



UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA
VICTOR BERTI TIMM

**ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO DE ADITIVO *ANTI-BLOCKING* EM FILMES
PLÁSTICOS FLEXÍVEIS DE POLIETILENO EXTRUDADOS COM APARAS DE
*STRETCH***

Tubarão-SC
2019



UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA
VICTOR BERTI TIMM

**ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO DE ADITIVO *ANTI-BLOCKING* EM FILMES
PLÁSTICOS FLEXÍVEIS DE POLIETILENO EXTRUDADOS COM APARAS DE
*STRETCH***

Relatório Técnico/Científico apresentado ao Curso de Engenharia Química da Universidade do Sul de Santa Catarina como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Química.

Prof. Dr. Marcos Marcelino Mazzucco (Orientador)

Tubarão-SC

2019

VICTOR BERTI TIMM

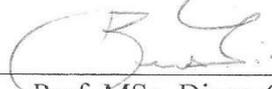
ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO DE ADITIVO *ANTI-BLOCKING* EM FILMES
PLÁSTICOS FLEXÍVEIS DE POLIETILENO EXTRUDADOS COM APARAS
DE *STRETCH*

Este relatório técnico/científico foi julgado adequado à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Química e aprovado em sua forma final pelo Curso de Graduação em Engenharia Química da Universidade do Sul de Santa Catarina.

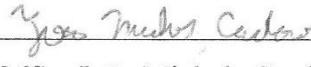
Tubarão, 27 de novembro de 2019.



Prof. Dr. Marcos Marcellino Mazzucco (Orientador)
Universidade do Sul de Santa Catarina



Prof. MSc. Diogo Quirino Buss (Avaliador)
Universidade do Sul de Santa Catarina



Prof. MSc. João Michels Cardoso (Avaliador)
Universidade do Sul de Santa Catarina

Dedico este trabalho aos meus pais, e a todos que me ajudaram ao longo da minha trajetória acadêmica, por todo o apoio e suporte prestados de bom grado.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus, meu companheiro eterno de todas as caminhadas, sempre presente me guiando pelas esquinas da vida e me mostrando o que meus olhos muitas vezes não foram capazes, por si só, de ver.

Agradeço aos meus pais Rosane e Marcelo, minha namorada Beatris, meus parentes e familiares pelo grande apoio fornecido em todos os momentos de necessidade em minha vida. Agradeço pelos ensinamentos que aprendi com eles, coisas que não se aprende na escola ou na faculdade, mas apenas com a família, bem maior do ser humano.

Agradeço aos meus amigos que ao longo desses 5 anos da nossa jornada acadêmica, podemos compartilhar nossas dificuldades, conhecimentos, e ajudar-nos mutuamente até alcançar o resultado esperado.

Agradeço aos professores que se fizeram presentes, ensinaram verdadeiramente e se esforçaram para nos ver alcançar o resultado almejado, é muito gratificante quando você sabe que tem alguém ali que está disposto a fazer de tudo para torná-lo uma pessoa tão capaz o quanto ela, esses sim são os verdadeiros mestres que tornam o mundo um lugar melhor.

Agradeço especialmente aos meus orientadores, tanto acadêmico, quanto de campo, pela ajuda prestada e o bom esforço para conclusão desse trabalho, contribuindo de forma significativa para conclusão desse estudo.

Agradeço a você que está lendo este trabalho e espero que ele lhe seja útil de alguma forma.

A todos o meu muito obrigado!

“Veni, vidi, vici” (Júlio César).

RESUMO

Este projeto visa analisar diferentes formulações químicas para extrusão de filmes plásticos tubulares em relação a sua característica final de bloqueio, bem como a viabilidade e custos das mesmas. No cenário da indústria plástica brasileira atual, tem-se um elevado número de produtos e embalagens plásticas já utilizadas que perderam sua função e tornaram-se inutilizáveis para sociedade, sendo classificadas como resíduos. Os resíduos são um grande problema ambiental que precisam de grande atenção da sociedade, sendo imprescindível o desenvolvimento de meios que os tornem úteis novamente e possibilitem sua recuperação. No setor plástico existe grande variedade de aparas, denominação essa que se dá aos filmes plásticos que perderam sua utilidade. Uma dessas classes de aparas são as originadas de *stretch*, material polimérico que pode ser oriundo de diferentes matérias primas. No entanto, por fornecer características de bloqueio à embalagens plásticas quando suas aparas são acrescidas à extrusão de filmes tubulares, se torna inviável utiliza-lo em grande quantidade. Assim, surge a necessidade do acréscimo de um aditivo que remova ou reduza significativamente essa característica de bloqueio do filme. Esses aditivos já existem no mercado e são conhecidos popularmente com aditivos *anti-block*. Desta forma, foram formuladas diferentes misturas de resinas plásticas virgens de PEBD e PEBDL, aparas de *stretch* e aditivo *anti-block*, estas encaminhadas para extrusão e posterior teste de *blocking*. Por fim, foi feita a classificação das amostras obtidas de acordo com seu nível de bloqueio e uma comparação de custos entre formulações sem aditivo e com aditivo *anti-block*. Algumas amostras se apresentaram com resultados excelentes quando comparadas com filmes com percentuais de *stretch* atuais da indústria, sendo então sugerido sua prática.

Palavras-chave: *Anti-block*. Polietileno. *Stretch*.

ABSTRACT

This project aims to analyze different chemical formulations for extrusion of tubular plastic films in relation to their final blocking characteristics, as well as their viability and costs. In the scenario of the current Brazilian plastic industry there is a high number of already used plastic products and packaging that have lost their function and became unusable for society, being classified as waste. Waste is a major environmental problem that needs the great attention of society, and it is essential to develop means that make them useful again and enable their recovery. In the plastic sector there is a wide variety of chips, which is the name given to plastic films that have lost their usefulness. One of these classes of chips are those originated from stretch, polymeric material that can come from different raw materials. However, as it provides blocking characteristics to plastic packaging when its chips are added to the extrusion of tubular films, it is impracticable to use it in large quantities. Thus the need arises for the addition of an additive that removes or significantly reduces this blocking feature of the film. These additives already exist in the market and are popularly known with Antiblock additives. Thus, different mixtures of virgin LDPE and LLDPE plastic resins, stretch chips and Antiblock additive were formulated, which were sent for extrusion and subsequent blocking test. Finally, the obtained samples were classified according to their block level and a cost comparison between formulations without additive and with Antiblock additive. Some samples presented with excellent results when compared to currently extruded films with stretch percentages, in the industry, so its practice was suggested.

Keywords : Anti-block. Polyethylene. Stretch.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Fórmula estrutural do etileno	18
Figura 2 - Cadeias poliméricas	18
Figura 3 - Fórmula estrutural EVA.....	22
Figura 4 – <i>Anti-block</i> de talco.....	24
Figura 5 – <i>Anti-block</i> de Sílica sintética.....	24
Figura 6 – <i>Anti-block</i> de Amida orgânica.....	25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dureza dos aditivos.....	25
Tabela 2 – Amostras e teor de bloqueio antes e depois do ensaio de <i>blocking</i>	37
Tabela 3 – Custos das matérias-primas	39
Tabela 4 – Custos de misturas	41

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
1.1	JUSTIFICATIVA E PROBLEMA	13
1.2	HIPÓTESES SECUNDÁRIAS	14
1.3	OBJETIVOS	14
1.3.1	Objetivo geral	14
1.3.1.1	Objetivos específicos.....	14
1.4	RELEVÂNCIA AMBIENTAL, SOCIAL E CIENTÍFICA	15
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	17
2.1	MATERIAIS E PROCESSOS DE PRODUÇÃO DE FILMES PLÁSTICOS FLEXÍVEIS	17
2.1.1	Polietileno.....	18
2.1.2	Extrusão	20
2.1.3	Filme <i>Stretch wrap</i>	21
2.1.4	Aglutinação	23
2.1.5	<i>Anti-block</i>.....	23
3	MATERIAIS E MÉTODOS	28
3.1	CARACTERÍSTICAS DA PESQUISA REALIZADA	28
3.2	HIPÓTESES SECUNDÁRIAS E VARIÁVEIS	28
3.3	MATERIAIS UTILIZADOS E ETAPAS	29
3.3.1	Equipamentos	29
3.3.2	Materiais	30
3.3.3	Etapas.....	30
3.3.3.1	Processo de formulação de matérias-primas	31
3.3.3.2	Processo de aglutinação.....	31
3.3.3.3	Processo de extrusão.....	32
3.3.3.4	Processo de análise	33
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	34
4.1	AMOSTRA 1	34
4.2	AMOSTRA 2	34
4.3	AMOSTRA 3.....	35
4.4	AMOSTRA 4.....	36

4.5	AMOSTRA 5	36
4.6	AMOSTRA 6	37
4.7	SÍNTESE GERAL	37
4.8	RELAÇÃO DE CUSTOS	39
5	CONCLUSÃO	42
	REFERÊNCIAS	43
	ANEXOS	45
	ANEXO A – FICHA TÉCNICA DO PEBDL BRASKEM	46
	ANEXO B – FICHA TÉCNICA DO PEBD DOW	47
	ANEXO C – FICHA TÉCNICA DO ADITIVO ANTI-BLOCKING PROCOLOR	49
	ANEXO D – STANDARD TEST METHOD FOR BLOCKING LOAD OF PLASTIC FILM BY THE PARALLEL PLATE METHOD – ASTM D3354 – 15	51
	ANEXO E – FILME STRETCH WRAP	52
	ANEXO F – AGLUTINADOR E EXTRUSORA	53
	APÊNDICES	54
	APÊNDICE A – APARAS AGLUTINADAS DE STRETCH	55
	APÊNDICE B – RESINA DE PEBDL BRASKEM HF2007	56
	APÊNDICE C – RESINA DE PEBD DOWLEX 206M	57
	APÊNDICE D – MASTERBACH ANTI-BLOCKING PROCOLOR	58
	APÊNDICE E – MISTURA PARA EXTRUSÃO AMOSTRA 1	59
	APÊNDICE F – FILME EXTRUDADO AMOSTRA 6	60
	APÊNDICE G – AMOSTRAS CORTADAS DE ACORDO COM GABARITO PARA TESTE DE BLOCKING	61
	APÊNDICE H – ESTUFA UTILIZADA NO ENSAIO DE BLOCKING	62

1 INTRODUÇÃO

De acordo com a ABIPLAST (2018), com mais 12 mil empresas do setor de transformação e reciclagem do plástico, e mais de 322 mil profissionais envolvidos, este vem sendo um dos setores de grande influência da economia brasileira. Sendo a produção e o consumo consciente, fatores que demandam novas aplicabilidades que agreguem maior valor aos produtos transformados.

Nesse cenário, nascem os aditivos que permitem o acréscimo de novas propriedades ou melhora das características já existentes nos materiais plásticos. Dentre as mais diversas está a de adesão de uma parede sobre a outra em filmes e sacos plásticos, principalmente quando se utilizam na formulação aparas oriundas de filme *stretch*, que nada mais são que resíduos transformados para nova utilização, que possuem alta propriedade de adesão.

Nem sempre essa propriedade de adesão é bem vista, pois quando o material será utilizado para produção de embalagens plásticas flexíveis, se deseja que as paredes não estejam grudadas umas as outras para facilitar o processo de abertura desta. Com essa premissa, foram criados os aditivos com propriedades *anti-blocking* que removem a alta capacidade de adesão das paredes desses materiais.

Sendo que cada vez mais materiais plásticos são produzidos no país, faz-se necessário sua reutilização e reciclagem, visando o bem ambiental e por consequência social. De acordo com esse viés, o presente trabalho vem analisar a possibilidade da inserção de maior quantidade de aparas no processo de extrusão de filmes plásticos, bem como a utilização de aditivo com propriedade ante bloqueio.

