Má qualidade da impressão na embalagem	Conversa com fornecedores e análise de amostra	P&D Embalagem, Marketing e Qualidade
Qualidade	Material novo não selar bem	Dois testes com o material em linha, um de 4h e outro de 24h e análise de microfuro em câmara a vácuo (processo padrão aprovado)	P&D Embalagem, Qualidade e Manufatura
Compras	Os dois fornecedores atuais não conseguirem entregar o material novo	Conversas com fornecedores durante todo o desenvolvimento do projeto	P&D Embalagem e Compras
BD (Desenvolvedor de negócios)	Aumento no custo da embalagem e diminuição na margem financeira do produto	Cotação e conversa com os fornecedores	P&D Embalagem, Compras e Finanças

Fonte: A autora 2023

Após a solicitação do projeto, a primeira atitude foi a conversa com os fornecedores para apresentar a ideia e entender a melhor estrutura para substituição do material PET/BOPP (polietileno tereftalato e polipropileno biorientada). Foram

selecionados dois distintos fornecedores, que já forneciam o material anterior, com o intuito de manter o dual sourcing (estratégia que envolve a diversificação das fontes de suprimento, garantindo que, quando possível, uma empresa obtenha produtos ou componentes de dois fornecedores diferentes). A empresa já havia realizado diversos projetos anteriormente com o mesmo objetivo para diferentes produtos e, ambos fornecedores, já supriam a empresa com materiais recicláveis desde 2019, sendo assim, não foi uma conversa inédita sobre o assunto. Nesse primeiro momento, foram agendadas três conversas, uma com o time de compras para, além de apresentar o projeto novamente, alinhar o discurso que seria utilizado com os fornecedores (procedimento padrão da empresa), e uma conversa com cada fornecedor.

E assim foram mapeados os próximos passos:

- Cotação nas novas estruturas;
- Envio de filme teste para análise de vida de prateleira;
- Análise de vida de prateleira;
- Pedido de material e realização do teste

Neste momento, o time de Pesquisa e Desenvolvimento de Produto foi envolvido diretamente no projeto, mas, a liderança na análise de vida de prateleira, permaneceu do time de P&D de Embalagens, por ser considerado uma análise padrão da companhia e todo o time de P&D ter acessos e conhecimento para executá-lo, ficando restrito ao time de Produto a validação e aprovação dos resultados.

Após o recebimento do material, o time de P&D de Embalagens confeccionou em laboratório amostras para a análise, as amostras produzidas na planta piloto ou em testes de laboratório podem ser usadas para determinar o prazo de validade do produto se o líder do projeto avaliar que elas são representativas do processo.

A empresa possui um procedimento padrão para a análise de vida de prateleira para todos os produtos da companhia, seguinte passo a passo:

1. Confeção de amostras
2. Divisão em:

Padrão: Versão atual do produto a ser modificado ou reformulado, que já foi aprovada e é regularmente produzida e comercializada pela companhia

Teste: Produto com a alteração proposta, em todas as versões.

3. As amostras são dispostas, cada uma, em três situações:

Congelado: produto congelado em freezer no início de sua vida útil, para ser usado como controle nas avaliações sensoriais de seu estudo de vida útil.

Temperatura ambiente: armazenamento em condições ambientais, nas condições exigidas para a região da América Latina.

Acelerado: armazenamento em câmara acelerada, nas condições exigidas para a região América Latina.

4. O time do projeto organiza e monta uma mesa com as amostras para degustação, análise sensorial, seguindo a frequência de:

- No início do prazo de validade, no mesmo dia em que foi produzido ou antes de ser acondicionado;

- A cada 30 dias para avaliar a vida útil ambiente, a partir do terceiro mês;

- A cada 7 dias para avaliar a vida útil acelerada, a partir da terceira semana.

Aqui o time analisa consistência do produto, sabor, aroma e aparência.

5. Todos os resultados são documentados até o final do último mês ou, se o time do projeto entender como necessário, até meses após o prazo de validade já estipulado (quantidade fica a critério do líder do projeto).

