



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE QUÍMICA

**SISTEMA PARA PRODUÇÃO DE TINTA DE IMPRESSÃO
UTILIZANDO RESINA OBTIDA DE ÓLEO RESIDUAL**

PEDRO RAFAEL MONTES

BRASÍLIA, 2016

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA INSTITUTO DE QUÍMICA

PEDRO RAFAEL MONTES

SISTEMA PARA PRODUÇÃO DE TINTA DE IMPRESSÃO

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade de Brasília,
como parte das exigências do programa de
graduação em Química Tecnológica, para
obtenção do título de Bacharel.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Moreira da Silva

BRASÍLIA, 2016

RESUMO

Óleos e gorduras residuais destinados inadequadamente podem causar grandes problemas ambientais. Por isso há a necessidade de reciclá-los, utilizando-os na produção de outros produtos. Uma possibilidade é a produção de resina polimérica a partir de óleos residuais de fritura, que pode ser utilizada para a produção de tintas.

Neste trabalho realizou-se um dimensionamento de um sistema de produção de tinta *off set*, conforme formulação testada em escala de bancada por MELLO, OLIVEIRA e SUAREZ (2013), utilizando resinas poliméricas obtidas a partir de óleos e gorduras residuais. Considerou-se um sistema com capacidade mensal de produção de 13.200 litros de tinta. Os principais equipamentos dimensionados e selecionados foram os envolvidos nos processos de preparo do pigmento; dispersão, moagem, agitação para a incorporação do pigmento na resina, a filtração e por fim o envasamento da tinta em galões para posteriormente ser comercializada.

Palavras chaves: Tintas, óleos, residuais, resinas.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Alguns ésteres derivados da glicerina presentes em óleos e gorduras: (a) Triacilglicerídeo; (b) diacilglicerídeo; (c) monoacilglicerídeo	11
Figura 2-Reação Genérica de Transesterificação.....	17
Figura 3-Reação de saponificação.....	18
Figura 4 - Esquema de funcionamento da uma peneira industrial.....	25
Figura 5- Esquema de funcionamento do moinho martelo	26
Figura 6 - Esquema de funcionamento do moinho de rolos.....	27
Figura 7-Esquema de funcionamento do moinho horizontal.....	29
Figura 8 - esquema de uma bomba de cavidade progressiva	30
Figura 9- Fluxograma do esquema de produção	32
Figura 10- Peneira modelo RS-24/01D da marca Inbras	33
Figura 11- Moinho martelo do modelo W-6-H Series Laboratory Scale Hammer Mill, marca Schutte Buffalo.	34
Figura 12- Vista do interior do moinho de martelo do modelo W-6-H Series Laboratory Scale Hammer Mill, marca Schutte Buffalo.	34
Figura 13 - Dispensor do modelo SWFS-2.2 da marca Sower.....	35
Figura 14 - Moinho horizontal de discos modelo SWS-20 da marca Sower.	38
Figura 15 - Misturador modelo sobe-desce MSD da marca Tendmix.....	39
Figura 16 - Dimensão padrão para sistema agitação com hélice.	39
Figura 17 - Seleção de rotores hélices marinhas.....	42
Figura 18 - Filtro autolimpante Russell Eco Filter da Russell Finex.....	42
Figura 19 – Interior do filtro autolimpante Russell Eco Filter da Russell Finex.	43
Figura 20 - Envasadora para tintas modelo envasike, marca Moinho Piramide	44
Figura 21 - Tanque pulmão de inox 1000 L, marca Biasinox.....	45
Figura 22 - Bomba BHI, marca IMBIL	46
Figura 23 - Gráficos de vazão e potência da bomba modelo BHI 20L, marca IMBIL.....	47

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Valores para o cálculo da potência para o dispersor.....	37
Quadro 2 - Valores do cálculo de potência para o agitador.....	41

LISTA DE ABREVIATURAS SIGLAS E SÍMBOLOS

ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental

CAESB – Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal

CRQ – Conselho Regional de Química

CTP – *Computer to Press*

DF – Distrito Federal

IPA – Inovação e Projetos em Ambiente

OG – Óleos e Gorduras

OGR – Óleos e Gorduras Residuais

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	9
1.1	OBJETIVOS	10
1.1.1	Geral	10
1.1.2	Específicos.....	10
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	11
2.1	Óleos e Gorduras	11
2.1.1	Crescente demanda da produção e consumo de óleos vegetais no Brasil	12
2.2	Óleos e gorduras residuais	13
2.2.1	Principais Fontes de Óleos Residuais.....	14
2.3	Destinações de óleos residuais no Brasil.....	14
2.3.1	Consequências da destinação incorreta de óleos residuais	15
2.4	Reciclagem dos óleos residuais.....	16
2.4.1	Utilização dos óleos residuais de fritura para a produção de biodiesel	17
2.4.2	Utilização dos óleos residual de fritura para a produção de sabões	18
2.4.3	Utilização dos óleos residual de fritura para a complementação de ração animal	18
2.4.4	Utilização de óleos residual de fritura para a produção de resinas.....	19
2.5	Tintas	20
2.5.1	Composição básica	20

2.5.2	Resinas para produção de tintas.....	20
2.5.3	Resinas obtidas a partir do óleo de fritura residual	21
2.5.3.1.	Resina Alquídica	21
2.5.3.2.	Resina Termocatalítica.....	22
2.5.4	Sistema de impressão <i>off set</i>	23
2.6	Produção de tintas	23
2.6.1	Preparo do pigmento	24
2.6.2	Pré-dispersão (Pré-Mistura)	27
2.6.3	Dispersão (Moagem).....	27
2.6.4	Completagem.....	29
2.6.5	Bombeamento.....	30
3.	Descrição do Problema	31
4.	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	32
4.1	Dimensionamento do Sistema para produção <i>off set</i>	32
4.1.1	Preparo do pigmento	32
4.1.2	Pré-dispersão (Pré-Mistura)	35
4.1.3	Dispersão (Moagem).....	37
4.1.4	Completagem.....	38
4.1.5	Tanques e Bombas utilizadas	44
4.1.5.1	Tanques	44
4.1.5.2	Bombas.....	45
5.	CONCLUSÕES	48
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49

1. INTRODUÇÃO

Várias iniciativas têm sido empregadas em nível mundial para minimizar a produção de resíduos, bem como viabilizar seu reuso e reciclagem. Em relação à destinação do óleo de fritura residual no Brasil, tem-se conhecimento que grande parte da população ainda despeja este resíduo diretamente na rede de esgoto doméstica (pias, vasos sanitários e ralos) ou no solo, o que por sua vez acarreta sérios danos ao meio ambiente, como contaminação das águas de rios e lençóis freáticos, entupimento de canos e tubulações, impermeabilização do solo (contribuindo para enchentes nas cidades), além de encarecer o processo de tratamento do esgoto. Dessa maneira, continua sendo urgente a necessidade de um amplo sistema de conscientização, coleta e destinação final adequada para o óleo de fritura residual.

É necessária a realização de uma coleta dos óleos residuais para que seja feito um tratamento. Com isso, novas matérias primas são obtidas, podendo dar continuidade a produção de novos materiais, além de minimizar o impacto ambiental causado pelo descarte indevido desses óleos.

Um agravante para tanto descarte inadequado é a falta de conscientização da população e poucas políticas públicas implementadas para incentivar o descarte correto.

Diversos trabalhos de pesquisa têm sido desenvolvidos visando a reciclagem e/ou reuso de resíduos potencialmente poluidores do meio ambiente como, por exemplo, o uso do óleo residual de fritura, para fabricação de sabão, biodiesel e materiais poliméricos. Um exemplo é a produção de uma resina, um polímero que pode ser utilizado para a fabricação de tinta de impressão de sistemas offset.

Neste contexto, o presente trabalho propõe utilizar um polímero obtido de óleo residual de fritura num sistema para a produção de tinta de impressão.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Geral

Dimensionar um sistema para a produção de tinta de impressão de sistemas offset, utilizando uma resina obtida de óleo residual de fritura.

1.1.2 Específicos

- Propor um sistema para a produção de tinta de serigrafia utilizando uma resina produzida a partir de óleo residual de fritura
- Dimensionamento e especificação dos equipamentos a serem utilizados no processo de produção da tinta.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Óleos e Gorduras

Desde um alimento frito ao azeite na salada, os óleos e gorduras (OGs) são utilizados diariamente em nossas vidas. Entretanto, não tem utilidade exclusiva para a alimentação e possuem aplicações nas mais diversas áreas como a indústria dos cosméticos, a indústria de tintas e até na produção de bicomcombustíveis.

Os óleos e gorduras são compostos formados em sua maior parte de triacilglicerídeos constituídos de derivados de ácidos carboxílicos e glicerol através de ligações éster (MORETTO e FETT, 1998).

Os ácidos graxos presentes nos óleos e gorduras podem aparecer livres ou combinados. Quando combinados seus derivados são encontrados como monoacilglicerídeos, diacilglicerídeos e triacilglicerídeos (SUAREZ, et al, 2007). A Figura 1 a seguir mostra alguns ésteres derivados da glicerina presentes nos óleos e gorduras.

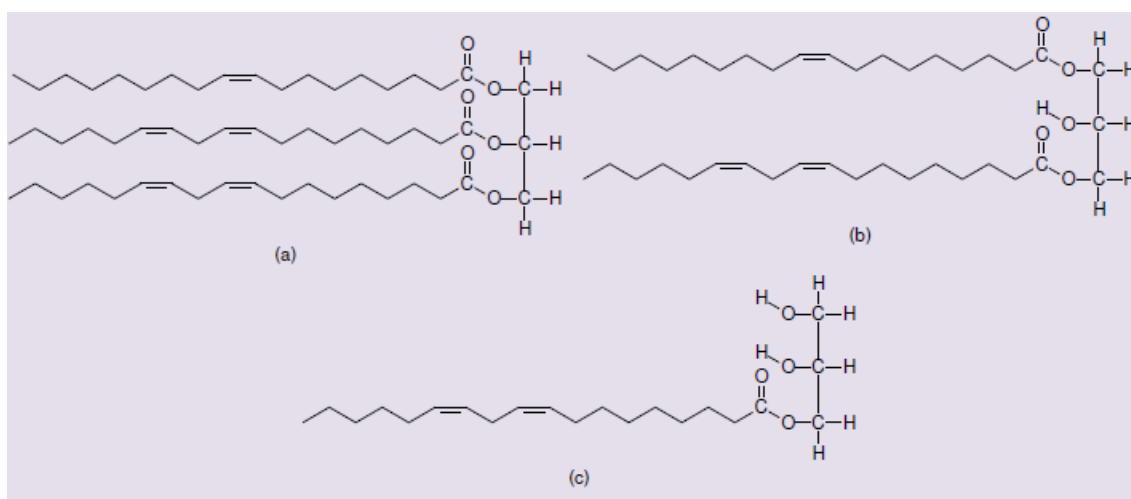


Figura 1. Alguns ésteres derivados da glicerina presentes em óleos e gorduras:
(a) Triacilglicerídeo; (b) diacilglicerídeo; (c) monoacilglicerídeo

FONTE: RAMALHO e SUAREZ, 2013.