Assim, o objetivo geral desse trabalho é avaliar a viabilidade produtiva e econômica da inserção de aditivo *anti-block* na extrusão de filmes plásticos flexíveis de polietileno acrescidos de aparas de *stretch*, com foco em evitar o efeito de bloqueio em embalagens plásticas.

1.1 JUSTIFICATIVA E PROBLEMA

Com o aumento crescente da demanda por produtos industriais e principalmente com o grande avanço da tecnologia da fabricação de produtos para as diversas áreas do comércio mundial, ocorre uma elevada formação de novas empresas competidoras nos mais diversos setores comerciais. Conseqüentemente, muitos produtos estão disponíveis ao público geral, que se torna cada vez mais exigente devido a essa grande variedade disponibilizada pelo mercado.

Nesse cenário, nasce a necessidade de se criar produtos mais adequados à demanda e exigência populacional. Quanto mais prático, belo, útil e eficaz um objeto industrial, maior é a chance de ser facilmente comercializado. Surge, assim, a dispersão das embalagens plásticas por todo o mundo, permitindo grande facilidade de transporte de produtos promovendo a garantia de proteção aos alimentos até sua comercialização, e mais atualmente com o avanço no setor de impressão dando visibilidade a produtos que antes eram apenas um item a mais no carrinho de compras.

Contudo, quando se está inserido no setor produtivo de embalagens plásticas, pode-se encontrar muitos problemas no processo, pois após passar por diversos procedimentos químicos e físicos até sua utilização final, é natural que haja margem para diversas situações inesperadas nos processos, em função do grande número de variáveis que envolve toda a cadeia de formação do mesmo.

Mais especificamente no setor de filmes plásticos flexíveis, têm-se as propriedades físicas do produto final como um dos principais fatores de sua aceitação e usabilidade no mercado. Uma das características necessárias ao filme quando utilizado para produção de sacos plásticos é a necessidade de uma fácil abertura destes, para a entrada do produto. Assim, é extremamente necessário que o filme não esteja “bloqueado”, ou seja, com suas paredes coladas, pois isso impossibilita, atrasa ou incomoda aos usuários das embalagens plásticas.

Considerando-se que a empresa onde foi realizado o estágio possui um histórico relativamente elevado de problemas com embalagens bloqueadas quando se utilizam aparas de material *stretch* na extrusão, o que gera elevado custo em função da rejeição dos clientes pelas mesmas, e conseqüentemente a geração de aparas, buscou-se analisar nessa pesquisa a utilização de um aditivo *anti-block*, que tem por função melhorar as propriedades físicas finais da embalagem em relação ao bloqueio das mesmas.

Sendo a pergunta central da pesquisa: **é possível utilizar um aditivo *anti-block* para melhorar as características de bloqueio em filmes e embalagens plásticas de polietileno com aparas de *stretch*?** Em estudo realizado no ano de 2019, em empresa do setor plástico do sul de Santa Catarina.

1.2 HIPÓTESES SECUNDÁRIAS

a) A não utilização de aditivo *anti-block* gera a possibilidade de extrusão de filmes com bloqueio indesejado.

b) A utilização de aditivo *anti-block* resultará em melhora na característica final de bloqueio da embalagem plástica.

c) A utilização de aditivo *anti-block* inviabilizará financeiramente a produção de embalagens plásticas.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo geral

Avaliar a viabilidade da utilização de aditivo *anti-block* em filmes flexíveis tubulares de polietileno com adição de aparas de *stretch*, visando evitar o bloqueio final da embalagem.

1.3.1.1 Objetivos específicos

- a) Analisar a viabilidade de utilização de aditivo *anti-block* em filmes de polietileno compostos com percentuais de aparas de *stretch*;
- b) Elaborar diferentes amostras com variadas concentrações de *anti-block* e de aparas de *stretch* para análise do filme;

- c) Avaliar os resultados em relação ao bloqueio das diferentes amostras estudadas.
- d) Comensurar a viabilidade econômica na utilização de diferentes quantidades de aditivo *anti-block*, junto a aparas de *stretch* na extrusão de filmes plásticos.

1.4 RELEVÂNCIA AMBIENTAL, SOCIAL E CIENTÍFICA

Com a disseminação em alto volume da utilização de embalagens e filmes plásticos para os mais diversos fins, é natural que aumente cada vez mais a quantidade de resíduos gerados após a sua utilização. Assim, torna-se necessário que o material plástico seja aproveitado de uma das suas características extremamente positivas que é a reciclabilidade.

Um dos materiais plásticos muito utilizado atualmente é o filme *Stretch*, que tem seu principal uso para paletização, envolvendo o material paletizado e promovendo a firmeza necessária para que a pilha que está sobre o *pallet* não caia. No entanto, após o rompimento desse invólucro de filme *Stretch* que protegia o *pallet*, o mesmo perde sua utilização, sendo assim necessária a realização do processo reciclagem, evitando seu descarte no meio ambiente de forma indevida.

Devido ao seu longo tempo de decomposição na natureza, e tendo como consequência a poluição ambiental, quando descartados de forma indevida, os materiais plásticos, dentre eles o filme de *Stretch*, devem ser reciclados, trazendo assim utilidade para a sociedade e protegendo-a de danos ambientais que em longo prazo, podem ter um efeito ruim para a mesma.

Assim, é necessário que se utilize de conhecimentos e ferramentas científicas que promovam a possibilidade da criação de materiais eficientes, que não percam suas propriedades necessárias para o uso demandado pelo consumidor ao longo do tempo. Tem-se então colocada em prol da sociedade a ciência na área da engenharia química e química industrial, no desenvolvimento de materiais, formulações e aditivos capazes de aprimorar as características e sanar os problemas de matérias plásticos em geral que possam aparecer tanto na cadeia de produção inicial, quanto na reciclagem dos mesmos.

Os escritos anteriores fundamentam a relevância científica deste estudo. Simultaneamente, quando se discute a possibilidade de utilização de aparas, rejeitos, abre-se a

perspectiva de aproveitamento de material normalmente destinado ao lixo caracterizando a importância da pesquisa para a sustentabilidade ambiental, sendo que a preocupação com o meio ambiente e o conhecimento científico significam contribuições sociais inquestionáveis.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 MATERIAIS E PROCESSOS DE PRODUÇÃO DE FILMES PLÁSTICOS FLEXÍVEIS

Diversos são os materiais plásticos passíveis de processos industriais que os transformem em artigos úteis para a sociedade. De acordo com suas características de processabilidade e propriedades físicas finais, cada um é utilizado da maneira que mais convém.

Existem diversos processos para transformar matérias primas nesses materiais finais, como injeção, molde, sopro e um dos mais difundidos industrialmente e centro dessa pesquisa, a extrusão, que tem por função produzir filmes, sejam eles tubulares, infestados ou folhas plásticas para posterior corte e transformação em embalagens plásticas.

Na extrusão, os polímeros mais comuns de serem processados são os sintetizados a partir de etileno e de propileno, conhecidos como PE e PP, respectivamente. Ainda podendo serem separados em grupos de acordo com sua densidade, como os polietilenos de baixa densidade e de alta densidade.

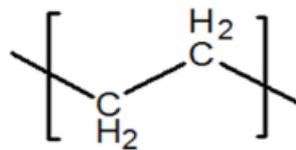
Destacam-se cada vez mais nos processos produtivos dos filmes plásticos o uso de aditivos que melhorem as características finais dos produtos, como brilho, resistência a cisalhamento, capacidade de selagem, bloqueio, etc. Já são fabricadas também matérias primas com aditivos próprios, adicionados no seu processo de formação, no entanto, ainda relativamente novas, possuem um custo mais elevado de mercado, tornando a busca por aditivos específicos ainda comum no mercado.

Contudo, após seu uso os filmes plásticos perdem função virando resíduos, comumente conhecidos como aparas, podendo ser cortadas e moídas, podendo ser reinseridas no processo de extrusão formando uma nova embalagem plástica. Além de ser de extrema importância para o meio ambiente evitando a poluição, a reciclagem gera um novo produto útil à sociedade, partindo de algo que antes era considerado como lixo.

2.1.1 Polietileno

Dos diversos tipos de polímeros existentes, o polietileno é formado por monômeros de etileno, podendo ser sintetizado a partir do processo de polimerização do etileno. Possui uma natureza parafínica, o que o torna inerte à maioria dos produtos químicos. Não possui caráter tóxico podendo ser utilizado para embalar fármacos e alimentos. (COUTINHO *et al.*, 2003).

Figura 1 – Fórmula estrutural do etileno



Fonte: CRQ, 2011.

Os polietilenos podem ser classificados de acordo com sua cadeia, sendo ramificada ou linear. Essa formação de cadeia irá depender do sistema catalítico empregado na sua polimerização. Existem cinco diferentes tipos de polietilenos listados abaixo: (*id. ibid.*).

PEBD ou LDPE: polietileno de baixa densidade;

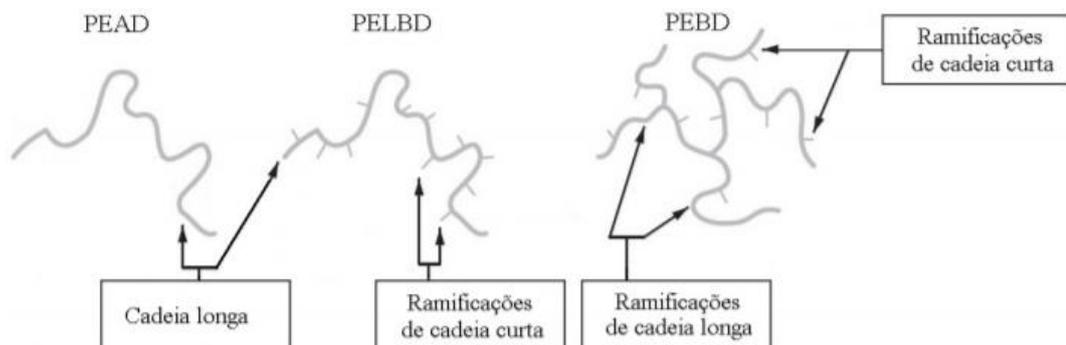
PEAD ou HDPE: polietileno de alta densidade;

PELBD ou LLDPE: polietileno linear de baixa densidade;

PEUAPM ou UHMWP: polietileno de ultra alto peso molecular;

PEUBD ou ULDPE: polietileno de ultra baixa densidade.

Figura 2 - Cadeias poliméricas



Fonte: Milani, 2010.

Nesta pesquisa somente foram utilizados os materiais de baixa densidade, conhecidos industrialmente como convencionais e de baixa densidade linear, assim é importante destacar algumas das suas características.

O processo de produção de PEBD utiliza pressões entre 1000 e 3000 atmosferas e temperaturas entre 100 e 300 °C. Temperaturas acima de 300 °C geralmente não são utilizadas, pois o polímero tende a se degradar. Vários iniciadores (peróxidos orgânicos) têm sido usados, porém o oxigênio é o principal. A reação é altamente exotérmica e assim uma das principais dificuldades do processo é a remoção do excesso de calor do meio reacional. Essa natureza altamente exotérmica da reação a altas pressões conduz a uma grande quantidade de ramificações de cadeia, as quais têm uma importante relação com as propriedades do polímero. (COUTINHO *et al.*, 2003, p.2).

Com características como estabilidade, elevada flexibilidade, bom processamento, alta resistência ao impacto e tenacidade, o polietileno de baixa densidade combina propriedades de uma maneira única. (*id. ibid.*).

Muito utilizado para produção de filmes industriais, brinquedos, revestimento dos mais diversos materiais, como cabos e mangueiras, o PEBD pode ser processado por sopro, moldagem, injeção e extrusão, sendo este último processo de interesse na presente pesquisa.

