

**FACULDADE DE TECNOLOGIA DE SÃO PAULO
CURSO TECNOLOGIA EM MATERIAIS
DEPARTAMENTO ENSINO GERAL**

MARIANNE SANTOS CUSTODIO RA: 17203958

**PRODUÇÃO DE TINTA ACRÍLICA REPELENTE CONTRA INSETOS
ATRAVÉS DA INCORPORAÇÃO DO ÓLEO DE CITRONELA**

**São Paulo
Dezembro/2020**

MARIANNE SANTOS CUSTODIO

**PRODUÇÃO DE TINTA ACRÍLICA REPELENTE CONTRA INSETOS
ATRAVÉS DA INCORPORAÇÃO DO ÓLEO DE CITRONELA**

Trabalho apresentado a Faculdade de Tecnologia de São Paulo, no Curso de Tecnologia em Materiais, para a obtenção do título de Tecnólogo em Materiais sob orientação da Prof.^a Dra. Fernanda Alves Cangerana Pereira.

São Paulo
Dezembro/2020

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me dar sabedoria, paciência e força para superar todas as dificuldades.

À minha família e amigos que estiveram ao meu lado durante todo este tempo.

Agradeço também a minha orientadora, Prof.^a Dra. Fernanda Alves Cangerana Pereira, pelo incentivo e pela dedicação, e a todos os professores que durante o curso me ensinaram e me motivaram.

E por fim, agradeço ao Instituto de Ciências Biomédicas e ao SENAI Mario Amato pela colaboração no trabalho.

RESUMO

Os mosquitos, em especial o *Aedes aegypti*, além de serem um incômodo, podem transmitir diversas doenças. Devido a isto, pensou-se em produzir uma tinta acrílica capaz de repelir os insetos e entre eles o vetor Aedes. A metodologia consistiu em misturar o óleo com a tinta e com o surfactante, dando miscibilidade na mistura. Foram feitos quatro grupos, dos quais apenas três foram funcionais. Após todas as misturas prontas, foram realizados os testes de viscosidade, de odor e de repelência. No teste de viscosidade, o grupo que não apresentou concentração de óleo obteve maior viscosidade. No teste de odor, depois dos voluntários darem suas notas de intensidade, foi possível notar que o grupo 2, obteve maior intensidade, logo após o óleo concentrado. E por último o teste de repelência que foi realizado no Instituto de Ciências Biomédicas, a tinta recém misturada repeliu praticamente todos os mosquitos, no entanto, com o passar dos dias o cheiro da citronela foi se volatilizando e sua eficácia diminuindo. Mais pesquisas são necessárias para obter uma mistura capaz de repelir por um prazo maior.

Palavras-chaves: Tinta acrílica. Óleo de citronela. Surfactante. *Aedes aegypti*

ABSTRACT

Mosquitoes, especially the *Aedes aegypti*, besides being an inconvenience, can transmit several diseases. Due to this, it was thought to produce an acrylic paint capable of repelling the insects and among them the vector *Aedes*. The methodology consisted in mixing the oil with the paint and with the surfactant, giving miscibility in the mixture. Four groups were made, of which only three were functional. After all the were ready, the viscosity, odor and repellency tests were performed. In the viscosity test, the group that did not present oil concentration obtained higher viscosity. In the odor test, after the volunteers gave their intensity notes, it was possible to notice that group 2 obtained greater intensity, right after the concentrated oil. And finally the repellency test that was conducted at the Institute of Biomedical Sciences, the newly mixed paint repelled practically all mosquitoes, however, as the days went by the smell of citronella began to volatilize and its effectiveness decreased. More research is needed to obtain a mixture capable of repelling for a longer period.

Keywords: Acrylic paint. Citronella oil. Surfactant. *Aedes aegypti*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura química resina alquídica	14
Figura 2 - Estrutura química resina epóxi.....	14
Figura 3 - Estrutura química dos monômeros das resinas acrílicas	15
Figura 4 - Estrutura química de um exemplo de resina poliéster.....	15
Figura 5 – Etapas para preparação da tinta	19
Figura 6 - Fases do mosquito <i>Aedes aegypti</i>	20
Figura 7 - Formação de um éster	22
Figura 8 - Folha de Citronela	23
Figura 9 - Fórmulas estruturais.....	24
Figura 10 - Partes do surfactante	26
Figura 11 - Diferenças de micelas	27
Figura 12 - Valores para surfactantes	28
Figura 13 - Estrutura Renex	30
Figura 14 - Tipos de emulsões	31
Figura 15 - Tintas repelentes.....	32
Figura 16 - Espectro resina epóxi.....	34
Figura 17 - Espectro de absorção atômica.....	35
Figura 18 - Espectro de NMR do polietilmetacrilato	36
Figura 19 - Esquema da cromatografia gasosa.....	37
Figura 20 - Método de uso do HPLC ⁰	38
Figura 21 - Cromatografia de permeação em gel.....	38
Figura 22 - Calorimetria de varredura diferencial	39
Figura 23 - Diferenças de propriedades	40
Figura 24 - Critérios para classificação de tintas	41
Figura 25 - Ensaio de conformidade.....	42
Figura 26 - Principais métodos para determinação de sólidos/massa.....	43
Figura 27 - Esquema do método folha de alumínio	44
Figura 28 - Determinação sólidos/volume método disco	45
Figura 29 - Método da película	47
Figura 30 - Viscosidade no copo de Ford.....	48
Figura 31 - Valores de Krebs.....	50
Figura 32 - Diferença tinta brilhante e fosca	52
Figura 33 - Óleo e surfactante com água	56
Figura 34 - Modelo de gaiola	57
Figura 35 – Serra de corte.....	58
Figura 36 – Fresadora	59
Figura 37 -Placa com furo	59
Figura 38 - Colagem por capilaridade	60
Figura 39 - Aplicação da cola utilizando apoios de mdf.....	60
Figura 40 - Caixa acrílico.....	61
Figura 41 - Voluntária durante teste	62
Figura 42 - Teste de viscosidade montado.....	63
Figura 43 - Pote sem tinta grupo 1	64
Figura 44 - Massa do grupo 2.....	64
Figura 45 - Massa do grupo 3.....	65

Figura 46 - Gaiola com amostra e fechada.....	66
Figura 47 - Gaiola com amostra grupo 1	70
Figura 48 - Gaiola com amostra grupo 2	71
Figura 49 - "Teto" de cada uma das gaiolas.....	71
Figura 50 - Teste de sete dias amostra grupo 2.	72

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Aditivos e funcionalidades.....	17
Tabela 2 - Classificação das tintas	18
Tabela 3 - Tabela periódica com os valores de eletronegatividade dos elementos..	25
Tabela 4 - Materiais utilizados	54
Tabela 5 - Propriedades físico-químicas.....	55
Tabela 6 - Separação dos grupos.....	55
Tabela 7 - Massa das amostras.....	70

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Porcentagem de pessoas que sofrem ou não com picadas de mosquitos	67
Gráfico 2 - Porcentagem de pessoas que gostam ou não do cheiro da citronela	67
Gráfico 3 - Porcentagem de pessoas que comprariam ou não uma tinta com capacidade de repelência	68
Gráfico 4 - Porcentagem de pessoas que gastariam um pouco mais com uma tinta repelente	68
Gráfico 5 - Resultado do teste de odor em intensidade	69

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1 Tintas	13
2.1.1 Matéria-prima	13
2.1.1.1 Resinas	13
2.1.1.2 Pigmentos e corante	15
2.1.1.3 Solventes	16
2.1.1.4 Aditivos	16
2.1.2 Classificação das tintas	17
2.1.3 Fabricação de verniz e tinta à base de água	19
2.1.4 Produção da tinta à base de água	19
2.2 Aedes aegypti	20
2.2.1 Funcionamento dos repelentes nos insetos	21
2.3 Óleos e gorduras	22
2.3.1 Óleo de citronela.....	22
3 SURFACTANTES (TENSOATIVOS)	24
3.1 Polaridade	24
3.2 Surfactantes	25
3.2.1 Propriedades físico-químicas dos surfactantes	26
3.2.2 Classificação dos tensoativos	28
3.3 Surfactante não iônicos da série CxEy	29
3.3.1 Surfactantes não iônicos da série Renex	29
4 EMULSÃO	31
4.1 Tipos de emulsão	31
5 TINTAS REPELENTES NO MERCADO	32
6 ANÁLISE INSTRUMENTAL NA INDÚSTRIA DE TINTAS	33
6.1 Espectroscopia	33
6.1.1 Espectroscopia no Infra-Vermelho (IV)	33
6.1.2 Espectroscopia no Ultravioleta e Visível (UV-VIS)	34
6.1.3 Espectroscopia de Absorção Atômica (AA).....	34
6.1.2.4 Espectroscopia de Ressonância Magnética Nuclear (NMR)	35
6.2 Cromatografia	36
6.2.1 Cromatografia gasosa (GC)	36
6.2.2 Cromatografia Líquida de Alta Performance (HPLC)	37

6.2.3 Cromatografia de Permeação em Gel (GPC).....	38
6.3 Análises Térmicas.....	38
6.3.1 Calorimetria de Varredura Diferencial	39
6.3.2 Análise Termomecânica (TMA).....	39
6.3.3 Análise Termogravimétrica (TGA).....	40
7 CLASSIFICAÇÃO DAS TINTAS.....	41
8 ENSAIOS	42
8.1 Determinação sólidos/massa	42
8.1.1 Método com folha de alumínio	43
8.2 Determinação Sólidos/volume	44
Princípios dos métodos do disco e da película	44
8.3 Determinação massa específica	47
8.4 Viscosidade	48
8.4.1 Viscosidade no copo de Ford N°4.....	48
8.4.2 Viscosidade no viscosímetro de Stomer	49
8.5 Ponto de fulgor (<i>Flash Point</i>)	50
8.6 Determinação do brilho da tinta.....	50
8.7 Tempo de secagem ou cura	52
9 METODOLOGIA	54
9.1 Pesquisa de mercado	54
9.2 Materiais utilizados	54
9.3 Mistura do óleo de citronela com o surfactante	55
9.4 Mistura na tinta.....	56
9.5 Montagem da caixa	57
9.6 Testes.....	61
9.6.1 Teste de odor.....	61
9.6.2 Teste de viscosidade	62
9.6.3 Teste de repelência	65
10 RESULTADOS E DISCUSSÕES	67
10.1 Pesquisa de mercado	67
10.2 Teste de odor.....	69
10.3 Teste de viscosidade	69
10.4 Teste de repelência	70
11 CONCLUSÃO	73
REFERÊNCIAS.....	74

1 INTRODUÇÃO

Existem inúmeras espécies de mosquitos transmissores de doenças, entre eles encontra-se o *Aedes aegypti*, agente etiológico dos arbovírus transmissores da dengue, febre amarela, chikunguya e zika. Em 2019, no Brasil, houve um aumento de aproximadamente 149% dos casos de dengue, e foram obtidas as maiores taxas de incidência nas regiões Sul e Sudeste¹.

A tinta, é um material formado principalmente por solventes, pigmentos, resinas e aditivos. Podem existir diversos tipos de tintas, de acordo com a resina utilizada durante sua produção, a estudada neste trabalho é a acrílica, que é formada por monômeros acrílicos e metacrílicos.

Devido a isto, tem-se o objetivo, neste trabalho, de desenvolver uma tinta acrílica que seja capaz de repelir insetos, entre eles o vetor *Aedes*. Com o intuito de incorporar um novo componente a tinta, de forma que ser capaz de repelir insetos, foi escolhido então o óleo de citronela devido a sua ação repelente, comprovada em outros estudos.

2,3

O óleo de citronela, é um tipo de óleo essencial que pode ser usado na área de cosméticos e principalmente como repelente natural. Os principais agentes responsáveis pela repelência são o citronelal e o geraniol.⁴

Para o início do trabalho foi realizada uma pesquisa de campo com algumas perguntas referentes ao produto, as principais dúvidas e sugestões dos participantes foram em relação ao tempo de duração do cheiro da citronela no ambiente. Com a pesquisa em mãos e sabendo-se que, de modo geral, o produto poderia ser aceito no mercado pelos consumidores, o trabalho passou então para uma nova fase, a preparação da tinta.

