

# **AValiação DO DESPERDÍCIO NO PROCESSO PRODUTIVO DE EMBALAGENS DOY PACK: POSSÍVEIS CAUSAS E SOLUÇÕES**

## **ASSESSMENT OF WASTE IN THE PRODUCTION PROCESS OF DOY PACK PACKAGING: POSSIBLE CAUSES AND SOLUTIONS**

Juliane Paula de Lima Pereira<sup>1</sup>  
Daniela de Lourdes A. C. S. Andrade<sup>2</sup>  
André Luís Simões Andrade<sup>3</sup>

### **RESUMO**

As embalagens plásticas flexíveis revolucionaram o setor de embalagens, em função da sua versatilidade, maior proteção, propriedade de barreira e transparência que possibilitaram sua aplicação nos mais diferentes segmentos da indústria. A fabricação dessas embalagens é relativamente complexa, dependendo do tipo, e envolve variáveis que vão desde o processo de transformação da matéria-prima ao produto pronto para comercialização, sendo frequente o desperdício e perdas no processo. Por isso, até chegar ao consumidor final esses invólucros passam por diversos testes visando garantir a qualidade, proteção do produto envasado e evitar perdas, dentre estes destaca-se o do Coeficiente de Atrito (COF), que mensura a força de atrito ao deslizar-se um material em uma superfície específica, e a determinação da espessura dos filmes e gramatura que pode ser determinante na escolha do material e sua aplicação. Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo identificar e avaliar as possíveis causas de desperdícios no processo produtivo de embalagens Doy Pack em uma empresa da região metropolitana de Recife e a partir desses dados elaborar um plano de ação visando redução dessas perdas. Para tanto, foi realizado o acompanhamento de um dos setores mais importantes da empresa, o de envase, analisando 30 amostras (bobinas) no período de 40 dias no turno da tarde. Durante período, foi determinado o COF, antes e após o envase, espessura e gramatura em amostras aleatórias dos filmes coletadas também no setor em análise. Por fim, foi elaborado um plano de ação visando colaborar na redução das perdas. De acordo com os resultados numéricos coletados na linha de produção, foi possível observar que o coeficiente de atrito pré processo de envase de maneira geral estava no range exigido no procedimento padrão da empresa, e que após passar pelo processo de envase, esse coeficiente aumentava, dificultando os deslizamentos dos filmes nas bobinas, e ocasionando perdas. Assim, observou-se a necessidade do controle constante do coeficiente de atrito, pois o mesmo, estando em conformidade, garante o deslizamento adequado dos filmes para embalagens Doy Pack, quanto menor o COF, mais fácil os filmes deslizam nas bobinas facilitando a produção, reforçando a importância do controle dessa grandeza física na fábrica. Os resultados de espessura e gramatura estavam dentro do especificado pela empresa, não necessitando de ajustes.

**Palavras-chave:** embalagens flexíveis; embalagens Doy Pack; resíduos de processo; coeficiente de atrito.

---

<sup>1</sup> Bacharelanda em Engenharia de Materiais pela Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica do Cabo de Santo Agostinho, 2022.

<sup>2</sup> Doutora em Engenharia de Processos pela Universidade Federal de Campina Grande, 2009.

<sup>3</sup> Doutor Ciência e Engenharia de Materiais pela Universidade Federal de Campina Grande, 2019.

## ABSTRACT

Flexible plastic packaging has revolutionized the packaging sector due to its versatility, greater protection, barrier properties, and transparency, which have enabled its application in the most different industry segments. The manufacturing of these packages is relatively complex, depending on the type, and involves variables ranging from the transformation process of the raw material to the product ready for commercialization, and waste and losses are frequent in the process. Therefore, before reaching the final consumer, these packages go through several tests aiming to ensure the quality, protection of the filled product and avoid losses. Among these tests is the Coefficient of Friction (COF), which measures the friction force when sliding a material over a specific surface, and the determination of film thickness and grammage, that can be decisive in application and the choice of material. In this context, the present work aimed to identify and evaluate the possible causes of waste in the production process of Doy Pack packaging in a company in the metropolitan region of Recife and based on this data, develop an action plan to reduce these losses. To this purpose, one of the most important sectors of the company, the filling sector, was monitored, analyzing 30 samples (spools) during a 40 days period in the afternoon shift. During this period, the COF was determined, before and after filling, grammage and thickness in random samples of the films also collected in the sector under analysis were determined. Finally, an action plan was developed to help reduce losses. According to the numerical results collected on the production line, it was possible to observe that the pre-filling friction coefficient was generally in the range required in the company's standard procedure, and that after going through the filling process, this coefficient increased, hindering the sliding of the films on the reels, and causing losses. Therefore, it was observed the need for constant control of the friction coefficient, since it, being in compliance, guarantees the proper sliding of the films for Doy Pack packaging, the lower the COF, the easier the films slide on the reels, facilitating production, reinforcing the importance of controlling this physical property in the plant. The thickness and grammage results were within the company's specifications, requiring no adjustments.