O Polietileno linear de baixa densidade (PELBD) é um copolímero de etileno com uma α -olefina (propeno, 1-buteno, 1-hexeno ou 1-octeno). O PELBD apresenta estrutura molecular de cadeias lineares com ramificações curtas e distribuição de peso molecular estreita quando comparada com a do polietileno de baixa densidade. A microestrutura da cadeia dos copolímeros de etileno/ α -olefinas depende do tipo e da distribuição do comonômero usado, do teor de ramificações e do peso molecular dos polímeros. Esses parâmetros influenciam as propriedades físicas do produto final, pois atuam diretamente na cristalinidade e na morfologia semicristalina. (COUTINHO *et al.*, 2003, p.7).

Como o PEBD, o PELBD também é utilizado para revestir cabos e fios, brinquedos, artigos hospitalares, entre outros produtos como lonas, sacos para alimentos e fraldas. Pode ser utilizado em blendas com outros materiais como PEAD, em embalagens para ração animal, muito comercializada nos dias atuais. O polietileno de baixa densidade linear além de outras características, possui alta capacidade de selagem a quente, boas características de fluidez e flexibilidade. (*id. ibid.*).

2.1.2 Extrusão

A extrusão é o processo onde ocorre a plastificação da resina plástica e assim sua transformação em filmes para posterior utilização, existem várias etapas dentro do processo, cada uma moldando a resina na forma final mais adequada para seu consumo.

De acordo com Margolis, (2006, p.89 – tradução nossa):

Extrusão é um processo contínuo para fazer produtos como filmes, folhas plásticas, cobertura de cabos, canos e perfis. Entre os componentes essenciais estão inclusos o funil, tambor, cilindro, rosca de plastificação, canhão, placa de disjuntor, painel, válvula reguladora de pressão, matriz e equipamentos de transporte. As bandas de aquecimento, termicamente mensuradas por termopares, ficam estrategicamente posicionadas ao redor do cilindro que o plástico circula internamente.

Como citado, existem diversos tipos de extrusão de acordo com o produto final desejado. Contudo, esse trabalho irá tratar exclusivamente das extrusoras de filme tubulares, que possuem os seguintes processos:

Alimentação: processo inicial em que ocorre a entrada da resina na máquina, é composto por um funil aonde a resina é inserida manualmente ou por meio de sucção com equipamentos adequados. (ROMAN, 1995).

Plastificação: após a entrada da resina na máquina ocorre seu transporte por meio de uma rosca inserida em um cilindro aquecido por resistências, por meio de rotação, em que ocorre o derretimento da resina e posterior transporte à matriz. (*id. ibid.*). De acordo com Margolis (2006), no processo de extrusão há necessidade de uniformidade da “pasta” aquecida que sai da rosca de plastificação para a matriz, sendo uma função da rosca a homogeneização no derretimento dos *pellets* advindos do funil. A uniformidade é alcançada com as configurações corretas da extrusora, tendo influência o comprimento das zonas de aquecimento, o design e a velocidade com que o material é empurrado através da rosca.

Matriz e conjunto de telas: no fim da rosca e antes de entrar na matriz, há um conjunto de malhas metálicas chamadas de telas, que promovem a purificação da massa plástica antes da sua entrada na matriz, evitando assim, que impurezas causem possíveis problemas com o filme plástico que será formado. A matriz promove o molde da resina pastosa em formato circular, formando um balão vertical com sopro de ar externo e interno para manter a configuração do mesmo até um rolo superior que faz o seu esmagamento formando assim o filme plástico tubular. (ROMAN, 1995).

Equipamentos de transporte e adequação: antes do esmagamento do balão no rolo superior, há uma moldura rígida que pode ser diferentemente posicionada de acordo com o tamanho do balão e necessidades de posicionamento de enrolamento. Também podem ser utilizados sanfonadores laterais que dobram as laterais do filme plástico de acordo com a necessidade. A seguir, o filme passa por diversos rolos intermediários e de arraste que promovem a tensão necessária ao enrolamento final do filme na bobinadeira, que como o nome sugere, faz o enrolamento do filme extrudado em bobinas plásticas para posterior processo de corte, transformando em sacos plásticos na medida necessária. (*id. ibid.*, 1995).

No anexo F pode ser observado a imagem de uma extrusora, com processo tipo extrusão de filmes tubulares por balão.

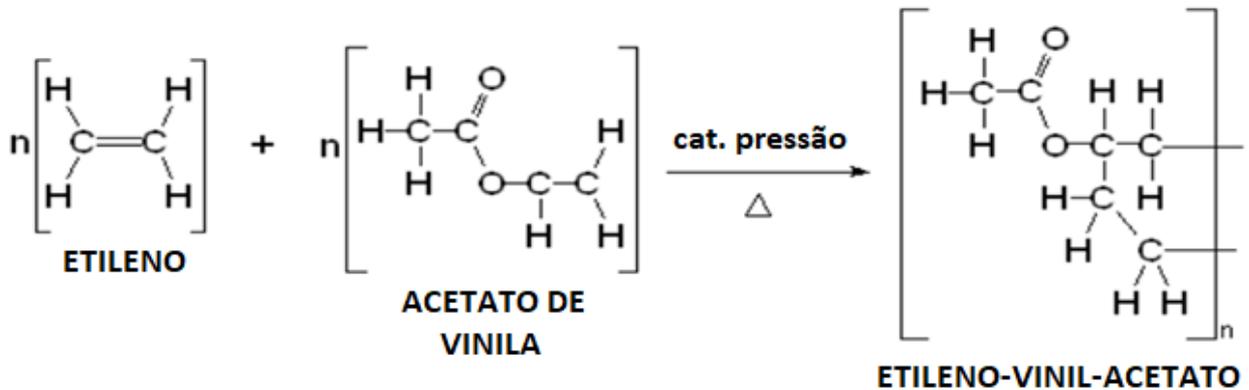
2.1.3 Filme *Stretch wrap*

Stretch wrapping ou *stretch* para envoltório é o filme utilizado para envolver objetos, ele é esticado e a sua tensão residual promove o aperto necessário para manter pilhas e artigos embalados com pressão, prevenindo assim possíveis quedas e separação de objetos empilhados juntos. (MCNALLY G. *et al.*, 2005).

Isso se torna possível devido ao esticamento do filme ser feito dentro de sua região elástica e no seu estado carregado, as moléculas do polímero tentam voltar a conformação do seu estado original assim exercendo força nos artigos envolvidos. O problema comum associado com os filmes *stretch* é a otimização da aderência superficial ou a propriedade de agarrar-se, no caso o filme adere a ele mesmo instantaneamente prevenindo a recuperação ou a perda da força contida em sua forma estirada. (*id. ibid.*, p. 70 – tradução nossa).

Para a melhora nas propriedades de agarre e adequações mecânicas otimizando o filme *stretch*, é cada vez mais comum serem utilizados blendas com aditivos e processos de coextrusão em que se extrudam camadas de outros polímeros que se aderem ao filme principal. Um exemplo é a extrusão em “sanduíche”, que seria uma camada externa e outra interna, de EVA aderido ao polietileno. (*id. ibid.*, 2005).

Figura 3 - Fórmula estrutural EVA



Fonte: Anjos, 2009.

Percebe-se que a adição de acetato de vinila ao etileno promove um aumento de ramificação, esse aumento gera a possibilidade de uma ligação a mais ao monômero, o que confere ao longo da cadeia uma atração muito maior que uma cadeia simples conferia, dando assim a característica de aderência natural que o filme possui.

No passado, *stretch* para envoltório e filmes de agarre eram feitos de polietileno de baixa densidade (LDPE), etileno acetato de vinila (EVA) e policloreto de vinila (PVC). Todavia, recentemente, existem estudos comparando a performance mecânica do polietileno metalocênico linear de baixa densidade (mLLDPE) tanto com EVA quanto com PVC flexível. Esses estudos mostraram que o metaloceno exibe maior força de tensão, alongamento e resistência a ruptura que o EVA e os filmes de PVC, também podendo ser processado com espessuras substancialmente mais baixas. Contudo polietilenos requerem aditivos adesivos para aumentar significativamente sua força de aderência para uso como filme de envoltório. Em contraste, filmes de EVA possuem aderência por natureza e sua força de aderência é dependente da proporção de vinil acetato (VA) para etileno comonômero, quão maior é a quantidade de VA maior é a performance da aderência do filme. (*id. ibid.*, p. 70 – tradução nossa).

Assim, é muito comum encontrar ainda no mercado *stretch* composto por EVA, devido a sua natureza aderente sem necessidade de aditivos, pois as resinas metalocênicas aditivadas são relativamente mais caras que materiais comuns como o EVA. Imagens das bobinas de filme *stretch* podem ser observadas no anexo E.

2.1.4 Aglutinação

É o processo de moagem do material plástico a ser recuperado feito em aglutinador. Equipamento que tem forma cilíndrica e contém hélices em seu interior que giram em alta rotação cortando e aglutinando o filme plástico, tornando-o uma pasta plástica. É aplicada uma pequena quantidade de água para promover o resfriamento repentino provocando a contração molecular e aumentando a sua densidade. (MARTINS, 2013).

Por fim, o plástico toma forma de grânulos podendo ser ensacado na saída do equipamento e encaminhado ao processo de extrusão. Aparas plásticas das mais diversas origens podem ser processadas no aglutinador para ter sua forma reestruturada em grânulos, assim adequada a uma nova extrusão e formação de um novo filme plástico. (*id. ibid.*).

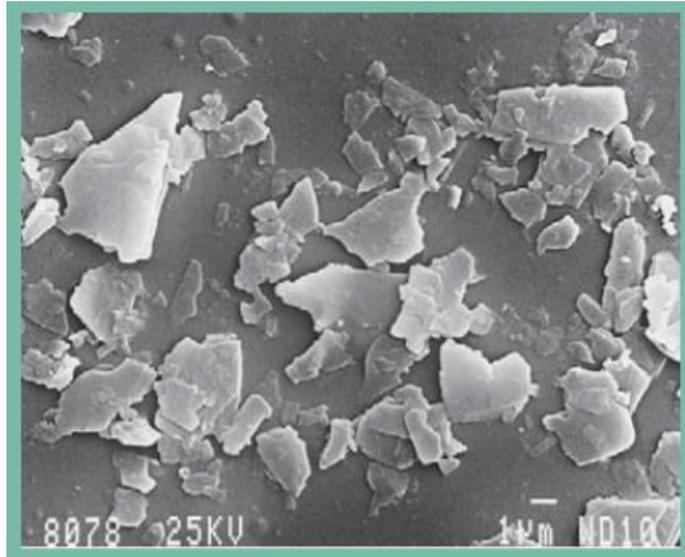
No anexo F pode ser observado a imagem de um aglutinador.

2.1.5 *Anti-block*

Quando adicionado à formulação de embalagens plásticas, o *anti-block* previne a adesão de uma camada do filme com outra, que é causada devido o contato das mesmas sob pressão e calor, gerando uma dificuldade na abertura final dos sacos plásticos ou no desbobinamento do filme plástico. *Anti-blocks* podem ser inorgânicos ou orgânicos, os primeiros como talco e sílica e os últimos como silicones e estearatos. (MARKARIAN J., 2007).