Os OGs são substâncias insolúveis em água que podem ser de origem vegetal ou animal, e são formadas pelos produtos de condensação dos triglicerídeos.

O que diferencia a gordura do óleo é a proporção de grupos acila saturados e insaturados presentes nos triglicerídeos. As cadeias carbônicas insaturadas encontradas nos óleos são responsáveis por torná-lo líquido a temperatura ambiente. Diferentemente nas gorduras as cadeias carbônicas são saturadas, tornando-as sólidas à temperatura ambiente (MORETTO e FETT, 1998).

A hidrólise dos triglicerídeos, assim como de algumas substâncias que são encontrados nos OG, são responsáveis pelas quantidades de ácidos graxos livres em pequenas proporções. Como os ácidos graxos são a maior parte dos OGs, tanto na forma livre quanto na forma combinada, eles são os responsáveis pelas propriedades físico-químicas e a reatividade dessa classe de substâncias (GUNSTONE, 1996).

Uma fonte oleaginosa, geralmente, é composta por mais de 10 ácidos graxos diferentes, os quais se encontram randomicamente ligados à glicerina. Um óleo ou gordura é uma mistura complexa com uma grande quantidade de moléculas, normalmente sua composição química é apresentada em função dos ácidos graxos presentes e não de seus compostos efetivamente presentes na mistura (RAMALHO e SUAREZ, 2013).

2.1.1 Crescente demanda da produção e consumo de óleos vegetais no Brasil

O consumo anual brasileiro de óleos vegetais é de aproximadamente 3,72 milhões de toneladas. Sendo em maior quantidade o óleo de soja que, chegou a 3,2 milhões de toneladas em 2006/07 ou 86% do total consumido. Em segundo lugar está o óleo de algodão, com aproximadamente 255 mil toneladas. Contabilizando o óleo de palma e palmiste juntos apresentam 195 mil toneladas o que os torna o terceiro mais consumido (DESER, 2007).

Ainda sobre a quantidade de óleos vegetais consumidos no Brasil constata-se que menos de 16 % é utilizado para fins industriais enquanto mais de 84 % tem como destino fins alimentício. E dentro dos dois tipos de uso, o óleo de soja é o mais utilizado (DESER, 2007).

Com o crescente aumento da produção e do consumo de óleos, uma consequência é a grande quantidade de resíduo gerado. Tais resíduos quando descartados de maneira incorreta podem causar enormes prejuízos para o meio ambiente e, conseqüentemente, para a população. Tendo em vista esse problema uma das formas de solucioná-lo seria a reciclagem ou o reuso desses óleos residuais.

2.2 Óleos e gorduras residuais

Dobarganes e Pérez-Camino (1991) mostram que o consumo de alimentos fritos e pré-fritos tende sempre a aumentar. Como as pessoas dispõem cada vez menos de tempo para preparação de seus alimentos e, assim, o processo de fritura fornece uma alternativa de sua preparação rápida ao mesmo tempo conferindo aos alimentos fritos características organolépticas agradáveis. Aumentando a quantidade de resíduos gerada.

De acordo com DIB (2010) durante o processo de fritura ocorrem alterações físico-químicas no óleo como:

- Aumento da viscosidade;
- Aumento do calor específico;
- Diminuição do número de iodo (número proporcional ao teor de insaturação do composto);
- Mudança na tensão superficial;
- Mudança no aspecto (cor);
- Aumento da acidez devido à formação de ácidos graxos livres;
- Odor desagradável (ranço);
- Aumento da tendência do óleo a formar espuma.

2.2.1 Principais Fontes de Óleos Residuais

Nas agroindústrias a purificação e extração dos óleos e gorduras (OG) e o processamento de carnes e fabricação de alimentos geram resíduos graxos. Residências, restaurantes e lanchonetes são responsáveis também pela produção de óleos e gorduras residuais (OGR) (MONTENEGRO et al 2013).

Em sua pesquisa, CASTELLANELLI (2008) diz que os óleos alimentares usados representam uma categoria de subprodutos ou resíduos provenientes de diversas atividades, mas, na sua maior parte, derivados da atividade de fritura de alimentos. Dentre as atividades responsáveis por gerar este resíduo destacam-se nomeadamente as seguintes:

- Atividades domésticas (óleos de cozinha usados na confecção dos alimentos, como por exemplo, a fritura de batatas, salgados, etc.);
- Atividades industriais, destacando-se as de preparação e conservação de batata (fabricação de batatas fritas “em pacote”) ou outros tipos de alimentos que necessitem de óleo de fritura em grande quantidade;
- Estabelecimentos como hotéis, restaurantes e cafés, cantinas e refeitórios.

2.3 Destinações de óleos residuais no Brasil

A destinação desses óleos residuais acontece na maioria das vezes de maneira inapropriada, visto que a população não tem a conscientização e conhecimento necessário, e acabam colocando esses resíduos nas redes de esgotos ou diretamente no solo. Tal atitude leva a sérios impactos ao meio ambiente como contaminações de rios e lençóis freáticos, que serão abordados a seguir.

Quando descartado de maneira incorreta, o óleo pode interferir no sistema de tratamento de esgotos comprometendo-o em até 40 %. O número é da CAESB-DF.

Almejando a destinação adequada, criou-se em 2007, o Projeto Biguá. Da Caesb em parceria com a Embrapa Agroenergia, este projeto visa à coleta óleo de fritura em condomínios, escolas, empresas e também disponibiliza locais de entregas de voluntárias no Distrito Federal. Além de oferecer a destinação correta ao resíduo, esse óleo é então utilizado na fabricação de sabão e biodiesel.

Uma empresa do DF, que tem como objetivo coletar e reciclar óleos residuais, é a Ecolimp que tem parcerias com mais de 1.200 estabelecimentos comerciais em todo o Distrito Federal, nos quais recolhe mais de 200 toneladas por mês. Esses óleos são tratados e vendidos para indústrias de biodiesel (OLIVEIRA, 2015)

2.3.1 Consequências da destinação incorreta de óleos residuais

De acordo com a ABES (2007) o despejo de óleos residuais nos esgotos pluviais e sanitários provoca impactos ambientais significativos:

- Os óleos emulsificam-se com a matéria orgânica, ocasionando entupimentos em caixas de gordura e tubulações;
- Quando lançados diretamente em bocas-de-lobo ocasionam obstruções, emulsificando e formando “pastas”, inclusive retendo resíduos sólidos. Em alguns casos a desobstrução de tubulações necessita a alocação de produtos químicos tóxicos;
- Em grande parte dos municípios brasileiros há ligação da rede de esgotos cloacais à rede pluvial e a arroios. Nesses corpos hídricos, em função de imiscibilidade do óleo com a água e sua inferior densidade, há tendência à formação de filmes oleosos na superfície, o que dificulta a troca de gases da água com a atmosfera, ocasionando depleção das concentrações de oxigênio e anaerobiose, resultando em morte de peixes e outras criaturas aeróbias. Na rede de esgotos os entupimentos podem ocasionar pressões que conduzem à infiltração do esgoto no solo, poluindo o lençol freático ou ocasionando refluxo à superfície;

- No ambiente, em condições anaeróbias, pode haver metanização dos óleos, contribuindo para o efeito estufa;
- Quando não houver tratamento de esgotos prévio ao lançamento ao corpo receptor, elevam-se as concentrações de óleos totais no mesmo, depreciando sua qualidade para vários fins, podendo verificar-se modificação pontual de pH e diminuição da taxa de trocas gasosas da água com a atmosfera. A temperatura do óleo sob o sol pode chegar a 60°C, matando animais e vegetais microscópicos.

Quando as águas residuais que contém óleos usados chegam as linhas de água, causam a diminuição da concentração de oxigênio nas águas superficiais devendo-se tal situação principalmente ao fato deste tipo de águas residuais conterem substâncias consumidoras de oxigênio (matéria orgânica biodegradável), que ao serem descarregadas nos cursos de água, além de contribuírem para um aumento considerável da carga orgânica, conduzem a curto prazo a uma degradação da qualidade do meio receptor. A presença de OGs nos efluentes de águas residuais também provoca graves problemas ambientais de higiene e maus cheiros, provocando igualmente impactos negativos ao nível da fauna e flora envolventes (IPA, 2004).

2.4 Reciclagem dos óleos residuais

TEIXEIRA e ZANIN (2001) definiram a reciclagem como um processo no qual as partes que constituem certo objeto ou corpo podem ser, posteriormente, constituintes de outro corpo ou objeto, podendo ser ou não semelhante ao anterior. Trata-se de um fenômeno que sempre ocorreu no ambiente natural, e muito importante para a manutenção da vida como se apresenta na Terra.

Diferentemente de muitos resíduos, os óleos, tanto os vegetais quanto os animais, são de valores econômicos positivos, já que são aproveitados em seu valor potencial mássico e energético. Suas principais formas de aproveitamento são saponificação, com aproveitamento do subproduto da reação, a glicerina, padronização para a composição de tintas (óleos vegetais insaturados –

secativos), produção de massa de vidraceiro, produção de farinha básica para ração animal, queima em caldeira, produção de biodiesel, obtendo-se glicerina como subproduto (ABES, 2007).

2.4.1 Utilização dos óleos residuais de fritura para a produção de biodiesel

O projeto Probiodiesel (Programa Brasileiro de Desenvolvimento Tecnológico de Biodiesel), que deu força ao biodiesel no Brasil, foi criado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia. A tradição agrícola e a pesquisa dirigiram-se para a produção deste combustível já que desde então ele tem se mostrado viável pela grande extensão territorial de plantação das sementes oleaginosas (VELOSO et al., 2012).

A produção do biodiesel tendo como matéria-prima o óleo vegetal é feita através de uma reação química chamada de transesterificação representada na Figura 2. As reações de transesterificação são reações que acontecem entre éster e álcool de cadeia pequena, com adição de um catalisador. Este último pode ser de natureza ácida, básica ou enzimática, formando assim um novo éster (Biodiesel) e o subproduto (normalmente glicerol ou glicerina) que podem ser utilizados na indústria para a produção de cremes, sabões e na fabricação da nitroglicerina, que é um explosivo (FELIZARDO et al., 2006).

