

UNIVERSIDADE DO SAGRADO CORAÇÃO

RODRIGO PAULIN

**ESTUDO DA VIABILIDADE TÉCNICA E FINANCEIRA
DA DISPERSÃO DE PIGMENTOS INORGÂNICOS EM
ÓLEO DE SOJA EPOXIDADO**

BAURU
2016

RODRIGO PAULIN

**ESTUDO DA VIABILIDADE TÉCNICA E FINANCEIRA
DA DISPERSÃO DE PIGMENTOS INORGÂNICOS EM
ÓLEO DE SOJA EPOXIDADO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro de Ciências Exatas da Universidade do Sagrado Coração como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Química, sob orientação da Profa. Ma. Bárbara de Oliveira Tessarolli.

**BAURU
2016**

P328e

Paulin, Rodrigo

Estudo da viabilidade técnica e financeira da dispersão de pigmentos inorgânicos em óleo de soja epoxidado / Rodrigo Paulin. -- 2016.

44f. : il.

Orientadora: Profa. M.^a Barbara de Oliveira Tessarolli.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química) -
Universidade do Sagrado Coração - Bauru - SP

1. Óleo de soja epoxidado. 2. Pigmento inorgânico. 3. Plastificante. 4. PVC. 5. Características físico-químicas. Tessarolli, Barbara de Oliveira. II. Título.

RODRIGO PAULIN

**ESTUDO DA VIABILIDADE TÉCNICA E FINANCEIRA DA
DISPERSÃO DE PIGMENTOS INORGÂNICOS EM ÓLEO DE SOJA
EPOXIDADO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro de Ciências Exatas da Universidade do Sagrado Coração como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Química, sob orientação da Profa. Ma. Bárbara de Oliveira Tessarolli.

Banca examinadora:

Profa. M^a. Bárbara de Oliveira Tessarolli
Universidade do Sagrado Coração

Prof. Dr. Angelo Ricardo Favaro Pipi
Universidade do Sagrado Coração

Prof. Me. Erik Ceschini Benedicto Panighel
Universidade do Sagrado Coração

Bauru,

de

2016.

Dedico este trabalho a Deus e minha família
que me acompanharam na conquista desse
sonho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me proporcionar este momento tão especial em minha vida, a minha família pelo apoio dado as minhas escolhas, por todo carinho, esforços e por sempre estar presentes em todos os momentos da minha vida.

Aos meus professores pela dedicação, atenção, paciência e pelo conhecimento compartilhado e em especial a minha professora orientadora pelo empenho e confiança dedicados ao meu trabalho.

Aos meus amigos que fizeram com que os momentos difíceis se transformassem em momentos de muita alegria.

Agradeço também a minha namorada pelo esforço em me ajudar e pela paciência que teve em todo momento.

“A mente que se abre a uma nova ideia jamais
voltará ao seu tamanho original.”

Albert Einstein

RESUMO

O presente trabalho visa comparar duas tecnologias de plastificação para o auxílio na dispersão de pigmentos inorgânicos utilizados na indústria do PVC plastisol. Os pigmentos possuem um papel muito importante na produção de um plastisol à base de PVC, pois incorporado as formulações de plastisois, eles conferem um aspecto visual desejado pelo comércio, atendendo assim as demandas do mercado e moda. Atualmente se faz o uso de um plastificante à base de ftalato conhecido como DOP (di-n-octilftalato), para auxílio na dispersão de pigmentos, porém uma nova tecnologia que vem sendo muito estudada é o uso de um plastificante à base de óleo de soja epoxidado, devido a inúmeros fatores como, por exemplo, ser um componente originário de fontes renováveis e por possuir um valor economicamente mais viável. Foram realizados experimentos comparativos entre essas duas formas de plastificação do pigmento inorgânico, identificando-se que o plastificante à base de óleo de soja epoxidado possui uma viabilidade técnica, pois não se faz necessário o uso de outros equipamentos que não fossem os que já se usam na indústria e também sua viabilidade econômica, pois é um produto mais acessível financeiramente que o já utilizado. Portanto, a análise feita é muito importante para se criar mecanismos de plastificação de pigmentos inorgânicos que viabilizam o processo e atendam a qualidade do produto final.

Palavras-chave: Óleo de soja epoxidado. Pigmento inorgânico. Plastificante. PVC. Características físico-químicas.

ABSTRACT

This study aims to compare two plastification technologies to aid in the dispersion of inorganic pigments used in PVC plastisol industry. The pigments have a important role in the production of a plastisol based on PVC, because the embedded plastisol formulations, they provide a desired visual aspect of the trade, thus meeting market demands and fashion. Currently it makes use of a phthalate plasticizer based known as DOP, to aid in pigment dispersion. However a new technology that has been extensively studied is the use of a plasticizer epoxidized soybean oil base, due to numerous factors as, for example, be a component originating from renewable sources and having a more economically feasible value. Comparative experiments between these two forms of plasticization of inorganic pigment were performed, identifying the plasticizer epoxidized soybean oil base has a technical, since the use of other equipment that were not necessary to already use in industry and also its economic viability as it is a product more accessible financially that already used. Thus, the analysis made is very important for creating mechanisms lamination of inorganic pigments that enable the process and meet final product quality.

Keywords: Epoxidized soybean oil. Inorganic pigment. Plasticizer. PVC. Physical and chemical characteristics.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Reação de produção do Polímero PVC a partir do seu Monômero.....	18
Figura 2 - Estrutura básica do polímero PVC	19
Figura 3 – Agitador mecânico com pás.	22
Figura 4 - Formula estrutural de plastificantes à base de ftalatos.	24
Figura 5 - Fórmula estrutural d Dioctilftalato (DOP).	24
Figura 6 - Ácidos Graxos com maior relevância na molécula do óleo de soja.	26
Figura 7 - Estrutura química do grupo epóxi.....	27
Figura 8 - Representação da reação de epoxidação.....	27
Figura 9 - Mecanismo de epoxidação.	28
Figura 10 - Dióxido de Titânio em pó.....	29
Figura 11 - Béquer contendo DOP.	30
Figura 12 – Béquer contendo óleo de soja epoxidado.....	31
Figura 13 - Pigmento Branco, em descanso, disperso em DOP e com Óleo de Soja Epoxidado	31
Figura 14 - Dispersor de Misturas.	32
Figura 15 – Agitador Mecânico.....	32
Figura 16 - Pigmento Branco em Pasta com DOP e com Óleo de Soja Epoxidado.....	33
Figura 17 - Aparelho Viscosímetro.....	34
Figura 18 - Análise comparativa de Cor no Tom Pleno.	37
Figura 19 - Análise Comparativa no Tom Corte.....	37
Figura 20 - Estabilidade térmica do pigmento branco dispersado com DOP e o pigmento branco dispersado com óleo de soja epoxidado.....	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Principais Propriedades da Resina PVC.....	18
Tabela 2 - Diferença entre pigmentos orgânicos e inorgânicos	21
Tabela 3 - Composição dos ácidos graxos presentes no óleo de soja.....	26
Tabela 4 - Formulação para Preparo do Pigmento Branco.	31
Tabela 5 - Formulação para Testes do Pigmento Branco no Tom Pleno.....	35
Tabela 6 - Formulação para Testes do Pigmento Branco no Tom Corte.....	35
Tabela 7 - Dados de Viscosidade DOP X Óleo de Soja Epoxidado.....	36
Tabela 8 - Preço por Kg dos plastificantes DOP e Óleo de Soja Epoxidado.....	39

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

cP	Centipoise
DOP	DiOctilFtalato
EDC	Dicloroetano
HCl	Ácido Clorídrico
IARC	<i>International Agency for Researsh on Cancer</i> - Agência Internacional de Pesquisa em Câncer
IUPAC	<i>International Union of Pure and Applied Chemistry</i> – União Internacional da Química Pura e Aplicada
mPas	MiliPascal por segundo
MVC	Monômero Cloreto Vinila
NaCl	Cloreto de Sódio
OMS	Organização Mundial da Saúde
P	Poise
Pa s	Pascal por segundo
PVC	Poli(Cloreto de Vinila)
TiO ₂	Dióxido de Titânio
UV	Ultravioleta