**Keywords:** flexible packages; Doy Pack packaging; process waste; coefficient of friction.

## INTRODUÇÃO

O uso de embalagens é uma realidade cada vez mais constante e indispensável nos diversos segmentos da indústria, tais como: alimentos, cosméticos e bebidas. As embalagens, rígidas ou flexíveis, podem ser produzidas com os mais diversos tipos de materiais, associados ou não entre si.<sup>1</sup> Entretanto, desde a Segunda Guerra Mundial os plásticos ganharam destaque, especialmente para produção de embalagens flexíveis por se tratar de um material bastante versátil, com propriedades interessantes tais como: elevada resistência mecânica e de barreira à

gases, vapor de água e/ou vapores orgânicos, dependendo do tipo de polímero utilizado em sua composição.<sup>1</sup>

Além de protetora, a embalagem pode ser vista como uma ferramenta de marketing para incentivar potenciais compradores a adquirir o produto. Ela deve atrair a máxima atenção do comprador e corresponder às exigências da marca e do consumidor em termos de propriedades e funcionalidade.<sup>3</sup>

As embalagens flexíveis são envoltórios maleáveis de fácil manuseio com espessura inferior a 250µm, onde podem ser acondicionados sólidos ou líquidos de distintos volumes, formatos e dimensões, e compostas de materiais

diversos, associados entre si ou não.<sup>2</sup> Alguns exemplos de embalagens flexíveis são: os sacos ou sacarias com duas ou três soldas, filmes encolhíveis (*shrink*), filmes esticáveis (*stretch*) para envoltório ou para amarração de carga na paletização, etc.<sup>3</sup>

É cada vez maior o emprego de embalagens flexíveis, devido ao aumento do uso de filmes e manufatura de melhores resinas que possibilitam a produção de filmes com uma ampla gama de aplicações. Essas aplicações são das mais diversas incluindo invólucros para as indústrias de cosméticos e de alimentos onde esses insumos atendem satisfatoriamente às demandas por embalagens acessíveis, atraentes, inovadoras e protetoras.<sup>3</sup>

As embalagens de plástico podem ser fabricadas na forma de embalagens simples como os pacotes a vácuo, ou de peças injetadas, mais sofisticadas e complexas.<sup>4</sup> Um exemplo dessas embalagens plásticas, são as do tipo Doy Pack, também conhecidas como Stand-up pouch (Figura 1).

Figura 1: Embalagem Doy Pack.



Fonte: Freepik, 2022.

Essas embalagens surgiram como uma inovação no setor que possibilitou a substituição das embalagens plásticas rígidas e do papel no acondicionamento de produtos não líquidos, reduziu o consumo de matéria-prima além de favorecer a reciclagem e reaproveitamento. Surgiu

também a partir dela a embalagem do tipo refil, um atrativo para o mercado consumidor em função de seu caráter sustentável para o acondicionamento de não líquidos e líquidos.

A embalagem Doy Pack ou Stand-Up Pouch, é um saco plástico flexível, que se destina a ficar de pé. Doy Packs são comumente usados para pós, molhos, preparados líquidos, produtos de higiene líquidos, bebidas prontas, etc. Eles podem ser envasados assepticamente ou em linhas de embalagens convencionais dependendo do produto a ser envasado.<sup>3</sup>

É por essa grande versatilidade das embalagens flexíveis que o Doy Pack se torna vantajosa para as indústrias, deixando o produto em posição vertical, possibilitando uma maior superfície de impressão, baixo custo além de ser um atrativo visual.<sup>6</sup>

Em termos econômicos, esse tipo de embalagem é muito interessante, pois requer teores menores de matéria-prima, demanda uso de poucos equipamentos, mão de obra reduzida no manuseio e proporciona economia de cerca de 25% na etapa de transporte e distribuição. Além disso, algumas dessas embalagens são desenvolvidas de modo a serem resseláveis ou refecháveis, fato esse interessante para o consumidor por evitar desperdícios e possibilitar utilizar praticamente 100% do produto envasado. Para indústria esse tipo de embalagem também se demonstra muito satisfatória.<sup>5</sup>

As embalagens Doy Pack são consideradas complexas por combinar dois ou mais materiais. Estes materiais são combinados por contra colagem com o objetivo de melhorar as propriedades específicas requeridas pelo produto a ser envasado, especialmente as de barreira que garantirá a proteção e integridade do produto envasado.

Ao embalar produtos por meio de Doy Pack, muitas indústrias utilizam-se do processo de envase para fazê-lo. As máquinas de envase ou enchimento são aquelas que dosam ou dispensam o produto

na embalagem. Em geral, essas máquinas, verticais, de envase são muito importantes para as linhas de produção das indústrias, sendo consideradas o coração do processo produtivo.<sup>7</sup>

A fabricação dessas embalagens é relativamente complexa, dependendo do tipo, e envolve variáveis que vão desde o processo de transformação da matéria-prima ao produto pronto para comercialização, sendo frequente o desperdício e perdas no processo. Por isso, até chegar ao consumidor final esses invólucros passam por diversas etapas visando garantir a qualidade e proteção do produto envasado.