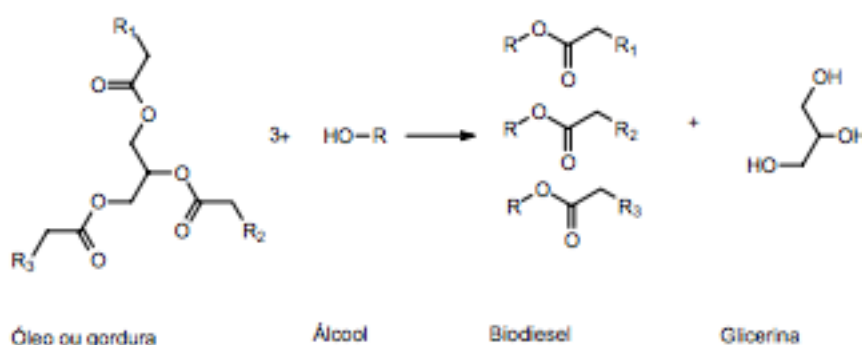


Figura 2-Reação Genérica de Transesterificação

A transesterificação (ou alcoólise) alcalina é a rota com maior presença na indústria mundial e também na indústria brasileira de biodiesel, tanto para produção de bicomcombustível etílico quanto a produção de bicomcombustível

metílico. Tendo como catalisadores mais utilizados na transesterificação, o hidróxido de sódio e o hidróxido de potássio. Os álcoois mais utilizados são o metanol e o etanol.

2.4.2 Utilização dos óleos residual de fritura para a produção de sabões.

Na Antiga Babilônia se tem relatos da obtenção de sabão, onde foram encontrados cilindros de barros com misturas de gordura animal fervida com cinzas de madeira. Podemos assim afirmar que a síntese para a obtenção de sabão é uma das mais antigas que se tem informação (WANDAS, et al., 2004).

A partir de óleos vegetais, com a presença de ácidos de enzimas ou álcalis, se constitui a hidrolise em meio básico, produzindo ácido carboxílico de cadeia longa e glicerinas. Estes ácidos carboxílicos são sabões representados pela equação na figura 3 a seguir (AMARAL, et al., 1980).

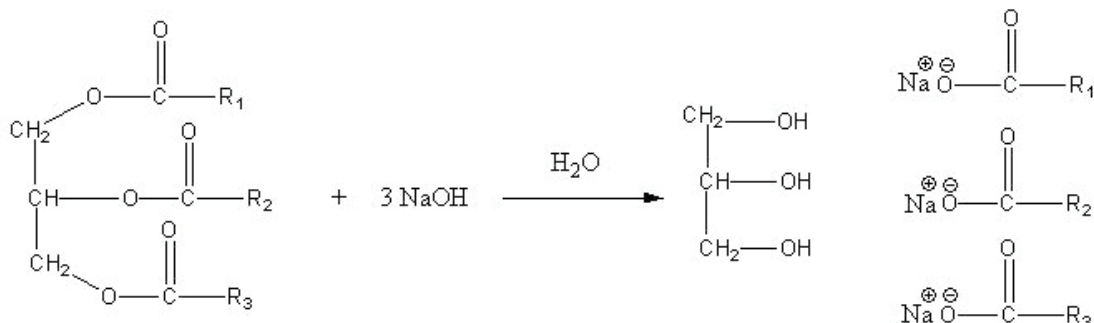


Figura 3-Reação de saponificação

2.4.3 Utilização dos óleos residual de fritura para a complementação de ração animal

Tendo em vista que o óleo vegetal é rico em vitaminas e ácidos essenciais para o organismo animal, ele pode ser usado para complementar nutricionalmente ração ao ser incorporada neste tipo de alimento, podendo ser tanto industrializado como de propriedades rurais (VELOSO, et al., 2012).

2.4.4 Utilização de óleos residual de fritura para a produção de resinas

Outra forma de reciclar esse óleo residual é a produção de resinas que podem ser utilizadas para a fabricação de vernizes e tintas.

É uma boa opção de reciclagem segundo Veloso et al.(2012) já que as estruturas químicas das moléculas desses óleos, os triacilgliceróis, permitem a realização de diversas sínteses a partir de reações controladas, como uma delas é a modificação de resinas alquídicas. Essas resinas possuem excelentes propriedades de grande interesse das indústrias de tintas, quando comparados aos óleos puros, como: secagem rápida e resistência química as intempéries.

Três principais métodos são utilizados para a realização da síntese de resinas alquídicas, são eles: via ácido graxo, acidólise e alcoólise. O processo via ácido graxo se dá através da poliesterificação de um poliálcool, ácido graxo sem a adição de catalisadores. Na acidólise, faz-se um deslocamento dos ácidos graxos do óleo pelo poliácido no qual também não são utilizados catalisadores. Na alcoólise, processo no qual são empregados catalisadores, faz-se a transesterificação do óleo vegetal em presença de poliálcoois (glicerol, etc.), seguido de uma etapa de poliesterificação. Na etapa de transesterificação normalmente se utiliza catalisadores básicos como: hidróxido de lítio, óxido de cálcio, carboxilatos de lítio e óxido de chumbo. Já na etapa de poliesterificação se utiliza catalisado por compostos de estanho (FAZENDA, 1995).

Apesar de todos os melhoramentos na produção deste tipo de produto com a adição dos óleos vegetais, a compra destes ácidos graxos para a modificação das resinas não é vantajoso economicamente. A partir daí surge o óleo residual como solução econômica, pois é um meio alternativo de se fazer a reação dos triacilgliceróis de óleos vegetais com moléculas de poliálcoois através de reações citadas anteriormente. O produto desta alcoólise reage na poliesterificação de resina tão bem quanto as moléculas de monoacilgliceróis industriais e, portanto, é uma alternativa viável economicamente e eficaz (FAZENDA, 1995).

2.5 Tintas

2.5.1 Composição básica

De acordo com Fazenda (2009), as tintas são composições líquidas, são constituídas por pelo menos um pigmento disperso em um aglomerante líquido. São quatro os principais componentes das tintas:

- **Resina:** Parte não volátil da tinta, que aglomera as partículas de pigmento. Ela é quem vai denominar o tipo de tinta ou revestimento empregado.
- **Pigmento:** Material sólido finamente dividido, insolúvel no meio. Utilizado para conferir cor, opacidade, certas características de resistência e outros efeitos. São classificados em coloridos (conferem cor) não coloridos e anticorrosivos (conferem proteção aos metais).
- **Aditivo:** Proporciona características especiais às tintas ou melhorias nas suas propriedades. São utilizadas para auxiliar nas diversas fases de fabricação e conferir características necessárias à aplicação. Entre eles estão os secantes, niveladores, dispersantes e antiespumantes.
- **Solvente:** Líquido volátil utilizado nas tintas e correlatos para dissolver a resina. É classificado entre ativo ou verdadeiro, latente e inativo.

2.5.2 Resinas para produção de tintas

Donadio (2011) descreve resina como a principal matéria prima da tinta, já que ela é a responsável por algumas características das tintas, são elas: aplicabilidade, secagem e cura, durabilidade, adesão, resistências químicas, resistências a abrasão/riscos e flexibilidade e dureza.

No caso de tintas para impressão em sistemas off set utilizadas em sistemas gráficos, ou em técnicas de produção de obras de arte conhecidas como gravura, as formulações envolvem cerca de 80 % de uma resina e 20 % de pigmentos e cargas. A resina adere à superfície formando o filme, além de

aglutinar os pigmentos e cargas que são responsáveis por conferir a cor e a textura da tinta (MELLO e SUAREZ 2012).

As propriedades químicas e físicas dos diversos tipos de resinas são muito variadas, considerando que são um reflexo direto das diversas propriedades dos polímeros. Sendo assim, têm-se as resinas e as tintas alquídicas, acrílicas, vinílicas e epóxi, por exemplo. É a natureza do grupo funcional que vai conduzir o sistema de reticulação e, conseqüentemente, as propriedades do produto final (VERONA, 2004).

2.5.3 Resinas obtidas a partir do óleo de fritura residual

O óleo residual de fritura começa a ganhar visibilidade para a produção de resinas poliméricas que podem ser incorporadas às tintas como veículo. A literatura indica principalmente a produção de resinas alquídicas e resinas obtidas através da polimerização térmica dos óleos residuais com o uso de um complexo metálico como catalisador.

2.5.3.1. Resina Alquídica

A necessidade de se melhorar as propriedades físico-químicas dos óleos utilizados em química foi o motivo do surgimento das resinas alquídicas. Elas são poliésteres modificados com ácidos graxos e a síntese de resinas alquídicas se dá através da poliesterificação de um poliálcool com um poliácido. Entretanto, o produto dessa esterificação é, em geral, quebradiço, o que compromete a qualidade do revestimento. Para aumentar a elasticidade e ajudar a diminuir o tempo de secagem e de cura, adicionam-se agentes aditivos dentre os quais ácidos graxos insaturados ou monoacilgliceróis são os mais utilizados nas indústrias (FAZENDA, 2009).

Foram sintetizadas resinas alquídicas empregando óleo de fritura residual, por meio da glicerólise e da acidólise, e obtiveram um produto com características físico-químicas muito semelhantes às de uma resina padrão feita

com óleo de soja virgem. (SANTANA, OLIVERA e FERNANDES, 2011). Santana, Oliveira e Fernandes (2011) mostram que o óleo destinado à indústria de tintas precisa ser aquecido antes da fabricação da resina, assim o produto final terá a sua secagem melhorada, enquanto, o óleo residual já foi aquecido e a sua utilização tornaria mais barato o processo de produção dessas resinas.

2.5.3.2. Resina Termocatalítica

Mello e colaboradores (2013) analisaram a influência de diferentes complexos de íons metálicos para a síntese dessa resina, utilizando como fórmula geral $M(\text{Carboxilato})_2$ (onde $M = \text{Ni}^{2+}$, Fe^{2+} , Cu^{2+} , Co^{2+} e Sn^{2+}), na polimerização de óleo de fritura residual foi observado o crescimento da atividade catalítica e, o conseqüentemente o aumento da viscosidade e da acidez, seguiu a ordem $\text{Sn}^{2+} < \text{Co}^{2+} < \text{Cu}^{2+} < \text{Fe}^{2+} < \text{Ni}^{2+}$. As reações foram realizadas em atmosfera de N_2 , a uma temperatura de 300°C por 3 h e sob agitação mecânica. Os resultados demonstram que os íons que apresentaram melhor desempenho foram os de Ni e Fe.

Montenegro et al. (2013) sintetizou uma resina polimérica através da reação entre óleos residuais e o catalisador acetato de níquel (2), a uma temperatura de 315°C , sob agitação constante e fluxo de gás nitrogênio (N_2) (gás inerte usado para fazer o arraste de oxigênio e compostos voláteis, a fim de evitar que o óleo inflamasse).