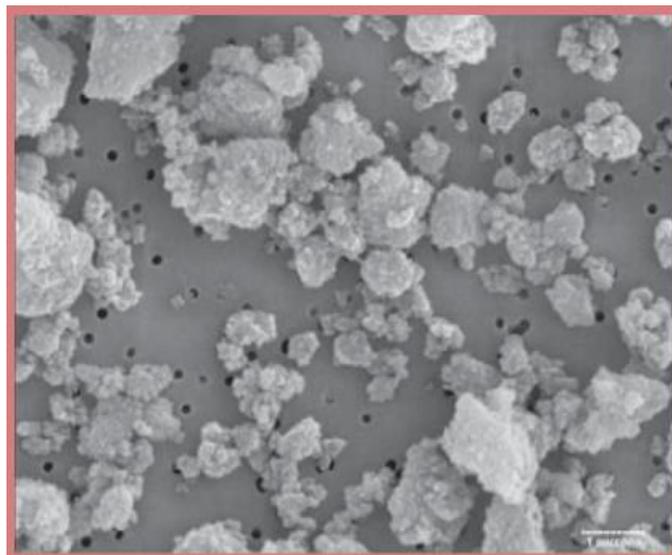
Um dos mais utilizados *anti-blocks* inorgânicos é o talco, com 40% de volume do mercado global, sendo muito popular na América do Norte e na Ásia. A terra diatomácea vem em segunda posição com 25% do mercado, muito utilizada na Europa, é um mineral natural de sílica. Já na China e na região do pacífico se utiliza muito a sílica sintética. (*id. ibid.*, 2007).

Figura 4 – *Anti-block* de talco

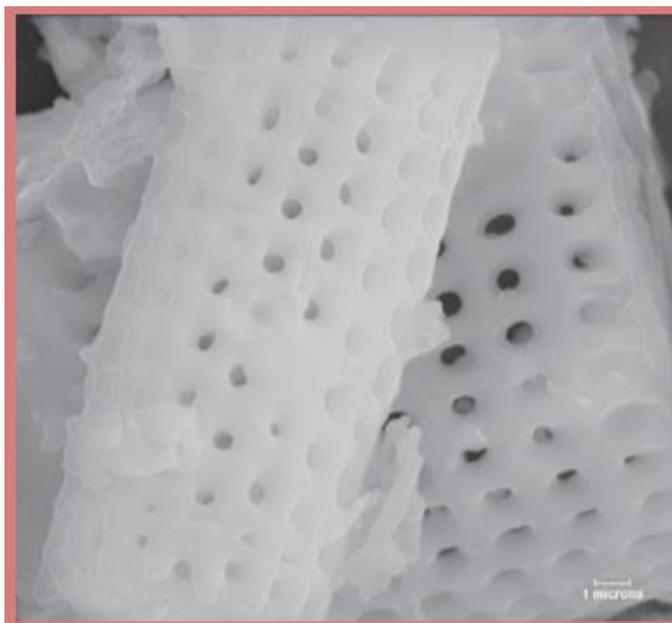


Fonte: Markarian, 2007, p.34.

Figura 5 – *Anti-block* de Sílica sintética



Fonte: Markarian, 2007, p. 35.

Figura 6 – *Anti-block* de Amida orgânica

Fonte: Markarian, 2007, p. 36.

Contudo, as sílicas naturais possuem baixa interação com aditivos, diferentemente de talcos não recobertos e sílicas sintéticas que possuem alta absorção de aditivos. Já os talcos com superfície recoberta, possuem absorção reduzida e boa dispersão no material base. Outro fator de importância é a abrasão causada por *anti-blocks*, que pode ser um problema na produção de filmes, devido ao desgaste que é gerado no equipamento de extrusão, tem-se como mineral natural menos abrasivo aos equipamentos de processo o talco. (*id. ibid.* – tradução nossa).

Tabela 1 – Dureza dos aditivos

	Mohs hardness
Talc	1
Calcium carbonate	3
Optibloc®	3-6
Synthetic silica	5-7
Natural silica (DE)	5.5-6
Uncalcined (hydrous) kaolin	2.5
Calcined kaolin	4.5

Fonte: Markarian, 2007, p. 34.

De acordo com o Handbook of Antiblocking, Release, and Slip Additives (2014, p.56) os parâmetros potências que podem causar o efeito de bloqueio ou reduzi-lo são:

Substâncias migratórias;
 Temperatura de produção e performance;
 Pressão sob a qual o material é exposto ou estocado;
 Estrutura química e morfológica das camadas superiores do filme;
 Reatividade química da superfície;
 Rugosidade da superfície;
 Força eletrostática;
 Energia de superfície;
 Revestimento da superfície.

Os estudos feitos por VICENT; OSMONT (2014), demonstram que a força de bloqueio aumenta com a quantidade de ramificações de cadeias pequenas em filmes de polietileno. Propondo que a força de bloqueio pode ser expressa pela seguinte equação:

$$F = 9,2*(D^{1/2})*(t^{1/2})$$

Onde,

F= força de bloqueio;

D = constante de difusão;

t = tempo.

Contudo, a constante de difusão pode ser difícil de ser medida, assim a equação pode se transformar em: (WYPYCH, 2014).

$$F = 10^{(6,19\log SB - 8)}$$

Onde,

SB = Concentração de ramificações pequenas.

Atualmente com os novos polietilenos metalocenos que possuem uma estrutura controlada, pode-se pensar se é realmente necessário utilizar aditivos *antiblocking*, no entanto,

quando se tem em mente a redução de bloqueio é muito custoso a utilização de materiais estruturalmente controlados como o metaloceno e mais vantajoso financeiramente a utilização de aditivos. (WYPYCH, 2014).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 CARACTERÍSTICAS DA PESQUISA REALIZADA

O método de procedimento utilizado foi experimental em nível explicativo, que remete a manipulação de variáveis em relação às hipóteses determinadas, envolvendo assim experimentos que contribuem no desenvolvimento da pesquisa. De acordo com Praça (2015, p.6):

O conhecimento científico obtido no processo metodológico tem como finalidade, na maioria das vezes, explicar e discutir um fenômeno baseado na verificação de uma ou mais hipóteses. Sendo assim, está diretamente vinculado a questões específicas na qual trata de explicá-las e relacioná-las com outros fatos.

O método de abordagem da pesquisa realizada foi quantitativo devido a possibilidade de fornecer uma resposta a hipótese, problema, levantada no presente estudo. É válido ressaltar a importância para a sustentabilidade ambiental da pesquisa que traz um estudo das melhoras das características de filmes reciclados a partir de aparas de *stretch*, permitindo a usabilidade de resíduos que se descartados incorretamente são prejudiciais a todo o ecossistema em geral.

Tendo como princípio a identificação de fatores que promovem e permitem a ocorrência de fenômenos as pesquisas explicativas, tem sua justificativa na manipulação de variáveis e na determinação de hipóteses secundárias resultantes da pesquisa primária. Apesar de seu alto risco intrínseco no que concerne a erros, devido a sua complexidade e delicadeza, tem um caráter de grande importância para a ciência. (GIL, 1999).

3.2 HIPÓTESES SECUNDÁRIAS E VARIÁVEIS

A resposta ao problema central (hipótese de trabalho) e alcance dos objetivos operacionais (específicos), foram descritas as seguintes hipóteses secundárias:

- a) **H1:** A não utilização de aditivo *anti-block* gera a possibilidade de extrusão de filmes com bloqueio indesejado.

- b) **H2:** A utilização de aditivo *anti-block* resultará em melhora na característica final de bloqueio da embalagem plástica.
- c) **H3:** A utilização de aditivo *anti-block* inviabilizará financeiramente a produção de embalagens plásticas.

A validação ou refutação das hipóteses foi determinada a partir da identificação e manipulação das seguintes variáveis:

V1: Diferentes volumes de aparas por amostra;

V2: Variadas concentrações de *anti-block* por amostra.

3.3 MATERIAIS UTILIZADOS E ETAPAS

Para realização do projeto de pesquisa foram utilizados os equipamentos, materiais e processos descritos nos próximos tópicos.

3.3.1 Equipamentos

Para realização do projeto de pesquisa foram utilizados os equipamentos abaixo:

Extrusora monorosca 30mm;

Aglutinador 40cv;

Balança digital;

Micrômetro;

Estufa;

Lâminas;

3.3.2 Materiais

Polietileno de baixa densidade (PEBD);

Polietileno de baixa densidade linear (PEBDL);

Aditivo *anti-block*;

Aparas de filme *stretch wrap*;

3.3.3 Etapas

Foram elaboradas 6 amostras com diferentes concentrações de matérias-primas, de acordo com a listagem abaixo:

Amostra 1(A1): Material sem aditivo *anti-block*, 70% resinas PEBD e PEBDL, 30% aparas de *stretch*.

Amostra 2(A2): Material com 69,5% de resinas PEBD e PEBDL, 30% de aparas de *stretch* e 0,5% de aditivo *anti-block*.

Amostra 3(A3): Material com 68,5% de resinas PEBD e PEBDL, 30% de aparas de *stretch* e 1,5% de aditivo *anti-block*.

Amostra 4(A4): Material sem aditivo *anti-block*, 50% resinas PEBD e PEBDL, 50% aparas de *stretch*.

Amostra 5(A5): Material com 49,5% de resinas PEBD e PEBDL, 50% de aparas de *stretch* e 0,5% de aditivo *anti-block*.

Amostra 6(A6): Material com 48,5% de resinas PEBD e PEBDL, 50% de aparas de *stretch* e 1,5% de aditivo *anti-block*.

As resinas de PEBD e PEBDL utilizadas possuem formulações específicas de acordo com os laudos nos anexos A e B, bem como o aditivo *anti-block* que é um material oriundo de fontes sintéticas, produzido para fins específicos. No entanto, as aparas de *stretch* são oriundas de fontes variáveis, assim sua formulação nunca é a mesma, podendo variar de acordo com o lote de aglutinação.

As amostras foram submetidas ao processo de extrusão em extrusora piloto da empresa em que foi realizado o projeto de pesquisa, sendo assim foram extrudadas bobinas

pequenas da ordem de aproximadamente 1kg cada uma, apenas para realização dos testes necessários.

As bobinas foram extrudadas em tamanho aproximado de 25cm de largura e 5 micras de espessura, espessura esta que se assemelha a de produtos que são normalmente produzidos em maior escala pela indústria, em formato tubular, e momentaneamente apresentam o problema de *blocking*.

Antes de serem extrudadas as resinas foram pesadas de acordo com as proporções citadas anteriormente e as imagens podem ser observadas no apêndice.

Por fim, foi retirada uma parte do filme extrudado de cada amostra e encaminhada para análise em laboratório terceirizado. Foi realizado nas seis amostras o ensaio de *blocking*, que consiste em cortar a amostra em pedaços menores, proporcionar uma carga que promova o esmagamento sobre a amostra e em seguida encaminhá-la à estufa programada para certa temperatura, e lá permanecendo por períodos preestabelecidos de tempo, sendo analisado se a amostra bloqueia ou não de acordo com o passar do tempo.

Após todo o procedimento realizado foi feita uma análise de custos das diferentes possibilidades de formulações e comparado os resultados com uma formulação padrão da empresa que demonstrará a viabilidade ou inviabilidade das novas misturas.

3.3.3.1 Processo de formulação de matérias-primas

Inicialmente foi feito a preparação da formulação da matéria-prima que seria extrudada, essa formulação teve como base quantidades de aparas de *stretch* acima do que se utiliza na rotina de produção da empresa, justamente para demonstrar com clareza o efeito de *blocking* que se observa na sua utilização. Conjuntamente a isso foram testadas diferentes concentrações de *anti-block*, promovendo materiais novos com objetivo de descobrir se haveria, e qual seria, a tolerância da quantidade de aparas de *stretch* no material extrudado.

3.3.3.2 Processo de aglutinação

Todas as aparas de *stretch* que chegam a indústria tem a necessidade de serem separadas e aglutinadas para sua utilização, pois a extrusora precisa que o material esteja no

formato de *pellets* ou algo bem próximo a isso para que não ocorra o entupimento do funil onde entra o material e para que o ocorra a homogeneidade no filme extrudado.