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	133
2 OBJETIVOS	155
2.1 OBJETIVOS GERAIS	155
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	155
3 METODOLOGIA	166
4 REVISÃO DE LITERATURA	177
4.1 O PVC	177
4.2 TIPOS E CARACTERÍSTICAS DO PVC.....	209
4.3 PIGMENTOS.....	23
4.4 PLASTIFICANTES.....	22
4.5 FTALATOS.....	23
4.6 ÓLEOS VEGETAIS EPOXIDADOS.....	25
4.6.1 Óleo de soja epoxidado.....	25
5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	288
5.1 Materiais e Reagentes.....	28
5.2 Procedimentos de preparo do pigmento.....	28
5.3 Procedimento para análise comparativa do pigmento	33
5.3.1 Viscosidade	33
5.3.2 Cor	34
5.5.1 Estabilidade Térmicas.....	36
6. RESULTADOS E DISCUSSÕES	366
6.1 VISCOSIDADE.....	366
6.2 COR.....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.7
6.3 ESTABILIDADE TÉRMICA.....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.8
6.4 PONTO DE VISTA TÉCNICO.....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.9
6.5 PONTO DE VISTA ECONÔMICO	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.9
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	40
REFERÊNCIAS.....	41

1 INTRODUÇÃO

Os produtos de poli (cloreto de vinila) – PVC - têm importante papel na qualidade de vida da sociedade moderna, isso se deve à excelente relação custo/benefício destinadas a infraestrutura e à construção civil, além de seu emprego em calçados, embalagens, brinquedos, laminados técnicos e outros bem duráveis. (JUNIOR. R. A; NUNES. R. L; ORMANJI. W, 2006).

O PVC é o segundo termoplástico mais consumido no mundo, atrás apenas do polietileno. Pode ser obtido a partir de 57% de insumos provenientes do sal marinho (sal gema), e 43% de insumos provenientes de compostos derivados do petróleo e o gás natural. Possui uma grande versatilidade frente a outros polímeros termoplásticos, uma vez que a inclusão de plastificantes de baixo peso molecular como por exemplo, o DOP (di octilftalato), DINP (di nonilftalato), deixa a resina flexível ou com comportamento de borracha. Já o PVC não modificado possui alta rigidez. (RODA, 2014).

O PVC é totalmente atóxico e inerte, isso significa que ele pode ser aplicado em produtos médico-hospitalares, filmes para cobertura de alimentos e brinquedos; desde que os aditivos também possuam essas características. (RODA, 2014).

Todavia, o seu grande problema é a sensibilidade térmica, para qual é requerida muito controle a fim de evitar a decomposição do polímero durante o processamento uma vez que gera ácido clorídrico. O PVC pode ser processado por termoformagem, compressão, injeção, sopro, extrusão, calandragem, entre outras, graças ao amplo leque de grades entre o PVC rígido e o flexível. (RODA, 2014).

A tendência em relação à estética do PVC vem sendo cada vez mais exigida pelos clientes e para atender essas exigências recorre-se ao uso de pigmentos para facilitar essa demanda no que diz respeito ao laminado sintético a base de PVC para acompanhar o mercado da moda de sapatos, bolsas, cintos etc.; além de estética o pigmento pode-se melhorar também a estabilidade à radiação UV do laminado, colaborando na estabilidade térmica entre outros fatores. Em relação aos pigmentos mais utilizados na indústria do PVC laminado, pode-se citar selenetos e sulfetos de Cádmio, cromatos e molibdatos de Chumbo, azul ultramar, óxidos de Ferro, dióxido de Titânio (Inorgânicos). (JUNIOR. R. A; NUNES. R. L; ORMANJI. W, 2006). Os pigmentos utilizados podem ser de origem orgânica ou inorgânica. No caso dos pigmentos de origem orgânica possuem agrupamentos chamados de

cromóforos, estes que conferem sua cor. Uma das características dos pigmentos orgânicos é proporcionar a obtenção de todas as nuances de cores e todos os níveis de resistência. Já os pigmentos inorgânicos são classificados quanto a sua origem: sintéticos e naturais.. Analisando de um modo geral os pigmentos inorgânicos possuem mais cobertura, porém são mais opacos, já os orgânicos possuem mais brilho e uma maior transparência se analisado à luz, entretanto a escolha do pigmento inorgânico é economicamente mais viável. (MENDA, 2011).

Os pigmentos inorgânicos podem ser utilizados como pó fino e seco, incorporados à formulação na forma de mistura seca, pasta líquida ou *masterbatch* (Concentrado de cor na fórmula de grânulos, com grande quantidade de colorante incorporado, sendo esse colorante geralmente um pigmento em pó). Para o seu preparo em pasta, utiliza-se uma variedade de plastificantes para que ocorra a umectação das partículas do pó, tais como: TOTM – trioctil trimelitato, DIDP – diisodecil ftalato, DOP - dioctil ftalato e DIBP – diisobutil ftalato, sendo o mais utilizado o DOP – dioctil ftalato. (JUNIOR. R. A; NUNES. R. L; ORMANJI. W, 2006).

Muitas pesquisas vêm sendo realizadas em relação ao uso de certos tipos de plastificantes à base de ftalatos, e até onde esses compostos podem interferir na saúde e qualidade de vida do ser humano. Pensando nisso vem se tentando descobrir formas diferentes para substituir o uso de plastificantes à base de ftalatos na indústria do PVC, e uma das alternativas que podem colocar fim à esse risco é o uso de óleos epoxidados como por exemplo o de soja, pois se tratam de compostos obtidos a partir de misturas de substâncias naturais. O que se pede no mercado, hoje em dia, é encontrar produtos de sua utilização como matéria prima proveniente de fontes renováveis que não modifiquem o processo de produção de um pigmento e agreguem um valor econômico considerável no pigmento acabado e o óleo de soja epoxidado é uma grande saída devido a sua origem vegetal, possuir um processo de produção rápido e fácil, valor econômico baixo e também por não possuir componentes tóxicos que possam trazer danos à saúde do ser humano, portanto sua utilização vem sendo muito estudada. (MADALENO, E; ROSA, D. S, 2009).

Portanto, o que se desenvolve nesta presente pesquisa é uma forma alternativa, utilizando óleo de soja epoxidado, na plastificação e dispersão de pigmentos inorgânicos, analisando e viabilizando seu processo de produção e comparando aspectos econômicos para uso desta nova tecnologia, visando eliminar por completo a utilização de compostos ftalatos da indústria do laminado sintético à base de PVC.

2 OBJETIVOS

Apresentam-se nos tópicos a seguir os objetivos gerais e específicos do trabalho.

2.1 OBJETIVOS GERAIS

Dissertar sobre uma nova tecnologia de utilização de um plastificante natural à base de soja para dispersão de pigmentos inorgânicos, utilizados na indústria de laminado sintético (PVC), ressaltando a importância desta tecnologia para o futuro do segmento.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Apresentar de modo sucinto as características, em especial do laminado sintético, dos produtos da indústria.
- Explicar os mecanismos de plastificação e dispersão de um pigmento inorgânico da sua forma em pó para sua forma em pasta.
- Definir quimicamente o óleo de soja epoxidado e utilizações.
- Demonstrar, na prática, a eficiência do plastificante a base de óleo de soja epoxidado na fabricação de pigmentos.
- Atentar sobre os ganhos em relação à saúde do ser humano na utilização desta técnica.
- Viabilizar economicamente o processo de produção e garantir a qualidade do produto.

3 METODOLOGIA

A pesquisa abordada neste trabalho é de cunho qualitativo e quantitativo. Qualitativo porque se trata de uma tecnologia que visa não alterar a qualidade do produto em específico nem o produto final acabado; quantitativo por apresentar dados referentes ao estudo aqui proposto. Também pode ser classificada como exploratória, devido a poucos estudos realizados nesta área e de caráter descritivo, fazendo uma abordagem direta dos assuntos expostos, utilizando-se de fontes bibliográficas como fontes para os diversos assuntos apresentados. Quanto à metodologia o trabalho faz a opção pelo método comparativo permitindo realizar uma aplicação direta sobre os conceitos teóricos e sua aplicação já utilizada e a que está sendo desenvolvida neste presente trabalho. Enquanto procedimento, este trabalho realizar-se-á por meio de aplicações práticas da tecnologia como por exemplo, na indústria do PVC na forma de plastificação de um pigmento e sua viabilidade econômica, tendo como artifício um método novo e de uso próprio e pouco conhecido que se trata do uso de plastificantes à base de óleo de soja epoxidado na dispersão de pigmentos inorgânicos. A pesquisa utilizar-se-á de busca e seleção de componentes teóricos que fundamentem a pesquisa a ser apresentada. Essas ferramentas permitiram conceituar de modo bastante minucioso um novo estudo sobre a eficiência da técnica, mostrando as vantagens em relação à qualidade, economia e os ganhos na saúde da sociedade com a utilização dos produtos à base de PVC. Desta forma, o material aqui selecionado e documentado, bem como, as respectivas análises serão organizadas em relatório de pesquisa componente do estudo monográfico que se pretende construir.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 O PVC – PROPRIEDADES FÍSICO - QUÍMICAS