Para o favorecimento das reações de polimerização é de grande importância que os óleos utilizados tenham um alto grau de insaturações em suas cadeias, pois proporcionam maior reatividade e diminuem o tempo para a obtenção da resina final com a viscosidade que se deseja (MARTINS, MELLO e SUAREZ, 2013).

Em ambos os trabalhos, as resinas obtidas serviram como veículo para a incorporação de pigmentos e preparação de tintas de impressão para sistemas offset, mostrando que é viável a reutilização de óleo residual tendo em vista um produto final com valor agregado e uma alternativa tecnológica.

Mello (2013) em seu trabalho utilizou uma proporção de 80 % de resina e 20 % de pigmento para formulação da sua tinta, e o presente trabalho será baseado nesta proporção.

2.5.4 Sistema de impressão *off set*

As máquinas offset podem ser planas ou rotativas. As planas rodam folha por folha, oferecendo melhor qualidade; ideal para impressão de cartazes, folders, livros, panfletos, folhetos. Já as rotativas, utilizam papel em bobina; ideal para trabalhos de grande tiragem como jornais e revistas (GUIA DO GRÁFICO, 2012).

O sistema *off set* é o principal processo de impressão desde a segunda metade do século 20, ele garante uma boa qualidade para médias e grandes tiragens e pode ser utilizado praticamente em qualquer tipo de papel e alguns tipos de plástico (especialmente o poliestireno) e é composto por seis elementos básicos no mecanismo do offset: a chapa, a blanqueta, o suporte (seja papel ou outro), o cilindro de pressão (que pressiona o papel contra a blanqueta), a tinta e a água (GUIA DO GRÁFICO, 2012).

O processo planográfico, faz uma impressão indireta: há um elemento intermediário entre a matriz e o papel, que é chamado de blanqueta. A imagem que está na matriz (que é metálica e é simplesmente chamada de chapa) é transferida para um cilindro coberto com borracha (a blanqueta) e, daí, para o papel. Na segunda metade dos anos 1990, o *off set* passou a contar com um aperfeiçoamento fundamental: as máquinas dotadas de sistemas que permitem a entrada dos dados de arquivos digitais diretamente na impressora, onde é feita a gravação das chapas e dispensando fotolitos (GUIA DO GRÁFICO, 2012).

2.6 Produção de tintas

A produção de tintas consiste em alguns distintos estágios: o preparo do pigmento, a pré-dispersão, a dispersão (moagem), a completagem, a filtração e o envase.

2.6.1 Preparo do pigmento

De acordo com Fazenda (2009), as partículas dos pigmentos geralmente chegam às indústrias apresentando aglomerados por diversas razões:

- Depósitos intersticiais remanescentes da evaporação das águas de cristalização do pigmento.
- Por sinterização de partículas durante o método de preparação.
- Pressão de forças de compactação desenvolvidas quando os sacos de pigmentação são empilhados uns sobre os outros.

Para que o pigmento fique adequado para a dispersão, ele precisa ser submetido a um peneiramento. O material que fica retido na peneira é direcionado para um moinho de martelo e em seguida para um moinho de rolos. Após passar pelos moinhos o pigmento retorna para ser peneirado. Esse processo será realizado até que todas as partículas de pigmento atinjam a granulometria adequada, visto que o aglomerado de pigmento dificultaria a dispersão dele na produção de tinta.

a) Peneiramento

O peneiramento é um método de separação de partículas que leva em consideração apenas o tamanho das partículas.

No peneiramento com peneiras agitadas, a agitação provoca a movimentação das partículas sobre a superfície de peneiramento. Geralmente inclinadas para que o material seja transportado ao mesmo tempo em que é feito o peneiramento. O sólido é alimentado na peneira e é movimentado sobre esta, as partículas que passarem pelas aberturas constituem os que são chamados finos e as retidas são os grossos (GOMIDE, 1983).

A Figura 4 mostra um esquema de peneira industrial.

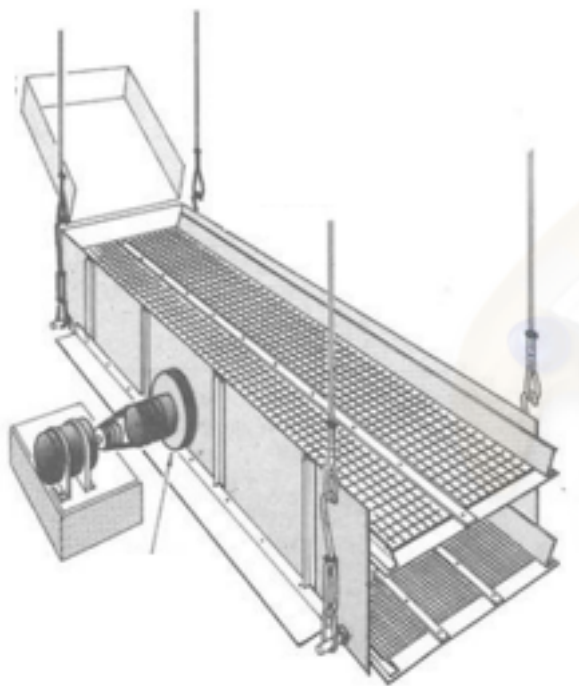


Figura 4 - Esquema de funcionamento da uma peneira industrial.

FONTE: GOMIDE, 1983.

b) Moinho martelo

O moinho de martelos consiste de um eixo que gira em alta rotação, no qual ficam presos blocos ou martelos. As partículas que são alimentadas pela parte superior, sofrem o impacto dos martelos e são projetadas contra a superfície interna da câmara, fragmentando-se. O material fragmentado deve então passar por uma grelha existente na parte inferior que vai bitolar a granulometria da descarga (FIGUEIRA, 2004).

A Figura 5 representa um esquema geral de funcionamento de um moinho martelo.

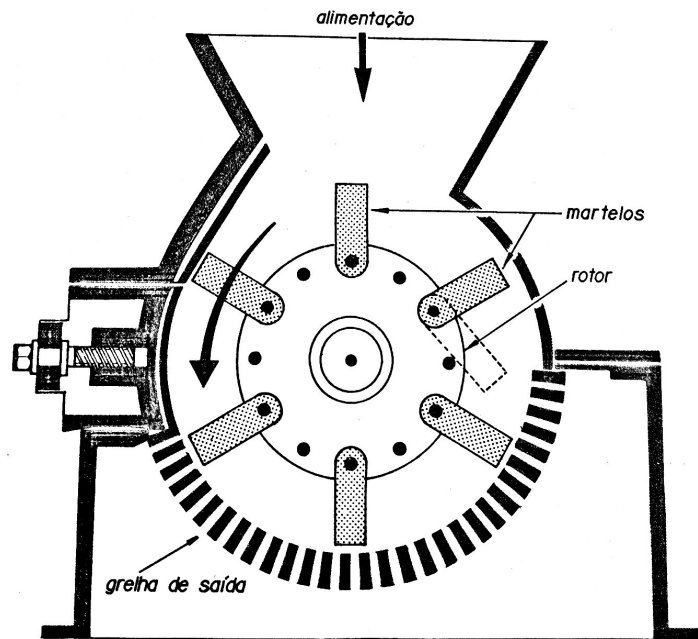


Figura 5- Esquema de funcionamento do moinho martelo

FONTE: GOMIDE, 1983.

c) Moinho rolo

A moagem é feita por duas pedras pesadas na posição horizontal, circulares, sendo uma delas fixa e a outra gira em torno de seu eixo. O material é alimentado na parte superior sendo moído pelo atrito entre as duas pedras. O produto sai lateralmente por ação centrífuga. Usa-se para moer cereais, pigmentos, produtos farmacêuticos e cosméticos (GOMIDE, 1983).

A Figura 6 mostra o esquema de funcionamento do moinho de rolo.

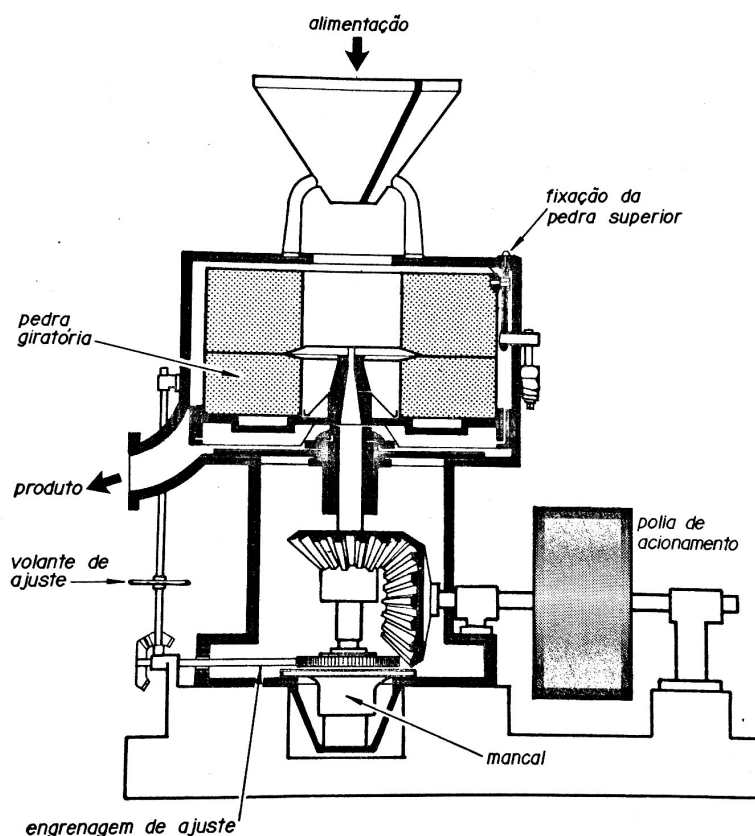


Figura 6 - Esquema de funcionamento do moinho de rolos

FONTE: GOMIDE, 1983.

2.6.2 Pré-dispersão (Pré-Mistura)

Esta etapa se inicia com um dispersor que tem como objetivo incorporar as partículas de pigmento (pó) em um veículo líquido.

Um disco dispersor de alta velocidade é utilizado por ser um dos sistemas mais simples empregados na indústria de tintas, e também é um bom misturador e é usado para preparar a pré-mistura para o carregamento dos moinhos utilizados na etapa seguinte (FAZENDA, 2009).