É comum encontrar-se em meio as aparas de *stretch* materiais de outra origem como filmes plásticos oriundos de resinas de polietileno e polipropileno, assim um profissional capacitado faz a separação de todos esses materiais para que não ocorra mistura dos mesmos. Logo após o material é armazenado em *bags* que são sacos de grandes proporções e possuem resistência para acumular grandes quantidades de materiais.

Assim de acordo com a necessidade o material é aglutinado sendo transformado em unidades bem pequenas que se aproximam de *pellets*. Sendo ensacados em fardos de 20kg para sua posterior extrusão.

3.3.3.3 Processo de extrusão

É de grande importância citar que antes da extrusão das amostras foi colocado em extrusão uma formulação sem aparas de *stretch* e sem aditivo *anti-block*, para promover a limpeza e descontaminação de outros possíveis materiais de extrusões anteriores, que poderiam ainda estar presentes, ou haver resquícios dos mesmos.

Assim, foi feita a parametrização da temperatura e controle de ar e pressão ideais para a extrusão das amostras formuladas, promovendo a produção de filmes tubulares enrolados em bobinas para posterior análise.

No procedimento houve um grande cuidado em relação ao contato de movimentos de ar externo ao balão, pois como o *stretch* é um material que possui uma moleza muito grande quando em alta temperatura é difícil de se manter o “balão” estável, o que dificulta a produção de uma bobina alinhada e sem dobras ao longo do filme.

O filme também foi extrudado sem a passagem pelo processo de tratamento corona, processo esse, que promove a alteração na superfície molecular do filme criando interstícios que facilitam a posterior impressão do mesmo. Foi optado por extrusar o filme sem tratamento, pois somente assim ter-se-ia a clareza da influência pura do *stretch* na força de bloqueio, não tendo outro fator de influência como o tratamento.

3.3.3.4 Processo de análise

Após as bobinas serem extrudadas foi cortado um pedaço de amostra de cada uma delas, na ordem de 25cm. x 1,5m. e encaminhadas para análise em laboratório terceirizado. O ensaio feito, como citado anteriormente foi o ensaio de *blocking* que promove a análise se o material possui características para bloqueio ou não.

O processo consistiu-se em cortar a amostra encaminhada em pedaços quadrados de 10cm. de lado, e encaminhá-los à estufa por 2h à 60°C. A temperatura ambiente se encontrava em 23°C com variação de 2 graus. A umidade relativa era de 50±10%. O ensaio foi realizado em triplicata para cada amostra e seguiu os parâmetros da norma ASTM D3354 (2015).

Foram analisadas todas as amostras, antes e depois do ensaio, caracterizando-as de acordo com conceitos relacionados ao seu nível de bloqueio, sendo eles: bloqueado, bloqueio moderado, levemente bloqueado, sem bloqueio.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o descrito ao longo desse trabalho, objetivou-se testar diferentes concentrações de aparas de *stretch* e de *anti-block* em filmes de polietileno e comparar seus resultados em relação ao efeito de *blocking*. Inicialmente foi escolhido as concentrações de *stretch* em 30% de massa da mistura para as amostras 1, sem aditivo *anti-block*, 2 com 0,5% de aditivo e 3 com 1,5% de aditivo.

A seguir são elencados os resultados das seis amostras extrudadas e em sequência uma tabela comparativa das mesmas é apresentada.

4.1 AMOSTRA 1

Na amostra 1 antes do teste de *blocking* já foi possível observar características de bloqueio, sendo classificada como bloqueio moderado, o que caso fosse comercializada poderia gerar insatisfação do consumidor e conseqüentemente devolução do produto o caracterizando-o como apara, sendo necessário um novo processo de aglutinação e extrusão, gerando custos à empresa.

Após o teste de *blocking* A1 apresentou-se ainda mais bloqueada podendo ser classificada como bloqueada. Devido a possuir 30% de aparas em sua formulação e como não foi adicionado aditivo *anti-block*, percebeu-se os efeitos de aderência nas paredes do material de acordo com MCNALLY G. *et al.*, 2005, característicos do *stretch*. Sendo A1 um material indevido para fabricação.

4.2 AMOSTRA 2

Na amostra 2 antes do teste de *blocking* observou-se pouquíssima característica de bloqueio, podendo ser classificada como levemente bloqueada, e após o teste continuou apresentando leves características de bloqueio, continuando com a mesma classificação.

Como na amostra 2 foi adicionado 0,5% de aditivo *anti-block*, foi notório seu efeito alterando as características de aderência nas paredes do filme, pois manteve-se a formulação com 30% de aparas de *stretch*, seguindo o que era esperado de acordo com MARGOLIS, 2006.

No entanto foi possível observar que diferente do informado na ficha técnica do aditivo em que se recomenda utilizar de 2 a 6% de aditivo *anti-block* na formulação, apenas 0,5% já teve um efeito muito significativo nas características de bloqueio do mesmo.

Diferentemente do descrito na ficha técnica do aditivo, é possível observar leve interferência na característica ótica de transparência do filme, no sentido de opacidade, o que já é naturalmente causado devido ao teor de aparas de *stretch* na formulação, no entanto, o aditivo *anti-block* reforça essa característica, é valido citar que devido a sigilo comercial não foi informado qual a real formulação do aditivo.

Outro fator que pode influenciar as características óticas do filme plástico é no processo de extrusão, descrito na revisão de literatura, no momento em que a massa plástica derretida está passando pela rosca da máquina e em contato com as zonas de aquecimento promotoras da plastificação. Ali pode ter ocorrido o atraso no fluxo de material, ocasionando um tempo de exposição maior ao aquecimento, o que geraria uma queima no material, mesmo que apenas frações de segundos a mais de forma indevida, gerando uma opacidade e alterando a coloração do filme.

4.3 AMOSTRA 3

Na amostra 3 antes do teste de *blocking*, não havia características representativas de bloqueio, após o teste de *blocking* a amostra ainda se apresentava com grande facilidade de abertura, sendo classificada com sem bloqueio.

Aqui foi possível perceber a maior facilidade de abertura de todas as amostras, com concentração de 1,5% de *anti-block* na formulação o filme plástico apresentou características de aberturas ideais, não se percebeu mais os efeitos de agarre característicos do *stretch*, apesar de sua concentração se manter a mesma, sendo o efeito do *anti-block* perceptível de acordo com MARKARIAN, 2007.

Visualmente as características óticas se mantiveram as mesmas de A2, e ainda sim foi utilizado uma concentração de aditivo *anti-block* menor do que o sugerido pelo fabricante.

4.4 AMOSTRA 4

Na amostra 4 antes do teste de *blocking* já se percebia que ela estava totalmente comprometida em relação ao bloqueio, de acordo com a literatura, da mesma forma que em A1, isso foi ocasionado pela grande concentração de aparas de *stretch*, com as características citadas por MCNALLY G. *et al.*, 2005, e ausência de aditivos *anti-block*, no entanto, agora foi aumentada a concentração de aparas de 30% para 50%.

Após o teste de *blocking*, as características de alto teor de bloqueio se mantiveram como era esperado de acordo com a literatura.

Além do alto nível de bloqueio, percebeu-se no processo de extrusão grande dificuldade para manter estável o balão devido à ausência de firmeza no material, ocasionada pelo alto teor de *stretch* na formulação, inviabilizando o processo de extrusão com concentrações maiores do que a utilizada, pois são geradas dobras no filme, alterações na centralização do enrolamento, entre outros problemas.

4.5 AMOSTRA 5

Logo após sua extrusão foi facilmente observada a grande diferença de A4, pois o bloqueio visto anteriormente tornou-se quase imperceptível, classificando a amostra como levemente bloqueada, o que não impede seu uso. Do ponto de vista industrial é um grande resultado com apenas 0,5% de aditivo *anti-block* e com uma formulação contendo 50% de aparas de *stretch*, conseguir obter-se um filme com alto grau de desbloqueio.

Após o teste de *blocking*, observou-se leve aumento no aspecto de bloqueio, como característico do teste de acordo com ASMT. Contudo ainda classificando a amostra como levemente bloqueada. As características óticas foram muito similares a A2 e A3, o que implica que o aumento na concentração de *stretch* não possui alto grau de influência na opacidade do material.

4.6 AMOSTRA 6

A última amostra contendo 50% de *stretch*, antes e depois do teste de *blocking*, demonstrou-se muito parecida com A3, o que é um ótimo resultado, pois foi possível aumentar o teor de *stretch* e produzir um filme sem características de bloqueio. O mesmo se deu com as características óticas.

O ponto mais interessante a ser ressaltado aqui é que com menos teor de aditivo do que o indicado pelo fabricante, e com quantidades nunca antes testadas pela empresa de aparas de *stretch* foi possível obter um material útil para sua finalidade. Sendo um ponto positivo tanto financeiramente, quanto para a sociedade no quesito ambiental, pois trabalha-se com resíduos, transformando-os em materiais úteis novamente.

4.7 SÍNTESE GERAL

Abaixo é possível observar uma tabela com todos os resultados obtidos:

Tabela 2 – Amostras e teor de bloqueio antes e depois do ensaio de *blocking*

Amostras	PEBD+PEBDL	<i>STRETCH</i>	<i>ANTI-BLOCK</i>	Classificação Pré-teste	Classificação Pós teste
A1	70%	30%	0%	B.M.	B.
A2	69,5%	30%	0,5%	L.B.	L.B.
A3	68,5%	30%	1,5%	S.B.	S.B.
A4	50%	50%	0%	B.	B.
A5	49,5%	50%	0,5%	L.B.	L.B.
A6	48,5%	50%	1,5%	S.B.	S.B.

 Sem bloqueio (SB)
 Levemente bloqueado (LB)

 Bloqueio moderado (BM)
 Bloqueado (B)

Fonte: do autor, 2019.

Na tabela acima é possível observar que quanto maior o teor de aditivo *anti-block* maior é o nível de desbloqueio do filme, contudo ao utilizar nas formulações 1,5% de aditivo *anti-block* já se obteve um produto que não demonstra necessidades antes ou depois do teste de *blocking* do acréscimo de aditivo para maior desbloqueio.

Existe a possibilidade de que as amostras com apenas 0,5% de aditivo possam após períodos estocadas ou muito tempo de espera até o uso, gerar moderado bloqueio no filme que inviabilize sua utilização. Porém, as amostras caracterizadas como levemente bloqueadas, de maneira alguma podem ser denominadas como inutilizáveis, pois apenas apresentam um leve teor de “atração” entre as paredes do filme, após a sua extrusão.

Assim, chegou-se à conclusão que teores de até 1% de aditivo já são suficientes para promover o desbloqueio de filmes extrudados com aparas de *stretch* em teor de 30 a 50% na sua formulação.

Esse resultado foi muito positivo na ordem de provar a baixa quantidade necessária de aditivo, produto de maior valor agregado para um grande efeito de *anti-blocking* nos filmes, valor esse abaixo até mesmo do estipulado pelo fabricante, bem como a alta carga de aparas utilizadas foram bem aceitas na formulação, viabilizando sua utilização em volumes maiores dos até então empregados na empresa.

Contudo, como citado anteriormente não se demonstrou viável a extrusão de filmes com quantidades maiores que 50% de aparas de *stretch* devido a dificuldade de manter a qualidade do filme extrudado.

Um outro ponto de importância é que não pode se observar grandes diferenças entre as amostras antes e depois da realização do teste de *blocking*, isso pode ter ocorrido devido ao baixo tempo de exposição de 2h, se fossem feitas análises, por períodos mais longos talvez observar-se-ia mais diferenças entre o antes e o depois do teste.