Com isto, foi necessário misturar a tinta acrílica e o óleo de citronela juntamente com um terceiro componente, o surfactante, pois este tipo de substância apresenta características polares e apolares o que faz com que haja miscibilidade entre a tinta e o óleo. As amostras foram separadas em quatro grupos, dos quais apenas três foram viáveis para o estudo.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão bibliográfica deste trabalho descreve os principais componentes do projeto: a tinta, o *Aedes aegypti*, suas fases de desenvolvimento e o modo com que os repelentes agem em seu organismo, e o óleo de citronela, com destaque para o princípio ativo.

2.1 Tintas

As tintas foram utilizadas pelo seu aspecto estético durante muitos séculos, contudo, quando inseridas em países do norte da América e da Europa, os aspectos de proteção ganharam mais importância, devido as severidades das condições climáticas².

Essas substâncias podem ser definidas por apresentarem pigmento ou não e, após aplicadas, secam-se formando uma fina película. Seus principais componentes são: resina, pigmentos, solventes e aditivos. Entretanto, existem os componentes intermediários que aumentam o número de matérias primas que são utilizadas para a produção das tintas, o que são um fator de complexidade para o produtor da tinta e para o mercado².

A constante evolução das indústrias químicas e petroquímicas resultou no surgimento de novas matérias-primas, e no aprimoramento da tecnologia de aplicação das tintas, tornando-se a etapa mais importante em um processo industrial².

2.1.1 Matéria-prima

As tintas são constituídas de um ou mais pigmentos, que podem apresentar-se dispersos ou em aglomerante líquido. Ao sofrer um processo de cura forma-se uma película fina, que apresenta a finalidade de proteger e dar um aspecto de beleza para a superfície².

2.1.1.1 Resinas

A resina é a parte não-volátil da tinta, utilizada para aglomerar as partículas de pigmentos, além de serem responsáveis pelas características físicas e químicas, conferindo para a tinta, brilho, resistência química e física, secagem etc.⁴.

Inicialmente eram formadas a base de compostos naturais, entretanto, com o passar do tempo começaram a ser obtidas sinteticamente através de reações de polimerização².

Algumas das principais resinas utilizadas são as alquídicas, epóxi, poliuretânicas, acrílicas e poliéster².

Resina alquídica: Este tipo de resina é obtido pela esterificação de poliácidos e ácidos graxos com poliálcoois. É para tintas que secam por oxidação ou por polimerização através de calor. Na Figura 1 apresenta a estrutura de resina alquídica, que possui grupos ésteres, álcoois e anéis aromáticos. As forças intra e intermoleculares fortes, neste caso, ligação de hidrogênio, estão associadas a materiais rígidos.²

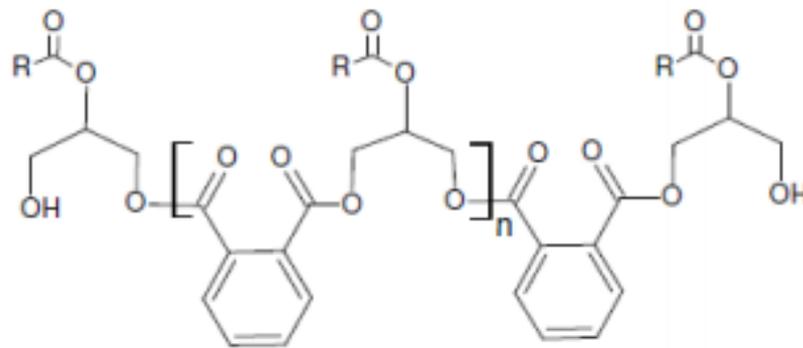


Figura 1 - Estrutura química resina alquídica. **Fonte:** UNESCO, 2017⁵

Resinas epóxi: São formadas pela reação do bisfenol A com epícloridina. A estrutura de uma resina epóxi pode ser observada pela Figura 2, que apresenta éter cíclico, amina característico de um epóxi e grupo éter ligado ao anel. Além disto, a unidade repetitiva é constituída de dois anéis aromáticos separados por apenas um carbono ramificado, o que confere uma rigidez na estrutura polimérica.²

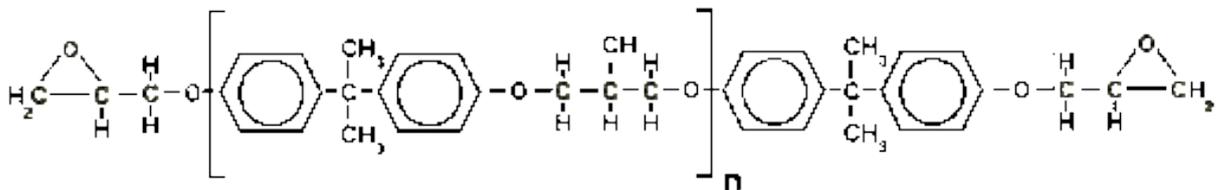


Figura 2 - Estrutura química resina epóxi. **Fonte:** SILAEX⁶

Resinas acrílicas: Formadas pela polimerização de monômeros acrílicos e metacrílicos. Na Figura 3, observa-se alguns dos tipos de resinas acrílicas. Ressalta-se que cada tipo de monômero é utilizado para um determinado polímero, observa-se na Figura 3 que todos os monômeros apresentam ligações C=C adjacentes a uma ligação C=O e, além disso, o nitrogênio, geralmente como grupo amida.

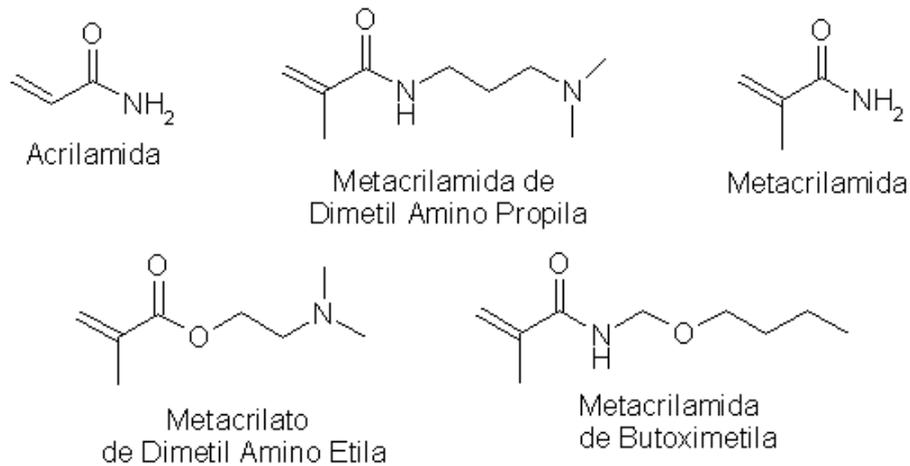


Figura 3 - Estrutura química dos monômeros das resinas acrílicas. **Fonte:** TINTAS E VERNIZES ⁷

Resina poliéster: Os ésteres são produto de uma reação de álcool com ácidos. São muito utilizadas na fabricação de primers. Como mostrado na Figura 4, é possível observar que antes da reação, tem-se um poliéster insaturado, ou seja, apresenta uma dupla ligação entre carbonos (C=C). Já no monômero estireno, há a presença de um anel aromático, ligado a um carbono insaturado. Após a reação com a adição de um catalisador, é obtido o poliéster curado, onde se tem o benzeno vindo do monômero estireno e se nota ligações de ressonância, caracterizada pelo movimento dos elétrons da ligação pi. ²

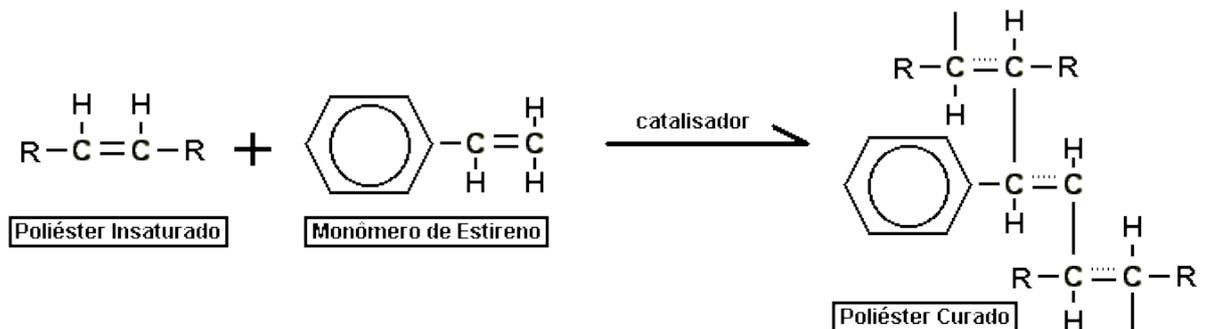


Figura 4 - Estrutura química de um exemplo de resina poliéster. **Fonte:** SILAEX QUÍMICA LTDA ⁸

2.1.1.2 Pigmentos e corante

Os pigmentos são substâncias insolúveis que podem conferir cor e opacidade ao produto. Já os corantes, são solúveis em água e são utilizados para atribuir determinada cor. ²

Existem três tipos de categorias de pigmentos: os inorgânicos, os orgânicos e os de efeito. ²

Pigmento inorgânico: São fabricados através de rochas, minérios etc. Exemplos: dióxido de titânio, amarelo óxido de ferro e vermelho óxido de ferro. ²

Pigmento orgânico: São sintetizados em laboratório e obtidos de materiais naturais como papel, lã, madeira. Possuem uma aparência mais brilhosa, se comparado com o inorgânico. Exemplos: azulftalocianinas azul e verde, quinacridona violeta e vermelha, perilenos vermelhos etc. ²

Pigmento de efeito: Os pigmentos de efeito conferem alta transparência no produto. Exemplos: alumínio metálico e mica. ²

2.1.1.3 Solventes

Os solventes são substâncias líquidas e voláteis, que possuem baixo ponto de ebulição e são utilizadas nas tintas para dissolver a resina e para conferir uma viscosidade adequada para a aplicação. ⁹

A total solubilização da resina faz com a união entre a tinta e o substrato seja adequada favorecendo a aderência. A utilização de solventes inadequados, pode trazer, além da não solubilização da resina, outros problemas para a tinta, como a perda de brilho, coagulação, precipitação da resina etc. ⁹

Para a preparação da tinta utiliza-se mais de um tipo de solvente com ponto de ebulição distintos. Isto acontece principalmente para evitar o escorrimento da tinta após sua aplicação, pois os solventes com pontos de ebulição menores formam uma fina película evitando o escoamento da tinta. ⁹

Os solventes, de forma geral, devem apresentar características comuns, como a incoloração, a volaticidade, devem ser quimicamente estáveis, neutros e não devem apresentar odores. ⁹

2.1.1.4 Aditivos

São substâncias que proporcionam características e propriedades às tintas, e não ultrapassam o total de 5% da composição. A Tabela 1, apresenta os principais aditivos e sua funcionalidade. ²

ADITIVO	FUNÇÃO
Fotoiniciadores	Formação de radicais livres quando submetidos à ação da radiação UV iniciando a cura das tintas de cura por UV
Secantes	Catalisadores da secagem oxidativa de resinas alquídicas e óleos vegetais polimerizados.
Agentes reológicos	Modificam a reologia das tintas (aquosas e sintéticas) modificação esta necessária para se conseguir nivelamento, diminuição do escorrimento etc.
Inibidores de corrosão	Conferem propriedades anti-corrosivas ao revestimento.
Dispersantes	Melhoram a dispersão dos pigmentos na tinta
Umectante	Nos sistemas aquosos aumentam a molhabilidade de cargas e pigmentos, facilitando a sua dispersão.
Bactericidas	Evitam a degradação do filme da tinta devida à ação de bactérias, fungos e algas.
Coalescentes	Facilitam a formação de um filme contínuo na secagem de tintas base água unindo as partículas do látex.