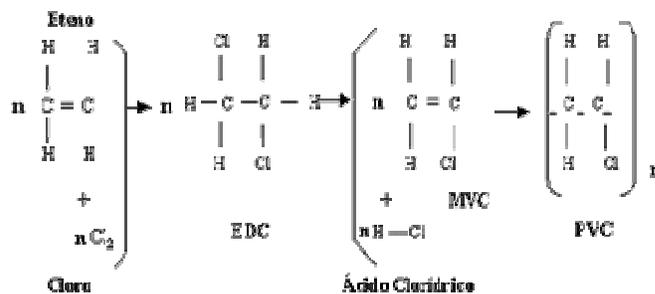
Atualmente, no mundo, o PVC é o segundo maior termoplástico consumido devido a suas inúmeras aplicações que vão desde tubos e conexões e perfis rígidos que são utilizados em sua maioria na construção civil até brinquedos e laminados sintéticos flexíveis, além de outras aplicações como, por exemplo, lacres e laminados para embalagens. O PVC é um polímero constituído da junção de vários monômeros cloretos de vinila, formado pela reação de cloro 57% em peso do polímero e eteno 43% em peso. (JUNIOR. R. A; NUNES. R. L; ORMANJI. W, 2006).

PVC nada mais é que um polímero por adição, ou seja, é um polímero preparado a partir de monômeros contendo uma ou mais ligações duplas. Estas polimerizações podem ocorrer por mecanismos aniônico, catiônico, ou via radicais livres. (ALINGER, et al, 1976, 615p).

Tanto o cloro como o eteno são de origem natural, o cloro proveniente do sal gema (NaCl) retirado da água dos mares e obtido por meio de eletrólise, que se trata de um processo que é a produção de cloro por meio da passagem de energia elétrica pela solução salina (salmoura), já o eteno é proveniente do petróleo e pode ser obtido por processo de pirólise, que é o processo de quebra de ligações químicas com o aumento de calor, geralmente realizado da fração nafta do refino do petróleo, ou de partes líquidas do gás natural. (RODOLFO JR, MEI, 2007).

A reação se resume no contato do eteno com o cloro (cloração), gerando um novo gás conhecido como dicloroetano (EDC), ao se elevar a temperatura deste gás (pirolise) ocorre a produção do monômero cloreto de vinila (MVC) de estrutura CH_2CHCl , liberando como um subproduto o HCl. Ao sofrer um processo de polimerização, que é a união de vários monômeros, o MVC se torna um polímero, uma macromolécula chamada de poli (cloreto de vinila) ou PVC, possui sua estrutura básica (CH_2CHCl), sendo que “n” é o número de vezes que esta estrutura se repete, geralmente de 300 a 1700 vezes (FERNANDES, DIACENCO, 2015). A Figura 1 mostra a reação de produção e formação do polímero PVC.

Figural: Reação de produção do Polímero PVC à partir do seu Monômero



Fonte: QUÍMICA Nova Interativa; SBQ, 1999

O PVC é encontrado como um pó branco e sólido à temperatura ambiente, pode possuir um odor brando, dependendo do processo de polimerização, ou totalmente inodoro. É quimicamente estável, assim não ocorrendo reações nem decomposições com produtos em condições normais de tempo, temperatura, pressão e umidade. Diante disso o PVC pode ser classificado como não-corrosivo não-explosivo ou não-inflamável. É considerado um produto atóxico e inofensivo em contato com a pele devido a sua solubilidade nula em água, porém ao ser manuseado é de grande importância a utilização de máscaras e respiradores, por consequência da inalação das poeiras geradas no manuseio. (Instituto do PVC, 2012). As principais propriedades das resinas de PVC estão, resumidamente, listadas na Tabela 1:

Tabela 1 – Principais Propriedades da Resina PVC

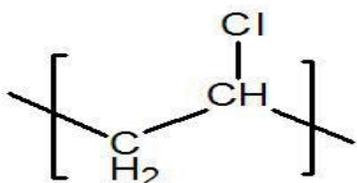
Principais Propriedades da Resina PVC	
Massa molecular:	50.000 a 100.000 g/Mol
Temperatura de Fusão:	273°C
Densidade:	1,39 g/cm ³
Temperatura de transição vítrea:	81°C
Índice de refração:	1,53 - 1,56
Cristalinidade:	5 à 15%

Fonte: Instituto do PVC

Nota: Adaptado pelo autor

O poli (cloreto de vinila) possui uma estrutura complexa com átomos volumosos de cloro, isso faz com que o PVC seja incompatível com hidrocarbonetos não-polares, sendo assim, é resistente à gasolina e óleos minerais, mas já em solventes polares o PVC é solúvel, como por exemplo, acetona. Analisando a Figura 2 da estrutura do PVC, pode-se observar a disposição de cloro na molécula, e quanto maior for à quantidade de cloro na resina de PVC mais resistente à temperatura ele é, podendo suportar temperaturas altas, que se faz necessário na indústria do laminado sintético, com a adição de estabilizantes térmicos podendo chegar até 220 °C, além de melhorar o retardamento à chama e aumentar sua densidade. (FERNANDES, DIACENCO, 2015).

Figura2: Estrutura básica do polímero PVC



Fonte: CRQ IV, 2011

4.2 TIPOS E CARACTERÍSTICAS DO PVC

O PVC pode ser dividido em três tipos: Rígidos, Flexíveis e Plásticos. O PVC rígido possui como característica básica a dureza, que é a resistência à penetração de objetos perfurantes e também possui resistência a riscos e também possui resistência à tração e ao impacto (tenacidade). Para preparo das suas formulações são utilizados inúmeros aditivos para proporcionar varias características, como por exemplo, a baixa inflamabilidade (resistência à ignição), não sofre corrosão nem passa por oxidação além de ser um bom isolante elétrico, porém podem ser atacados por solventes aromáticos, cetonas, alguns cloretos e acetatos. (Instituto do PVC, 2012).

Já os flexíveis têm por características serem um produto flexível e moldável facilmente devido a adição de plastificantes à resina, possibilitando uma grande área de aplicações, como por exemplo, filmes e laminados flexíveis que podem ser empregados em estofamentos, peças flexíveis entre outras. A adição de plastificantes à resina de PVC deve ser

feita com atenção à quantidade do mesmo e a aplicação final do produto. A influência dos plastificantes aumentam a flexibilidade, porém pode diminuir a resistência química. (Instituto do PVC, 2012).

O PVC plastisol, são pastas constituídas por resina pvc e plastificantes, com a finalidade de obter produtos com resistência à fungos, óleos, água, ataque químico e intemperismo. O plastisol pode ser empregado em vários produtos, como por exemplo, em pisos vinílicos, produtos para uso médico cirúrgico, palmilhas, massas para produtos automobilísticos, fabricação de laminados sintéticos para confecção de calçados, malas, bolsas, cintos e capas impermeáveis especiais, entre outros. (Instituto do PVC, 2012).

Devido à diversidade de aplicações do PVC Plastisol, se faz necessário o uso de pigmentos incorporados as formulações na produção, com o objetivo de melhorar a estabilidade à radiação UV, aumentando sua resistência ao intemperismo, ou simplesmente por razões estéticas, devido a exigências que os clientes fazem, com o objetivo de obterem um produto que atenda as tendências de moda e mercado.

4.3 PIGMENTOS

Os pigmentos podem ser definidos como um particulado sólido que podem ser provenientes da forma orgânica ou inorgânica e como característica principal não pode reagir com o substrato ao qual ele for incorporado, ou seja, ser insolúvel ao substrato devido ao seu estado físico ser em pó, porém os pigmentos podem ser solubilizados em plastificantes, transformando-os em pasta, e assim serem utilizados, perdendo suas características estruturais. Para a escolha do pigmento para se utilizar é necessário levar em conta a aplicação dos mesmos em cada área específica, sendo que os pigmentos inorgânicos podem oferecer uma grande estabilidade química e térmica e uma baixa toxicidade para o homem e o meio ambientes, já os pigmentos de origem orgânica podem oferecer um tom de cor mais brilhante e também um poder de coloração alto, porém são menos tóxicos que os inorgânicos. (BONDIOLI, 1998. p13).