Quanto as características de opacidade das diferentes amostras, é interessante utilizar um aditivo de brilho para melhorar a transparência dos filmes, ou utilizar um outro aditivo *anti-block* que tenha menos interferência na opacidade deste.

Por fim, as hipóteses A e B, demonstraram-se válidas na reposta da situação problema elencada, excluindo a hipótese C, em que a utilização de aditivo *anti-block* não traria resultados expressivos nas características finais de bloqueio da embalagem plástica. Diferente disso, observou-se os resultados expressivos nas características finais do filme, bem como que a não utilização de *anti-block* gerou filmes com bloqueio indesejado.

4.8 RELAÇÃO DE CUSTOS

Um fator muito importante a ser analisado é o custo comparativo dos filmes com aditivo e daqueles com quantidades menores de aparas e sem aditivo, pois como observado ao longo da pesquisa, grandes concentrações de aparas de *stretch* inviabilizam a produção do filme devido ao efeito de *blocking*.

De acordo com os dados fornecidos pela empresa, os custos hoje para cada material são os listados na tabela abaixo:

Tabela 3 – Custos das matérias-primas

MATERIAL	CUSTOS POR KG
PEBD	R\$6,70
PEBDL	R\$6,50
ANTI-BLOCK	R\$14,50
APARAS DE STRETCH	R\$3,00

Fonte: do autor, 2019.

Assim, tem-se abaixo o cálculo do custo de uma formulação contendo 95% de PEBD+PEBDL, com custo médio de R\$6,60 o quilo, e 5% de aparas de *stretch* pronta para uso com custo de R\$3,00 por quilo, chega-se a:

$$(F_{pe} * C_{pe}) + (F_s * C_s) = C_t$$

$$(0,95 * 6,60) + (0,05 * 3,00) = 6,42 \text{ R\$/Kg}$$

Onde,

F_{pe} = Fração de PEBD+PEBDL na mistura;

C_{pe} = Custo médio do quilo de PEBD+PEBDL;

F_s = Fração de aparas de *stretch* na mistura;

C_s = Custo médio do quilo de aparas de *stretch* prontas para uso;

C_t = Custo total da mistura.

E a seguir os custos das amostras A5 e A6:

Considerando a mistura A5 com 49,5% de PEBD e PEBDL com custo médio de R\$ 6,60 o quilo, 50% de aparas de *stretch* pronta para uso à R\$ 3,00 o quilo e 0,5% de aditivo *anti-block* à R\$14,50 por quilo, tem-se:

$$(F_{pe} \cdot C_{pe}) + (F_s \cdot C_s) + (F_a \cdot C_a) = CtA5$$

$$(0,495 \cdot 6,60) + (0,500 \cdot 3,00) + (0,005 \cdot 14,50) = 4,84 \text{ R\$/Kg}$$

Onde,

Fa = Fração de *anti-block* na mistura;

Ca = Custo médio do quilo de *anti-block*;

CtA5 = Custo total da mistura A5.

Considerando a mistura A6 com 48,5% de PEBD e PEBDL com custo médio de R\$ 6,60 o quilo, 50% de aparas de *stretch* pronta para uso à R\$ 3,00 por quilo e 1,5% de aditivo *anti-block* à R\$ 14,50 por quilo, tem-se:

$$(F_{pe} \cdot C_{pe}) + (F_s \cdot C_s) + (F_a \cdot C_a) = CtA6$$

$$(0,485 \cdot 6,60) + (0,500 \cdot 3,00) + (0,015 \cdot 14,50) = 4,92 \text{ R\$/Kg}$$

Onde,

CtA6 = Custo total da mistura A6.

Quando comparado os custos de A5, com uma mistura normal calculada com 5% de aparas de *stretch*, tem-se uma economia de acordo com o cálculo abaixo:

$$(1 - (CtA5 / Ct)) \cdot 100 = \% \text{ de economia}$$

$$(1 - (4,84 / 6,42)) \cdot 100 = (1 - 0,7539) \cdot 100 = 24,61\%$$

Economia essa que se torna muito expressiva quando calculada em grande escala, pois a cada quilo produzido tem-se uma diminuição aproximada de R\$ 1,58. Considerando uma máquina pequena com canhão de 50 mm, que extrusa em média 50kg/h, se chegaria no valor aproximado de R\$ 79,00 economizados a cada hora de extrusão.

Quando comparado os custos de A6, com uma mistura normal, calculada com 5% de aparas de *stretch*, tem-se uma economia de acordo com o cálculo abaixo:

$$(1 - (CtA6 / Ct)) \cdot 100 = \% \text{ de economia}$$

$$(1 - (4,92 / 6,42)) * 100 = (1 - 0,7539) * 100 = 23,36\%$$

Economia essa que se torna muito expressiva quando calculada em grande escala, pois à cada quilo produzido tem-se uma diminuição aproximada de R\$ 1,50. Em um dia de produção, considerando uma máquina pequena com canhão de 50 mm, que extrusa em média 50kg/h, se chegaria no valor aproximado de R\$ 75,00 economizados a cada hora de extrusão.

Por fim, tem-se um comparativo de custos de uma mistura comum e as amostras 3,5 e 6, seguindo os princípios citados acima:

Tabela 4 – Custos de misturas

Mistura	PEBD+PEBDL	Aparas de <i>stretch</i>	<i>Anti-block</i>	CUSTOS POR KG
Comum	95%	5%	0%	R\$ 6,42
Amostra 3	68,5%	30%	1,5%	R\$ 5,64
Amostra 5	49,5%	50%	0,5%	R\$ 4,84
Amostra 6	48,5%	50%	1,5%	R\$ 4,92

Fonte: do autor, 2019.

Devido ao baixo custo das aparas de *stretch*, quando comparadas com a matéria prima virgem, torna-se muito clara a grande diferença de custos que pode ser trazida com a utilização de maiores quantidades de aparas e menores quantidades de resinas virgens, assim apesar do valor agregado pelo aditivo, devido à baixa quantidade necessária de sua utilização seu custo se torna irrisório.

5 CONCLUSÃO

Com o presente trabalho, se pôde elucidar a maneira que ocorre o problema de bloqueio em embalagens plásticas, bem como o funcionamento de aditivos que podem sanar esse problema. Assim, foi feito um procedimento experimental explicativo em que se elencaram diferentes formulações possíveis para análise, e as mesmas foram analisadas laboratorial e sensitivamente para obtenção de um resultado classificativo.

Após as diferentes situações experimentadas e possibilidades descobertas se definem, mesmo que com certos limites, algumas margens de observação, como as elencadas abaixo:

- a) Aparas de *stretch* podem apenas ser acrescidas à formulação da extrusão, sem aditivos *anti-block*, em quantidades mínimas, visando evitar o bloqueio;
- b) A utilização de aditivo *anti-block* em quantidades menores do que a sugerida pelo fabricante demonstrou-se extremamente eficaz para os fins desejados;
- c) Não é viável acrescer quantidades relativamente maiores que 50% de aparas de *stretch* no processo de extrusão, visando a geração de um produto de qualidade.
- d) Os custos finais das formulações, mesmo com aditivo *anti-block* de maior valor agregado, demonstraram-se mais viáveis do que formulações sem o mesmo.

Sugere-se para trabalhos posteriores uma análise profunda do *anti-block* utilizado nos testes para alcançar, com modificações, um nível de transparência mais elevado, seja com a alteração do aditivo ou acréscimo de algum outro. Também realizar testes com níveis de tratamento corona, para posterior impressão da embalagem, bem como desenvolver um método de análise de bloqueio que permita analisar a tração necessária de abertura do filme e por meio dessa, traçar uma curva representativa para seu nível de bloqueio.

Por fim, de grande importância é abordar a possibilidade de aumento na utilização de aparas partindo da mistura comum, em que se utilizava 5%, para uma nova mistura que aceita até 50%, sendo um aumento de 10 vezes em sua quantidade. Isso demonstra a tamanha validade de projetos como o estudo em questão, pois as resinas plásticas possuem em sua característica, uma imensa gama de possibilidades de utilização e reaproveitamento, basta apenas que o ser humano de a devida atenção ao tema.

REFERÊNCIAS

- ABIPLAST. **Relatório de atividades 2018**. Disponível em: http://www.abiplast.org.br/wp-content/uploads/2019/07/Relat%C3%B3rio_de_atividades_ABIPLAST_2018.pdf. Acesso em 19 de out. de 2019.
- ANJOS C., **Embalagens Plásticas Materiais e aplicações**, 2009.
- ASTM D3354-15, **Standard Test Method for Blocking Load of Plastic Film** by the Parallel Plate Method, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2015. Disponível em: <http://www.astm.org>. Acesso em 25 de out. de 2019.
- BRASKEM. **Polietileno de baixa densidade HF2007**. Disponível em: <http://www.braskem.com.br/busca-de-produtos?p=186>. Acesso em 10 de out. de 2019.
- DOW, Technical information, **DOW™ LDPE 206M, polyethylene resin**. Disponível em: <https://www.dow.com/en-us/document-viewer.html?randomVar=6791394607519459198&docPath=/content/dam/dcc/documents/en-us/productdatasheet/400/400-00084209en-dow-ldpe-206m-low-density-polyethylene-resin-tds.pdf>. Acesso em 10 de out. de 2019.
- Fernanda M. B. COUTINHO; Ivana L. MELLO, Luiz C. de S. MARIA. **Polietileno: Principais Tipos, Propriedades e Aplicações**. Instituto de Química, UERJ, 2003.
- GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.
- MARGOLIS, James M., **Engineering plastics handbook**, McGraw-Hill Handbooks, 2006, p.63-67.
- MARKARIAN, Jennifer. **Slip and Antiblock additives: Surface medication for film and sheet**. *Plastics, additives and compounding*, volume 9, issue 6, 2007, p. 32-35.
- MARTINS, Lauri, **SEBRAE - Como montar um serviço de reciclagem de plástico**, 2013.
- MCNALLY, G. M.; SMALL, C. M.; MURPHY, W. R.; GARRETT, G.; The Effect of Vinyl Acetate Content and Polyisobutylene Concentration on the Properties of Metallocene Polyethylene-Ethyl Vinyl Acetate Coextruded Film for Stretch and Cling Film Applications. **Journal of Plastic Film & Sheeting**, Vol. 21, p.69-83. Janeiro. 2005.
- MENDA, M. **Química viva**. Disponível em: https://www.crq4.org.br/quimicaviva_plasticos. Acesso em 25 de set. de 2019.
- MILANI, M. A., **Obtenção de PELBD através da Cop. de eteno com a-olefinas prod. *in-situ***, 2010.

PRAÇA, F. S. G. 08, n.1, p.72-87, JAN-JUL, 2015. Revista eletrônica “**Diálogos Acadêmicos**”.

PROCOLOR. **Pro-Tech CPD 0006 E Anti-blocking**. Disponível em: <https://procolormaster.com/anti-blocking/>. Acesso em 10 de out. de 2019.

ROMAN, Ademar. **Transformação do polietileno – PEBD**. São Paulo: Érica, 1995. 265p.

VICENT, O; OSMONT, E., Soc. Plast. Eng., Inc., Antec, Conf. Proc., paper 131, 2002., citados em **Handbook of Antiblocking, Release, and Slip Additives** (Third Edition), William Andrew Publishing, 2014, p. 57.

WYPYCH, George. **Handbook of Antiblocking, Release, and Slip Additives** (Third Edition), William Andrew Publishing, 2014.

ANEXOS

ANEXO A – Ficha técnica do PEBDL Braskem



Folha de Dados

Revisão 3 (Mai/15)

Polietileno Linear de Baixa Densidade HF2007

Descrição:

A resina HF2007 é um Polietileno Linear de Baixa Densidade. Aplicado para extrusão de filmes tubulares em misturas com polietileno de baixa densidade (PEBD). Apresenta elevada resistência ao impacto e à perfuração, alto coeficiente de fricção e elevada resistência à ruptura da solda.