De forma paralela, o time de P&D de Embalagem realizou a solicitação de cotação para o time de compras do material novo com todos os fornecedores homologados na linha que produzia o produto. Como padrão da companhia, é realizado uma cotação padrão para todos os possíveis fornecedores para chegar no melhor preço, neste caso, todos os fornecedores que disponibilizassem a embalagem reciclável mapeada, mostrando também uma vantagem competitiva para indústrias que investem em materiais sustentáveis.

Com as amostras já organizadas para o estudo de prateleira, foram enviadas algumas para o time de Marketing analisar a qualidade do material no quesito de aparência e comparação com o anterior. Já que, o objetivo do time de Marketing, principalmente o que cuida da marca, é entregar um material de qualidade ao consumidor e garantir que a companhia está levando o melhor possível até a prateleira, ou seja, analisar amassamento, sensação do toque, facilidade na abertura, brilho, entre outros.

Após todas essas análises, o time se reuniu em uma reunião de 1h com todos os resultados obtidos. Cada área apresentou seus argumentos e documentos comprobatórios. Em conjunto foi montado um novo slide com todas essas informações e a recomendação do time, e esse foi apresentado para a liderança da empresa, que teve a palavra final na escolha da estrutura e na continuidade do projeto.

O próximo passo já mapeado foi o pedido de material e o teste de 4h na linha atual do produto. Após chegada do material, houve uma conversa prévia com o time para discutir todos os pontos de atenção e as respostas que deveriam sair deste teste, e eram eles:

- Performance de linha igual ou superior a média dos últimos 3 meses.
- Análise de hermeticidade >90%, com amostras retiradas do teste em 10 a cada 25min, totalizando 10 análises, e amostras retiradas para análise posterior ao teste, totalizando outras 60 análises.
- Análise visual da qualidade do material.

Após o teste industrial, o time do projeto se reuniu para discutir todas as percepções analisadas para garantir que todas as áreas estivessem de acordo com o resultado que seria apresentado para a liderança, com isso foi elabora um documento denominado “Relatório de Teste Industrial” para garantir que todas as informações estivessem formalizadas e documentadas. Este material foi disponibilizado na rede da companhia para assegurar o compartilhamento do histórico e dos aprendizados para futuros projetos.

Para finalizar, o projeto segue para nova codificação em sistema (SAP), troca de artes, compra de material, esgotamento da estrutura antiga e entrada da nova embalagem em linha.

RESULTADOS

O projeto teve como objetivo adequar a embalagem flexível de material bicamada PET/BOPP (polietileno tereftalato e polipropileno biorientada) para BOPP/BOPP (polipropileno biorientada e polipropileno biorientada metalizado) de um dos produtos da companhia ao compromisso público global de sustentabilidade da empresa de eliminar 100% dos materiais não recicláveis até 2025. Ou seja, foi direcionado um time composto por Pesquisa e Desenvolvimento de Embalagem, Marketing, Engenharia, Manufatura, Compras, Qualidade, e outras, para trabalhar na

substituição de um filme de difícil reciclagem (que necessita separação de estruturas) para um material considerado DFR (Design for Recyclability). Entretanto, é necessário lembrar que, mesmo com a estrutura sendo possível para reciclagem, no Brasil há múltiplos obstáculos no processo de reciclagem desse material, como já citado neste documento.

CONVERSA COM FORNECEDORES

Após a conversa com os fornecedores, a estrutura selecionada para andamento do projeto foi a de PET/BOPP (Polietileno tereftalato e Polipropileno biorientada) para BOPP (Polipropileno biorientada) pura.