2.6.3 Dispersão (Moagem)

O produto pré-disperso é submetido à dispersão em moinhos adequados. Normalmente são utilizados moinhos horizontais ou verticais (ASTAQUIMICA).

a) Moinho Vertical

O moinho vertical é um dispersor contínuo o qual tem como processo basicamente o bombeamento de uma mistura homogênea de pigmento/veículo (base de moagem) através de uma câmara cilíndrica contendo areia e sujeita à intensa agitação. Durante a passagem ascendente através da zona de agitação, a base de moagem é retida e moída entre as partículas de areia, em que uma forte ação de cisalhamento efetua a dispersão do pigmento no veículo. A base dispersa atravessa uma tela, que permite a passagem do líquido enquanto retém o agente de moagem (FAZENDA, 2009).

b) Moinho horizontal

O moinho vertical convencional foi adaptado com a modificação da posição da câmara para horizontal, originando-se assim o moinho horizontal que oferece algumas vantagens e um melhor desempenho quando comparado aos outros tipos de moinho (FAZENDA, 2009).

É um moinho para moagem contínua de dispersão de sólidos micronizados em meio líquido. Onde a base de moagem pré-dispersa é bombeada para a câmara do moinho. Esta mistura é agitada por um rotor acoplado ao eixo de multidiscos excêntricos. A base de moagem passa através de uma zona de cisalhamento, na qual ocorre a quebra dos aglomerados e é então separada do elemento de moagem por um sistema de filtro ou peneira localizada no lado oposto da alimentação (FAZENDA, 2009).

A Figura 7 mostra o esquema de funcionamento do moinho horizontal.

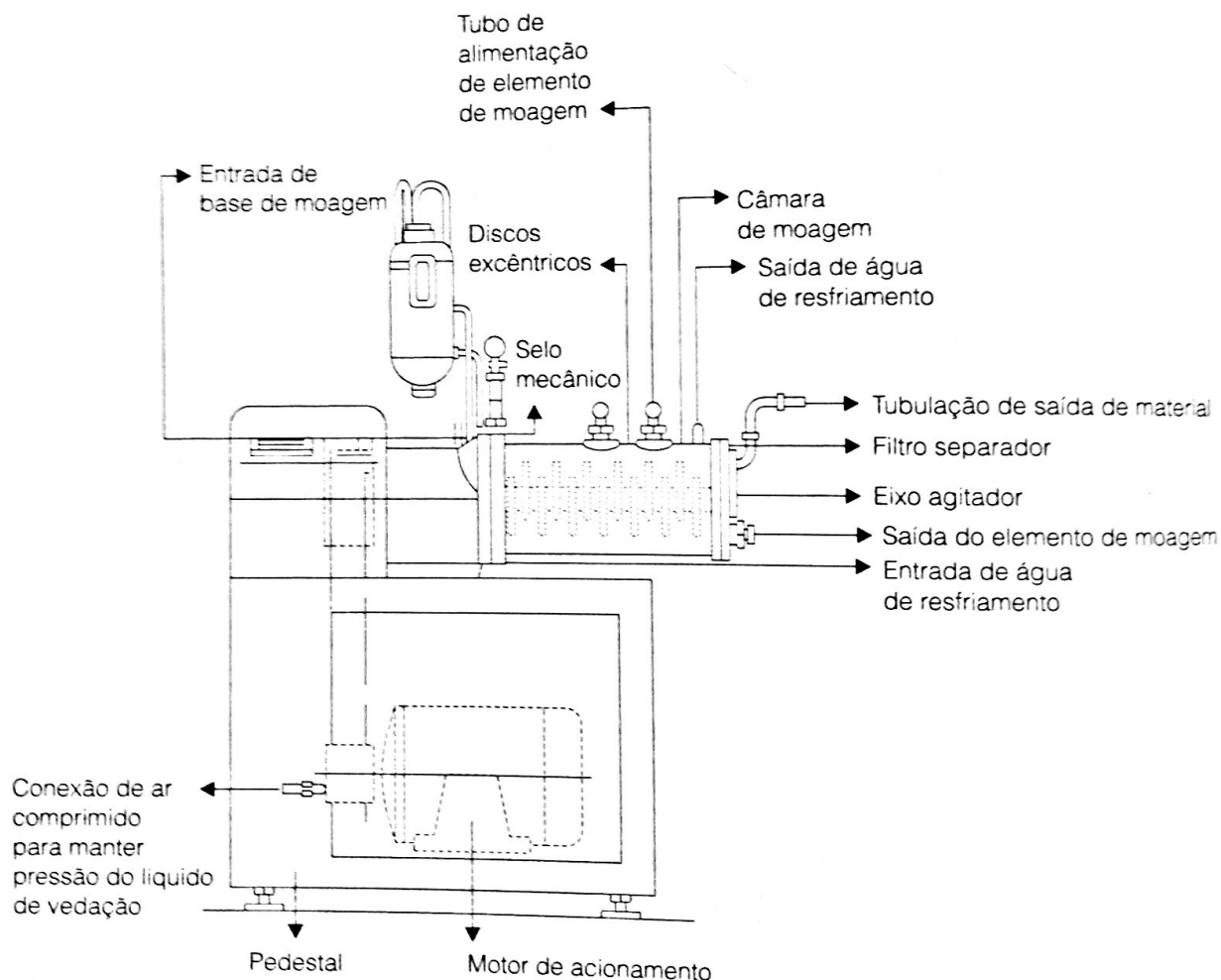


Figura 7-Esquema de funcionamento do moinho horizontal

FONTE: FAZENDA (2009)

2.6.4 Completagem

Nesta etapa o produto proveniente da dispersão segue para um tanque com agitador e são misturados com os outros componentes da tinta com a finalidade de atingir os parâmetros e propriedades desejados (ASTAQUIMICA).

O princípio desta agitação consiste em produzir movimentos regulares no interior de um fluido por meio de agitadores. A agitação é de ampla aplicação industrial tendo diversas finalidades tais como acelerar certas operações, homogeneização, dispersões, transferências de calor, extração absorção. Devido a grande variedade de substancias a serem misturadas, as indústrias têm desenvolvido seus próprios agitadores, pois não existe uma classificação

baseada em agitadores padrões e sim numa adequação ao uso dos agitadores (FAZENDA, 2009).

Em seguida a tinta será filtrada com a finalidade de remover partículas não dispersas ou qualquer outro sólido presente. Sendo assim a tinta já estará pronta para o envase (CRQ).

No envase, a tinta é transferida para latas, baldes, tambores ou containers, rotulada, embalada e encaminhada para o estoque e/ou expedição.

2.6.5 Bombeamento

Para transportar um fluido de um ponto a outro em um sistema são utilizadas bombas hidráulicas. E de acordo com Terron (2012) nas indústrias químicas, a mais utilizada para tintas são as bombas de deslocamento positivo rotativa. A selecionada para este trabalho será uma bomba de deslocamento positivo rotativo chamado de bomba de cavidade progressiva (bomba helicoidal).

As bombas de cavidade progressiva, também conhecidas como bombas helicoidais de rotor único, tem uma rosca excêntrica em relação ao eixo de rotação que se articula com as roscas internas de uma peça imóvel, o estator, disposto nas paredes da carcaça do rotor ou corpo, que envolve o parafuso rotativo. As partes das bombas são feitas dos materiais que melhor se adaptem á sua aplicação (TERRON, 2012).

A Figura 8 representa o esquema de uma bomba de cavidade progressiva.

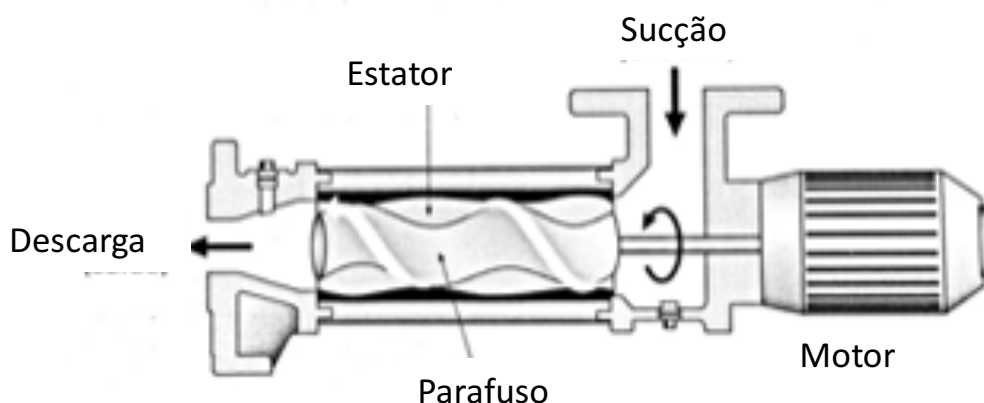


Figura 8 - esquema de uma bomba de cavidade progressiva

FONTE: TERRON, 2012

3. Descrição do Problema

Inicialmente foi realizado um levantamento bibliográfico de dados técnicos, com base na literatura e em artigos das características do polímero e da tinta a ser produzida.

Numa segunda etapa, foi definida a capacidade de produção de tinta e avaliados os tipos de equipamentos que podem ser utilizados no sistema produtivo disponíveis comercialmente.

Por fim, foi realizado o dimensionado de um sistema para a produção de tinta de impressão de sistemas offset, utilizando a resina polimérica obtida a partir do óleo de fritura devidamente tratado.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Dimensionamento do Sistema para produção *off set*

A produção da tinta *off set* pode ser, resumidamente, descrita como no fluxograma da Figura 9.

O ciclo do fluxograma a seguir foi feito visando uma produção de 100 L quando concluído. Durante um dia de trabalho com oito horas, serão realizados 6 ciclos, sendo assim terá uma produção de 600 litros por dia. Em média um mês tem 22 dias úteis, resultando em 13.200 litros de tinta por mês.

O presente trabalho apresentará alternativas de equipamentos comerciais que são eficientes para as diversas etapas do processo.