Assim, para atender as demandas mercadológicas é de extrema importância que testes específicos para esse tipo de material sejam realizados, dependendo da sua aplicabilidade. Exemplos desses testes são os de barreira (permeação a gases e vapores à água, oxigênio, etc), permeação à gordura, resistência ao rasgo, à tração, à delaminação, à termossoldagem, de determinação da espessura (testes dimensionais), de vazamento, e principalmente de Coeficiente de atrito (Coefficient of friction - COF), ensaio que mensura a força de atrito ao deslizar-se um material em uma superfície.

Esses testes são realizados pelas empresas produtoras visando garantir a qualidade e integridade do produto envasado durante transporte, vida útil em prateleira e uso pelo consumidor. Também são utilizados como parâmetro para evitar possíveis desperdícios durante processo, em que a partir da coleta dos seus dados é possível traçar planos de ação fins minimizar possíveis perdas.

Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo identificar as causas de desperdícios no processo produtivo de embalagens Doy Pack em uma empresa da região metropolitana de Recife e elaborar um plano de ação visando redução dessas perdas.

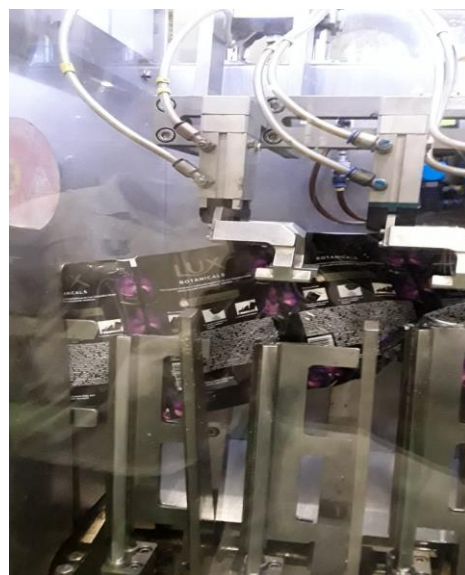
## **METODOLOGIA**

Esta pesquisa se caracteriza do ponto de vista metodológico como uma pesquisa experimental. Os modelos experimentais em pesquisa acadêmica podem ser definidos como a materialização de uma parte da realidade, por meio da representação simples de uma ocorrência recente ou antiga.<sup>8</sup>

A motivação para a realização desta pesquisa surgiu na identificação de um problema observado no período da realização do estágio, no qual foi identificado a geração em média de 2 toneladas/semestre de resíduos de bobinas dos filmes foco do estudo.

O estudo foi desenvolvido com as máquinas de embalagem Doy Pack (Figura 2), especificamente no setor de envase de empresa produtora de embalagens plásticas para acondicionamento de produtos do ramo da beleza, situada na região metropolitana de Recife.

Figura 2: Máquina de envase da fábrica analisado.



Fonte: A autora, 2022.

A embalagem Doy Pack produzida tem estrutura dupla sendo composta por polietileno tereftalato (PET) na sua camada externa e polietileno (PE) na interna, para facilitar a selagem. Inicialmente foi feito um acompanhamento do processo

produtivo analisando 30 amostras (bobinas) no período de 40 dias no turno da tarde. As atividades desenvolvidas ao longo do estudo estão descritas a seguir:

Inicialmente foram aplicados *brainstorming* com envolvidos no processo (operadores e fornecedores), para levantamento das possíveis causas de desperdícios na linha de produção de embalagens Doy Pack. Paralelamente foi realizada uma amostragem aleatória dos filmes nas linhas de produção para realização de ensaios de coeficiente de atrito (COF) e de determinação da espessura. Em seguida, as amostras foram ensaiadas, o COF foi determinado e os resultados tratados. Posteriormente, com base nas observações e resultados, foi traçado um plano de ação com metas e possíveis melhorias a serem implementadas na linha de produção visando reduzir os desperdícios. Por fim, o plano de ação foi aplicado e em seguida foi realizado o acompanhamento *in loco* para avaliar as mudanças resultantes da aplicação

A determinação do COF é de extrema importância e pode ser utilizada para especificar as propriedades de diversos materiais que durante sua aplicação serão submetidos a solicitações de fricção. Além disso, é particularmente interessante para filmes que são conformados em produto final em máquinas de embalagem e impressão. Os valores de COF também fornecem informações sobre a processabilidade e estrutura da superfície, o que é importante para determinar a capacidade de impressão dos filmes para embalagens.

A determinação do Coeficiente de Atrito ou Fricção (COF) das amostras foi realizada segundo norma ASTM D1894-01 (Static and Kinetic Coefficients of Friction of Plastic Film and Sheeting). As análises foram realizadas em um Medidor de Coeficiente de Atrito COF21 fornecido pela DMBR (Figura 3.) a temperatura ambiente, empregando bloco de arraste móvel com um plano de inox estacionário.



Figura 3: Medidor de Coeficiente de atrito COF21 utilizado.

Fonte: DMBR, 2022.