Aplicações:

Filmes em geral onde se queiram elevado COF, bloqueio e filme stretch; misturas com PEBD.

Aditivação:

Auxiliar de fluxo

Processo:

A resina HF2007 deve ser processada em extrusoras adequadas a esse polímero. As condições ótimas de processamento variam de acordo com o tipo de equipamento utilizado, mas os melhores resultados são obtidos com uma temperatura de massa na faixa de 180 a 210 °C.

Propriedades de Controle:

	Método ASTM	Unidades	Valores
Índice de Fluidez (190/2,16)	D 1238	g/10 min	0,73
Densidade	D 1505	g/cm ³	0,920

Propriedades Típicas:

Propriedades de Referência do Filme^a

	Método ASTM	Unidades	Valores
Tensão de Ruptura (DM/DT)	D 882	MPa	45/40
Alongamento de Ruptura (DM/DT)	D 882	%	1260/1530
Opacidade ^b	D 1003	%	17
Brilho - Ângulo 45° ^b	D 2457	-	66

(a) Filme de 100 µm de espessura, obtido em extrusora de 70 mm, com razão de sopro de 2,2:1, abertura de matriz de 1,8mm e produtividade de 150Kg/h (DM = Direção de Extrusão e DT = Direção Transversal à Extrusão).

(b) Filme 130 µm de espessura, obtido em extrusora de 70mm, com razão de sopro de 2,2:1, abertura de matriz de 1,8mm e produtividade de 150Kg/h.

Condições de Processamento Recomendadas:

Moldagem por Sopro

- Temperatura de massa: 215°C (máx.)
- Razão de sopro: 1,8:1 a 2,5:1
- Espessura mínima: 20 micra p/p

Observações Finais:

- Esta resina atende à regulamentação FDA (Food and Drug Administration) para polímeros olefinicos do CFR 21 seção 177.1520, vigente na data de publicação desta especificação. Os aditivos presentes são sancionados por regulamentação apropriada do FDA. Os aditivos presentes são sancionados por regulamentação apropriada do FDA.
- As informações aqui contidas são dadas de boa fé, indicando valores típicos obtidos em nossos laboratórios, não devendo ser consideradas como absolutas ou como garantia. Apenas as propriedades e os valores que constam do certificado de qualidade devem ser considerados como garantia do produto.
- Em algumas aplicações, a Braskem tem desenvolvido resinas *tailor-made* para alcançar características específicas.
- Em caso de dúvida na utilização ou para discutir outras aplicações, entre em contato com a Área de Engenharia de Aplicação.
- Para informações de segurança, manuseio, proteção individual, primeiros socorros e disposição de resíduos, consultar a FISPQ – Folha de Informações de Segurança de Produtos Químicos. Número de registro no CAS: 25213-02-9.
- Os valores constantes nesse documento poderão sofrer alterações sem comunicação prévia da Braskem.
- A Braskem não recomenda o uso desse produto para fabricação de embalagens, peças ou qualquer outro tipo de produto, que será utilizado para o armazenamento ou contato com soluções parenterais ou que terá qualquer tipo de contato interno com o corpo humano.
- As informações aqui contidas cancelam as anteriormente emitidas para este produto.
- Esta resina não contém a substância Bisfenol A (BPA, CAS#80-05-7) em sua composição.

ANEXO B – Ficha técnica do PEBD DOW

Technical Information


DOW™ LDPE 206M
 Low Density Polyethylene Resin

Physical	Nominal Value (English)	Nominal Value (SI)	Test Method
Density	0.921 g/cm ³	0.921 g/cm ³	ASTM D792
Melt Index (190°C/2.16 kg)	0.70 g/10 min	0.70 g/10 min	ASTM D1238
Mechanical	Nominal Value (English)	Nominal Value (SI)	Test Method
Coefficient of Friction			ASTM D1894
vs. Itself - Dynamic	0.57	0.57	
vs. Itself - Static	0.64	0.64	
Films	Nominal Value (English)	Nominal Value (SI)	Test Method
Film Thickness - Tested	2 mil	50 µm	
Film Puncture Resistance (2.0 mil (50 µm))	48.3 ft-lb/in ³	4.00 J/cm ³	Dow Method
Tensile Strength			ASTM D882
MD : Yield, 2.0 mil (50 µm)	1600 psi	11.0 MPa	
TD : Yield, 2.0 mil (50 µm)	1600 psi	11.0 MPa	
MD : Break, 2.0 mil (50 µm)	2320 psi	16.0 MPa	
TD : Break, 2.0 mil (50 µm)	2320 psi	16.0 MPa	
Tensile Elongation			ASTM D882
MD : Break, 2.0 mil (50 µm)	410 %	410 %	
TD : Break, 2.0 mil (50 µm)	630 %	630 %	
Dart Drop Impact (2.0 mil (50 µm))	170 g	170 g	ASTM D1709A
Elmendorf Tear Strength			ASTM D1922
MD : 2.0 mil (50 µm)	280 g	280 g	
TD : 2.0 mil (50 µm)	260 g	260 g	
Optical	Nominal Value (English)	Nominal Value (SI)	Test Method
Gloss (45°, 1.97 mil (50.0 µm))	41	41	ASTM D2457
Haze (1.97 mil (50.0 µm))	13.0 %	13.0 %	ASTM D1003
Extrusion	Nominal Value (English)	Nominal Value (SI)	
Melt Temperature	401 °F	205 °C	

Notes

These are typical properties only and are not to be construed as specifications. Users should confirm results by their own tests.

Product Stewardship

The Dow Chemical Company and its subsidiaries ("Dow") has a fundamental concern for all who make, distribute, and use its products, and for the environment in which we live. This concern is the basis for our Product Stewardship philosophy by which we assess the safety, health, and environmental information on our products and then take appropriate steps to protect employee and public health and our environment. The success of our Product Stewardship program rests with each and every individual involved with Dow products — from the initial concept and research, to manufacture, use, sale, disposal, and recycle of each product.

Customer Notice

Dow strongly encourages its customers to review both their manufacturing processes and their applications of Dow products from the standpoint of human health and environmental quality to ensure that Dow products are not used in ways for which they are not intended or tested. Dow personnel are available to answer your questions and to provide reasonable technical support. Dow product literature, including safety data sheets, should be consulted prior to use of Dow products. Current safety data sheets are available from Dow.

Medical Applications Policy

NOTICE REGARDING MEDICAL APPLICATION RESTRICTIONS: Dow will not knowingly sell or sample any product or service ("Product") into any commercial or developmental application that is intended for:

- long-term or permanent contact with internal bodily fluids or tissues. "Long-term" is contact which exceeds 72 continuous hours;
- use in cardiac prosthetic devices regardless of the length of time involved ("cardiac prosthetic devices" include, but are not limited to, pacemaker leads and devices, artificial hearts, heart valves, intra-aortic balloons and control systems, and ventricular bypass-assisted devices);
- use as a critical component in medical devices that support or sustain human life; or
- use specifically by pregnant women or in applications designed specifically to promote or interfere with human reproduction.

Dow requests that customers considering use of Dow products in medical applications notify Dow so that appropriate assessments may be conducted. Dow does not endorse or claim suitability of its products for specific medical applications. It is the responsibility of the medical device or pharmaceutical manufacturer to determine that the Dow product is safe, lawful, and technically suitable for the intended use. **DOW MAKES NO WARRANTIES, EXPRESS OR IMPLIED, CONCERNING THE SUITABILITY OF ANY DOW PRODUCT FOR USE IN MEDICAL APPLICATIONS.**

Disclaimer

NOTICE: No freedom from infringement of any patent owned by Dow or others is to be inferred. Because use conditions and applicable laws may differ from one location to another and may change with time, the Customer is responsible for determining whether products and the information in this document are appropriate for the Customer's use and for ensuring that the Customer's workplace and disposal practices are in compliance with applicable laws and other governmental enactments. Dow assumes no obligation or liability for the information in this document. **NO WARRANTIES ARE GIVEN; ALL IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE ARE EXPRESSLY EXCLUDED.**

NOTICE: If products are described as "experimental" or "developmental": (1) product specifications may not be fully determined; (2) analysis of hazards and caution in handling and use are required; (3) there is greater potential for Dow to change specifications and/or discontinue production; and (4) although Dow may from time to time provide samples of such products, Dow is not obligated to supply or otherwise commercialize such products for any use or application whatsoever.

NOTICE: This data is based on information Dow believes to be reliable, as demonstrated in controlled laboratory testing. They are offered in good faith, but without guarantee, as conditions and method of use of Dow products are beyond Dow's control. Dow recommends that the prospective user determine the suitability of these materials and suggestions before adopting them on a commercial scale.

To the best of our knowledge, the information contained herein is accurate and reliable as of the date of publication, however we do not assume any liability for the accuracy and completeness of such information.

Additional Information

North America		Europe/Middle East	+800-3694-6367
U.S. & Canada:	1-800-441-4369		+31-11567-2626
	1-989-832-1426	Italy:	+800-783-825
Mexico:	+1-800-441-4369		
Latin America		South Africa	+800-99-5078
Argentina:	+54-11-4319-0100		
Brazil:	+55-11-5188-9000		
Colombia:	+57-1-219-6000	Asia Pacific	+800-7776-7776
Mexico:	+52-55-5201-4700		+603-7965-5392

www.dowplastics.com

This document is intended for use within Latin America

Published: 2005-05-05

© 2019 The Dow Chemical Company



ANEXO C – Ficha técnica do aditivo Anti-blocking Procolor



BOLETIM TÉCNICO DE PRODUTO

Nome Comercial:	Pro-Tech CPD 0006 E Anti-Blocking
Espécie Química:	Aditivo para poliolefinas
Color Index:	Não aplicável

1.) DESCRIÇÃO DO PRODUTO:

Pro-Tech CPD 0006 E Anti-Blocking é um aditivo para resinas poliolefínicas, destinado a reduzir a adesão entre as faces do filme, em seu processo é utilizado tela com malha de 60 / 100 mesh.

É apresentado na forma de pellets cilíndricos, acondicionados em sacos metalizados de 20 kg.

Todas as embalagens possuem a identificação da Pro-Color, código do produto, número do lote de produção, data de fabricação e data de validade.

2.) APLICAÇÃO:

Pro-Tech CPD 0006 E Anti-Blocking foi desenvolvido para ser utilizado em resinas olefínicas em geral (PEBD) em praticamente todos os processos de transformação termoplástica, de acordo com a necessidade, podem ser dosados na proporção de 2,0 a 6,0% sobre a utilização da resina.

3.) BENEFÍCIO:

- Reduz aderência entre as paredes do filme
- Facilita o manuseio da embalagem
- O produto não interfere na transparência da embalagem

4.) VALIDADE E ARMAZENAMENTO:

Pro-Tech CPD 0006 E Anti-Blocking possui prazo de validade limitado a 12 meses a contar da data de fabricação, desde que seja armazenado e manuseado adequadamente, conforme segue:

- Manter o produto em suas embalagens originais até o momento de seu uso.
- Ao abrir a embalagem, procurar utilizar todo o seu conteúdo o mais rapidamente possível.
- Manter o produto em ambiente fresco, seco e abrigado da incidência direta da luz solar.
- Evitar o contato direto das embalagens do produto com o chão, utilizando pallets de madeira ou plástico.
- Não exceder o empilhamento máximo de 8 fileiras de sacos por pallets.