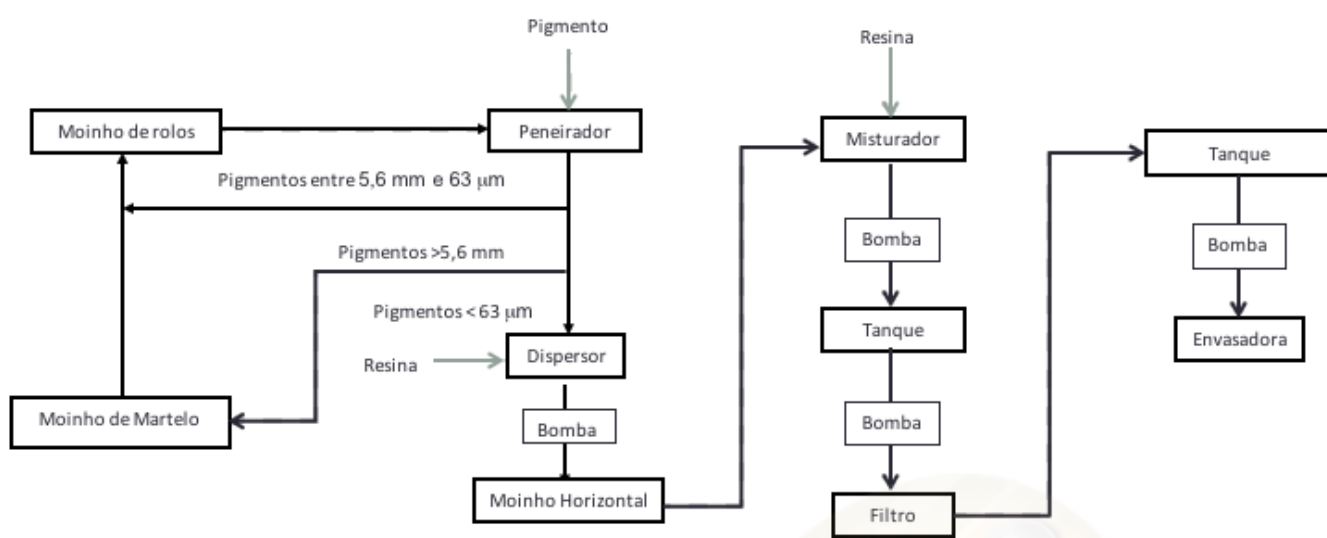


Figura 9- Fluxograma do esquema de produção

4.1.1 Preparo do pigmento

a) Peneiramento

Um modelo de peneira adequado para o peneiramento do pigmento é o modelo RS-24/01D da marca Inbras, utilizando malhas de 3,5 mesh (5,6 mm) e 250 mesh (63 µm) como ilustra a Figura 10.

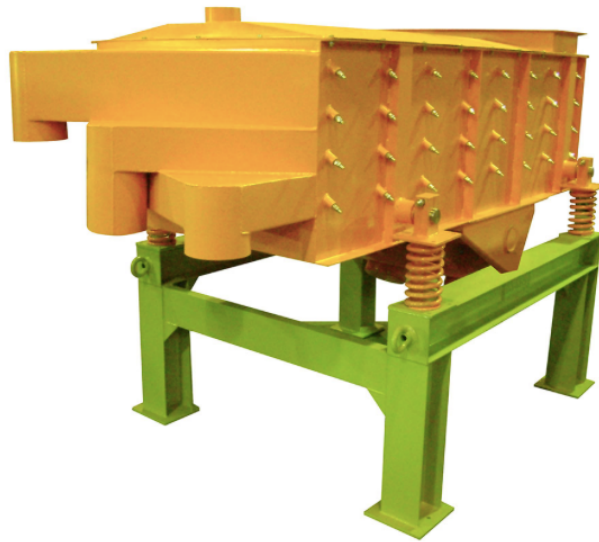


Figura 10- Peneira modelo RS-24/01D da marca Inbras

FONTE: INBRAS, 2016

O pigmento é alimentado na peneira e para separação do tamanho adequado. Partículas retidas na peneira de 3,5 mesh (5,6 mm) são trituradas no moinho de martelos. Partículas retidas na peneira de 250 mesh são trituradas no moinho de rolos. O pigmento com tamanho menor que 250 mesh é selecionado para utilização na produção de tintas.

b) Moinho de martelo

As partículas retidas, maiores que 3,5 mesh, são moídas em um moinho de martelo. Um exemplo comercial desse tipo de moinho é o modelo W-6-H Series Laboratory Scale Hammer Mill, marca Schutte Buffalo. Ele possui um eixo com diâmetro de 50 mm, potência de 1 kW, rotor com diâmetro de 230 mm e velocidade de 1000 rpm. As Figuras 11 e 12 mostram o moinho e seu interior, respectivamente. A tela presente na parte inferior do moinho permite apenas a passagem do pigmento com a granulometria desejada, no caso, menores que 5,6 mm. Os sólidos são então moídos no moinho de rolos.



Figura 11- Moinho martelo do modelo W-6-H Series Laboratory Scale Hammer Mill, marca Schutte Buffalo.



Figura 12- Vista do interior do moinho de martelo do modelo W-6-H Series Laboratory Scale Hammer Mill, marca Schutte Buffalo.

FONTE: HAMMERMILLS, 2016

c) Moinho de rolos

O pigmento retido na peneira de 250 mesh ($63 \mu\text{m}$) e o proveniente da moagem do moinho de martelos são alimentados no moinho de rolos a fim de se obter uma granulometria menor e em seguida retornam para o peneiramento.

4.1.2 Pré-dispersão (Pré-Mistura)

Depois de peneirado e agora com a granulometria adequada, o pigmento é incorporado a resina e, para isso, é utilizado um tambor de 100 litros (com 80 cm de altura e 48 cm de diâmetro) e um dispersor de alta velocidade. Uma alternativa comercialmente disponível é o dispersor do modelo SWFS-2.2 da marca Sower com potência nominal de 2,2 kW com velocidade de até 1440 rpm e diâmetro do disco de 150 mm. A Figura 13 mostra o dispersor.

Na pré-dispersão o volume total processado é de 67 litros. Nesta etapa é adicionado todo o pigmento, uma massa de 16 kg, levando em conta a densidade do pigmento de $1,7 \text{ kg.m}^{-3}$ o volume de resina adicionada é 58 L de resina.



Figura 13 - Dispersor do modelo SWFS-2.2 da marca Sower.

FONTE: SOWER, 2016

O valor da potência é obtida através da equação 1 que pode ser encontrada no capítulo 16 de Fazenda (2009).

$$P = \frac{\eta w^2 R^2 v}{2x^2} \quad (1)$$

Onde:

P – Potência (erg/s)*;

v – Volume (cm³);

w – Velocidade angular (radianos/s);

η - Viscosidade (poises)

R – Raio do disco (cm);

X – Distância do fundo do tanque ao disco (cm).

*Para obter a potência em HP basta multiplicar por $1,34 \times 10^{-10}$.

O volume para dispersão foi de 67000 cm³. A velocidade angular foi calculada dividindo a velocidade periférica de 1220 m.min⁻¹ como o descrito por Fazenda (2009), pelo raio do disco obtendo 270,66 rad.s⁻¹. A viscosidade dinâmica é de 2,78 poise conforme a resina descrita no trabalho de Mello (2013).

De acordo com Fazenda (2009) o diâmetro do tambor tem que ser de 2,8 a 4 vezes maior do diâmetro do disco. No caso, o diâmetro do disco é de 150 mm e o do tambor é 3,2 vezes maior, obedecendo assim tal proporção. A distância do fundo do tambor ao disco deve estar entre o tamanho do raio e o diâmetro do disco. O valor do raio usado foi de 7,5 cm e a distancia do fundo do tambor ao disco foi de 10 cm.

Utilizando a equação 1, foi encontrado o valor de potência transferido na agitação de aproximadamente 0,5142 HP, que é equivalente a 0,3834 kW.

Considerou-se que após 1 hora a pré-dispersão esta concluída. Com a ajuda de uma bomba a mistura é transferida para o moinho horizontal.

Os valores utilizados estão dispostos no Quadro 1.

Quadro 1 - Valores para o cálculo da potência para o dispersor

Termos da equação	Valor Utilizado
V	67000 cm ³
W	270,66 rad.s-1
η	2,78 poise
R	75 mm
X	100 mm
P	0,3834 kW

4.1.3 Dispersão (Moagem)

O moinho selecionado para ser utilizado nesta etapa é o horizontal, visto que, ele possui um desempenho superior aos demais em relação à eficiência de mistura de acordo com Fazenda (2009). Uma opção disponível comercialmente é o moinho horizontal de discos modelo SWS-20 da marca Sower, representado na Figura 14 com potência de 18,5 kW com velocidade de 900 rpm volume da cavidade interior de 20 litros e capacidade de 150 kg.h⁻¹. Levando em conta a capacidade por hora do equipamento, para um ciclo de moagem de aproximadamente 22 minutos. Depois de passar pela moagem a mistura é bombeada e realizada a completagem.



Figura 14 - Moinho horizontal de discos modelo SWS-20 da marca Sower.

FONTE: SOWER, 2016

4.1.4 Completagem

Depois de passar pela moagem, é realizada a agitação do material em tambor de aço 200 litros, com altura de 85 cm e diâmetro de 61 cm, para agitação.

Então é adicionado o restante da resina ao tamborete atingir um volume final de 100 litros.

Para a agitação é usado um agitador de hélice. Selecionou-se o misturador modelo sobe-desce MSD, marca Tendmix, representado na Figura 15, com potência de 0,33 HP.



Figura 15 - Misturador modelo sobe-desce MSD da marca Tendmix.

FONTE: TENDEMIX

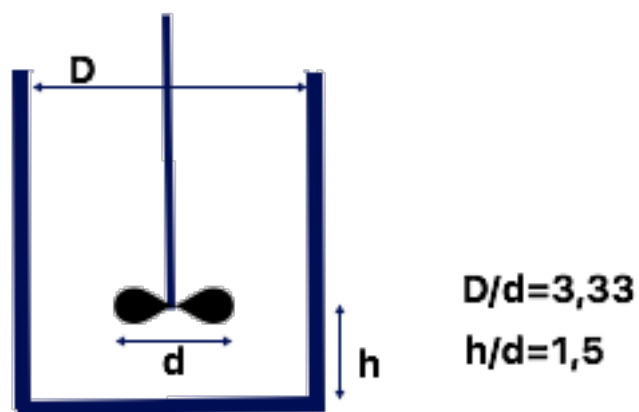


Figura 16 - Dimensão padrão para sistema agitação com hélice.

FONTE: Adaptado de TERRON (2012)

A Figura 16 mostra o esquema de dimensões para o agitador tipo hélice.

Onde:

D – Diâmetro do tanque (cm);

d – Diâmetro da hélice (cm);

h – Distância entre o fundo do tanque e a hélice (cm).

A partir do diâmetro do tambor de 61 cm foi calculado d e h, com valores de 18,3 e 27,5 cm respectivamente. Comercialmente foi encontrada uma hélice de 20 cm

Para o cálculo da potência do agitador transferida ao líquido foram utilizadas as seguintes equações encontradas no capítulo 16 de Fazenda (2009):

$$Re = \frac{D^2 n \rho}{\eta} \quad (2)$$

$$N_{Fr} = \frac{N^2 D}{gc} \quad (3)$$

$$P = \frac{\phi N_{Fr}^m N^3 D^5 \rho}{gc} \quad (4)$$

$$m = \frac{a - \log N_{Re}}{b} \quad (5)$$

Onde:

D – Diâmetro do disco (m);

ρ – Densidade do fluido (kg/m³);

η – Viscosidade dinâmica (Pa.s);

N – Número de rotações do eixo (rps);

gc – Fator de conversão (9,807 N/Kgf/ms²);

P – Potência (kg.m/s);

Re – número de Reynolds;

NFr – número de Froude;

ϕ - Função de potência frente ao número de Reynolds.