Das conversas realizadas com o time de compras, e cada fornecedor em paralelo, foram retiradas as seguintes conclusões:

- O melhor material para essa situação seria o de BOPP (polipropileno biorientada), já utilizado em produtos semelhantes na empresa;
- Foram testadas duas espessuras diferentes, ou um monocamada de 25µm ou um bicamada 15/15µm (buscando aproximação da espessura do material anterior de 31µm totais);
- Para entender a suficiência da barreira do novo material para o produto foi necessária uma análise de vida de prateleira (serve para determinar a validade do produto de acordo com diversos fatores, esse processo é fundamental para que o alimento chegue em boas condições ao consumidor final, sem comprometimentos ou contaminações).
- Após a análise de prateleira, o material seguiria para testes nos dois momentos solicitados pelo time multifuncional, em um teste de 4h para entender a performance da linha e em um teste de 24h para confirmar os resultados do primeiro, isso com possível adaptação de acordo com os resultados do primeiro teste.
- Para os testes necessários, o primeiro (de 4h) foi com material em branco (sem impressão de arte) para entender a efetividade em linha, com o custo retirado do time de BD (procedimento padrão da empresa) e o segundo (de 24h) seguiu com material impresso e foi enviado para venda em mercado, sendo assim, o custo foi embutido nos gastos da linha;

- As cotações foram realizadas considerando previamente as duas espessuras e o volume regular já exercido com o material atual.

ESTUDO DE PRATELEIRA

No caso deste projeto, o estudo de prateleira foi mapeado para seguir por 12 meses sendo que, até então, o produto tinha um prazo de validade aprovado de 10 meses.

Foram divididas as amostras em alguns grupos:

QUADRO 2 – AMOSTRAS DA ANÁLISE DE VIDA DE PRATELEIRA

Estrutura da embalagem	Condição de Análise	Quantidade de Amostras
Padrão (PET/BOPP)	Congelado	24 amostras
Padrão (PET/BOPP)	Ambiente	12 amostras
Padrão (PET/BOPP)	Acelerado	12 amostras
Teste (BOPP/BOPP - 25µm)	Congelado	12 amostras
Teste (BOPP/BOPP - 25µm)	Ambiente	12 amostras
Teste (BOPP/BOPP - 25µm)	Acelerado	12 amostras
Teste (BOPP/BOPP - 30µm)	Congelado	12 amostras
Teste (BOPP/BOPP - 30µm)	Ambiente	12 amostras
Teste (BOPP/BOPP - 30µm)	Acelerado	12 amostras

Fonte: A autora 2023

Para aprovação desta etapa no projeto foram necessários os resultados até o mês 10 na condição acelerado. Considerando que a estrutura não era nova para o tipo de produto testado, que o produto não é crítico, ou seja, não necessita de uma barreira alta, e o time verificou resultados coerentes com o atual desde o início das análises. Sendo assim, após a semana 10, o projeto pode seguir com a aprovação do estudo de

prateleira. Em paralelo com o andamento do restante do projeto, a análise em condição ambiente seguiu com o time, para garantir entrega no prazo.

Era crucial para a continuidade do projeto que a embalagem fosse párea ou mais barata que a atual, sendo por isso que foram mapeadas duas estruturas ao invés de apenas uma, com a espessura inferior tem uma diminuição no preço da embalagem, assim não foi necessário refazer as análises após confirmação do custo, ganhando um tempo precioso para o projeto. Após recebimento das cotações, a estrutura BOPP/BOPP de 30µm teve um custo semelhante à estrutura atual, não gerando impacto na margem positiva do produto, mesmo assim seguiu-se com ambas até uma definição formal do time com todos os resultados necessários.

RESULTADOS OBTIDOS EM TESTE INDUSTRIAL

O teste inicial, de 4h, contou com o acompanhamento das áreas de P&D de Embalagem, Manufatura, Manutenção e Qualidade. Foi necessário ajustes em parâmetros da linha principalmente na temperatura dos roletes, mas nada que trouxesse grande complexidade ao time de Manutenção (processo padrão de linha), sendo assim, não houve impacto na performance da linha, atingindo o proposto.