Tabela 1 – Aditivos e funcionalidades. **Fonte:** GUIA TÉCNICO AMBIENTAL TINTAS E VERNIZES - SÉRIE P+Lx, 2008

2.1.2 Classificação das tintas

As tintas podem ser classificadas conforme o seu uso, a combinação dos elementos sólidos e voláteis podem definir as propriedades desejadas para cada aplicação.

De acordo com cada aplicação e tecnologia, as tintas podem ser classificadas conforme suas matérias-primas e características, como mostrado na Tabela 2 .²

TIPO DE TINTA	Tintas imobiliárias	Tintas industriais	Tintas especiais
APLICAÇÃO	Construção civil	Processo industrial	Repintura automotiva, demarcação de tráfego, madeira etc.
MATÉRIA-PRIMA	Produtos aquosos (látex)/ produtos base solvente orgânico	Fundos (primers) eletroforéticos, fundos (primers) base solvente, esmaltes acabamento mono-capa e bi-capa, tintas em pó, tintas de cura por radiação (UV)	

Tabela 2 - Classificação das tintas. **Fonte:** GUIA TÉCNICO AMBIENTAL TINTAS E VERNIZES - SÉRIE P+Lx, 2008

Também podem ser classificadas conforme a formação do revestimento, ou seja, leva-se em conta o mecanismo da formação do filme, da secagem ou da cura da tinta, exemplos:

- Lacas
- Produtos látex
- Produtos termoconvertíveis
- Sistema de dois componentes
- Tintas de secagem oxidativa

2.1.3 Fabricação de verniz e tinta à base de água

As tintas e vernizes, são fabricados em grandes lotes o que ajuda a regular as cores e propriedades das tintas. Uma das tintas mais utilizadas, principalmente em construção civil, são as tintas à base de água que são nomeadas também como produto látex. Os vernizes, ao contrário da tinta não apresentam pigmentação, sendo muito utilizadas para proteger determinado produto. ²

2.1.4 Produção da tinta à base de água

As tintas à base de água, apresentam uma alta predominância na construção civil, cerca de 80%. Estes produtos, também denominados como produtos látex, são baseados em emulsões poliméricas. ²

A figura 5 apresenta as etapas de fabricação de uma tinta à base de água, em que se destacam os processos de pré-mistura, a completagem, a filtração e o envasamento. ²

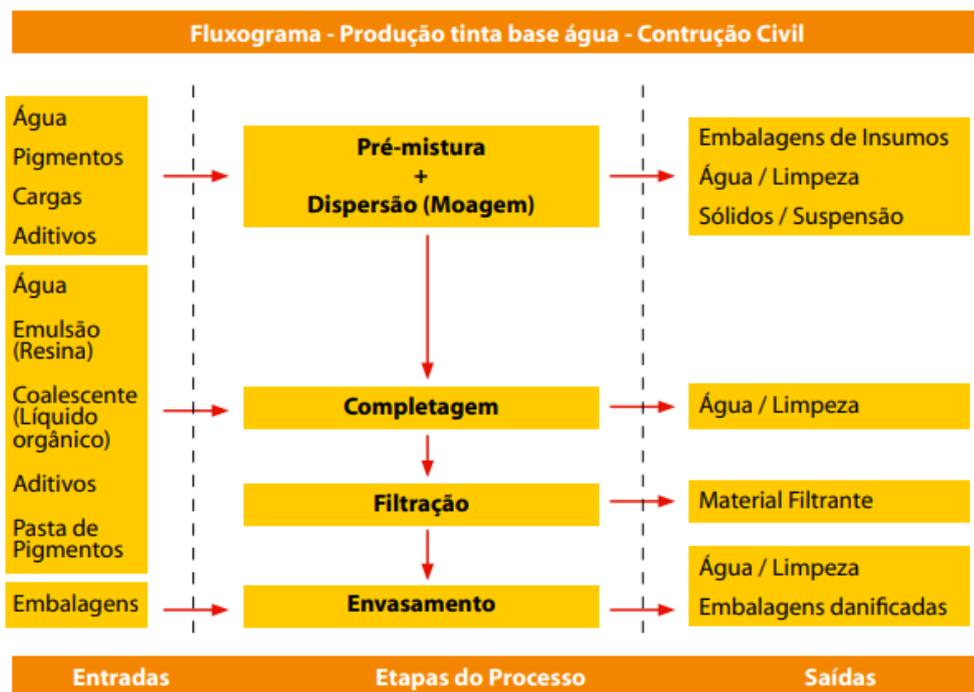


Figura 5 – Etapas para preparação da tinta. **Fonte:** GUIA TÉCNICO AMBIENTAL TINTAS E VERNIZES – SÉRIE P+Lx, 2008 ²

Na pré-mistura e na dispersão, são colocados sob agitação a água, o pigmento, as cargas e aditivos. Após esta etapa, há a completagem, quando, também sob agitação, são inseridos outros componentes, como a resina, os coalescentes, outros aditivos e pasta de pigmentos. Por fim, acontece simultaneamente a filtração e o envasamento,

no qual são retiradas todas as partículas de tamanhos indesejados, e envasados nas embalagens. ²

2.2 *Aedes aegypti*

Os insetos podem ser divididos em diferentes ordens, entre eles há a ordem dos Dípteros, grupo no qual encontra-se os mosquitos, como o *Aedes aegypti*. De modo geral, suas asas posteriores apresentam um tamanho inferior servindo como um órgão de equilíbrio. Grande parte dos dípteros, além de serem pequenos possuem o corpo mole. Sua forma bucal tem características do tipo sugador, entretanto, a aparência pode diferenciar das espécies encontradas dentro desta ordem. ¹⁰

O *Aedes aegypti*, conhecido popularmente como mosquito da dengue, mede menos de um centímetro, e apresenta manchas brancas pelo corpo. Seu ciclo de vida baseia-se em quatro fases: ovo, larva, pupa e por último a fase adulta, como pode ser visto na Figura 6. Em média, os ovos do mosquito apresentam um tamanho de 1mm, com aparência leitosa, mas em poucos instantes após sua deposição acabam ficando em um tom preto. A fêmea deposita de uma só vez cerca de 500 ovos, normalmente nas “paredes” de recipientes um pouco acima da linha da água. Entrando em contato com a água num período de até um ano os ovos podem se desenvolver. ^{11,12}

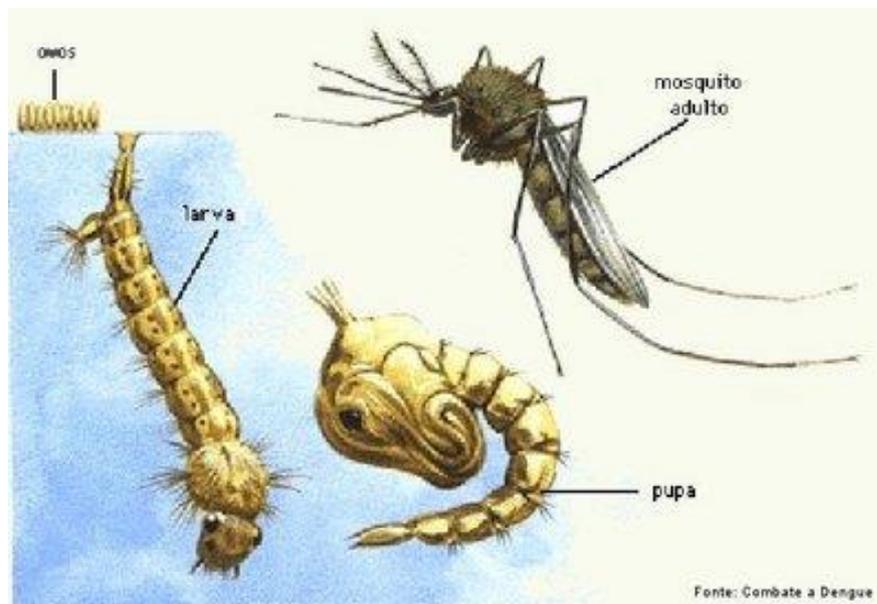


Figura 6 - Fases do mosquito *Aedes aegypti*. **Fonte:** SECRETÁRIA DA EDUCAÇÃO – BIOLOGIA ¹³

A dengue é uma arbovirose transmitida pelo *Aedes aegypti*, este mosquito tem hábitos domésticos, e normalmente pica no início da manhã e final do período da

tarde. Originalmente, o vírus era mantido em áreas silvestres, mas na atualidade a doença instalou-se nos centros urbanos. ¹⁴

Com o aumento das cidades, a insuficiência de saneamento básico trouxe como consequência o aumento do número de focos do mosquito vetor. Relacionada com esta situação, o crescimento da produção de embalagens, entre plásticos, metais e outros materiais, fez com que houvesse um aumento também na proliferação do inseto transmissor, visto que o descarte indevido destes recipientes pode transformá-los em novos pontos de oviposição. Além disto, existem também outros focos do mosquito, como vasos de flores, garrafas, pneus etc. ¹⁵

2.2.1 Funcionamento dos repelentes nos insetos

Com o aumento dos índices de casos de doenças relacionadas ao vetor, tornou-se mais frequente a utilização de repelentes ou inseticidas, com o objetivo de diminuir a incidência de doenças. Entre os repelentes mais utilizados, encontra-se o Dietiltoluamida (DEET), com sua fórmula química sendo $C_{12}H_{17}NO$, um repelente sintético eficaz contra uma gama de espécies de mosquito. Há também, os insetífugos chamados de “repelentes à base de botânicos”, que podem ser caracterizados como substâncias naturais, como a citronela (*Cymbopogon nardus*). ^{16;17}

A percepção do ambiente pelos mosquitos se dá através de poros receptores de substâncias localizados nas antenas, de modo geral, os repelentes agem entupindo os poros das antenas dos mosquitos, o que impossibilita sua percepção em relação ao ser humano. Entretanto, há problemas em relação aos repelentes, uma vez que um indivíduo apenas, libera cerca de 340 substâncias e não se sabe ao certo quantas atraem os mosquitos. ¹⁸

Uma dessas substâncias chama-se sulcatone, também conhecida como metilheptenona ou fema 2707. Ela faz parte da classe dos compostos orgânicos nomeada como cetonas ($R_2C=O$). A sulcatona é uma molécula hidrofóbica, o que a caracteriza como insolúvel em meio aquoso. É existente em todos os eucariotos, e pode ser emitida por animais, contudo, no ser humano pode-se atingir níveis elevados desse elemento. ¹⁹

A identificação do ser humano pelo mosquito está altamente ligada a sensibilidade do receptor olfativo do inseto (antena) que o ajuda a diferenciar os humanos dos não humanos. ²⁰

2.3 Óleos e gorduras

As gorduras e os óleos podem ser obtidos através de muitos compostos químicos. De modo geral, quimicamente falando eles são ésteres, sendo que para sua formação a estrutura alcoólica é o glicerol, neste caso o triol, e o ácido são ácidos monocarboxílicos, também denominados como ácidos graxos.²¹

Através do triol, é possível obter-se mono, di ou tri-ésteres. Estes ésteres podem ser caracterizados como mono, di ou tri-glicerídeos. Estes glicerídeos normalmente apresentam de dois a três ácidos graxos. Sendo assim, os óleos e gorduras é um misto de muitos ácidos graxos, com sua composição variando de acordo com a matéria prima. A Figura 7, mostra a formação de um éster através da reação de um álcool com um ácido monocarboxílico.²¹

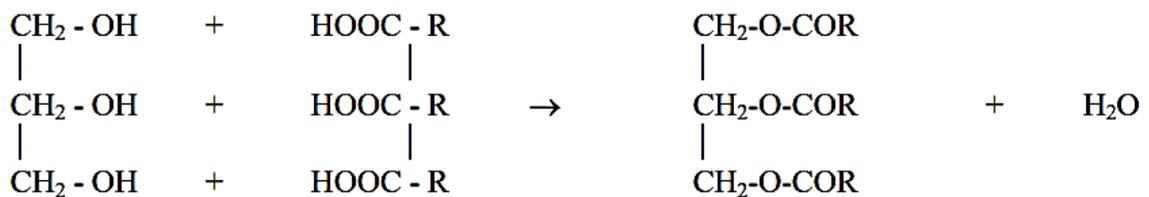


Figura 7 - Formação de um éster. **Fonte:** PROCESSOS QUÍMICOS INDUSTRIAIS II, 2014 ²¹