A função de potência “ ϕ ” é dada em Fazenda (2009) de acordo com o número de Reynolds obtido na equação 2.

O termo m está relacionado com o número de Reynolds onde a e b são constantes dados por Fazenda (2009) no capítulo 16.

Para o cálculo da potência do agitador os valores utilizados encontram-se no Quadro 2.

Quadro 2 – Valores do cálculo de potência para o agitador.

Termos da equação	Valor Utilizado
D	0,200 cm
ρ	940 kg.m ⁻³
η	0,278 Pa.s
N	7 rps (420 rpm)
Re	804,69
ϕ	0.914
N_{Fr}	0,999
m	-0,067
a	1,7
b	18
P	0,13 CV

Para o cálculo da potência adotou-se como referência os seguintes dados:

- A viscosidade usada foi a descrita no trabalho de Mello, Oliveira e Suarez (2013).
- A densidade utilizada foi calculada pela media ponderada da densidade do pigmento comercial 1,7 g.cm⁻³ e da resina 0,8 g.cm⁻³ citados no trabalho de Mello, Oliveira e Suarez (2013)
- A velocidade de rotação foi obtida utilizando o gráfico de seleção de rotores tipo hélice, representado na Figura 17, utilizando-se volume de 100 litros e viscosidade dinâmica de 2,78 poise, obtendo-se 420 rpm

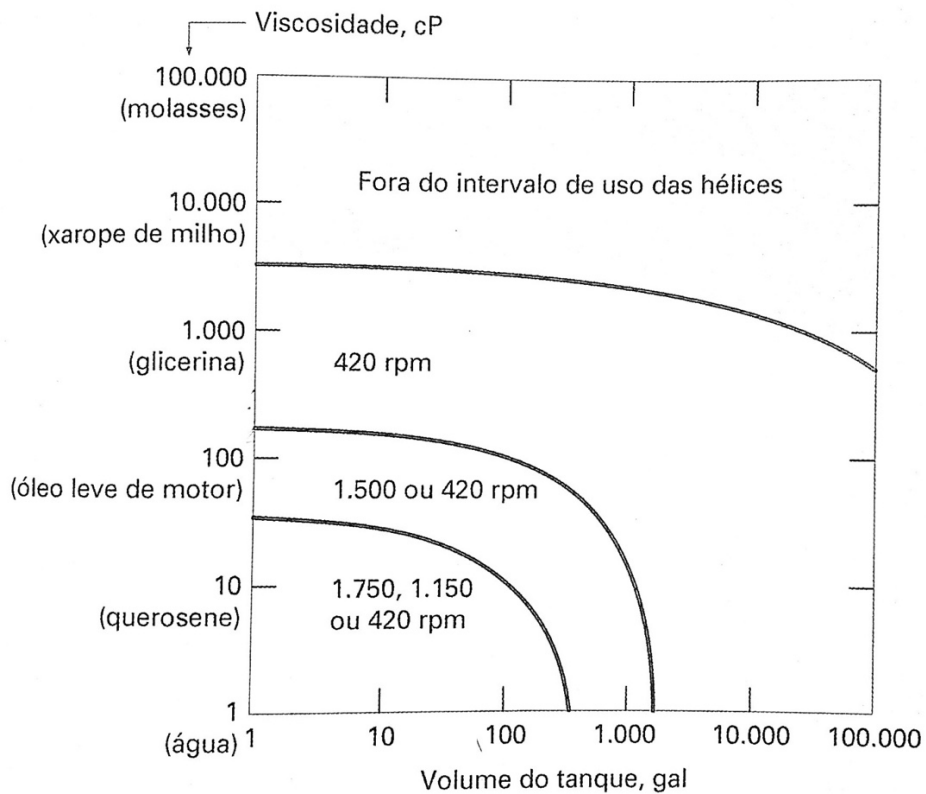


Figura 17 – Seleção de rotores hélices marinhas.

FONTE: TERRON (2012)

A tinta é bombeada para um tanque pulmão e deste tanque para um filtro. Selecionou-se o filtro autolimpante Russell Eco Filter da Russell Finex. As Figuras 18 e 19 representam o filtro e seu interior, respectivamente.



Figura 18 – Filtro autolimpante Russell Eco Filter da Russell Finex.

FONTE: RUSSELL FINEX, 2016



Figura 19 – Interior do filtro autolimpante Russell Eco Filter da Russell Finex.

FONTE: RUSSELL FINEX, 2016

Depois de filtrada a tinta está pronta para o envase. Uma opção para este equipamento é a nvasadora para tintas modelo Envasike, marca Moinho Pirâmide. Com sistema de envase para galões de 5 litros, com produtividade de 8 embalagens por minuto e controle de dosagem eletrônica para alta precisão de envase conforme a Figura 20.



Figura 20 – Envasadora para tintas modelo envasike, marca Moinho Piramide

FONTE: MOINHO PIRAMIDE, 2016

4.1.5 Tanques e Bombas utilizadas

4.1.5.1 Tanques

Os dois tanques selecionados são tanques tipo pulmão com capacidade de 1000 L. Antes de ser filtrada a tinta fica armazenada no primeiro tanque, em seguida após a filtração a tinta segue para o segundo tanque e fica armazenada até o envase. Um modelo de tanque pulmão comercial é o tanque pulmão de inox 1000 L, marca Biasinox e representado na Figura 21.



Figura 21 - Tanque pulmão de inox 1000 L, marca Biasinox.

FONTE: BIASINOX, 2016

4.1.5.2 Bombas

Como descrito por Terron (2012), a bomba mais utilizada e recomendada para tintas são as de cavidade progressiva (ou helicoidal).

Um modelo comercial disponível é a bomba BHI 20 L, marca IMBIL representada na Figura 22. Como as características do fluido não sofrem alterações drásticas durante o processo, as três bombas utilizadas são iguais.

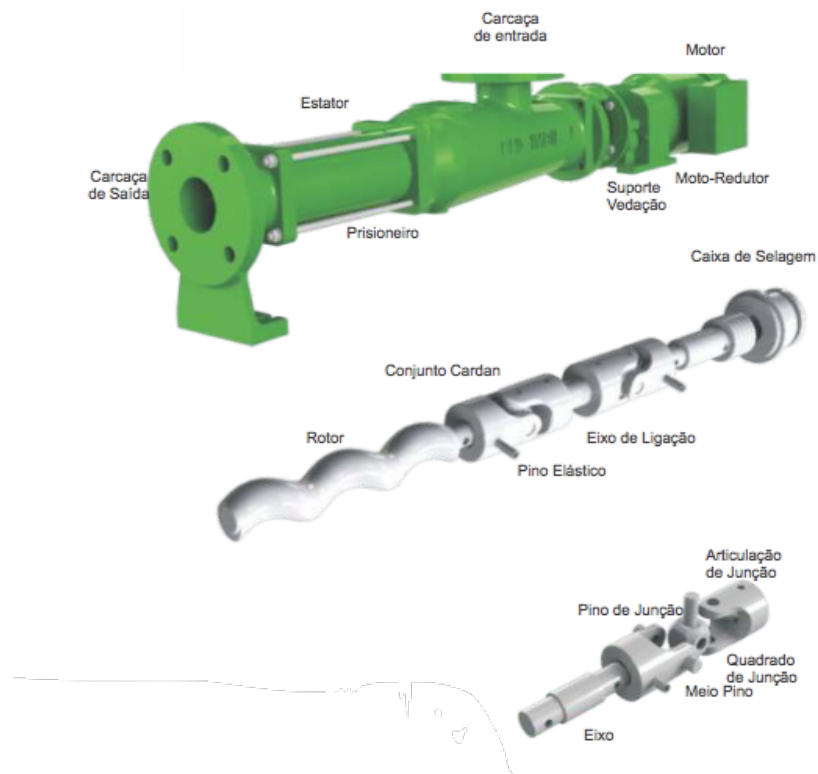


Figura 22 - Bomba BHI, marca IMBIL

FONTE: IMBIL

O gráfico da Figura 23 foi utilizado para escolher a potência e a velocidade de rotação da bomba. A vazão escolhida foi de $1 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$, usando essa vazão e a reta de 2 bar, foi definido uma velocidade de 225 rpm. Com a velocidade de rotações por minuto, encontra-se no gráfico de potência versus rpm, o valor de potência de bombeamento a 0,4 HP. Levando em conta a potência ficcional da bomba que deve ser somado ao valor de potência de bombeamento, que é de 0,16 HP, a potência necessária é de aproximadamente 0,56 CV.

Considerando que a viscosidade da resina e da tinta é maior do que a da água (fluido utilizado para parâmetros da Figura 23) deve-se usar um motor com uma potência maior, e o subsequente disponível no mercado é o de 1 CV.