QUADRO 3 – RESULTADOS DA ANÁLISE DE HERMETICIDADE DURANTE O TESTE

<i>Avaliação</i>	<i>Quantidade</i>	<i>Hermeticidade</i>
<i>1</i>	<i>10 amostras</i>	<i>100%</i>
<i>2</i>	<i>10 amostras</i>	<i>90%</i>
<i>3</i>	<i>10 amostras</i>	<i>100%</i>
<i>4</i>	<i>10 amostras</i>	<i>100%</i>
<i>5</i>	<i>10 amostras</i>	<i>90%</i>
<i>6</i>	<i>10 amostras</i>	<i>100%</i>
<i>7</i>	<i>10 amostras</i>	<i>100%</i>
<i>8</i>	<i>10 amostras</i>	<i>100%</i>
<i>9</i>	<i>10 amostras</i>	<i>90%</i>
<i>10</i>	<i>10 amostras</i>	<i>90%</i>
<i>Média</i>		<i>96%</i>

Fonte: A autora 2023

Para análise de hermeticidade, a avaliação à Vácuo seguiu os devidos protocolos de qualidade já estabelecidos pela companhia. Foram realizadas 10 análises durante o teste, atingindo 96% de hermeticidade, sendo o valor de referência para aprovação $\geq 90\%$.

Figura 2 - Câmara a Vácuo



Fonte: A autora 2023

Foram coletadas outras 3 caixas do produto para serem avaliadas posteriormente, entendendo o comportamento hermético dentro de um intervalo maior de dados.

QUADRO 4 – RESULTADOS DA ANÁLISE DE HERMETICIDADE PÓS TESTE

Caixa 1			Caixa 2			Caixa 3		
Avaliação	Quantidade	Hermeticidade	Avaliação	Quantidade	Hermeticidade	Avaliação	Quantidade	Hermeticidade
1	10 amostras	100%	1	10 amostras	100%	1	10 amostras	100%
2	10 amostras	100%	2	10 amostras	100%	2	10 amostras	100%
3	10 amostras	100%	3	10 amostras	100%	3	10 amostras	100%
4	10 amostras	100%	4	10 amostras	100%	4	10 amostras	100%
5	10 amostras	100%	5	10 amostras	100%	5	10 amostras	100%
6	10 amostras	100%	6	10 amostras	100%	6	10 amostras	100%
7	10 amostras	100%	7	10 amostras	100%	7	10 amostras	100%
8	10 amostras	90%	8	10 amostras	90%	8	10 amostras	100%
9	10 amostras	100%	9	10 amostras	100%	9	10 amostras	100%
10	10 amostras	100%	10	10 amostras	100%	10	10 amostras	100%
11	10 amostras	100%	11	10 amostras	100%	11	10 amostras	90%
12	10 amostras	100%	12	10 amostras	90%	12	10 amostras	100%
13	10 amostras	100%	13	10 amostras	100%	13	10 amostras	100%
14	10 amostras	100%	14	10 amostras	100%	14	10 amostras	100%
15	10 amostras	90%	15	10 amostras	100%	15	10 amostras	100%
16	10 amostras	100%	16	10 amostras	90%	16	10 amostras	100%
17	10 amostras	90%	17	10 amostras	100%	17	10 amostras	100%
18	10 amostras	100%	18	10 amostras	100%	18	10 amostras	100%
19	10 amostras	100%	19	10 amostras	90%	19	10 amostras	100%
20	10 amostras	100%	20	10 amostras	100%	20	10 amostras	100%
Média		98,50%	Média		98,00%	Média		99,50%

Fonte: A autora 2023

O resultado geral do teste foi que, em relação aos materiais de embalagem, os resultados de hermeticidade superaram a expectativa >90%.

QUADRO 5 – RESULTADOS COMPILADOS

<i>Quantidade de Análises</i>	70
<i>Quantidade de Produtos</i>	700
<i>Média Geral</i>	98%

Fonte: A autora 2023

Durante o teste, não foi necessária nenhuma intervenção mecânica para ajuste no equipamento, sendo observado uma melhor Performance e Eficiência do equipamento quanto aos últimos testes realizados em estruturas semelhantes. Foram trocados os conectores rotativos do equipamento, sendo eles os responsáveis pelo aquecimento dos roletes e mordentes, impactam diretamente na selagem.

Após a aprovação do teste juntamente com o time multifuncional do projeto, seguiu-se para solicitação de material, agendamento e alinhamento para o novo teste comprobatório para o projeto, que seguiu com os mesmos critérios de sucesso, alinhados para as 24h de linha rodando.