Apesar dos óleos e das gorduras serem ambos insolúveis em água, o óleo apresenta diferença de possuir glicerídeos de ácidos insaturados, e serem líquidos em temperatura ambiente. Já nas gorduras o que se predomina são os ácidos saturados e normalmente são sólidos.²¹

2.3.1 Óleo de citronela

Os óleos essenciais podem ser encontrados e extraídos de diversas plantas, são utilizados em muitos ramos das indústrias, como a alimentícia e a de cosméticos, por exemplo. Estas substâncias normalmente são voláteis e acabam evaporando a temperatura ambiente. ^{4;22}

Os repelentes de origem natural, são os mais antigos repelentes já utilizados, há relatos sobre os primeiros repelentes na literatura greco-romana, tendo como exponenciais Plínio e Dioscorides, que desenvolveram o uso de suco de madeira quente (*Artemisia absinthium*) e fruta cítrica, aplicados nas roupas, para repelir insetos. A maior parte desses repelentes são constituídos por óleos extraídos de plantas, como por exemplo os óleos de citronela, de andiroba, de manjerição, entre outros.²³

A citronela é um capim da família Poaceae, proveniente do Ceilão e da Índia. Suas folhas são estreitas e longas, podendo atingir até um metro. Ela apresenta bordas ásperas e cortantes, parecido com o capim-limão, entretanto, pode-se diferenciá-los principalmente pelo odor, já que a citronela possui um cheiro marcante de limão. ⁴ A Figura 8, mostra-se como é a aparência da planta de citronela.



Figura 8 - Folha de Citronela. **Fonte:** SANTOS e col., 2016 ²⁴

Esta planta abriga uma enorme quantidade de óleo essencial citronelal, o principal agente responsável pela sua utilização em repelentes. Estas substâncias são normalmente produzidas por células secretoras, encontradas nas folhas. Alguns estudos comprovam sua funcionalidade e sua ação contra mosquitos. Além da citronelal, o capim citronela também possui uma substância denominada como geraniol. Em uma análise comparativa entre três repelentes botânicos, um com 12% de óleo essencial à base de planta, outro com óleos essenciais à base de planta, porém em uma quantidade não especificada e por último um repelente com 25% de óleo de geraniol em capim-limão, notou-se que o repelente no qual apresentava extrato com 25% de geraniol mostrou-se mais eficiente em relação ao tempo de proteção contra insetos. Na Figura 9 pode ser observado a estrutura química destes compostos. Tanto o citronelal quanto o geraniol apresentam insaturações em sua cadeia formada basicamente por hidrocarbonetos, no entanto, é possível observar a presença de uma carbonila no citronelal e de um álcool no geraniol. ^{4;23;25}

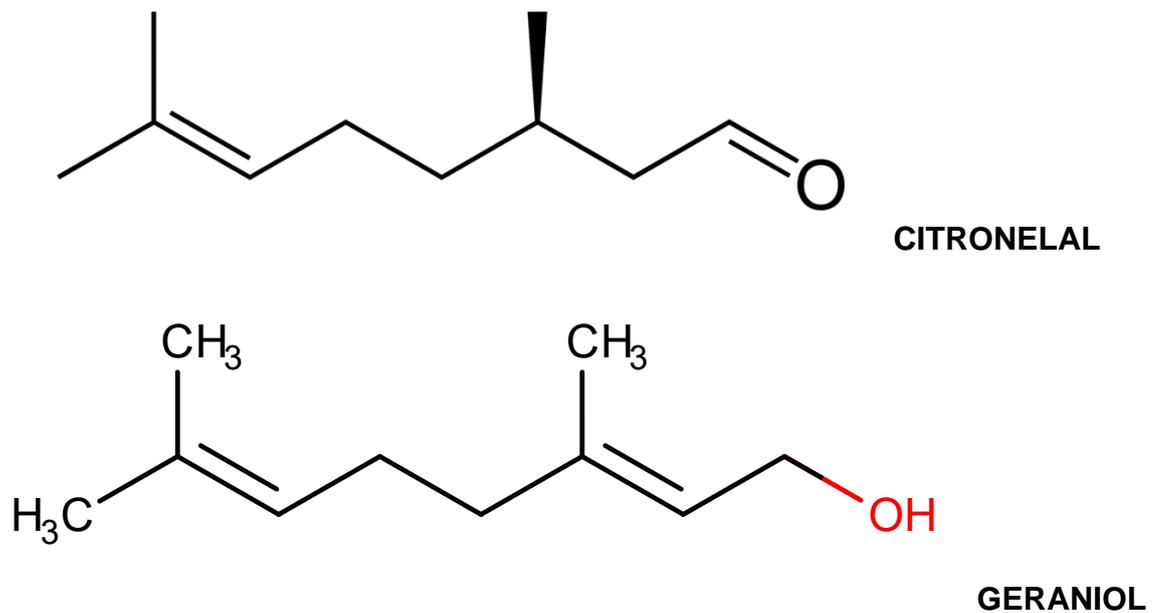


Figura 9 - Fórmulas estruturais. Fonte: OLIVEIRA e col., 2015 ²⁶

2.3.1.1 Obtenção do óleo

A obtenção do óleo essencial normalmente é feita através do método de destilação a vapor. Através dele, é possível a obtenção de óleos derivados de espécies vegetais, a partir de folhas, raízes, sementes, flores etc. ²⁷

O processo consiste em sujeitar a amostra, neste caso o vegetal, a ação de vapor d'água, no qual o óleo é extraído pelo arraste de vapor. ²⁷

➤ Procedimento

A princípio, o vapor d'água passa pelos tecidos da amostra, levando o óleo que está incluso no interior das glândulas. O óleo no qual o vapor foi liberado, acaba evaporizando devido ao choque térmico e sendo “arrastado pelo vapor”, atingindo assim um condensador, local onde resfria-se e volta a fase líquida. Enfim, na última fase do processo, há a separação entre o óleo e o hidrolato (subproduto) por meio da dessemelhança de polaridade e densidade destes compostos. ²

3 SURFACTANTES (TENSOATIVOS)

3.1 Polaridade

Os surfactantes são substâncias químicas que apresentam uma composição dupla, sendo uma parte hidrofóbica, composta por hidrocarbonetos, e outra parte hidrofílica,

composta por grupos polares ou iônicos. Isto significa que elas interagem tanto com compostos polares quanto com apolares.²⁸

A polaridade é conhecida de forma geral por uma regra que indica a solubilidade ou miscibilidade de componentes. Substâncias polares dissolvem-se em substâncias com polaridade semelhantes. A polaridade de uma molécula resulta-se das suas ligações químicas e da sua estrutura, para isto, é necessário analisar a eletronegatividade dos átomos envolvidos na ligação.²⁹

A eletronegatividade é a força de atração do núcleo de um átomo aos elétrons do átomo vizinho e depende tanto do número atômico Z, quanto da distribuição eletrônica quanto do raio dos átomos. A Tabela 3, mostra como está disposto a eletronegatividade (em eV) em uma tabela periódica.²⁹

H 2,1																	He
Li 1,0	Be 1,5											B 2,0	C 2,5	N 3,0	O 3,5	F 4,0	Ne
Na 0,9	Mg 1,2											Al 1,5	Si 1,8	P 2,1	S 2,5	Cl 3,0	Ar
K 0,8	Ca 1,0	Sc 1,3	Ti 1,5	V 1,6	Cr 1,6	Mn 1,5	Fe 1,8	Co 1,9	Ni 1,8	Cu 1,9	Zn 1,6	Ga 1,6	Ge 1,8	As 2,0	Se 2,4	Br 3,0	Kr
Rb 0,8	Sr 1,0	Y 1,2	Zr 1,4	Nb 1,6	Mo 1,8	Tc 1,9	Ru 2,2	Rh 2,2	Pd 2,2	Ag 1,9	Cd 1,7	In 1,7	Sn 1,8	Sb 1,9	Te 2,1	I 2,5	Xe
Cs 0,7	Ba 0,9	*	Hf 1,3	Ta 1,5	W 1,7	Re 1,9	Os 2,2	Ir 2,2	Pt 2,2	Au 2,4	Hg 1,9	Tl 1,8	Pb 1,9	Bi 1,9	Po 2,0	At 2,2	Rn
Fr 0,7	Ra 0,9	**	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg							

Tabela 3 - Tabela periódica com os valores de eletronegatividade dos elementos. **Fonte:** USP, 2011²⁹

De forma geral, a eletronegatividade cresce da esquerda para direita e de baixo para cima, como observado. Para as ligações entre átomos, quanto maior a eletronegatividade, mais polar será a ligação, pois os elétrons tenderão a deslocar-se para a direção do átomo mais eletronegativo.²⁹

Ressalta-se que quando dois átomos apresentam o mesmo valor de polaridade, ou seja, mesma força de atração, forma-se uma ligação covalente e apolar.²⁹

3.2 Surfactantes

Os surfactantes apresentam características tanto apolar quanto polar, desta forma, este tipo de composto pode ter tanto propriedades apolares quanto polares. A Figura 11 mostra esquematicamente como funciona uma molécula de tensoativo. Na imagem, observa-se uma figura de uma barra para representar a parte apolar, no qual

é solúvel em hidrocarbonetos, óleos e gorduras, e uma figura de um círculo que representa a parte polar, normalmente solúvel em água. ²⁹

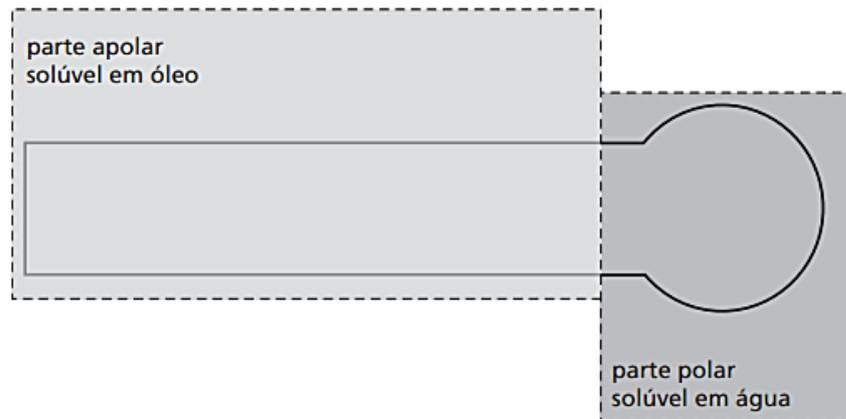


Figura 10 - Partes do surfactante. **Fonte:** USP, 2011 ²⁹

Normalmente, a parte apolar de um tensoativo são formadas por cadeias carbônicas, podendo ser lineares, ramificadas ou cíclicas. Isto porque, estes carbonos mesmo sendo mais eletronegativos que o hidrogênio, não apresentam a capacidade de formarem polos de cargas eletrostáticas. Já a parte polar da molécula, são formados por elementos que possuam concentração de carga, ou seja, um polo positivo ou negativo. ²⁹

Para que um tensoativo seja solúvel em água, é importante que ele apresente cargas, positivas ou negativas, pois elas são responsáveis pela solubilidade da molécula, de maneira que conseguem apresentar uma atração eletrostática tanto com a parte positiva quanto com a parte negativa. ²⁹