As amostras ensaiadas foram escolhidas com critério, visto que a norma dita que o filme utilizado não pode apresentar irregularidades e deve ser cuidadosamente manuseado para que a oleosidade dos dedos e outras sujidades não afetem as características da superfície. As amostras foram cortadas com o auxílio de tesoura no tamanho determinado (a base do carrinho ou trenó amostra média 70x70 mm por isso, foram cortados corpos de prova com 140 x 270 mm) e fixadas com o auxílio de fita adesiva no plano de inox e no bloco de arraste do equipamento. Os valores do coeficiente de atrito foram obtidos diretamente do equipamento relativo ao atrito filme/filme e filme/inox, utilizando a parte interna e externa do mesmo.

Para a determinação da espessura das amostras dos filmes foi empregado um Micrômetro digital da marca Mitutoyo (Figura 4). Foram realizadas medições em pelo menos 10 corpos de prova de 30 bobinas ao longo da direção transversal à de fabricação. Os corpos de prova foram mantidos em temperatura ambiente a 23°C e 50% da umidade relativa por um período mínimo de 48 horas antes das análises. Para a retirada dos corpos de prova foi desprezada as bordas dos filmes obtidos fins evitar irregularidades na superfície de medição, tais como rugas e vincos. Foram realizadas medições em 10 pontos

diferentes em cada amostra e calculada a média dos valores.

Figura 4: Micrômetro digital Mitutoyo



Fonte: Mitutoyo, 2022.

A gramatura também foi determinada, ela corresponde a medida de peso que representa a densidade em gramas por metro quadrado ( $\text{g/m}^2$ ), foram realizadas análises com corpos de prova de dimensões 10 x 10cm, retirados de todas as 30 bobinas com auxílio de estilete. As etapas de observação e coleta das amostras dos filmes foram realizadas durante um período de 40 dias, tempo esse necessário para garantir uma ampla amostragem e resultados reprodutíveis.

Após coleta, determinação e tratamento dos resultados, foi elaborado um plano de ação com base nessas informações, visando a redução dos problemas que estavam causando os gargalos e falhas no setor produtivo em estudo, e conseqüentemente a redução dos desperdícios.

O plano de ação foi então aplicado na linha de produção e posteriormente realizado um novo acompanhamento de modo a verificar se essa implementação foi eficiente resultando em redução dos desperdícios.

A seguir apresentamos uma sumarização das ações desenvolvidas durante esse estudo:

1. Levantamento inicial das possíveis causas/problemas na máquina de envase, observando principalmente a bobina e o filme responsável por proporcionar o deslocamento dos produtos para as embalagens, através

de *brainstorming* com operadores da linha e fornecedor.

2. Realização de testes para a confirmação das possíveis causas das falhas e acompanhamento dos colaboradores durante operação dos equipamentos, a fim de observar e determinar se as condutas operacionais contribuíam, juntamente com as máquinas, nas perdas.
3. Identificada as falhas, mediante os testes realizados, elaborou-se um procedimento técnico de condutas a ser seguido para evitar possíveis erros e desperdícios de tempo e materiais.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com um estudo focado durante 40 dias, foram realizados testes e acompanhamento na linha de produção *in loco*, ou seja, no Gemba. O Gemba é um conceito de origem japonesa que incentiva os gestores a visitar o local onde as atividades que geram valor realmente acontecem.<sup>7</sup>

Através dos resultados numéricos coletados na linha de produção foi possível observar que o coeficiente de atrito antes da entrada no processo de envase geralmente estava no range exigido no procedimento padrão da empresa (frente entre 0,100 - 0,350 e verso entre 0,100 - 0,400).

Durante análise no Gemba, analisou-se o atrito dos filmes nas máquinas. Desde o princípio, verificou-se que o manuseio no laboratório durante o ensaio de atrito não era confiável, pois os analistas realizavam o corte do corpo de prova com tesoura, resultando em rebarbas. Essa situação foi considerada crítica, visto que o contato direto das mãos com os corpos de prova e o corte impreciso, estavam ocasionando defeitos de corte e contaminação podendo ocasionar um falso resultado.

Como solução, foi sugerido que os analistas passassem a utilizar um estilete retrátil, o que proporcionou maior segurança para o corte do gabarito, além de

evitar o contato direto com as mãos e a deposição de sujidades ou gordura.

Foi observado que as máquinas de embalagem automáticas lineares para envelopes pré-fabricados (Doy Pack) para enchimento e vedação de sachês não conseguiam consumir toda a bobina, gerando sobras ou resíduos de filmes.

Assim, logo nas primeiras observações percebeu-se que a operação estava em não conformidade pois os operadores não seguiam os parâmetros da máquina e desconheciam a importância e função destes. De modo geral, em termos operacionais foi observada falta de padronização nas operações.