O teste foi acompanhado pelas áreas de P&D de Embalagem, Manufatura, Manutenção e Qualidade. A análise de hermeticidade seguiu o mesmo procedimento do primeiro teste e atingiu 100% de hermeticidade, sendo o valor de referência para aprovação $\geq 90\%$. Durante o teste, não foi necessária nenhuma intervenção mecânica para ajuste no equipamento, sendo observado uma melhor Performance e Eficiência do equipamento do que todos os testes anteriores.

QUADRO 6 – RESULTADOS DE ANÁLISE DE HERMETICIDADE (TESTE 2 – 24H)

<i>Amostra</i>	<i>Tipo de Informação</i>	<i>Data</i>	<i>Hora</i>	<i>Hermeticidade Geral</i>
1	Defeitos	44716	0,725891204	0
2	Defeitos	44716	0,70494213	0
3	Defeitos	44716	0,672337963	0
4	Defeitos	44716	0,635	0
5	Defeitos	44716	0,571458333	0
6	Defeitos	44716	0,438703704	0
7	Defeitos	44716	0,354351852	0
8	Defeitos	44716	0,324583333	0
9	Defeitos	44716	0,280914352	0
10	Defeitos	44716	0,21974537	0
11	Defeitos	44716	0,175289352	0
12	Defeitos	44716	0,135740741	0
13	Defeitos	44716	0,086273148	0
14	Defeitos	44716	0,001875	0
15	Defeitos	44715	0,963263889	0
16	Defeitos	44715	0,911550926	0
17	Defeitos	44715	0,894675926	0
18	Defeitos	44715	0,856122685	0
19	Defeitos	44715	0,803043981	0
20	Defeitos	44715	0,776446759	0
21	Defeitos	44716	0,725821759	0
22	Defeitos	44716	0,705023148	0
23	Defeitos	44716	0,672488426	0
24	Defeitos	44716	0,635081019	0
25	Defeitos	44716	0,571631944	0
26	Defeitos	44716	0,438113426	0
27	Defeitos	44716	0,414756944	0
28	Defeitos	44716	0,355081019	0
29	Defeitos	44716	0,324849537	0
30	Defeitos	44716	0,281041667	0
31	Defeitos	44716	0,220405093	0
32	Defeitos	44716	0,177152778	0
33	Defeitos	44716	0,136076389	0
34	Defeitos	44716	0,086608796	0
35	Defeitos	44716	0,002083333	0
36	Defeitos	44715	0,963599537	0
37	Defeitos	44715	0,911701389	0
38	Defeitos	44715	0,894780093	0
39	Defeitos	44715	0,856261574	0
40	Defeitos	44715	0,803125	0
41	Defeitos	44715	0,776527778	0

Fonte: A autora 2023

Após ambos os testes e análises, foi realizada uma apresentação com todos os resultados e socialização com o time do projeto, dado assim como aprovado e pronto para fornecimento.

Figura 3 - Símbolo de reciclagem antes do projeto



Fonte: Arte da embalagem do produto em 2019

Na etapa de elaboração da nova arte, realizada pelo time de Marketing e aprovada pelo time de P&D de Embalagem, Regulatórios, Legal e Marketing, passou de um selo 7 para um 5, sendo hoje, possível de reciclagem.

Figura 4 - Símbolo de reciclagem depois da implementação do projeto



Fonte: Arte da embalagem do produto em 2022

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em resumo, os resultados deste estudo demonstram que um projeto para implementação de uma embalagem reciclável na indústria de alimentos pode trazer mais benefícios e vantagens comerciais à companhia. Além da facilidade do desenvolvimento técnico apresentado, também trouxe vantagens à marca como visão competitiva

comparada à concorrência que não se adequou à procura do consumidor a embalagens que sejam ambientalmente amigáveis. Para a empresa, também foi um benefício comercial, já que os fornecedores iniciaram o fornecimento do novo material para os demais produtos da empresa e assim tiveram um aumento no volume de consumo da matéria prima de polipropileno biorientada.