A tabela 2 traz as principais diferenças entre pigmentos orgânicos e inorgânicos.

Tabela 2: Diferença entre pigmentos orgânicos e inorgânicos.

CARACTERÍSTICAS	ORGÂNICOS	INORGÂNICOS
Poder Tintorial	Alto	Baixo
Brilho	Alto	Médio a baixo
Transparência	Maior transparência	Maior opacidade
Peso específico	Menor	Maior
Resistência Térmica	Baixa	Alta
Resistência Química	Baixa	Alta
Resistência à luz	Em geral é menor	Em geral é maior
Custo	Maior	Menor

Fonte: JUNIOR. R. A; NUNES. R. L; ORMANJI. W, 2006.

Nota: Adaptado pelo autor

Na indústria dos termoplásticos, os pigmentos em sua maioria são empregados na forma de concentrados (*masterbatches*), pois oferecem muitas vantagens com relação ao manuseio na indústria do PVC como, por exemplo, uma estabilidade térmica e química, fácil incorporação as formulações utilizadas nos plastisóis, possui um rendimento com relação a quantidade de pó do pigmento utilizado e posteriormente a quantidade da sua pasta pronta. O preparo de um pigmento da sua forma em pó para sua forma em pasta se faz necessário três processos integrados: plastificação, dispersão mecânica e estabilização (CROMEX, 2014).

Um mecanismo de plastificação ocorre quando um material apresenta uma capacidade de ser deformada devido à um esforço mecânico, porém não se rompendo ou perdendo sua liga. (CROMEX, 2014). Nesta etapa, todo o ar e misturas que estão na superfície do pigmento são deslocados e, portanto, são substituídos pelo plastificante. Os plastificantes possuem uma propriedade de umedecer as partículas do pigmento e a interface pigmento/ar são transformadas numa interface solução de pigmento/plastificante, porém para que isso ocorra é necessário que o plastificante penetre nos espaços intersticiais do aglomerado (BYK, *Additives & Instruments*, 2008).

O segundo processo é o de dispersão mecânica, onde ocorre a dispersão através de energia mecânica, promovendo impacto e forças de cisalhamento, responsáveis pela divisão dos pigmentos aglomerados e conseqüentemente se reduzem ao tamanho de partícula que posteriormente deve ser estabilizado. (BYK, *Additives & Instruments*, 2008). O equipamento utilizado para destruir os aglomerados do pigmento esta mostrado na Figura 3:

Figura 3: Agitador mecânico com pás



Fonte: GEHAKA, 2006

O terceiro processo na dispersão de um pigmento é a estabilização, com o intuito de evitar a formação de floculação não controlada, portanto se faz necessário manter as partículas de pigmentos individualmente, a uma distância apropriada entre si para assim não se reunirem novamente. Para este fim se faz uso de aditivos que possuem características que irão fazer com que as partículas dos pigmentos fiquem separadas. (BYK, *Additives & Instruments*, 2008).

4.4 PLASTIFICANTES

Para que haja dispersão de pigmentos se faz o uso de plastificantes para facilitar a umectação das partículas do pigmento e são definidos pela IUPAC (*International Union of Pure and Applied Chemistry*) - União Internacional da Química Pura e Aplicada - como substâncias que ao ser incorporado aos plásticos ou elastômeros aumentam sua flexibilidade, processabilidade e capacidade de alongamento. Geralmente os plastificantes são líquidos, e não possuem cheiro, possuem baixa volatilidade e em água são insolúveis. Para o processo de produção de um pigmento, da sua forma líquida para sua forma em pasta, a principal característica do plastificante deve ser a alta eficiência que se relaciona com a questão da solvatação.

Uma solução é formada quando uma substância se dispersa uniformemente em outra. Sabe-se que as substâncias no estado líquido e sólido sofrem forças atrativas intermoleculares que as mantêm juntas. Estas forças também atuam nas partículas do soluto e solvente, ou seja, as soluções se formam quando as forças atrativas entre as partículas soluto-solvente produzem módulos comparativos em magnitude, com as forças existentes entre solvente-solvente e soluto-soluto estas interações entre moléculas de soluto e solvente são conhecidas como solvatação. (REDEFOR, 2011, p. 2).

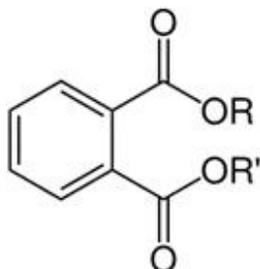
Existem vários tipos de plastificantes utilizados na indústria do PVC, em sua maioria possui na estrutura um grupo ftalato, estes, porém são de origem derivados do petróleo com grande desempenho na indústria, existem também plastificantes naturais à base de óleos vegetais epoxidados.

4.5 FTALATOS

Os plastificantes à base de ftalatos são os mais utilizados na indústria do PVC, pois conferem maior plastificação e no caso da dispersão de pigmentos, possui uma grande capacidade de umectação das partículas em pó do pigmento, ou seja, é a capacidade que a partícula do pigmento tem em absorver o plastificante, com isso as partículas se incham para facilitar a dispersão, são compostos com 8 carbonos em cada molécula (JUNIOR. R. A;

NUNES. R. L; ORMANJI. W, 2006). A estrutura geral dos plastificantes à base de ftalatos é representada na Figura 4:

Figura 4: Formula estrutural de plastificantes à base de ftalatos

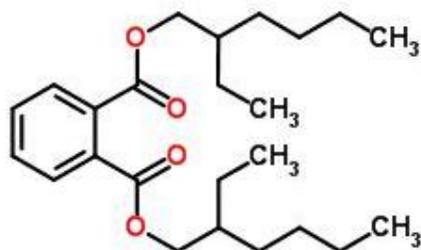


Fonte: QUÍMICA NAS TAIPAS, 2015.

Onde R é uma cadeia carbônica alifática, variando o número de carbonos presentes em sua estrutura.

O dioctil ftalato (DOP) (bis(2-etilhexil)ftalato) é o plastificante mais utilizado nas indústrias de PVC em geral, pois possui um grande desempenho nas formulações das pastas de pigmentos, sem contar com o poder de plastificação do PVC ser grande, sendo o plastificante primário na indústria. (JUNIOR. R. A; NUNES. R. L; ORMANJI. W, 2006). Sua forma estrutural representada na Figura 5:

Figura 5: Fórmula estrutural d Dioctilftalato (DOP)



Fonte: CHEMSPIDER, 2015.

Existe hoje, uma gama enorme de outros plastificantes à base de ftalatos que garantem várias opções para indústria do PVC. Porém, estudos mostram que alguns tipos de ftalatos devem ser restritos em algumas aplicações, devido a alguns estudos feitos nos anos 80 em

roedores onde apontavam tumores de fígado nos ratos, porém em fevereiro de 2000 a IARC (*International Agency for Research on Cancer*) Agência Internacional de Pesquisa em Câncer, órgão ligado a OMS (Organização Mundial da Saúde) retira o DOP da lista de compostos que podem ser carcinogênicos para os seres humanos. Mesmo com tal recomendação, vem crescendo as pesquisas e desenvolvimento de plastificantes à base de óleos vegetais em sua forma epoxidada, que além de não possuir o grupo ftalato em sua estrutura, eles provem de fontes renováveis como soja, milho, mamona entre outros. (Instituto do PVC, 2009).

4.6 ÓLEOS VEGETAIS EPOXIDADOS

Muitas pesquisas vêm sendo desenvolvidas no sentido de encontrar fontes para obtenção de plastificantes para a indústria do PVC e uma grande rota encontrada foi a utilização de óleos vegetais modificados, devido a sua origem ser de uma fonte renovável.

Há uma grande variedade de vegetais que oferecem óleos que podem ser utilizados na indústria, como por exemplo, o óleo de milho, girassol, linhaça, mamona, e até mesmo o de soja, porém a molécula do óleo vegetal é muito estável, não reagindo com os outros insumos da indústria do PVC, desde modo para a indústria oleoquímica, fabricante de plastificantes, a reação de epoxidação vem sendo muito importante. A epoxidação consiste na reação que ocorre nas ligações duplas ou insaturações presentes na molécula de um triglicérides presentes no óleo vegetal com um perácido orgânico, em geral se utiliza o perácido fórmico, formando assim, nos seus produtos, substratos muitos mais reativos que pode se utilizados na indústria de plastificantes. (FARIAS, M.; MARTINELLI, M, 2012).