Infelizmente, essa falha técnica, aparentemente irrelevante aos operadores, pode ocasionar grandes falhas ao longo do tempo, implicando em perdas de materiais e prejuízos financeiros para a empresa. Segundo Nunes (2018), para melhorar o desempenho do processo é necessário melhorar os objetivos operacionais, ou seja, existe uma relação direta entre os aspectos internos no desempenho das operações.<sup>5</sup>

Outra observação relevante que foi realizada, foi a condição do Chiller (Figura 5) usado na produção. Os Chillers são sistemas que refrigeram a linha para que o filme consiga ficar alinhado para o corte devido. Em geral, para que sua eficiência seja satisfatória, o ideal é que o resfriamento proporcionado por este equipamento esteja em temperaturas entre 8°C – 12°C, para evitar futuros danos. Assim, a importância do Chiller para as máquinas industriais reflete diretamente no produto final da produção.<sup>8</sup>

Figura 5: Exemplo de Chiller.



Fonte: CMR Correias, 2022.

Ao observar os Chiller, verificou-se que a temperatura apresentava uma medida de 20°C acima da temperatura máxima padrão. Essa temperatura é muito prejudicial para a produção, visto que pode comprometer o funcionamento das máquinas, e, conseqüentemente a produtividade.

Além disso, em geral, à medida que o meio da bobina se aproximava gerava dificuldades de rodar a máquina, resultando em paradas que ao final contabilizavam em torno de 2h/turno/dia/máquina, o que ocasionava perdas como: desperdício de matéria prima, horas de retrabalho, perdas de horas máquina, e redução de produtividade.

Assim, identificou-se a necessidade de se avaliar quais seriam as causas para esse desperdício de tempo e material vivenciado pela produção desta empresa, a fim de propor ajustes que pudessem sanar, ou minimizar os erros, para que pudessem produzir mais com menos prejuízos.

Como medida advinda do plano de ação, a solução sugerida foi a implantação de um *check-list*, para o acompanhamento dos principais parâmetros de produção, dentre eles a temperatura real do Chiller. Além disso, os operadores foram orientados a caso seja observado alguma não conformidade, efetuarem uma sinalização imediatamente ao setor de qualidade e aos técnicos de produção de modo a resolver o problema antes de agravar.

Em um terceiro momento, identificou-se o desalinhamento das bobinas, ocorridos antes de serem colocadas no processo de produção. A solução proposta foi a devolução ao fornecedor, evitando com isso o atraso na produção e problemas com a máquina.

Aplicados esses passos, foi possível para todos os envolvidos (estagiária, fornecedor, operadores e coordenador) no processo produtivo, identificar e avaliar os possíveis gargalhos e falhas de modo a traçar metas fins eliminá-los ou mitigá-los. Abaixo estão listadas as principais causas identificadas:

- Excesso de tensionamento (rugos de tensionamento e ondulações) - como resultado ocorre interferência na leitura do sensor da fotocélula, causando falha no desbobinamento;
- Folga no embobinamento (falta de tensionamento no final do filme) - sem o ajuste adequado, a folga também pode ocasionar falhas.
- Bobina desalinhada - esse desalinhamento, faz com que ao longo do tempo de produção a bobina passe a não entregar toda a sua produtividade levando a falhas no processo.
- Vício operacional - esse fato ocorre quando o operador da máquina não quer perder tempo rodando uma sobra que leva 30 min de produção, enquanto uma bobina cheia leva horas para acabar.
- Coeficiente de atrito elevado - significa que o corpo de prova possui uma força de atrito maior do que a bobina que puxa o filme, o que causa resistência do produto a ser envasado, causando paradas por enroscamento do filme dentro da máquina.

Com base nessa análise, e identificadas as possíveis causas das falhas, verificou-se que a análise específica do filme e de suas condições físicas poderiam contribuir nas soluções para os processos

desenvolvidos no setor produtivo, fato que se confirmou como demonstra os resultados a seguir.

A escolha pela avaliação do COF se deu devido a identificação do problema de deslizamento dos filmes nas bobinas, que ocasionava paradas no processo de envase por haver resistência no movimento da embalagem dentro da máquina. Assim, a análise do COF foi importante para compreender os motivos das paradas.

O COF, foi obtido através dos registros de dados experimentais como a força estática e força dinâmica, e, portanto, coeficiente dinâmico e estático. Todos os dados foram obtidos diretamente através do equipamento como mostra a Figura 6 onde um desses registros está ilustrado.

Figura 6: Registro dos dados experimentais fornecidos pelo equipamento de medição do atrito.

CORPO DE PROVA	
01 - FORÇA ESTÁTICA	= 0.088 kgf
01 - FORÇA DINÂMICA	= 0.075 kgf
01 - COF ESTÁTICO	= 0.438
01 - COF DINÂMICO	= 0.373
FORÇA ESTÁTICA MÉDIA	: 0.088 kgf
COF ESTÁTICO MÉDIO	: 0.438
FORÇA DINÂMICA MÉDIA	: 0.075 kgf
COF DINÂMICO MÉDIO	: 0.373

Fonte: A autora, 2022.

Com essas análises, foi possível obter os valores de COF, principalmente o dinâmico médio, dos filmes ao passarem nas bobinas de frente e verso. Nas tabelas 1 e 2 estão apresentados esses valores, antes de entrar na linha de envase e após metade da bobina ser consumida.