Um dos importantes aprendizados deste exercício foi mapear mais de uma estrutura durante as análises primárias para garantir que o projeto entregaria as vantagens econômicas em conjunto com as ambientais, caso a estrutura de mesma espessura do material não reciclável fosse reprovado no estudo financeiro, teria uma reserva já analisada para dar continuidade no projeto e assim não atrasando o cronograma previamente estipulado. Mas para isso foi crucial a conversa inicial com os fornecedores para entender quais as estruturas que mais combinam com o projeto e com o objetivo geral. Essa proximidade com compras e com os fornecedores possibilita uma capacidade mais rápida de resposta a mudanças nas demandas do mercado ou na cadeia de suprimentos, principalmente para projetos de alta importância para o negócio, como este. Isso é crucial em indústrias dinâmicas e sujeitas a mudanças rápidas. Além disso, a proximidade permite um monitoramento mais eficaz da qualidade do material que estava sendo enviado, tanto para os testes como para o início da produção com a nova estrutura. Assim, garantindo que não teríamos um retrabalho por material fora da qualidade necessária, para isso a empresa permite que um técnico do fornecedor fique diariamente na fábrica para rapidez na resolução de possíveis problemas.

O apoio das demais áreas também foi de extrema importância para entregar uma embalagem que faça sentido em todos os quesitos. Os times de Manufatura, Qualidade, Manutenção e P&D de Embalagem foram cruciais para garantir que o novo material performasse com máxima otimização já mapeado para a linha, e que a embalagem entregasse os parâmetros de hermeticidade necessários para não prejudicar a qualidade do produto. Os times de P&D de Produto e Embalagem garantiram que a embalagem proposta protegesse as características do produto no tempo de validade já aprovado. Os times de Compras e Finanças garantiram que o projeto não impactasse negativamente na margem de lucro do produto. E, o time de Marketing, garantiu que a embalagem entregue ao consumidor estivesse de acordo com os padrões de brilho e aparência já aprovados. Assim, a colaboração entre áreas multifuncionais facilitou a coordenação e

comunicação entre diferentes partes do projeto e isso reduziu a probabilidade de mal-entendidos e garantiu rápidos alinhamentos em relação aos objetivos.

As estratégias para mapeamento dos riscos antes e durante o desenvolvimento do projeto também influenciaram positivamente na entrega dos objetivos. O mapeamento de riscos antes do início do projeto permitiu identificar possíveis ameaças e oportunidades que poderiam afetar o sucesso do projeto. Isso proporcionou uma base sólida para o planejamento. Também possibilitou a identificação antecipada de riscos ajudando na alocação adequada de recursos. Os riscos mais prováveis foram analisados com maior atenção e o time pode planejar e alocar recursos, como tempo e pessoal, de maneira mais eficiente. Com os riscos mapeados, foi possível entender quais as análises necessárias para tomada de decisões, o que foi crucial para a formulação de estratégias eficazes e a minimização de impactos negativos. Com o mapeamento durante o projeto e acompanhamento contínuo, o time pode responder ativamente aos riscos à medida que se materializam. Isso envolveu a implementação de estratégias de mitigação, como conversas com fornecedores e arranjo de tempo de linha com a demanda da fábrica, de forma que não impactasse o cronograma do projeto.

No final, o projeto proporcionou a entrega de uma embalagem reciclável para um produto de alto volume de venda que, em 2022, leva o símbolo de reciclagem com o número 5 na arte impressa, ou seja, além da possibilidade de reciclagem, os consumidores sabem podem incluir esse material na separação prévia do lixo e encaminhar esse material para o local adequado, considerando que materiais puros são mais fáceis de processar e reciclar. Porém não esquecendo as dificuldades que o Brasil enfrenta para reciclar esse tipo de material.

DIFICULDADES ENCONTRADAS

As principais dificuldades encontradas no desenvolvimento do projeto foram as barreiras logísticas, como garantir a quantidade de material na data e tempo necessários. Os fornecedores foram ajudaram com rápida resolução dos problemas e envio dos materiais, mas como a empresa é de grande porte, os materiais demoram para chegar e serem encontrados na cadeia de logística.