4.6.1 Óleo de soja epoxidado

Um dos principais óleos processados na indústria em geral, seja alimentícia, ou de uso industrial, é o óleo de soja, sendo um dos mais utilizados do mundo. Como características básicas apresentam uma cor levemente amarelada e límpida, com um sabor suave e um odor característico proveniente da classe dos óleos. É muito utilizado na indústria alimentícia. (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2014). Porém, muitas pesquisas vem sendo realizadas com relação ao uso industrial do óleo de soja em sua forma epoxidada.

Para a reação de epoxidação, devem-se considerar a composição dos ácidos graxos presentes na cadeia do óleo de soja. A tabela 3 descreve essas composições de ácidos graxos presentes no óleo de soja.

Tabela 3: Composições de ácidos graxos presentes no óleo de soja

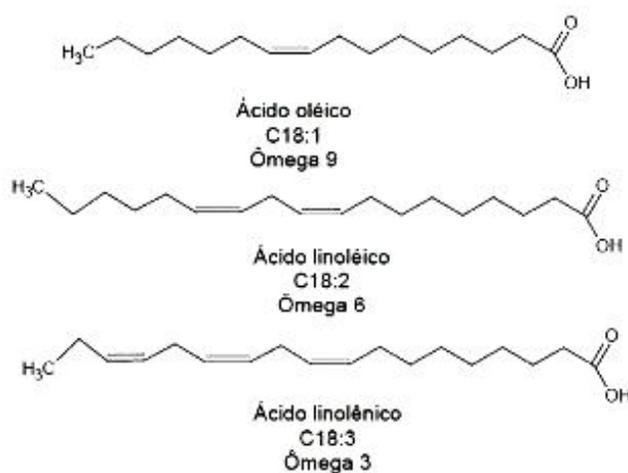
ÁCIDO GRAXO		ÓLEO DE SOJA	
Nome	Estrutura	Fórmula	% na Composição
Mirístico	14:0	$C_{14}H_{28}O_2$	0,1
Palmítico	16:0	$C_{16}H_{32}O_2$	10,5
Estereático	18:0	$C_{18}H_{36}O_2$	3,2
Oléico	18:1	$C_{18}H_{34}O_2$	22,3
Linoléico	18:2	$C_{18}H_{32}O_2$	54,5
Linolênico	18:3	$C_{18}H_{30}O_2$	8,3
Araquídico	20:0	$C_{20}H_{40}O_2$	0,2
Gadolênico	20:1	$C_{20}H_{38}O_2$	0,9

Fonte: PEDROZO, 2009

Nota: Adaptado pelo Autor

O óleo de soja possui como principais componentes de sua molécula, os ácidos graxos oléico, linoléico, linolênico, palmítico, porém os ácidos graxos que participam em maior quantidade na reação de epoxidação são os ácidos oléico, linoléico e linolênico, como mostra a Figura 6:

Figura 6: Ácidos Graxos com maior relevância na molécula do óleo de soja

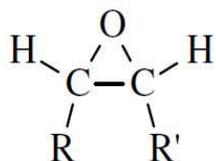


Fonte: PEDROZO, 2009

Nota: Elaborado pelo autor

Para a reação de epoxidação do óleo de soja se faz necessário o uso de perácidos orgânicos que vão reagir com os triacilglicerídeos insaturados presentes no óleo de soja, formando um grupo epóxi, ou anel oxirânico (Figura 7), na estrutura da molécula do graxo.

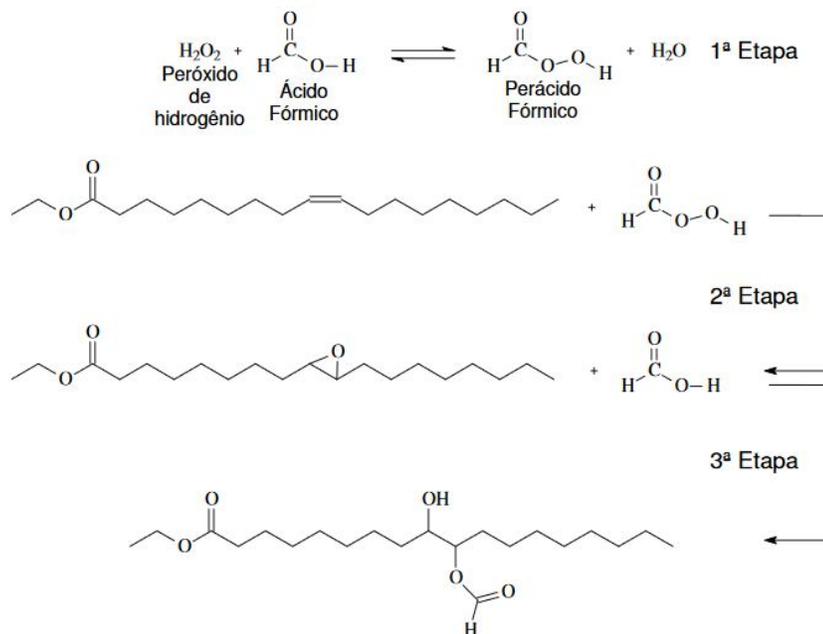
Figura 7: Estrutura química do grupo epóxi ou anel oxirânico



Fonte: PEDROZO, 2009

As insaturações presentes nos Triacilglicerídeos (C=C), sofrerão a adição de um oxigênio presente no perácido orgânico, assim nos produtos formados a molécula do óleo de soja contém um anel oxirânico, como mostra a Figura 8 representando as etapas da epoxidação.

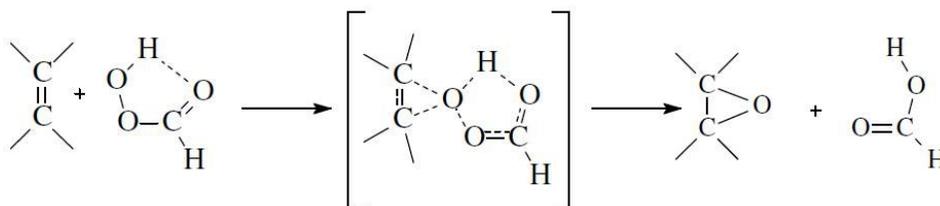
Figura 8: Representação da reação de Epoxidação.



Fonte: PEDROZO, 2009

Na terceira etapa da reação, o anel oxirânico abre com a formação de uma hidroxila (OH), resultado este que não deve acontecer, portanto um mecanismo proposto por Bratlett nos anos 50 demonstrou que para a formação do anel epóxi deve envolver um processo cíclico polar, onde o próton do perácido é transferido para o oxigênio ao mesmo tempo que o oxigênio do perácido ataca as ligações de insaturação, como mostra a Figura 9:

Figura 9: Mecanismo de epoxidação



Fonte: PEDROZO, 2009

5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O experimento a seguir se baseia em um comparativo entre duas formulações para preparo de um pigmento, uma das fórmulas utilizando o DOP (DioctilFtalato) como plastificante, a outra utilizando óleo de soja epoxidado como plastificante.

5.1 Materiais e Reagentes

- Béquer 250 mL, 600 mL e 1 L.
- Balança Analítica Gehaka Modelo: AC – 200
- Pipeta volumétrica
- Espátula de Aço
- Bastão de Vidro
- Estufa Fanem 520
- Dispersor de misturas WEG
- Moinho Dispersor Industrial WEG
- Papel suporte (Verniz Ultracast Sappi)
- Óleo de soja epoxidado (Imbra Flex)
- Plastificante Di Octil Ftalato – DOP (Elekeiroz)
- Pigmento Dióxido de Titânio Rutilo RKB-2 Intercom
- Viscosímetro Digital BROOKFIELD modelo V- 01

5.2 Procedimentos de preparo do pigmento em pasta

O pigmento utilizado neste experimento é o Dióxido de Titânio (TiO_2), um pigmento branco muito utilizado na indústria de materiais sintéticos por apresentar-se quimicamente inerte e termicamente estável, é inodoro e insolúvel em água e solventes orgânicos. (OHLWEILER, 1914), representada na Figura 10:

Figura 10: Dióxido de Titânio em pó

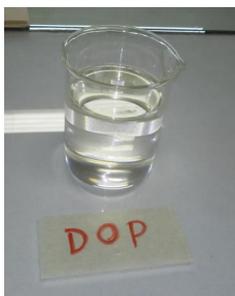


Fonte: Elaborado pelo autor

Prosseguindo com o procedimento, foi utilizado um dispersante de pigmentos inorgânicos, em especial o Dióxido de Titânio, neste caso foi utilizado o dispersante Disperplast 1150, composto de uma cadeia longa de ésteres de ácidos polares de álcoois e oferece ao pigmento muitas propriedades como uma boa dispersão, impedindo a formação de aglomerados e uma boa resistência à bases fortes. (BYK, Addtives & Instruments, 2016).