Tabela 1: Medida de COF dinâmico médio dos filmes antes de entrar na linha

Bobina	(continua)	
	COF Frente	COF Verso
01	0,240	0,398
02	0,270	0,378
03	0,255	0,357



Tabela 1: Medida de COF dinâmico médio dos filmes antes de entrar na linha

(conclusão)		
<b>Bobina</b>	<b>COF Frente</b>	<b>COF Verso</b>
04	0,259	0,373
05	0,285	0,398
06	0,266	0,387
07	0,298	0,350
08	0,236	0,347
09	0,275	0,382
10	0,248	0,355
11	0,294	0,369
12	0,288	0,370
13	0,295	0,389
14	0,294	0,357
15	0,253	0,339

Fonte: A autora, 2022.

A especificação exigida no procedimento padrão da empresa para os valores de COF é de 0,100 – 0,350 frente e 0,100 – 0,400 verso, portanto, de acordo com os resultados, a medida do COF antes de entrar na linha está dentro da especificação.

À medida que as operações se aproximavam da metade da bobina, foi observado que o coeficiente de atrito do verso aumentava conforme valores observados na tabela 2.

Tabela 2: Medidas de COF dinâmico médio após metade da bobina ser consumida

<b>Bobina</b>	<b>COF Frente</b>	<b>COF Verso</b>
01	0,255	0,688
02	0,286	0,515
03	0,292	0,600
04	0,284	0,706
05	0,300	0,595
06	0,296	0,612
07	0,279	0,704
08	0,288	0,588
09	0,291	0,497
10	0,256	0,603
11	0,295	0,677
12	0,289	0,624
13	0,297	0,589
14	0,299	0,512
15	0,267	0,597

Fonte: A autora, 2022.

Ao analisar os dados de COF da tabela 2 observamos aumento em alguns pontos em mais de 180%, algo inaceitável para o processo. Buscou-se então as possíveis causas e verificou-se que o armazenamento das bobinas não era realizado em ambiente climatizado, chegando a registrar uma temperatura de até 33°C. Essa temperatura alta pode representar um fator crítico em COF para filmes, isso porque, mesmo sendo uma variável externa, pode causar interferência na irregularidade da superfície de contato no material. Como o coeficiente de atrito está relacionado com o peso do material e com a superfície de contato, quanto maior a irregularidade da superfície de contato (que pode ser causada pelo aumento da temperatura), maior será o COF dinâmico/cinético, o que pode resultar em dificuldade de funcionamento das bobinas, atrasando a produção.

Nas tabelas 3 e 4 estão apresentadas as medidas de COF após a implementação das ações no início da bobina.

Tabela 3: Medidas de COF dinâmico médio após a implementação das ações no início da bobina.

<b>Bobina</b>	<b>COF Frente</b>	<b>COF Verso</b>
01	0,248	0,312
02	0,235	0,298
03	0,229	0,300
04	0,266	0,333
05	0,283	0,289
06	0,244	0,285
07	0,251	0,302
08	0,246	0,336
09	0,252	0,329
10	0,275	0,346
11	0,259	0,355
12	0,263	0,372
13	0,271	0,340
14	0,249	0,338
15	0,257	0,329

Fonte: A autora, 2022.

Tabela 4: Medidas de COF dinâmico médio após a implementação das ações no meio da bobina.

<b>Bobina</b>	<b>COF Frente</b>	<b>COF Verso</b>
01	0,250	0,309
02	0,238	0,311
03	0,233	0,308
04	0,266	0,330
05	0,289	0,288
06	0,245	0,290
07	0,250	0,310
08	0,246	0,337
09	0,252	0,329
10	0,277	0,347
11	0,259	0,358
12	0,266	0,376
13	0,274	0,341
14	0,251	0,333
15	0,258	0,340

Fonte: A autora, 2022.

Após a aplicação das ações propostas, observou-se uma redução significativa na interrupção do funcionamento da máquina, e quando estas ocorreram, o tempo dessas interrupções foi reduzido de 2h para 20 minutos em média, os coeficientes de atrito frente e verso, passaram a apresentar resultados mais controlados. Além disso, um fato muito relevante a se considerar, foi que a partir da implementação das mudanças a bobina passou a ser consumida em sua totalidade pela máquina reduzindo os desperdícios de material.

Diante dos resultados e de como o procedimento para a realização dos ensaios de COF poderiam interferir nos mesmos, foi proposto a padronização dos procedimentos da realização do ensaio através de uma sinalização no formato de fluxograma explicativo colocado próximo ao equipamento de análise, conforme passos a seguir:

1. Ligar o equipamento e aguardar 15 minutos antes de iniciar a análise.
2. Cortar as amostras fazendo uso dos gabaritos e estiletos retráteis.
3. Prender a parte maior de cada amostra na base, posicionando a barra de sustentação, a menor no carrinho acoplando junto da amostra maior.