Além disso, foi necessário aprofundar todos os estudos além do habitual para garantir que a embalagem entregue iria ser suficiente para o produto. No quesito de proteção, conservação e aparência. Então todas as áreas tiveram que ser engajadas em

entregar o melhor para um projeto que, no ponto de vista financeiro, não traria benefícios em custo.

RECOMENDAÇÕES PARA OS TRABALHOS FUTUROS

Para futuros trabalhos, recomendo intensificar os esforços para engajar o time desde a ideia do projeto, se possível, realizar reuniões presenciais, enviar amostras, trazer fornecedores para apresentar soluções inovadoras, todas as estratégias possíveis para trazer o time multifuncional para entender a importância do projeto de sustentabilidade não apenas para o meio ambiente, mas também para a companhia. Importante desenvolver um material bem explicativo, com fotos, dados e documentos que estimulem todas as áreas a trabalhar de forma proativa no projeto, considerando toda a importância relacionada.

Importante iniciar a conversa com o fornecedor desde o início do projeto para mantê-lo próximo durante todo o desenvolvendo, então fazer reuniões com o fornecedor e até mesmo visitas para intensificar o engajamento com o projeto e encontrar diferentes estratégias para entregar o melhor produto possível.

Como um tópico citado, mas não aprofundado, recomendo focar na dificuldade em reciclar materiais flexíveis no Brasil, inclusive o polipropileno puro que foi utilizado neste projeto. Nos dias de hoje, a maioria das embalagens encontradas nos mercados são flexíveis e compostas por materiais de difícil reciclagem no processo atual brasileiro, o que leva a maioria a ser descartado em aterro mesmo após chegarem nas cooperativas de forma correta. Sendo assim, é necessário atenção ao tema e busca por estratégias que facilite a reciclagem de embalagens flexíveis no Brasil. Alternativas de novos materiais ou métodos otimizados de reciclagem abrangem diversos possíveis temas a serem aprofundados.

REFERÊNCIAS

Landim, A. P. M., Bernardo, C. O., Martins, I. B. A., Francisco, M. R., Santos, M. B., & Melo, N. R. SUSTENTABILIDADE QUANTO ÀS EMBALAGENS DE ALIMENTOS NO BRASIL. *Polímeros*, 26(número especial), 82-92, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/po/a/Mnh695j5cVys99xsSSx54WM/citation/?lang=pt&format=pdf> . Acesso em 17 de janeiro de 2023

Jorge, N. EMBALAGENS PARA ALIMENTOS. *Cultura Acadêmica: Universidade Estadual Paulista, Pró-Reitoria de Graduação*, 194 p, 2013. Disponível em: <http://www.santoandre.sp.gov.br/pesquisa/ebooks/360234.PDF> Acesso em 17 de janeiro de 2023

Marques, I. ESTRATÉGIAS DO DESIGN PARA A SUSTENTABILIDADE DA EMBALAGEM. 2015. 189 p. Universidade de Lisboa. Lisboa – PT. 2015. Disponível em: https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/24095/2/ULFBA_TES_917.pdf Acesso em 21 de fevereiro de 2023.

Souza, G. C. S. PLÁSTICOS UTILIZADOS NA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA, SEUS MALEFÍCIOS PARA A SAÚDE E PARA A SUSTENTABILIDADE: A TOXICIDADE DO BPA E A QUANTIDADE DE LIXO GERADO. 2021. 19 p. Centro Universitário de Brasília – UniCEUB. Brasília – DF. Brasil. 2021. Disponível em: <https://repositorio.uniceub.br/jspui/bitstream/prefix/15351/1/21703674.pdf> Acesso em 21 de fevereiro de 2023.