O seguinte experimento é de caráter comparativo feito entre dois produtos como plastificantes, o primeiro é o DOP (DiOctilFtalato) como mostra a Figura 11:

Figura 11: Béquer contendo DOP



Fonte: Elaborado pelo autor

Já no segundo experimento, utilizou-se o plastificante em estudo, o óleo de soja epoxidado, como se pode ver na Figura 12:

Figura 12: Béquer contendo óleo de soja epoxidado.



Fonte: Elaborado pelo autor

Para a pesagem do pigmento estabeleceu-se a seguinte formulação padrão utilizada pela produção para preparo de pigmentos brancos com 70% de concentração em pó, conforme representado na Tabela 4:

Tabela 4 – Formulação para Preparo do Pigmento Branco

Formulação para preparo do pigmento branco	
COMPONENTES	COMPOSIÇÃO (g)
Disperplast 1150	0,32
Dop/Óleo de Soja Epoxidado	29,675
Fig. Dioxido de Titânio em Pó	70,00

Fonte: Elaborado pelo autor

Após a pesagem realizada, foi necessário repouso dos dois pigmentos por 24 horas como mostra a Figura 13:

Figura 13: Pigmento Branco, em descanso, disperso em DOP e com Óleo de Soja Epoxidado.



Fonte: Elaborado pelo autor

Passando-se 24 horas os dois pigmentos foram colocados sob agitação com a ajuda de um dispersor, com o objetivo de dispersar as moléculas dos pigmentos, impedindo que formem aglomerados e também para que o dispersante inicie a ação sobre o pigmento, enfim deixando a mistura homogênea. Para melhor entendimento, o dispersor utilizado é mostrado na figura abaixo representada na Figura 14:

Figura 14: Agitador Mecânico



Fonte: Elaborado pelo autor

Após a mistura se tornar homogênea, apresentando um aspecto pastoso bem consistente, é necessário realizar a parte da moagem do mesmo com o auxílio de um moinho

dispersor industrial, que consiste na moagem do pigmento em pasta, com o objetivo de dispersar alguma partícula do pigmento que possa não ter sido dispersa na fase de homogeneização. O equipamento utilizado é ilustrado na imagem abaixo representada na Figura 15 abaixo.

Figura 15: Moinho Dispersor Industrial



Fonte: Laboratório de Desenvolvimento e Pesquisa Sintex
Nota: Elaborado pelo autor

Após a totalidade dos processos de pesagem, umectação, dispersão e moagem, o pigmento se encontra em uma forma de pasta bem consistente, brilhosa e de fácil manuseio dos operadores como mostra a Figura 16:

Figura 16: Pigmento Branco em Pasta com DOP e com Óleo de Soja Epoxidado



Fonte: Elaborado pelo autor

Após o término de toda a parte de produção do pigmento branco foram realizados testes qualitativos e quantitativos para comparar suas respectivas eficiências em relação a viscosidade da pasta do pigmento, a cor e poder de cobertura e estabilidade térmica.

5.3 Procedimentos para análise comparativa do pigmento

Para a indústria do PVC, os pigmentos devem atender vários requisitos básicos para que possa ser incorporado a sua formulação. Dentre os testes qualitativos e quantitativos se destacam a viscosidade do pigmento em pasta, cor, cobertura e estabilidade térmica.

5.3.1 Viscosidade

Para se obter os dados de viscosidades dos pigmentos analisados, foi utilizado um viscosímetro digital da marca BROOKFIELD modelo V-01, empregando uma haste de medida número 04, conforme é ilustrada na figura 17:

Figura 17: Aparelho Viscosímetro



Fonte: Elaborado pelo autor

Para a medição de viscosidade, é primeiramente ligado o aparelho viscosímetro se introduz a haste e a mesma é introduzida no pigmento em pasta, anota-se o valor que o viscosímetro analisa.

O mecanismo de viscosidade consiste em medir a resistência que um líquido possui em escoar mediante a movimentos que esse mesmo líquido pode sofrer, a viscosidade está relacionada com a resistência e não com a densidade de um líquido. Por exemplo, a água, por ser mais fluida, porém mais densa, acaba sendo menos viscosa que um óleo que se utiliza para frituras, por exemplo, sendo assim, o óleo se trata de um fluido menos denso que a água, porém mais viscoso por se analisar uma maior resistência do mesmo para escoar. A unidade de medida para viscosidade no sistema internacional é Pascal segundo (Pa s), ou também se for admitido o sistema antigo de Unidade para viscosidade se utiliza o póise (P) ou centipoise (cP), sendo que para se compreender as duas medidas, atual e antiga se faz a seguinte relação: $1 \text{ mPa} \times \text{s} = 1 \text{ cP}$. (ASTA QUÍMICA, 2012).

5.3.2 Cor

Com base nos dados do procedimento, é muito importante para indústria ser analisado a cor do pigmento em relação ao seu padrão, portanto após o término da fase de produção realizou-se um teste para ser comparado a cor do pigmento dióxido de titânio branco dispersado com DOP que seria o padrão em relação ao pigmento dióxido de titânio dispersado com óleo de soja epoxidado.

Fórmula para testes de pigmento em geral , estabelecido pelas normas e literatura da empresa, onde o tom pleno e quando se mistura o pigmento em pasta puro á uma pasta líquida à base de resinas de PVC e plastificantes e puxa-se um filme paralelo com o auxílio de um bastão de vidro, afim de espalhar as pasta líquida de PVC junto ao pigmento branco sobre toda a superfície do papel para comparação visual da cor, procedimento esse que é realizado manualmente por coloristas em cabines de luz. Para o tom pleno utilizou-se a seguinte fórmula descrita na Tabela 5:

Tabela 5: Formulação para Testes do Pigmento Branco no Tom Pleno

Formulação para Testes do Pigmento Branco no Tom Pleno	
COMPONENTE	QUANTIDADE (g)
Pasta líquida	100,00
Pigmento Branco em Pasta	1,428

Fonte: Elaborado pelo autor

Após a pesagem foi feita a homogeneização da mistura com o auxílio de um agitador mecânico como apresentado na (Figura 8), posteriormente foi analisado a cor demonstrada paralelamente.

O tom corte é quando se mistura o pigmento branco junto a um preto para se analisar como se comporta ao se interagir com outros pigmentos. Da mesma forma que o tom pleno, foi utilizado uma pasta líquida à base de PVC. Para a pesagem do tom corte utilizou-se a seguinte fórmula descrita na Tabela 6:

Tabela 6: Formulação para Testes do Pigmento Branco no Tom Corte

Formulação para Testes do Pigmento Branco no Tom Corte	
COMPONENTE	QUANTIDADE (g)
Pasta Líquida	100,00
Pigmento Branco em Pasta	1,428
Pigmento em Pasta Preto	1,00

Fonte: Elaborado pelo autor

Realizou-se a homogeneização da mistura e da mesma forma que no tom pleno, com o auxílio de um bastão de vidro, puxou-se um filme em paralelo espalhando-se a pasta líquida junto aos pigmentos para a comparação de cor feita manualmente por coloristas em cabine de luz.

5.3.3 Estabilidade térmica

Para o teste de estabilidade térmica se faz necessário o método comparativo para mostrar o quanto o pigmento a base de óleo de soja pode ser resistente a elevadas temperaturas. Para esta análise foi necessário o uso de uma parte do filme do pigmento branco a base de DOP e uma parte do filme do pigmento branco a base de óleo de soja epoxidado, colocou-se em uma estufa à 200° C por 2 minutos

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 VISCOSIDADE

Os dados de viscosidade encontrados na análise do pigmento branco em pasta utilizando DOP e Óleo de Soja Epoxidado estão descritos na Tabela 7:

Tabela 7: Dados de Viscosidade DOP X Óleo de Soja Epoxidado

Dados de Viscosidade DOP X Óleo de Soja Epoxidado	
PLASTIFICANTE	VISCOSIDADE (mPa.s)
DOP	8.000 mPa.s
Óleo de Soja Epoxidado	7.500 mPa.s

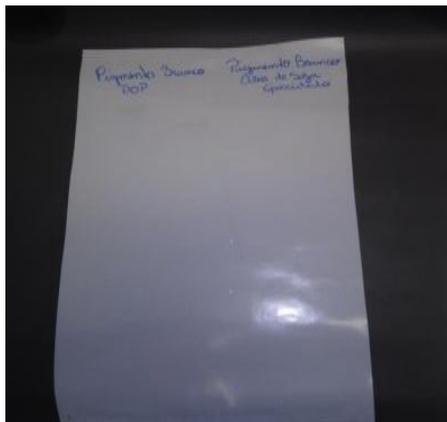
Fonte: Elaborado pelo autor

Analisando a medida de viscosidade apresentada entre ambos, nota-se pouca variação entre os dois experimentos realizados, levando em consideração que para ser algo preocupante a diferença de viscosidades deveria ser no máximo de 2.000 mPa.s, portanto o resultado encontrado que seria uma diferença de 500 mPa.s é considerado normal estabelecido pelos padrões de desenvolvimento e produção da empresa.