4. Iniciar a análise apertando “Enter”.
5. Clicar em “F2”;
6. Clicar em “F1”;
7. Efetuar a leitura da amostra até o fim da análise;
8. Retirar o corpo de prova, clicar em “Enter” para que o carrinho volte para o ponto inicial.
9. Clicar em “Enter” novamente.
10. Clicar em “F3”.
11. Clicar em “Esc” (aparecerá a mensagem “Imprimir resultado”).
12. Clicar em “Enter” e extrair o resultado.
13. Para começar uma nova análise, colocar novas amostras e clicar em “F2” e “F1” para nova leitura.
14. Caso os ensaios tenham sido concluídos, desligar o equipamento.

Na tabela 5 estão apresentados os resultados de gramatura das amostras.

De acordo com os resultados obtidos, os valores para todas as amostras variaram entre 112 e 122g/m<sup>2</sup>, evidenciando que todas estavam dentro da especificação da empresa, ou seja, entre 111 – 145g/m<sup>2</sup>.

Tabela 5: Medidas da gramatura

<b>Bobina</b>	<b>Gramatura (g/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Bobina</b>	<b>Gramatura (g/m<sup>2</sup>)</b>
01	116,5	16	118,2
02	119,0	17	114,3
03	118,2	18	116,5
04	113,1	19	117,1
05	112,0	20	118,0
06	118,9	21	118,0
07	119,3	22	118,5
08	117,3	23	117,0
09	117,0	24	121,3
10	118,3	25	120,4
11	121,1	26	122,9
12	122,3	27	115,0
13	120,4	28	118,6
14	120,6	29	112,4
15	119,3	30	116,3

Fonte: A autora, 2022.

Medir e avaliar a gramatura da embalagem flexível é fator estratégico na

redução de custos e manutenção da competitividade. De posse dessa informação é possível escolher adequadamente o material para a embalagem, garantindo o melhor rendimento e atendendo as necessidades do produto.<sup>2</sup>

A avaliação da gramatura afeta a segurança tanto das embalagens flexíveis quanto dos produtos. Ela auxilia na escolha do material mais indicado, contribuindo para a redução de custos e um processo produtivo mais eficiente, além de facilitar as operações logísticas e, evidentemente, a entrega de um produto de qualidade ao consumidor.

Nas tabelas 6 e 7 estão apresentados os resultados de espessura das amostras dos filmes estudados.

De acordo com os padrões definidos pela empresa, a especificação exigida nos procedimentos dita que a espessura ideal é de 114 $\mu\text{m}$  em média, como mínimo de 103 $\mu\text{m}$  e máximo de 125 $\mu\text{m}$ . De acordo com as médias dos resultados obtidos a espessura dos filmes estão dentro da especificação.

Tabela 6: Medidas de espessura das bobinas ( $\mu\text{m}$ ).

<b>Bobina</b>	<b>Média</b> ( $\mu\text{m}$ )	<b>Bobina</b>	<b>Média</b> ( $\mu\text{m}$ )
01	116	16	119
02	118	17	119
03	114	18	118
04	117	19	119
05	116	20	117
06	116	21	118
07	117	22	119
08	119	23	118
09	118	24	117
10	115	25	116
11	116	26	118
12	117	27	119
13	116	28	117
14	118	29	117
15	116	30	119

Fonte: A autora, 2022.

Tabela 7: Medidas de espessura das bobinas ( $\mu\text{m}$ ).

<b>Bobina</b>	<b>Média</b> ( $\mu\text{m}$ )	<b>Bobina</b>	<b>Média</b> ( $\mu\text{m}$ )
31	114	46	118
32	113	47	117
33	113	48	116
34	114	49	116
35	112	50	118
36	115	51	117
37	114	52	117
38	114	53	118
39	113	54	115
40	114	55	115
41	113	56	117
42	113	57	118
43	116	58	118
44	114	59	115
45	115	60	116

Fonte: A autora, 2022.

Outro fato observado nas bobinas, foi a identificação de emendas. Nessa perspectiva, foi investigado a origem dos filmes utilizados, e verificou-se que a empresa estava utilizando dois filmes de poliéster de fornecedores diferentes, e, portanto, um fornecedor atendia à especificação e o outro não.

Na tentativa de solucionar todas as problemáticas levantadas e acima descritas, foram sugeridas as seguintes metas:

- Armazenar as bobinas na parte baixa (funda) do armazém, a fim de reduzir a temperatura, uma vez que o custo é alto para climatizar.
- Garantir que o filme poliéster seja oriundo de fornecedor único.
- Implementar *check-list* que contemple a observação da temperatura do Chiller, limpeza dos bicos de envase, a condição da faca de corte e condição das bobinas para garantir o cumprimento dos parâmetros básicos da máquina.
- Mudança na ferramenta de corte do corpo de prova, passando para o uso de estilete retrátil.

Por fim, a partir dos resultados, criou-se uma sequência de procedimentos para serem adotados pelos operadores preenchimento de *check-list*, ronda da qualidade focada no desempenho da máquina e no feedback dos operadores no início e final do turno, controle do armazenamento das bobinas, principalmente quanto à temperatura, a fim de minimizar as falhas no envase de embalagens Doy Pack, etc.