3.2.1 Propriedades físico-químicas dos surfactantes

3.2.1.1 Concentração micelar crítica (CMC)

Os surfactantes apresentam uma característica de auto-agregação, através destas agregações, é possível formar estruturas chamadas de micelas, as quais são produzidas a partir de uma faixa de concentração crítica. Estas micelas são formadas devido a diminuição da área de contato entre a parte formada por hidrocarbonetos da estrutura do surfactante com a água e podem conter formas distintas, podendo ser esféricas, cilíndricas ou em bicamadas. A sua forma varia de acordo com a concentração do surfactante, em baixa concentração apresenta-se micelas esféricas, já os outros dois tipos formam-se em concentrações mais altas. Através da Figura 12, é possível observar as diferenças de cada micela. Além disto, verifica-se uma

pequena parte onde se concentra o início da formação das micelas, chamada de concentração micelar crítica (CMC).³⁰

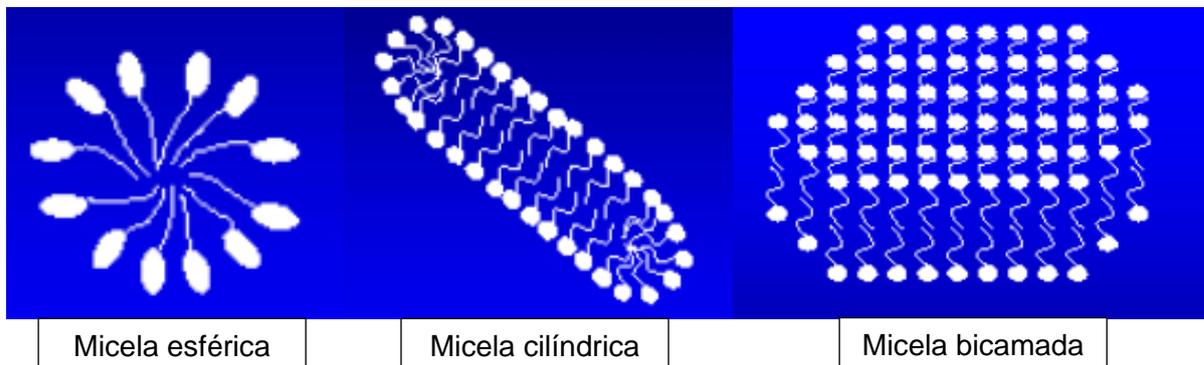


Figura 11 - Diferenças de micelas. **Fonte:** SLIDE PLAYER, 2015³¹

Para se determinar o CMC, é necessário a utilização de algumas técnicas, como dispersão de luz, tensão superficial, condutividade e ressonância paramagnética eletrônica.³⁰

3.2.1.2 Número de agregação (N)

O número de agregação nada mais é que a média da composição micelar em um determinado tempo. Sendo possível obtê-la a partir da divisão massa molecular da micela pela massa molecular do monômero. Este valor de N, pode mostrar o tamanho e a estabilidade dos agregados. Na Equação 1, é possível observar como obtém-se este valor:

$$\text{Número de agregação} = \frac{\text{massa molar micelar}}{\text{massa molar do monômero}}$$

Ressalta-se que a massa molar destas micelas pode ser obtida também através de técnicas, como por exemplo, dispersão de luz, filtração a gel e dispersão de raios X a baixo ângulo. Este número pode várias de acordo com tipo de surfactante.³⁰

3.2.1.3 Balanço Hidrofílico-lipofílico (HLB)

O Balanço Hidrofílico-lipofílico (.HLB), é utilizado para determinar o grau de afinidade do surfactante em relação as partes polares e apolares. Ela pode ser definida como: H/Lx20 (escala variando de 0 a 20). Os menos valores, abaixo de nove, significam que as moléculas são lipofílicas, ou seja, possuem a capacidade de dissolver gorduras. Já os valores acima de onze, significa que as moléculas são hidrofílicas absorvendo água.

De forma geral, quanto maior o HLB, maior o CMC. A Figura 13, mostra estes valores de alguns surfactantes. ³⁰

Surfatante	MM ^a	CMC (M) ^a	Nº de Agregação ^a	HLB ^b
C ₁₀ E ₈	511	9,7 x 10 ⁻⁴	-	14,5
C ₁₄ E ₈	567	8,0 x 10 ⁻⁶	-	13,0
C ₁₆ E ₈	595	7,3 x 10 ⁻⁷	-	12,4
C ₁₈ E ₈	623	5,9 x 10 ⁻⁸	-	11,9
C ₁₂ E ₂ ^c	274	-	-	6,5
C ₁₂ E ₄ ^c	363	6,5 x 10 ⁻⁵	40	9,8
C ₁₂ E ₅ ^c	407	6,2 x 10 ⁻⁵	-	10,9
C ₁₂ E ₆ ^c	451	6,7 x 10 ⁻⁵	105	11,8
C ₁₂ E ₈ ^c	539	1,0 x 10 ⁻⁴	120	13,7
C ₁₂ E ₁₀ ^c	630	9,0 x 10 ⁻⁵	-	14,1
Colato	431	6,5 x 10 ⁻⁵	5	1,6
Desoxicolato	415	2,5 x 10 ⁻⁵	13	1,6
Litocolato	393	---	2	1,7
Ursodesoxicolato	377	7,0 x 10 ⁻³	-	0,8
Glicocolato	488	7,0 x 10 ⁻³	16	4,4
Glicodesoxicolato	472	1,1 x 10 ⁻³	19	3,8
Taurocolato	538	4,5 x 10 ⁻³	4-5	5,8
Taurodesoxicolato	522	1,5 x 10 ⁻³	22	5,4
Renex 60	484	-	-	10,9
Renex 95	638	7,8-9,2 x 10 ⁻³	-	13,0
Renex 100	660	7,5-9,0 x 10 ⁻³	-	13,3
Renex 150	880	1,1-1,3 x 10 ⁻⁴	-	15,0
Renex 230	1232	1,1-1,3 x 10 ⁻⁴	-	16,4
Tween 20	1228	5,9 x 10 ⁻³	-	16,7
Tween 40	1288	2,7 x 10 ⁻³	-	15,6
Tween 80	1310	1,2 x 10 ⁻³	60	15,0
Triton X-100	625	2,5 x 10 ⁻⁴	100-155	13,5

Figura 12 - Valores para surfactantes. **Fonte:** PRETÉ, 2006 ³⁰

3.2.2 Classificação dos tensoativos

Os tensoativos podem ser classificados de acordo com o tipo do grupo polar, sendo eles: aniônicos, catiônicos, anfóteros e não-iônicos. ³²

3.2.2.1 Tensoativos aniônico

Estes tipos de tensoativos liberam íons negativos para superfície ativa, um bom exemplo é o sabão carboxilato (RCOO⁻Na⁺). O tensoativo aniônico apresenta boas propriedades de limpeza, alta detergência, alto teor espumante etc. ^{32,33}

3.2.2.2 Tensoativos catiônicos

Ao contrário do tensoativo aniônico, o catiônico libera íons positivos para superfície, como por exemplo sal de amina de cadeia longa (RNH₃⁺Cl⁻). Eles apresentam baixo

poder detergente, no entanto, entre todos os tipos são os que mais se aderem a superfícies de sólidos. ³²

3.2.2.3 Tensoativos anfóteros

Neste caso, tanto cargas positivas quanto negativas podem ser liberadas na superfície ativa, dependendo somente do pH. Tem-se como principal exemplo as betaínas ($\text{RN}^+(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2\text{COO}^-$). Apresentam boas propriedades de tensão superficial, boa umectação e penetração. ³²

3.2.2.4 Tensoativos não-iônicos

Nos tensoativos não-iônicos, não se formam íons em solução aquosa. Normalmente o seu grupo hidrofílico é formado por éster, glicol, álcool e éter. Sendo bastante utilizado principalmente para produzir-se detergentes. ^{32,33}

3.3 Surfactante não iônicos da série CxEy

Estes tipos de surfactantes da série CxEy podem ser denominados como polioxietilenos alquil éteres, do tipo óxido-etileno adicionados de álcoois lineares. Eles apresentam diferentes aplicações, seja na extração de proteínas de membranas, na separação de componentes químicos ou até mesmo como sendo coadjuvante para liberação de droga. ³⁰

3.3.1 Surfactantes não iônicos da série Renex

Os surfactantes não iônicos derivados do polioxietileno nonilfenóis da família Renex, apresenta a característica de emulsificar ou solubilizar uma mistura a base de óleo, como por exemplo água e óleo. A Figura 14, mostra a estrutura química do Renex, observa-se que ele possui uma parte apolar formado apenas por hidrocarbonetos, e a parte polar onde é possível ver elemento eletronegativo, neste caso o oxigênio. O “y” da estrutura, determina o tipo de Renex que será, de acordo com a quantidade de molécula presente. ³⁴

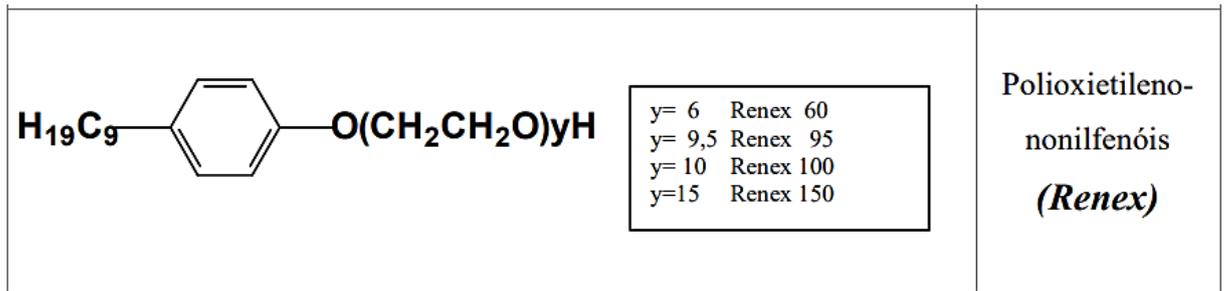


Figura 13 - Estrutura Renex. **Fonte:** PRETÉ, 2006 ³⁰

4 EMULSÃO

As emulsões de modo geral são classificadas como um sistema bifásico, ou seja, líquidos distintos que estão dispersos entre si. Este tipo de procedimento possibilita a formação de misturas das quais podem ser imiscíveis, deixando-as homogêneas. Normalmente são formados por fases diferentes, sendo uma fase polar (água), e uma fase apolar (óleo).³⁵

4.1 Tipos de emulsão

Há dois tipos de emulsões comumente conhecidas, a primeira é a óleo em água (O/A), da qual a fase apolar está dispersa na fase aquosa e a segunda a água em óleo (A/O), neste caso é ao contrário, a fase aquosa que está dispersa na fase apolar.
27

Contudo, podem existir outros tipos denominados de emulsão múltiplas e emulsões duplas. Na emulsão múltipla, pode acontecer de ocorrer água em óleo em água (A1/O/A2), ou óleo em água em óleo (O1/A/O2). O último tipo, a emulsão dupla, pode conter fase dispersa distintas, as quais podem ser de mesma natureza ou não. A Figura 15, mostra exemplos de todos os tipos citados.³⁵

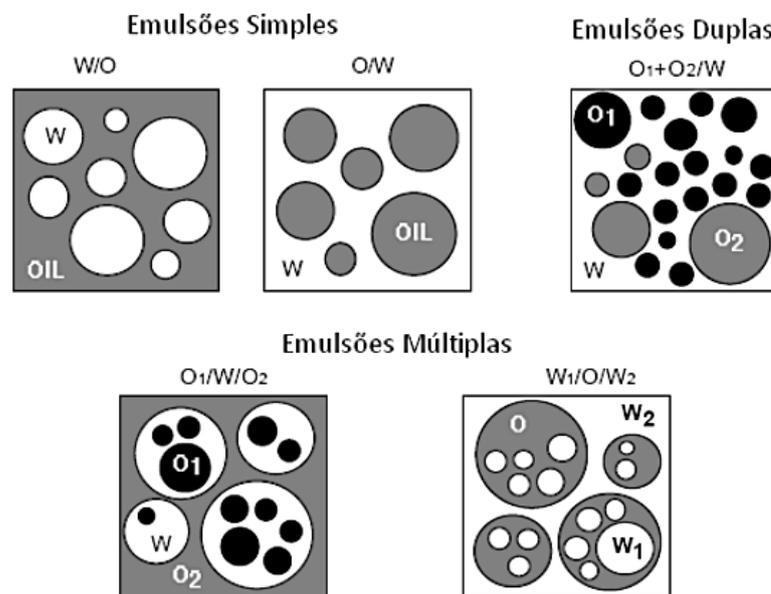


Figura 14 - Tipos de emulsões. **Fonte:** COPPE/UFRJ, 2014³⁵

5 TINTAS REPELENTES NO MERCADO

As tintas repelentes no modo geral são produtos já existentes no mercado, basicamente todas funcionam liberando repelentes para o ambiente, desta forma, impedindo com que o mosquito pouse ou ande sobre a superfície. No entanto, todas as matérias primas da tinta neste caso são sintéticas, até mesmo o repelente utilizado. Além das tintas, existem também revestimentos repelentes a base de etil butilacetilaminopropionato, no qual é um repelente muito utilizado em loções, este tipo de repelente apenas distancia o mosquito não o matando. Na Figura 15, mostra-se alguns tipos de tintas a base de água repelentes para insetos. ^{36,37}