6.2 COR

Após os testes realizados com referimento a cor e poder de cobertura do pigmento em estudo desenvolvido com Óleo de soja epoxidado comparando ao realizado com DOP, são possíveis notar na Figura 18 os filmes analisados paralelamente:

Figura 18: Análise comparativa de cor no Tom Pleno

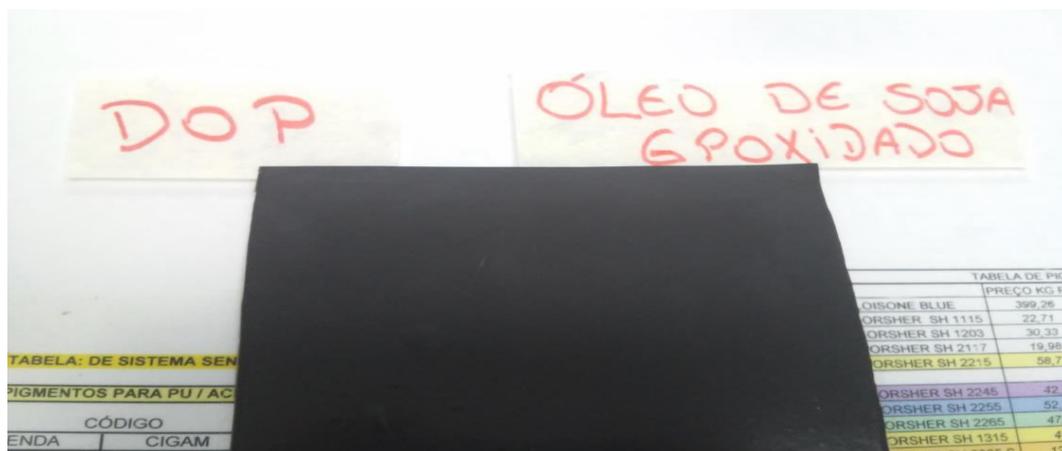


Fonte: Elaborado pelo autor

Analisando a figura apresentada acima, observa-se que a cor referente ao filme padrão do pigmento branco com DOP esta idêntica a cor do filme com o pigmento branco com óleo de soja epoxidado, sendo analisado sua cor, brilho, nitidez e cobertura, e assim liberado para uso em relação ao aspecto cor no tom pleno.

Da mesma forma que no Tom Pleno foi realizado a análise no Tom Corte e obteve-se a comparação entre os dois métodos estudados, representados na Figura 19:

Figura 19: Analise Comparativa no Tom Corte



Fonte: Elaborado pelo autor

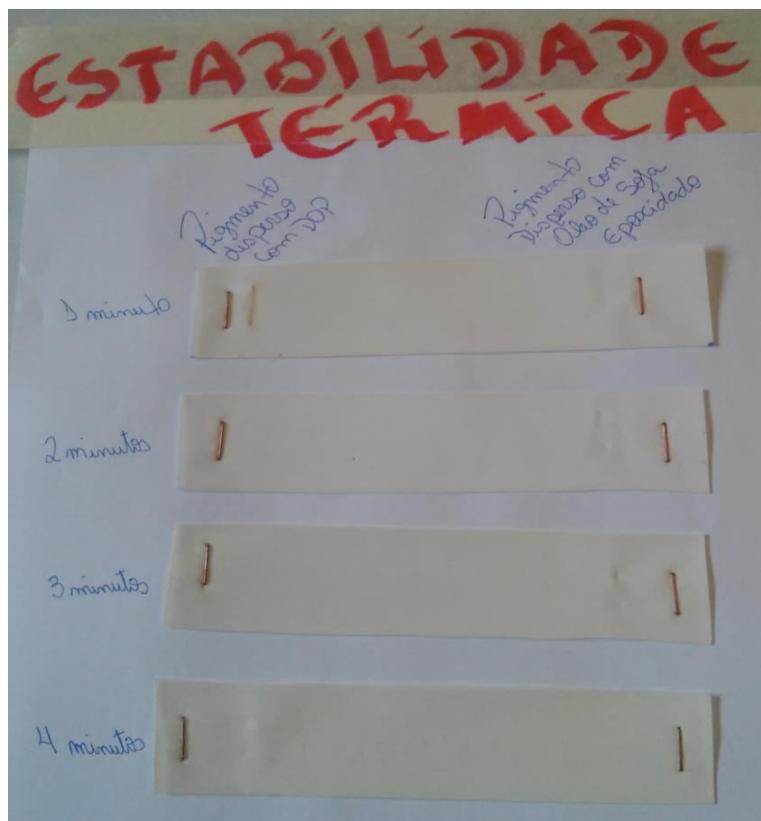
Com base na figura acima, notou-se que cor do pigmento branco com DOP esta idêntica a cor do pigmento branco com óleo de soja epoxidado, a interação é considerada

perfeita entre as moléculas do pigmento branco e do pigmento preto e assim obtendo uma cor limpa, com brilho e cobertura que é o aspecto mais importante, pois com uma maior cobertura menos utiliza-se pigmento em pasta, e assim se considera uma economia grande de pigmento. No tom corte o pigmento branco a base de óleo de soja epoxidado também se adequou aos padrões da indústria.

6.3 ESTABILIDADE TÉRMICA

Após os procedimentos realizados, obteve-se os seguintes resultados, demonstrados na Figura 20:

Figura 20: Estabilidade térmica do pigmento branco dispersado com DOP e o pigmento branco dispersado com óleo de soja epoxidado



Fonte: Elaborado pelo autor

Ao se analisar a figura 20 acima, constata-se que não houve mudança de cor do filme de PVC utilizando o pigmento branco disperso com óleo de soja epoxidado em relação ao mesmo disperso com DOP, notou-se também que não houve uma degradação visual do filme de PVC, comprovando assim que os óleos de soja epoxidados possuem uma estabilidade térmica e um poder de dispersão muito elevados.

6.4 PONTO DE VISTA TÉCNICO

Comparando pelo ponto de vista técnico, foi analisado que não se faz o uso de novos equipamentos e nem de uma área física maior de implantação, sendo que se utilizam os mesmos equipamentos já existentes no processo, tanto na fase de produção que seria os processos de pesagem, dispersão, moagem, quanto na parte de qualidade e de fabricação do laminado sintético, conferindo assim um produto viável tecnicamente para ser implantado no sistema de produção fabril.

6.5 PONTO DE VISTA ECONÔMICO

Comparando as duas técnicas de dispersão de pigmento branco dióxido de titânio, utilizando DOP e/ou óleo de soja epoxidado como plastificantes, pelo ponto de vista financeiro, a nova técnica que se analisou neste presente trabalho (Óleo de soja epoxidado) se faz mais rentável em relação à técnica já utilizada pela empresa (DOP), como pode ser analisado na tabela 8 que demonstra o valor de cada plastificante adquirido pela empresa:

Tabela 8: Preço por Kg dos plastificantes DOP e Óleo de Soja Epoxidado

PLASTIFICANTE	PREÇO/Kg
DOP	R\$ 4,99
Óleo de Soja Epoxidado	R\$ 3,96

Fonte: Setor Financeiro Sintex Laminados Sintéticos

Nota: Elaborado pelo Autor

Analisando a tabela de preços dos plastificantes, constata-se que o plastificante a base de óleo de soja epoxidado é adquirido pela empresa com um valor menor, cerca de R\$1,03 por Kg sendo que para a aquisição de DOP, além de possuir um valor financeiro maior por se

tratar de um produto importado a indústria sofre com o preço do dólar que oscila muito no mercado, portanto, pelo ponto de vista econômico o uso de plastificantes a base de óleo de soja epoxidado torna-se muito viável, levando-se em consideração um consumo mensal de cerca de 5000Kg de plastificante para produção do pigmento branco, isso implicaria em uma economia de aproximadamente 5.000 R\$ por mês utilizando o óleo de soja epoxidado, o que para a indústria é um ganho considerável se analisando também o possível método de realizar esta mesma pesquisa em outros pigmento utilizados no processo de fabricação de pigmentos para a indústria do PVC.