## CONCLUSÃO

Através do acompanhamento do setor produtivo do envase foi possível identificar as causas de desperdício no setor produtivo e falhas de processo.

O corte das amostras para determinação do COF era feito de forma inadequada e sem um padrão. Dentre as principais falhas observadas, verificou-se que os operadores não realizavam o manuseio técnico devido da máquina, os filmes das bobinas eram de diferentes fabricantes, o que ocasiona paradas. Além disso, o arrefecimento das máquinas não era eficiente. Tais fatores resultavam na elevação do coeficiente de atrito no meio do processo e no conseqüente, travando a operação.

A fim de sanar esses problemas, foram propostas ações, como a regulação dos fornecedores de filmes, o arrefecimento natural das máquinas com o armazenamento em lugares mais fresco, evitar o manuseio inadequado dos filmes, implementação de *check-list* para o controle dos parâmetros e processos necessários.

A gramatura e espessura se mostraram dentro do padrão estabelecido. Observou-se que após implementação das ações houve uma redução significativa nas paradas e no desperdício de material das bobinas.

Com a implementação das ações, o coeficiente de atrito teve uma redução, ficando mais estabilizado, e dentro do padrão estabelecido, o que proporcionou um maior controle das falhas, melhorando a

produção. Estes resultados reforçaram a importância do controle dessa grandeza física no chão de fábrica.

Quanto a espessura, todos os filmes estavam dentro do padrão especificado pela empresa.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus pela oportunidade de estudar em uma universidade pública de qualidade, aos meus familiares que me apoiaram nesta jornada acadêmica, em especial meu esposo Aldo e minha filha Laura. A professora Daniela Andrade pela orientação compartilhamento de conhecimentos no processo da graduação. Ao professor André Luís Andrade pela colaboração técnica. A todos os envolvidos com o trabalho de modo direto e indireto que contribuíram para que o mesmo pudesse ser realizado.

## REFERÊNCIAS

- 1 COSTA, M. F. S. **O Controle da qualidade analítico de embalagens plásticas flexíveis**. 2014. Dissertação (Mestrado integrado em Engenharia Biológica) – Escola de Engenharia, Universidade do Minho, Braga (PT), 2009. Disponível em: <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/35555> Acesso em: 20 jun. 2022.
- 2 SARANTÓPOULOS, C. I. G. L. et al. **Embalagens plásticas flexíveis: principais polímeros e avaliação de propriedades**. Campinas: CETEA/ITAL, 2017. v. 1, 267 p.
- 3 ANYADIKE, N. **Embalagens flexíveis**. São Paulo: Blucher, 2010. 154 p.
- 4 PALET, J. S. C. **Alterações físico-químicas e microbiológicas num produto à base de tomate embalado**

- em Doy Pack, ao longo do tempo de prateleira.** 2012. Dissertação (Mestrado em Tecnologia e Segurança Alimentar) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Faculdade Nova de Lisboa, Lisboa (PT). Disponível em: <http://hdl.handle.net/10362/9122> Acesso em: 20 jun. 2022.
- 5 COLTRO, L. *et al.* Avaliação do Efeito do Transporte no Desempenho de Embalagem Tipo Stand-up Pouch para Produtos Líquidos. **Polímeros**, v. 12, n. 2, p. 69–75, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0104-14282002000200005> Disponível em: <https://www.scielo.br/j/po/a/5nPCJYzvm49nLVLfSTSXggq/?lang=pt&format=html> Acesso em: 20 jun. 2022
- 6 CASTRO, A. G.; POUZADA, A. S. **Embalagens para a Indústria Alimentar.** Instituto Piaget – Ciência e Técnica, 2004.
- 7 NUNES, J. L. T. *et al.* Melhoria do processo produtivo por meio de otimização de processo de envase. **Anais da Engenharia de Produção**. v. 2, n. 1, p. 105-122, 2018. Disponível em: <https://uceff.edu.br/anais/index.php/engprod/article/view/202> Acesso em: 20 jun. 2022.
- 8 FERREIRA, L. M.; HOCHMAN, B.; BARBOSA, M. V. J. Modelos experimentais em pesquisa. **Acta Cirúrgica Brasileira**, v. 20, p. 28-34, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-86502005000800008> Disponível em: <https://www.scielo.br/j/acb/a/DcWRbdScdZrY8RXfR7cMM3B/abstract/?lang=pt> Acesso em: 20 jun. 2022.
- 9 MARIANO, A. Gemba: o que é, como funciona e como aplicar na sua indústria. **Nomus Blog Industrial.** 2021. Disponível em: <https://www.nomus.com.br/blog-industrial/gemba/> Acesso em: 20 jun. 2022
- 10 PANSARDI, A. T. **Estudo de um programa de CCM em uma máquina de refrigeração CHILLER.** 2012. Monografia (Especialização em Engenharia da Confiabilidade Aplicada à Manutenção) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/18641> Acesso em: 20 jun. 2022.