Figura 15 - Tintas repelentes **Fonte:** PROPAIN ³⁸

Pensando na troca do repelente sintético pelo natural, a citronela foi estudada como princípio ativo em tintas usando concentrações diferentes em cada composição. Neste estudo foi utilizado 0%, 5%, 10%, 15% e 20% do óleo essencial de citronela na tinta. Dentre todas estas concentrações a que mais teve eficácia foi a de 20%. Basicamente este teste consistiu em misturar a tinta e o óleo em um misturador, e para o teste, foi colocada em uma caixa de vidro e monitorado a repelência de cada concentração. ³⁹

6 ANÁLISE INSTRUMENTAL NA INDUSTRIA DE TINTAS

A análise instrumental é muito importante para a formulação de tintas, apesar de não ser considerada tão significativa, no entanto, pode garantir a excelência do produto. Atualmente, utiliza-se diversos tipos de análises com base nas propriedades físicas de um determinado composto. ⁹

6.1 Espectroscopia

É a principal análise feitas em tintas, e baseia-se na interação da energia radiante com a matéria. Entre os métodos de espectroscopia, os utilizados para analisar tintas são Espectroscopia no Infra-vermelho (IV), Espectroscopia no Ultravioleta e Visível (UV-VIS), Espectroscopia de Absorção Atômica (AA) e Espectroscopia de Ressonância Magnética Nuclear (NMR). ⁹

6.1.1 Espectroscopia no Infra-Vermelho (IV)

Este tipo de espectroscópio está relacionado com a energia vibracional de uma molécula. A vibração acontece por causa da absorção da radiação infra-vermelha, podendo ser de dois tipos:

Estiramento: mudança na distância dos átomos;

Deformação: deslocamento dos átomos em relação ao eixo de ligação.

Sabe-se que cada composto precisa de uma determinada energia de forma a acontecer esta vibração, sendo uma característica de cada grupo o que dá ao final um espectro, ou também denominado de curva. ⁹

As bandas de absorção, conhecidas também por impressões digitais permitem estudar e analisar a estrutura da molécula e compará-la com um espectro similar. ⁵

As amostras para esta análise podem estar nos estados sólidos, líquidos ou gasosos. Tendo como necessário apenas suportes para analisá-las em seus estados. A Figura 16, mostra o espectro de uma resina epóxi. ⁹

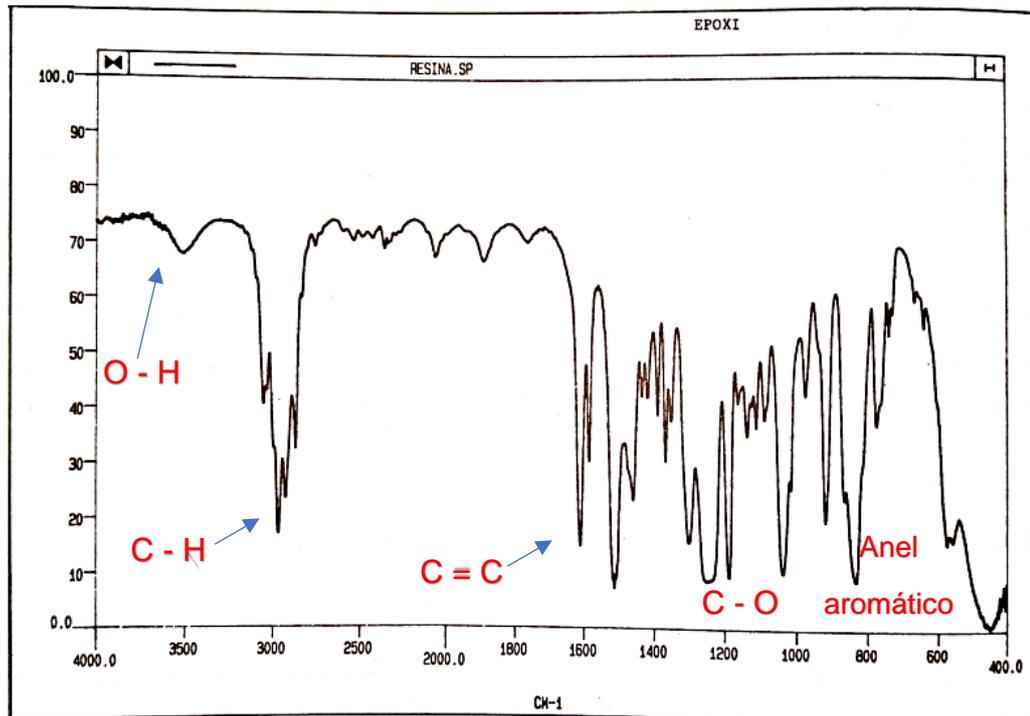


Figura 16 - Espectro resina epóxi. **Fonte:** TINTAS E VERNIZES, 1996 ⁹

6.1.2 Espectroscopia no Ultravioleta e Visível (UV-VIS)

A Espectroscopia no Ultravioleta e Visível, relaciona-se com a absorção da radiação emitida (UV-VIS) por uma determinada molécula. Este tipo de absorção acontece devido a excitação eletrônica, de modo que o espectro forneça informações sobre a estrutura do composto. ⁹

A análise é feita com o comprimento de onda de absorção máxima, no entanto, quando não se há este comprimento de onda, utiliza-se uma varredura em toda a faixa do ultravioleta (200-400nm), determinando assim o comprimento mais adequado. ⁹

Neste tipo de análise, as amostras podem ser orgânicas, das quais devem ser diluídas em solvente neutro e inorgânica, dos quais são criados compostos coloridos.

⁹

6.1.3 Espectroscopia de Absorção Atômica (AA)

Os átomos livres, de modo geral sempre permanece em um estado de menor energia, até que aplicar-se uma energia de comprimento de onda, fazendo com que absorva ficando no estado excitado. Este processo é também conhecido como absorção atômica. A Figura 17, mostra o processo de absorção atômica. ⁹



Figura 17 - Espectro de absorção atômica. **Fonte:** TINTAS E VERNIZES, 1996 ⁹

A radiação eletromagnética que faz o átomo ficar menos estável deve ser proveniente de uma lâmpada de cátodo ôco, este tipo de lâmpada apresenta alta pureza do metal, onde o espectro será produzido, sendo preenchido por um gás nobre em baixa pressão. ⁹

Deste modo, o átomo correspondente absorve a energia produzida e através da medição desta energia, é possível verificar qual elemento está na amostra. ⁹

É comumente utilizado dois tipos de absorção atômica, a por chama e a por forno de grafite, e ambas as amostras preferencialmente devem estar no estado líquido. ⁹

Absorção atômica por chama

A nuvem atômica neste caso é feita pela vaporização da amostra na chama. O solvente evapora-se ao entrar em contato com a chama, e as ligações químicas são quebradas, formando assim o estado atômico fundamental. ⁹

Absorção atômica por forno de grafite

No forno de grafite, a nuvem atômica é feita a partir da passagem de corrente elétrica por um tubo de grafite onde a amostra está. Ressalta-se que este método é mais eficaz que a por chama, tendo uma detecção cerca de 1.000 vezes maior. ⁹

6.1.2.4 Espectroscopia de Ressonância Magnética Nuclear (NMR)

Este tipo de espectro basicamente mostra a absorção de uma amostra a radiação eletromagnética na região da radiofrequência. Estas frequências são comandadas pela própria amostra. A ressonância mais utilizada é do hidrogênio e carbono 13, por causa do dipolo magnético formado pela movimentação da carga no núcleo. Deste modo, cada amostra mostrará um pico diferente, de modo que seja possível identificá-las. ⁹

As amostras devem estar no estado líquido ou sólido, e devem apresentar um tamanho que pode várias de 0,1 a 0,2g e devem ser solúveis em um solvente que seja

compatível com NMR. Na Figura 18, pode ser observado o NMR de uma amostra de polietilmetacrilato. ⁹

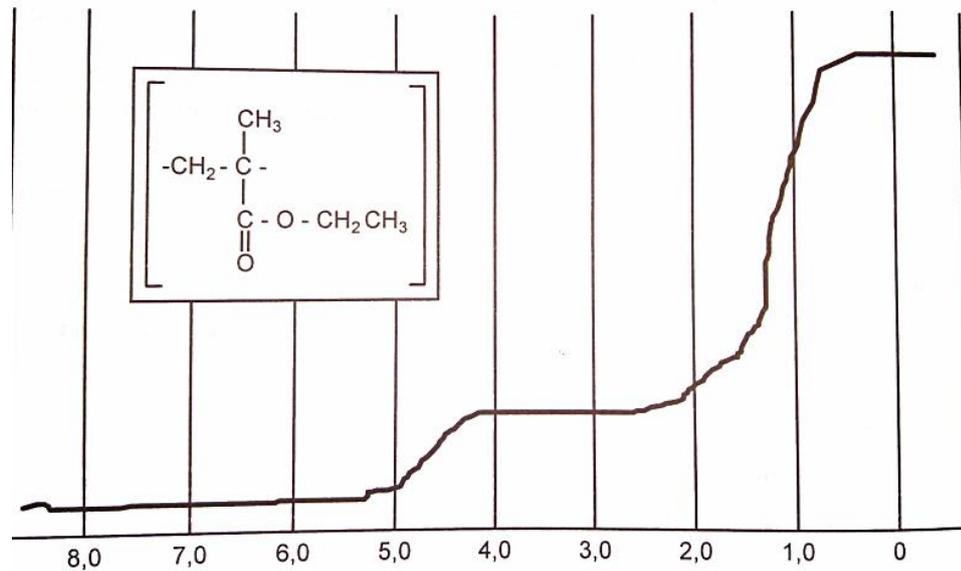


Figura 18 - Espectro de NMR do polietilmetacrilato. **Fonte:** TINTAS E VERNIZES, 1996 ⁹

6.2 Cromatografia

A cromatografia é um tipo de análise eficaz para separação de compostos coloridos, no entanto, também pode ser utilizado para incolores. ⁹

6.2.1 Cromatografia gasosa (GC)

Na cromatografia gasosa, a amostra é separada em duas fases sendo em seu estado de vapor misturas das quais passam por uma coluna onde apresenta uma fase estacionária, esta fase estacionária também é conhecida como enchimento ativo da coluna, podendo aderir-se a um suporte como o Charomossorb. ⁹

As amostras para esta análise devem ser injetadas em uma espécie de bloco contendo altas temperaturas, deste modo, assim que as amostras forem injetadas elas se vaporizam e vão até a coluna através do gás de arraste. ⁹

Logo após a separação das substâncias, elas então são levadas ao detector, dos quais são mais usuais o de ionização de chama (FID) e o de condutividade térmica (TCD). ⁹

As amostras são identificadas de acordo com o tempo que atingem o detector, sendo comparados com resultados já conhecidos. Elas precisam ser voláteis para a realização deste ensaio. A Figura 19, mostra o esquema de como isto acontece. ⁹