Atendimento: (11) 4702 9090
Rua Philip Leiner, 498 Cotia/SP CEP 06714-285

procolormaster.com



5.) CARACTERÍSTICAS FÍSICAS:

Descrição	Especificação	Tolerância
Teor de Substâncias Ativas	Conforme Padrão	N/A
Retenção de partículas	Malha 325	Max. 2,5 %
Índice de Volatilidade	< 0,5 % em 115º C / 1h	+ 10 % em 115º C / 1h

6.) TOXIDAZ E SEGURANÇA:

O produto **Pro-Tech CPD 0006 E Anti-Blocking** não possui em sua formulação metais pesados adicionados de forma intencional.

O produto não apresenta riscos a quem o manuseia desde que sejam observadas as regras básicas de higiene industrial e segurança no trabalho.

O produto ao se decompor termicamente queima, liberando fumos e gases que, sob nenhuma hipótese, devem ser aspirados. Para combate ao fogo, utilizar máscara anti-gases.

7.) CONSIDERAÇÕES FINAIS:

As informações constantes neste Boletim refletem o melhor de nosso estágio atual de conhecimentos e são prestadas de boa fé.

Possuem caráter estritamente ilustrativo, não expressando, portanto, qualquer tipo de garantia explícita ou implícita quanto o desempenho do produto.

Responsabilizamo-nos pela qualidade deste e dos demais produtos de nossa produção e/ou comercialização, desde que sua real serventia para cada caso seja comprovada em testes que reflitam as características industriais de utilização.

Os dados numéricos aqui reproduzidos foram obtidos em baterias de testes laboratoriais, seguindo métodos próprios, divulgáveis sob requisição.

Para maiores informações, entrar em contato com nosso Departamento de Assistência Técnica.



ANEXO D – Standard Test Method for Blocking Load of Plastic Film by the Parallel Plate Method – ASTM D3354 – 15

Significance and Use

5.1 Blocking develops in film processing and storage when layers of smooth film are in intimate contact with nearly complete exclusion of air. Temperature, or pressure, or both, can induce or change the degree of adhesion of the surfaces.

5.2 The procedure of this test method closely simulates the operation of separating film in some end-use applications.

1. Scope

1.1 This test method yields quantitative information regarding the degree of blocking (unwanted adhesion) existing between layers of plastic film. It is not intended to measure susceptibility to blocking.

1.2 By this procedure, the film-to-film adhesion, expressed as a blocking load in grams, will cause two layers of film with an area of contact of 100 cm² to separate. The test method is limited to a maximum load of 200 g.

1.3 The values stated in SI units are to be regarded as standard. The values given in parentheses are for information only.

1.4 *This standard does not purport to address all of the safety concerns, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to establish appropriate safety and health practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use.*

NOTE 1: This test method is similar to ISO 11502 Method B, but is not technically equivalent.

2. Referenced Documents (*purchase separately*)

ASTM Standards

D618 Practice for Conditioning Plastics for Testing

D883 Terminology Relating to Plastics

E691 Practice for Conducting an Interlaboratory Study to Determine the Precision of a Test Method

ISO Standard

ISO 11502 Determination of Blocking Resistance Available from American National Standards Institute (ANSI), 25 W.43rd St., 4th Floor, New York, NY 10036, <http://www.ansi.org>.

ANEXO E – FILME *STRETCH WRAP*

Fonte: <http://www.vick.com.br/industria/filme-stretch/>. Acesso em 15 de nov. de 2019.

ANEXO F – AGLUTINADOR E EXTRUSORA

Aglutinador para filmes plásticos



Fonte: <https://all.biz/br-pt/aglutinador-para-filmes-plasticos-g94312>. Acesso em 15 de nov. de 2019.

Extrusora Carnevalli



Fonte: <https://www.plastico.com.br/brasilplast-2011-extrusoras-cresce-a-oferta-de-alta-tecnologia/3/>. Acesso em 15 de nov. de 2019.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Aparas aglutinadas de *stretch*



Fonte: do autor, 2019.



Fonte: do autor, 2019.

APÊNDICE B – Resina de PEBDL Braskem HF2007



Fonte: do autor, 2019.



Fonte: do autor, 2019.

APÊNDICE C – Resina de PEBD DOWLEX 206M



Fonte: do autor, 2019.



Fonte: do autor, 2019.

APÊNDICE D – Masterbach Anti-Blocking PROCOLOR



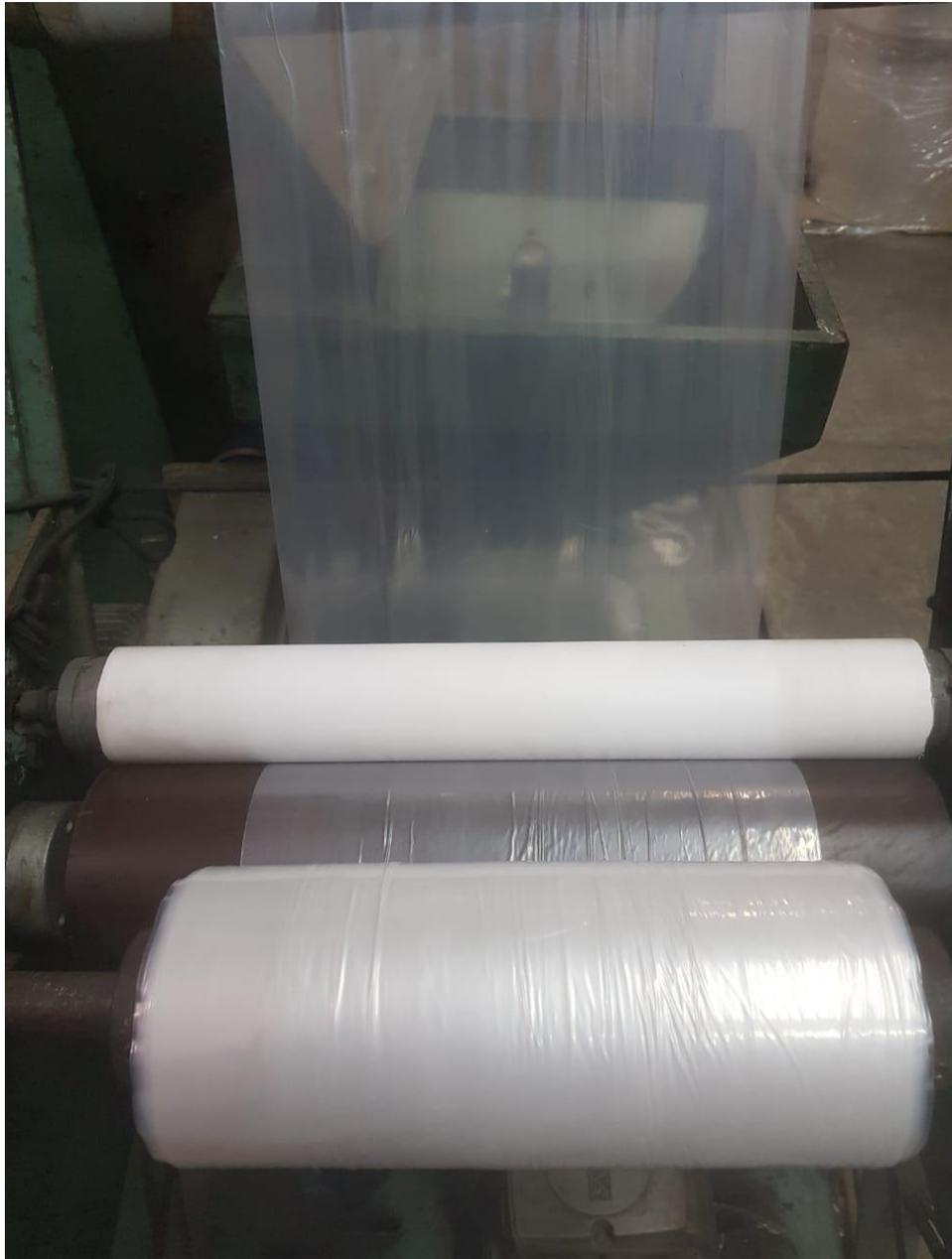
Fonte: do autor, 2019.



Fonte: do autor, 2019.

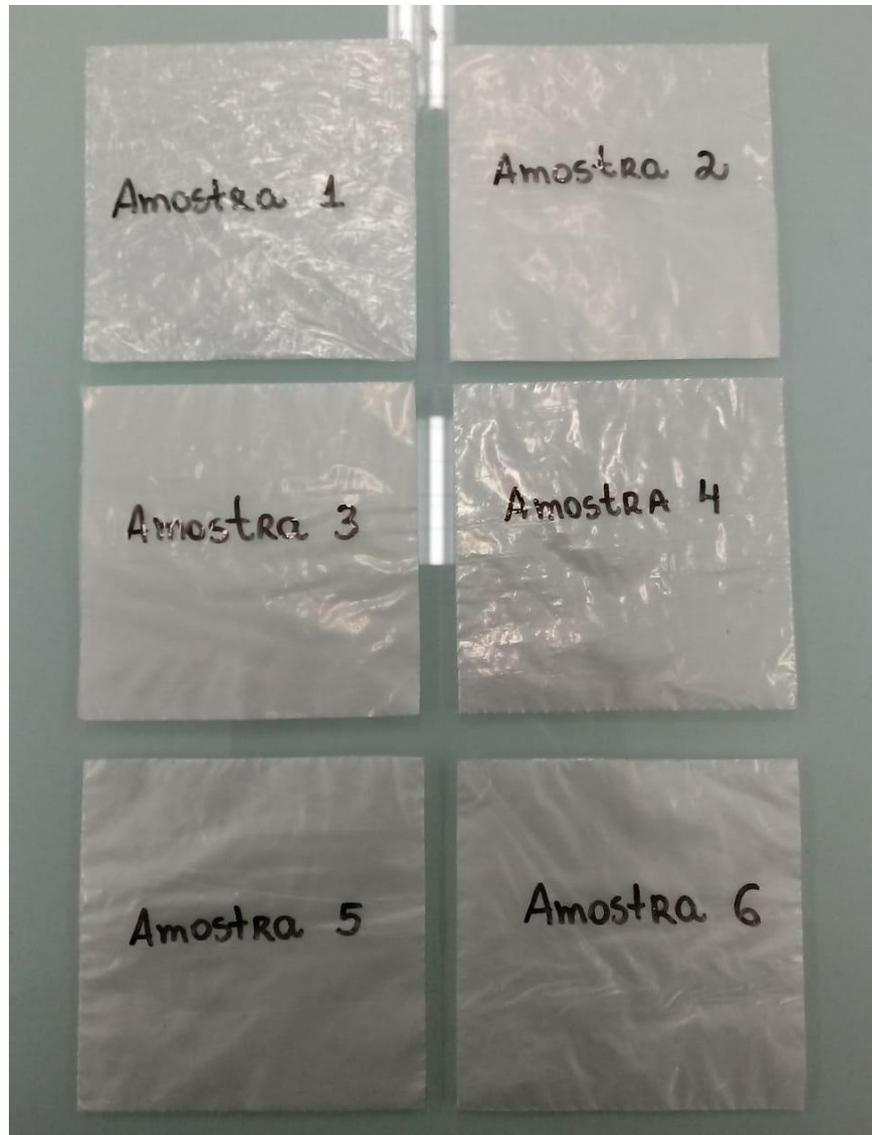
APÊNDICE E – Mistura para extrusão amostra 1

Fonte: do autor, 2019.

APÊNDICE F – Filme extrudado amostra 6

Fonte: do autor, 2019.

APÊNDICE G – Amostras cortadas de acordo com gabarito para teste de *blocking*



Fonte: do autor, 2019.

APÊNDICE H – Estufa utilizada no ensaio de *blocking*



Fonte: do autor, 2019.



Fonte: do autor, 2019.