BHI 20 L

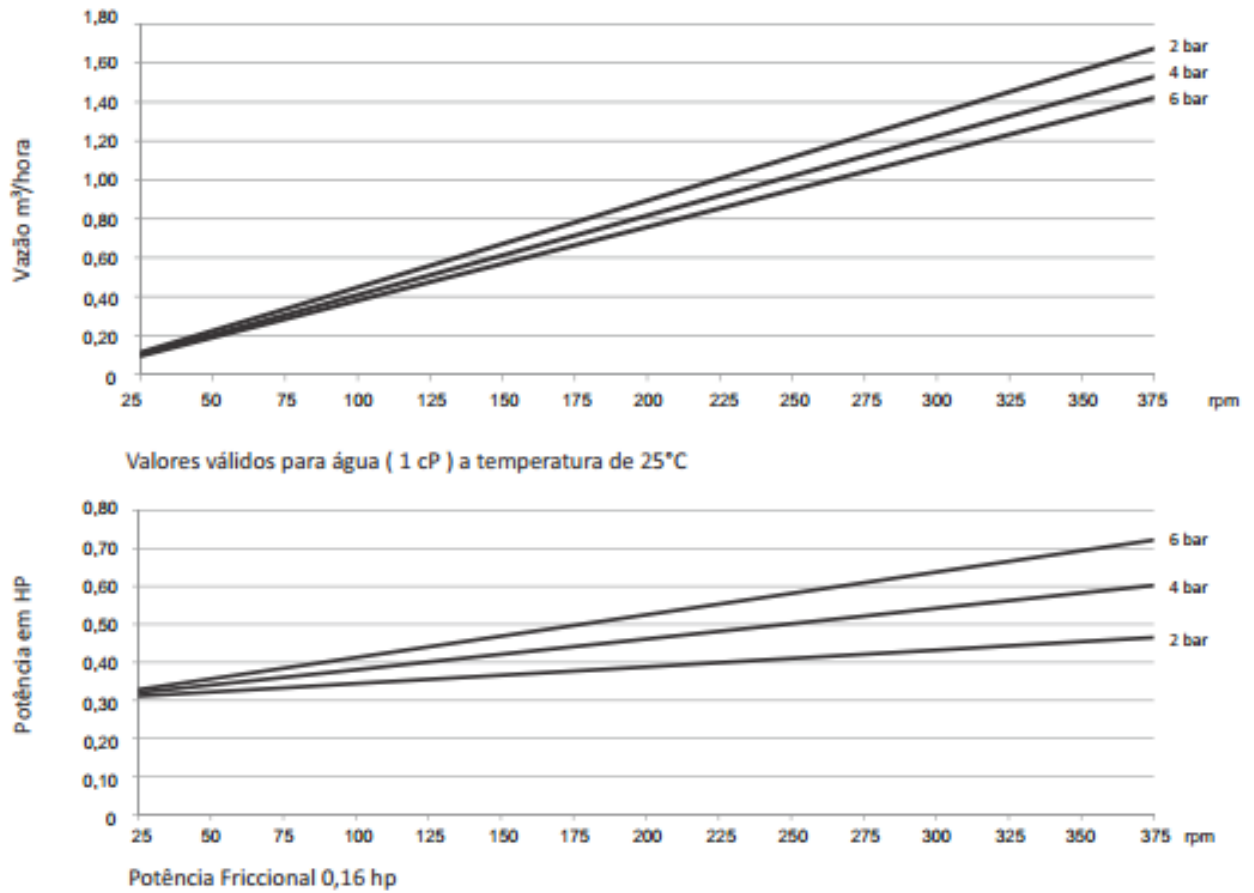


Figura 23 - Gráficos de vazão e potência da bomba modelo BHI 20L, marca IMBIL

FONTE: IMBIL, 2016

5. CONCLUSÕES

Conseguiu-se atingir os objetivos propostos neste trabalho. O sistema de produção de tintas *off set* utilizando resinas poliméricas constitui uma alternativa de utilização dos produtos provenientes da reciclagem dos óleos e gorduras residuais. Há equipamentos comerciais para o desenvolvimento do processo na escala de produção considerada. Entretanto, há necessidade de estudos de viabilidade econômica para esta capacidade produtiva.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABES - CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 24º, 2007, Belo Horizonte (MG). Destinação de óleos de fritura. Porto Alegre: Abes, 2007.5p.

AMARAL, L. F. P. do; SEOUD, O. E. I.; ALVARENGA, M. A. de; VICENTINI, G; YOSHIDA, M.; LOPES FILHO, J. C.; DEL'ACQUA, A. Fundamentos de química orgânica. São Paulo: Editora Edgard Blucher LTDA, p. 367-368, 1980.

ASTAQUIMICA. Disponível em:
<http://www.astaquimica.com.br/pigmentocor/?p=397> Acesso em 19 de novembro de 2016.

BIASINOX. Disponível em:
http://www.biasinox.com.br/tanques_aco_inox.asp?codigoCat=9&codigoSubcat=23 Acesso em : 24 de novembro de 2016

CRQ. Guia Técnico Ambiental Tintas e Vernizes – disponível em
<http://www.crq4.org.br/downloads/tintas.pdf> Acesso em 21 de novembro de 2016

DESER. Produção e consumo de óleos vegetais no Brasil. Boletim eletrônico, Conjuntura Agrícola, Brasil, n. 157, jun. 2007, p. 1-10. Disponível em:
<<http://www.deser.org.br/documentos/doc/Produ%C3%A7%C3%A3o%20e%20consumo%20de%20%C3%B3leos%20vegetais.pdf>>. Acesso em: 06 setembro 2016

DIB, F. H. Produção de biodiesel a partir de óleo residual reciclado e realização de testes comparativos com outros tipos de biodiesel e proporções de mistura em um moto-gerador. 2010. 114 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Ilha Solteira (SP), 2010.

DOBARGANES, M. C.; PÉREZ-CAMINO, M. C. Frying process: selection of fats and quality control. In: INTERNATIONAL MEETING ON FATS & OILS TECHNOLOGY SYMPOSIUM AND EXHIBITION, 1, 1991, Campinas. Anais Campinas: [S.n.], 1991

DONADIO, P. A. Manual Básico Sobre Tintas, jan. 2011. Disponível em: <http://www.aguiaquimica.com/upload/tiny_mce/manual/manual_basico_sobre_tintas.pdf>. Acesso em: 11 de setembro de 2016.

FELIZARDO, P.; CORREIA, M. J. N.; RAPOSO, I.; MENDES, J. F.; BERKEMEIR, R.; BORDADO, J.M. Production of biodiesel from waste frying oils. Waste Management, v.26, p.487-494. 2006.

FAZENDA, J. M. R.; Tintas e vernizes -ciência e tecnologia, 20. Ed. Abrafati: São Paulo, 1995.

FAZENDA, J. M. R. Tintas: Ciência e tecnologia. Ed. Blucher, 2009.

FIGUEIRA, H. V. O.; ALMEIDA, S. L. M.; LUZ, A. B. Comunicação. In: LUZ, A. B.; SAMPAIO, J. A.; ALMEIDA, S. L. M. Tratamento de minérios. 4ª Edição. Rio de Janeiro: CETEM-CNPq-MCT, 2004.

GOMIDE, R., Operações Unitárias 1º volume: operações com sistemas granulares. Editora Reynaldo Gomide. São Paulo, 1983

GUIA DO GRÁFICO. Disponível em:<http://www.guiadografico.com.br/artigos/como-escolher-por-um-processo-de-impressao> Acesso em: 11 setembro de 2016

GUNSTONE, F.; Fatty acid & lipid chemistry, Blackie Academic & Professional: New York, 1996.

HAMMERMILLS. Disponível em: <http://www.hammermills.com/wp-content/uploads/2016/04/Pilot-and-Laboratory-Scale-Hammer-Mill-Brochure.pdf>
Acesso em: 23 de novembro de 2016

IMBIL, Catálogo bombas da linha BHI Helicoidal disponível em :
http://www.imbil.com.br/Imbil/Portugues/Upload/Cat%C3%A1logos/BHI_web.pdf
f acesso em 28 de novembro de 2016

INBRAS. Disponível em: <http://www.inbras.com.br/produto/peneira-vibratoria-retangular/> Acesso em: 23 de novembro de 2016

IPA. INOVAÇÃO E PROJECTOS EM AMBIENTE, Linhas de definição estratégica do sistema de gestão dos óleos alimentares usados. Portugal, fev. 2004.

MARTINS, G. B. C.; MELLO, V. M.; SUAREZ, P. A. Z. Processos Térmicos em Óleos e Gorduras. Revista Virtual de Química, Rio de Janeiro, v. 5, n. 1, p. 16-25, 2013.

MELLO, V. M.; SUAREZ, P. A. Z. As Formulações de Tintas Expressivas Através da História. Revista Virtual de Química, Rio de Janeiro, v. 4, n. 1, p. 2-12, mar. 2012

MELLO, V. M; OLIVEIRA, G. V. SUAREZ, P. A. Z. Turning Used Frying Oil into a New Raw Material to Printing Inks. Journal Brazilian Chemistry Society, v. 24, n. 2, p. 1-6, 2013.

MOINHO PIRAMIDE. Disponível em:
<http://www.moinhopiramide.com.br/maquinas-envase.php> Acesso em: 24 de novembro de 2016

MONTENEGRO, M. A.; PEREIRA, R. C.; HOFMANN-GATTI, T.; MARTINS, G. B. C.; SUAREZ, P. A. Z.; Aproveitamento de Óleos e Gorduras Residuais para Obtenção de Produtos de Alto Valor Agregado: Formulação de Tinta de Impressão a Partir de Óleo Residual de Fritura Rev. Virtual Quim., 2013

MORETTO, E.; FETT, R.; Tecnologia de óleos e gorduras vegetais na indústria de alimentos, Varela: São Paulo, 1998.

OLIVEIRA, S. da C., DIMENSIONAMENTO DE UM SISTEMA DE RECICLAGEM DE ÓLEO DE FRITURA PARA PRODUÇÃO DE SABÃO E RESINAS POLIMÉRICAS. Trabalho de conclusão de curso, Universidade de Brasília, 2015.

RAMALHO. H. F. e SUAREZ. P. A. Z.; A Química dos Óleos e Gorduras e seus Processos de Extração e Refino. Rev. Virtual Quim., 2013

RUSSEL FINEX. Disponível em: <http://www.russellfinex.com/br/equipamento-de-separacao/filtros-autolimpantes/> Acesso em : 23 de novembro de 2016

SANTANA, A. F.; OLIVEIRA, T. T. C. FERNANDES, S. H. Oleoquímica: Reciclagem de Óleo De Soja Usado para Produção de Resinas Alquílicas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 63., 2011, Goiânia. Cerrado: Água, Alimento e Energia: [resumos]. Goiânia: SBPC, 2011. 4 f. Disponível em: <http://www.sbpcnet.org.br/livro/63ra/arquivos/jovem/67oleoquimica.pdf>. Acesso em: 11 de setembro de 16.

SOWER. Disponível em: <http://www.sowergroup.es/dispersing/industrial-dispersers/557.html> Acesso em: 23 de novembro de 2016

SUAREZ, P. A. Z. I.; MENEGHETTI, S. M. P.; MENEGHETTI, M. R.; WOLF, C. R. Quím. Nova 2007, 30, 667.

TEDEMIX. Disponível em: <http://www.tedemix.com.br/wp-content/themes/tedemix/catalogo-tedemix-equipamentos-misturadores-agitadores.pdf> Acesso em: 24 de novembro de 2016

TEIXEIRA, B.A.N.; ZANIN, M. Reciclagem e Reutilização de embalagens. In: PROSAB. Metodologias e Técnicas de Minimização, Reciclagem e Reutilização de Resíduos Sólidos Urbanos. Rio de Janeiro: ABES, 1999.

TERRON, L.T., Operações Unitárias para Químicos, Farmacêuticos e Engenheiros. Editora LTC. Rio de Janeiro, 2012.

VELOSO, Y. M. S. et al. Rotas para reutilização de óleos residuais de fritura. Cadernos de graduação - Ciências Exatas e Tecnológicas, Sergipe, v. 1, n. 15, p. 11-18, 2012.

VERONA, C. C. Estudo do Impacto da Variabilidade de Resinas Alquídicas nas Propriedades de Tintas. 2004. 124 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Mestrado Profissionalizante em Engenharia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

WANDAS, C. M.; SIMON, I.; SCARTON, L.; MACHADO, R. B. Análise dos custos do sabão caseiro x industrializado. Projeto da Universidade Regional do Nordeste do estado do Rio Grande do Sul. Departamento de Física, Estatística e matemática- DeFEM. 2004