Souza, A.C., Benze, R., Ferrao, E.S., Ditchfield, C., Coelho, A.C.V., Tadini, C.C. CASSAVA STARCH BIODEGRADABLE FILMS: INFLUENCE OF GLYCEROL AND CLAY NANOPARTICLES CONTENT ON TENSILE AND BARRIER PROPERTIES AND GLASS TRANSITION TEMPERATURE. *LWT- Food Science and Technology*. 2012;46:110-117. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643811003458> Acesso em 21 de fevereiro de 2023

Brito, G.F., Agrawal, P., Araujo, E.M., Melo, T.J.A. BIOPOLÍMEROS, POLÍMEROS BIODERGRADÁVEIS E POLÍMEROS VERDES. Revista Eletrônica de Materiais e Processos [Internet] 2011;6(2):127-139. Disponível em: <http://www2.ufcg.edu.br/revista-remap/index.php/REMAP/article/view/222> . Acesso em 21 de fevereiro de 2023.

TIPOS DE PLÁSTICOS. Sindiplast - Sindicato da Indústria de Material Plástico, Transformação e Reciclagem de Material Plástico do Estado de São Paulo. Disponível em: <https://www.sindiplast.org.br/tipos-de-plasticos/> Acesso em 21 de fevereiro de 2023.

COMO ACONTECE A RECICLAGEM DE EMBALAGENS PLÁSTICAS?. Scudra. Disponível em: <https://www.scudra.com.br/blog/como-acontece-a-reciclagem-de-embalagens-plasticas/> Acesso em 21 de fevereiro de 2023.

Lewis, H., Gertsakis, J. DESIGN + ENVIRONMENT, A GLOBAL GUIDE TO DESIGNING GREENER GOODS. 1ª Edição. Spain: Greenleaf, 2001.

Mearian, L. EXECUTIVOS ESTÃO CONFIANTES NAS METAS DE SUSTENTABILIDADE, MAS ADMITEM QUE É NECESSÁRIO MAIS TRABALHO. 27 de dezembro de 2022. It Forum. Disponível em: <https://itforum.com.br/computerworld/executivos-estao-confiantes-nas-metas-de-sustentabilidade-mas-admitem-que-e-necessario-mais-trabalho/> Acesso em 22 de fevereiro de 2023.

Santomauro, A.C. ECONOMIA CIRCULAR : BOPP É RECICLÁVEL, MAS ENFRENTA PROBLEMAS. It Forum. 30 de Setembro de 2021. Disponível em: <https://www.plastico.com.br/economia-circular-bopp-e-reciclavel-mas-enfrenta-problemas/> Acesso em 22 de agosto de 2023.

Equipe eCycle. BOPP: PLÁSTICO QUE EMBALA DOCES E SALGADINHOS TEM RECICLAGEM? It Forum. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/bopp-plastico-que-emballa-doces-e-salgadinhos-tem-reciclagem/#:~:text=Reciclagem%20%C3%A9%20poss%C3%ADvel%2C%20mas%20h%C3%A1%20contradi%C3%A7%C3%B5es,-De%20acordo%20com&text=Apesar%20disso%2C%20o%20BOPP%20n%C3%A3o,ac>

erca%20das%20possibilidades%20de%20reaproveitamento. Acesso em 22 de agosto de 2023.

Desenvolvedor. O QUE É O BOPP E QUAIS AS VANTAGENS DE USAR EM SUAS EMBALAGENS. It Forum. Disponível em: <https://www.plasticospuma.com.br/blog/o-que-e-o-bopp-e-quais-as-vantagens-de-usar-em-suas-embalagens/>. Acesso em 22 de agosto de 2023.

Desenvolvedor. RECICLAGEM: OS TIPOS DE PLÁSTICO – NÚMEROS DE IDENTIFICAÇÃO E SEU USO. It Forum. Disponível em: <https://www.h2oje.com/2019/06/24/reciclagem-os-tipos-de-plasticos-numeros-de-identificacao-e-seu-uso/>. Acesso em 10 de outubro de 2023.

Desenvolvedor. MARCAS DE HIGIENE E BELEZA ESTÃO INVESTINDO MAIS EM EMBALAGENS SUSTENTÁVEIS. 05 de dezembro de 2022. <https://www.abre.org.br/sustentabilidade/marcas-de-higiene-e-beleza-estao-investindo-mais-em-embalagens-sustentaveis/>. Acesso em 10 de outubro de 2023.