Enfim, se for analisado que para o processo de produção do pigmento não foi utilizado nenhuma nova tecnologia, e sem aquisição de espaço físico fabril, o que interferiu na utilização deste plastificante para dispersão de pigmentos à base de óleo de soja epoxidado foi a utilização do mesmo por ser financeiramente mais viável e de fácil aquisição.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da revisão bibliográfica foi possível conceituar os componentes utilizados para fabricação em especial, do laminado sintético, na indústria do PVC Plastisol, e assim apresentar as características do processo de produção de um PVC plastisol, incluindo os componentes da mistura de produção da sua pasta base, como por exemplo, os pigmentos, características que posteriormente deram suporte para realização do presente trabalho.

Com base em outros autores foi possível demonstrar o quanto o pigmento é importante para a produção do PVC, conferindo aos produtos finais cores das mais diversas variedades, atendendo o mercado de clientes e as novas tendências da moda.

O presente trabalho foi voltado para plastificação e dispersão de pigmentos inorgânicos em especial o pigmento dióxido de titânio (Branco), mostrando o quanto é importante o mecanismo de formação e o controle de processo de plastificação e dispersão deste, requisitos que conferem um pigmento de alto desempenho, interferindo de modo favorável ao produto final.

Uma vez que para o processo de dispersão se faz o uso de plastificantes, neste trabalho foram comparadas duas formas de plastificantes: uma à base de petróleo (DOP), já utilizado pela empresa e um novo tipo de plastificantes a base de óleo de soja epoxidado. Conseguiu-se, perante mecanismos e reações, definir uma estrutura de óleo de soja epoxidado,

destacando sua utilização em diversas áreas como indústria de óleos secundários, produção de biodiesel e também na plastificação de pigmentos para indústria do PVC.

No componente prático deste presente trabalho, pode-se constatar a eficiência no processo de produção de um pigmento dispersado com óleo de soja epoxidado, conferindo ao mesmo uma viscosidade ideal para seu incorporamento na pasta base de PVC, um poder de cobertura elevado, uma estabilidade térmica considerável, perante a técnica já utilizada na empresa com a utilização de DOP.

Após o término dos estudos e pesquisas, comprovou-se que a viabilidade técnica e financeiras foram alcançadas, levando em consideração na questão técnica que não se faz o uso de novos equipamentos para a produção e na financeira o valor, por se tratar de um produto de origem de uma fonte renovável e de fácil processo, do plastificante a base de óleo de soja epoxidado é economicamente menor, gerando uma economia de R\$ 5.000.

REFERÊNCIAS

ALINGER, L.N. et al. **Química Orgânica**. Rio de Janeiro: Ltc, 1976. 615p.

ASTA QUIMICA. **Um Pouco mais sobre a Viscosidade**, c 2012. Disponível em:
<<http://www.astaquimica.com.br/pigmentocor/?p=540>> Acesso em: 22 Out. 2016

BONDIOLI, F. MANFREDINI, T. OLIVEIRA, A.P. N de. **Pigmentos Inorgânicos: Projeto, Produção e Aplicação Industrial**, c 1998. Disponível em:
<http://www.ceramicaindustrial.org.br/pdf/v03n46/v3n46_2.pdf> Acesso em: 02 Abril 2016.

BYK, Addtives & Instruments. **Disperplast 1150**, c 2016. Disponível em:
<<https://www.byk.com/en/additives/additives-by-name/disperplast-1150.php>> Acesso em: 30 Jul. 2016.

BYK, Additives & Instruments. **O Processo de Dispersão**, c 2008. Disponível em:
<<http://ebooks.byk.com/pt/informacoes-tecnicas-sobre-aditivos-umectantes-e-dispersantes/o-processo-de-dispersao/>> Acesso em: 16 Abril. 2016.

CHEMSPIDER. **Bis (2-etilhexil) ftalato**, c 2015. Disponível em:
<<http://www.chemspider.com/Chemical-Structure.21106505.html>> Acesso em: 18 Jun. 2016.

CROMEX. **Os Bastidores da Cor**, c 2014. Disponível em:
<http://www.cromex.com.br/pdf/cromex_os_bastidores_da_cor.pdf> Acesso em: 16 Abril 2016.

CRQ IV. **Conselho Regional de Química- IV Região. Plásticos**, c 2011. Disponível em:
<http://www.crq4.org.br/quimicaviva_plasticos> Acesso em: 17 Set. 2016.

FARIAS, M.; MARTINELLI, M. **Epoxidação do Óleo de Soja com o Sistema Catalítico [MoO₂(acac)₂]/TBHP EM [BMIM][PF₆]**, c 2012. Disponível em:
<<http://www.scielo.br/pdf/qn/v35n8/v35n8a09.pdf>> Acesso em: 24 Set 2016.

FERNANDES, S, S; DIACENCO, A, A. **Origem do PVC e seu Processo de Transformação**, c 2015 . Disponível em:
<http://www.fepi.br/revista/index.php/revista/article/view/372/246>> Acesso em: 22 out. 16

FOOD INGREDIENTS BRASIL. **Dossiê Óleos**, c2014. Disponível em:
<http://www.revista-fi.com/materias/416.pdf>> Acesso em: 22 Out. 2016

GEHAKA. **Agitador de Hélice Mecânico**, c 2016. Disponível em: <
<http://www.gehaka.com.br/produto/agitador-de-helice-mecanico-am-20/>> Acesso em: 16 Abril 2016.

Instituto do PVC. **Mitos e Verdades Sobre o PVC Flexível**, c 2009. Disponível em:
<file:///C:/Users/Desenvolvimento/Downloads/mitoseverdadespvcflexivel.pdf> Acesso em:
18 Jun. 2016.

Instituto do PVC. **O PVC e o Meio Ambiente**, c2012. Disponível em:
<<http://www.institutodopvc.org/reciclagem/basetxt.htm> > Acesso em: 27 Fevereiro 2016.

JUNIOR. R. A; NUNES. R. L; ORMANJI. W, 2006. **Tecnologia do PVC**, c2006. Disponível em: <http://www.braskem.com.br/Portal/Principal/Arquivos/Download/Upload/Tecnologia%20do%20PVC%20a%20edi%C3%A7%C3%A3o_22.pdf > Acesso em: 13 Fevereiro 2016.

MADALENO, E .et al. Estudo do Uso de Plastificantes de Fonte Renovável em Composições de PVC. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v. 19, nº 14, p. 263-270. Disponível em:
<<http://revistapolimeros.org.br/files/a01.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2016.

MENDA, M. **Corantes e Pigmentos**. Conselho Regional de Química IV Região, c2011. Disponível em: < http://www.crq4.org.br/quimicaviva_corantespigmentos> Acesso em: 05 Março 2016.

MISTURA E SOLUBILIDADE. Acervo digital, c2011. Disponível em: <
http://www.acervodigital.unesp.br/bitstream/123456789/39958/6/qui_m4d8_tm02_box2.pdf>
Acesso em: 14 nov. 2016.

OHLWEILER, O. A. **Química inorgânica**. São Paulo: Edgard Blucher, 1914.

QUÍMICA nas Taipas. **Os Plásticos e Materiais Poliméricos**, c 2015. Disponível em:
<https://quimicanastaiipas.wordpress.com/quimica-numa-clinica-dentaria/>> Acesso em: 17 Set. 2016.

QUÍMICA Nova Interativa, SBQ. **O Tênis Nosso de Cada Dia**, c 1999. Disponível em:
<<http://qnint.s bq.org.br/novo/index.php?hash=tema.52>> Acesso em: 17 Set. 2016.

RODA, T. D. **Policloreto de Vinila (PVC)**, c2014. Disponível em:

<<http://www.tudosobreplasticos.com/materiais/pvc.asp#>> Acesso em: 13 Fev 2016.

RODOLFO JR, A; MEI, I, H, L. **Mecanismo de Degradação Térmica do PVC**, c

2007. Disponível em: <http://unicamp.sibi.usp.br/bitstream/handle/SBURI/25774/S0104-14282007000300018.pdf?sequence=1>> Acesso em: 22 out. 16