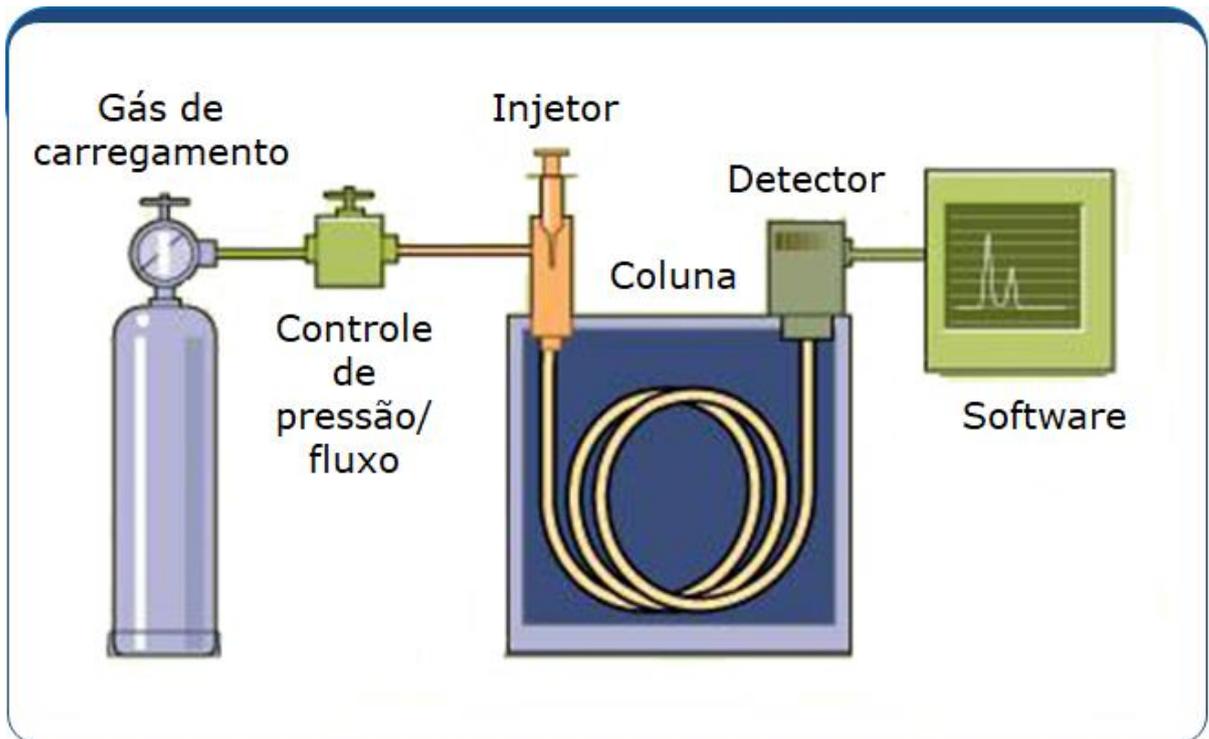


Figura 19 - Esquema da cromatografia gasosa. **Fonte:** DC TECH LABORATORY TECHNOLOGIES ⁴⁰

6.2.2 Cromatografia Líquida de Alta Performance (HPLC)

Esta técnica também visa a separação de componentes se baseando na distribuição diferencial entre duas fases, estacionária e móvel. Na fase móvel a amostra é carregada pelo solvente, o qual é impulsionado por uma bomba. Este tipo de fase é a melhor para solubilizar a amostra por inteira. A identificação das amostras, é bem parecida com a GC, ou seja, é comparado o tempo de retenção com os resultados já existentes. Os detectores mais utilizados para este tipo de análise é o ultravioleta e o índice de refração. Além disto, as amostras devem se solubilizar completamente na fase móvel. Na Figura 20, pode ser observado o método de uso do HPLC. ⁹

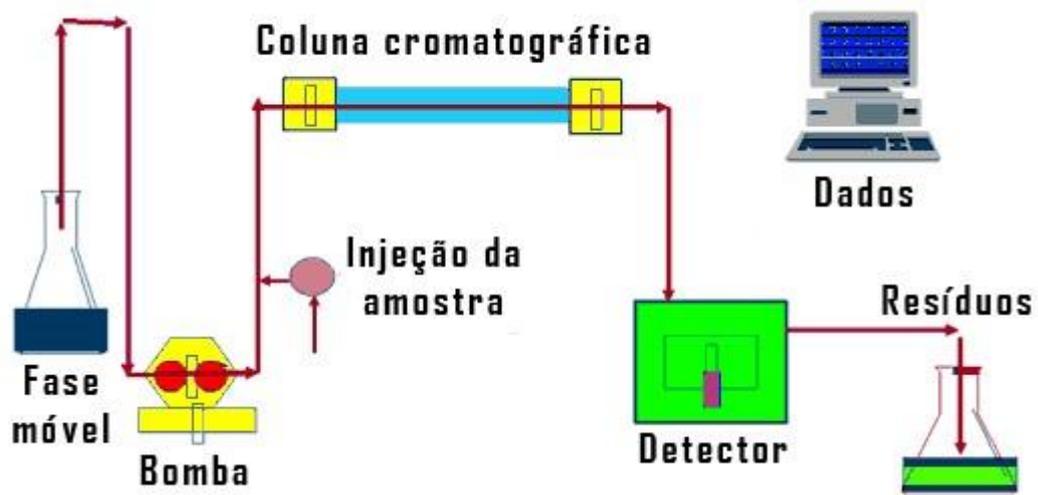


Figura 20 - Método de uso do HPLC. **Fonte:** FREITAG LABORATÓRIOS, 2014 ⁴¹

6.2.3 Cromatografia de Permeação em Gel (GPC)

Este tipo de cromatografia tem por objetivo a separação através do tamanho da molécula. Uma determinada solução é empurrada por uma coluna da qual contém gel com porosidades distintas. As moléculas que são maiores que os poros, passam em separação, já as que são menores entram nos poros. ⁹

Nesta análise, o detector utilizado é o de índice de refração. O peso molecular é calculado através da comparação também com padrões já existentes. Neste caso, usa-se o poliestireno como um padrão. As amostras, devem ser completamente solúveis na fase móvel. Através da Figura 21, é possível observar as moléculas de tamanhos diferentes entrando nos poros. ⁹

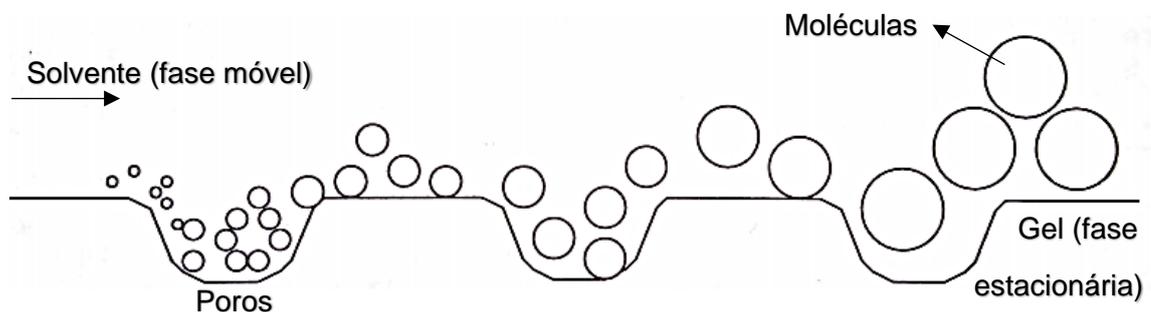


Figura 21 - Cromatografia de permeação em gel. **Fonte:** TINTAS E VERNIZES, 1996 ⁹

6.3 Análises Térmicas

As análises térmicas são bastante utilizadas para verificar as características físicas e químicas em uma determinada amostra em função da temperatura. ⁹

6.3.1 Calorimetria de Varredura Diferencial

Esta análise avalia o fluxo de calor, analisando características endotérmicas e exotérmicas. As amostras podem se encontrar no estado líquido ou sólido, contendo tamanhos de 0,5 a 100mg. A Figura 22, mostra o equipamento de forma simplificada.⁹

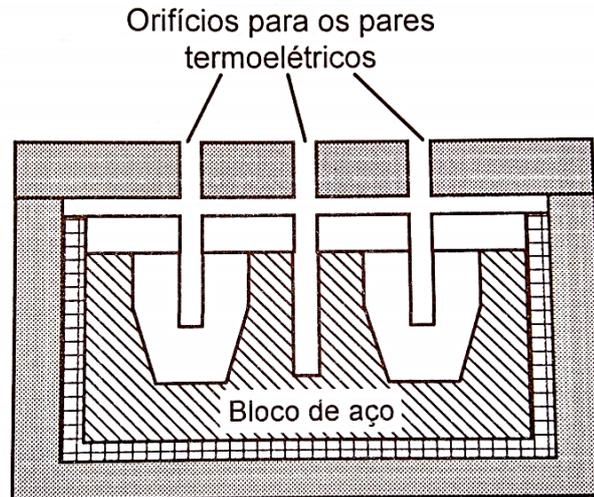


Figura 22 - Calorimetria de varredura diferencial. Fonte: TINTAS E VERNIZES, 1996 ⁹

6.3.2 Análise Termomecânica (TMA)

Na análise termomecânica, a amostra é colocada embaixo de um corpo de prova e durante o ensaio com a contração ou expansão o material se move. Este movimento é transformado em função de temperatura ou tempo através de um sinal elétrico. Com isto, se torna possível avaliar a penetração, a expansão e o stress/relaxamento. ⁹

As amostras devem ser no estado sólido em filmes, pós ou fibras, e precisam ter um tamanho de 9,5mm. A Figura 23, mostra um gráfico da análise de TMA, mostrando as diferenças nas propriedades elásticas em três amostras diferentes. ⁹

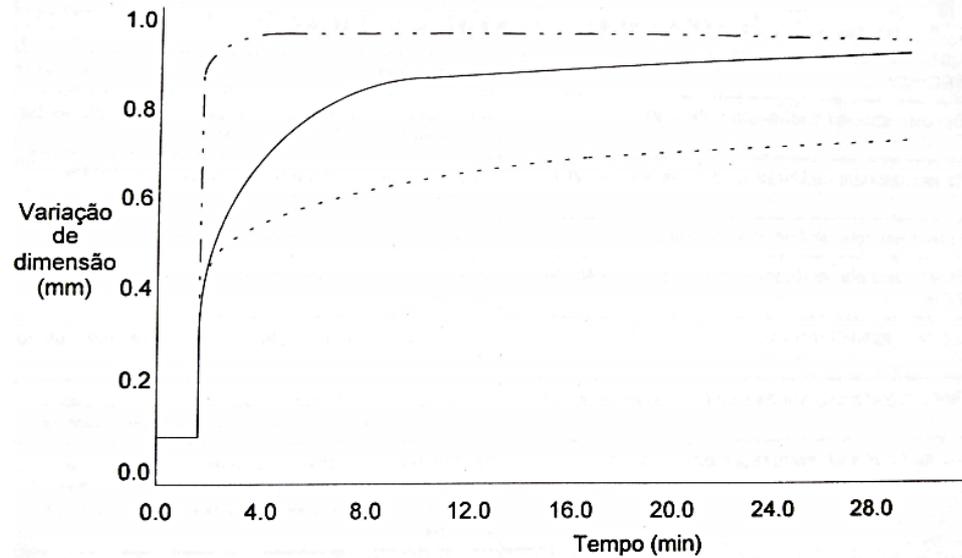


Figura 23 - Diferenças de propriedades. **Fonte:** TINTAS E VERNIZES, 1996 ⁹

6.3.3 Análise Termogravimétrica (TGA)

O ensaio consiste em um forno em temperatura supervisionada que através de uma balança altamente sensível analisa as mudanças na massa da amostra em função da temperatura e do tempo. A atmosfera do forno pode ser de três formas, inerte, reativa ou vácuo, podendo ser modificada durante o ensaio. As amostras devem ser no estado líquido ou sólido, variando o seu dimensionamento de 0,5 a 400mg. ⁹

7 CLASSIFICAÇÃO DAS TINTAS

As tintas, tendem a seguir uma determinada norma para sua fabricação, de modo a ficarem patronizadas, no entanto, isto pode mudar de acordo com o tipo e com a categoria que esta se encontra. De acordo com o inmetro, as tintas podem ser classificadas em oito famílias, como mostra a Figura 24. ⁴²

Família	Classificação	Item de classificação da ABNT NBR 11702
1	Tinta látex fosca de cor clara econômica	4.5.3
2	Tinta látex fosca de cor clara <i>Standard</i>	4.5.2
3	Tinta látex fosca de cor clara <i>Premium</i>	4.5.1
4	Esmalte brilhante <i>Standard</i> de tinta a óleos diluíveis em solvente	4.2.1.2 (Esmalte <i>Standard</i>) 4.2.1.3 (Tinta a óleo)
5	Esmalte brilhante <i>Premium</i> diluível em solvente	4.2.1.1
6	Verniz brilhante diluível em solvente para uso interior	4.3.1.1
7	Massa niveladora para alvenaria para uso interior	4.7.2
8	Massa niveladora para alvenaria para uso interior/exterior	4.7.1

Figura 24 - Critérios para classificação de tintas. **Fonte:** INMETRO, 2015 ⁴²

A família 1, está relacionada com o menor desempenho das tintas látex, deste modo, é indicada principalmente para interiores. A família 2, é melhor que a família 1 se comparado com a resistência a abrasão, por isto, é indicada tanto para interiores quanto para exteriores. A família 3, é parecida com a tinta da família 2, mas também em relação a resistência a abrasão ela se sobressai. A família 4, apresenta um nível menor de desempenho de tintas brilhantes à base de solvente, este tipo de tinta deve por já apresentar menor desempenho devem conter pelo menos os critérios da norma ABNT NBR 15494. A família 5, é parecida com a família 4 e são usadas especificamente em construções civis não industriais. A família 6, possui características de um revestimento orgânico e forma-se um filme transparente. A família 7, assim como a família 4, também precisa apresentar o mínimo de critérios de uma norma, neste caso a ABNT NBR 15348. E por último, a família 8, que devem atender as mesmas normas da família 7. ⁴²

As tintas utilizadas neste trabalho, são da família três, ou seja, tinta látex fosca de cor clara *Premium*, tendo como item de classificação da ABNT NBR 11702 – Tipo 4.5.1 – NBR 15079. Este tipo de produto, é indicado principalmente para a parte interior e exterior de um ambiente e apresenta uma melhor resistência à abrasão em relação as tintas da família dois. ⁴²

8 ENSAIOS

Para a fabricação de uma tinta que seja adequada para o uso, é necessário realizar ensaios iniciais, que também devem seguir de acordo com a norma. Para isto, deve-se coletar amostras de acordo com a norma ABNT NBR 15079, da Lei 11.762/2008 e da Portaria Inmetro nº470/2011. A Figura 25, mostra os ensaios de conformidade de tintas acrílicas que devem ser realizados durante os testes pelos fabricantes, nesta tabela é possível observar os indicativos da tinta látex econômica, standard e premium.⁴²

Documento de Referência (Requisitos)	Ensaio / Inspeção visual	Base normativa (Ensaio)	Famílias de tintas látex		
			Econômica	Standard	Premium
ABNT NBR 15079 - item 6 Portaria Inmetro 470/2011	Rotulagem, marcações e instruções	-	X	X	X
ABNT NBR 15079 - item 4.2	Coordenada cromática L*	ABNT NBR 15077	X	X	X
ABNT NBR 15079 - item 3.1	Brilho	ABNT NBR 15299	X	X	X
ABNT NBR 15079 - Tabela 1	Poder de cobertura de tinta seca	ABNT NBR 14942	X	X	X
	Poder de cobertura de tinta úmida	ABNT NBR 14943	X	X	X
	Resistência à abrasão úmida sem pasta abrasiva	ABNT NBR 15078	X		
	Resistência à abrasão úmida com pasta abrasiva	ABNT NBR 14940		X	X
Lei 11.762/2008	Chumbo	ABNT NBR 16407 ou ASTM D 3335-85a	X	X	X

Figura 25 - Ensaio de conformidade. **Fonte:** INMETRO, 2015⁴²

8.1 Determinação sólidos/massa

Os sólidos por massa ou também conhecido como matéria não-volátil, avalia a matéria não-volátil que se encontra na tinta.⁹

O ensaio para determinação dos sólidos por massa, pode ser feito de muitas formas, sendo que todas as maneiras se necessitam da pesagem uma quantidade de tinta líquida, para assim verificar por fim a massa da tinta seca. Na Equação 1, mostra-se a razão da massa em porcentagem em relação a película seca e a tinta líquida.⁹

$$massa(\%) = \frac{massa\ da\ película\ seca\ (g)}{massa\ da\ tinta\ líquida\ (g)} \times 100 \quad (1)$$

A evaporação dos solventes, podem demorar muito de acordo com a espessura da película, por isto, fazem-se o aquecimento destas tintas em estufas, provocando a evaporação do solvente mais rápido. A temperatura da estufa pode variar de acordo

com o tempo de permanência e a espessura da camada de tinta, além do tipo de resina utilizada. ⁹

Existem vários métodos para realizar este tipo ensaio, dos quais variam principalmente o recipiente que será colocado a tinta. No entanto, quanto mais leve forem estes recipientes, melhor será a precisão do ensaio. O melhor e mais recomendado a se usar é a folha de alumínio, por ser leve e descartável. Na Figura 26, observa-se os principais métodos utilizados no Brasil. ⁹

Método	Tempo	Temperatura	Observações
ABNT			
NBR 7340	3 h	105°C	Recipiente de metal ou vidro, de fundo plano, de aproximadamente 75mm de diâmetro
PETROBRÁS			
N 1367	2 h	120°C	Pesa-filtro com tampa de vidro neutro termo-resistente
ASTM D 1259			
Método A	30 min	105°C	Folhas de alumínio (para alquídicas)
Método B	2 h	105°C	Folhas de alumínio (para epoxídicas, fenólicas e melamínicas)
ASTM D 1644			
Método A	3 h	105°C	Pesa-filtro, placa de Petri ou tampas de latas de 1/32 de galão
Método B	10 min	140°C	Pesa-filtro, placa de Petri ou tampas de latas de 1/32 de galão
ASTM D 2369	20 min	110°C	Copo de alumínio (com seringa)

Figura 26 - Principais métodos para determinação de sólidos/massa. **Fonte:** TINTAS E VERNIZES, 1996 ⁹

8.1.1 Método com folha de alumínio

Como já dito, as folhas de alumínio são a uma da melhor forma para realizar-se este ensaio, e pode ser encontrada em supermercados. ⁹

Inicialmente corta-se as folhas em tamanhos de 15x30cm, dobrando-a ao meio. Logo após, a folha é colocada sobre a balança e tarada. A tinta então é colocada no meio de um dos lados da folha que fora dobrada ao meio. A quantidade tinta não pode ser elevada, para que não prejudique o ensaio. A outra metade da folha é então colocada sobre a tinta e comprimida entre duas placas de vidro, de 4 mm de espessura. De imediato a folha é pesada com a tinta e logo após aberta e levada para estufa. ⁹

A quantidade de tinta na folha e a precisão da balança analítica, deve ser de acordo com a norma. Para a Norma Petrobrás N1367, coloca-se de 0,5 a 1,0g de tinta e a balança precisa ser de 0,0001g. Já para a Norma ABNT, a quantidade é de 1,8 a 2,2g com 0,001g de precisão. ⁹

Para evitar o excesso de solventes inflamáveis dentro da estufa, é necessário que o seu ar seja sempre removido. ⁹

A Figura 27, mostra esquematicamente a sequência com a folha de alumínio.

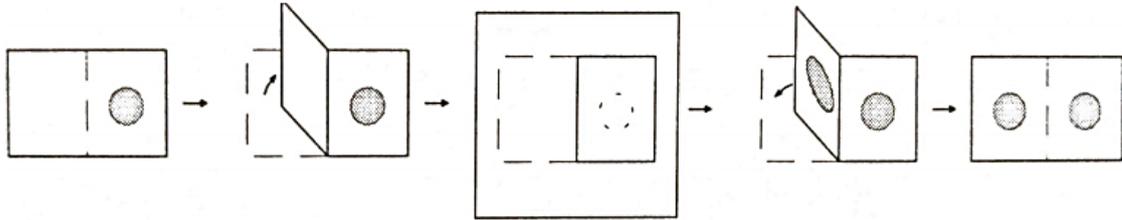


Figura 27 - Esquema do método folha de alumínio. **Fonte:** TINTAS E VERNIZES,1996 ⁹

8.2 Determinação Sólidos/volume

O ensaio de sólidos por volume, é um dos mais importantes, se não o mais importante ensaio voltado a área de tinta. Isto porque, se torna possível determinar o rendimento teórico da tinta. ⁹

Ao se determinar a quantidade aproximada dos sólidos por volume, se determina também o volume de material não-volátil que fica mesmo após a volatilização dos solventes, ou seja, é o volume dos pigmentos mais o volume dos sólidos da resina.

Há duas formas principais para determinar o teor dos sólidos por volume, sendo eles: métodos do disco e o método da película. ⁹

Princípios dos métodos do disco e da película

Estes métodos fundamentam-se no volume específico da tinta seca multiplicado pelo valor dos sólidos por massa e da massa específica da tinta líquida. Pode ser determinado pela Eq. 2. ⁹

$$SV = Veps \times SP \times Metl \quad (2)$$

Onde:

Veps: Volume específico da película seca (cm³/g);

SP: Sólidos por massa (%);

Metl: Massa específica da tinta líquida (g/cm³).

8.2.1 Método do disco (PETROBRÁS N-1358A e ASTM D 2697)

Este método fundamenta-se em pesar em uma balança analítica um disco de aço inoxidável com dimensões de 60mm de diâmetro e 0,644 mm de espessura. Após esta pesagem, o disco foi novamente colocado na balança, mas desta vez imerso em água. Depois de seco, o disco é então pintado e colocado em uma estufa, em uma

temperatura específica do teor de sólidos por massa. Após resfriado, outra vez é pesado tanto no ar, quanto em água. ⁹

Estas quatro pesagens fazem parte do volume específico da tinta, o qual baseia-se na Lei de Arquimedes, a lei do empuxo. ⁹

A Figura 28, mostra esquematicamente como seria estas pesagens.

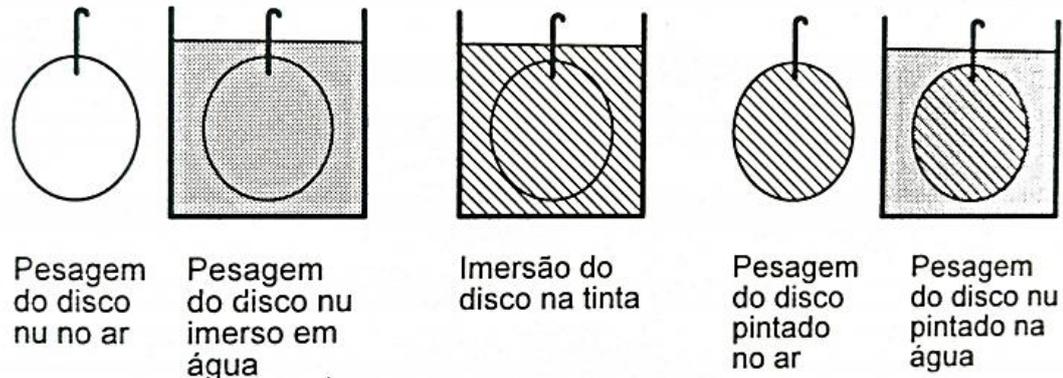


Figura 28 - Determinação sólidos/volume método disco. **Fonte:** TINTAS E VERNIZES, 1996 ⁹

Através da norma PETROBRÁS, se torna possível definir a Equação 3, que determina a razão:

$$SV = \frac{\frac{(W_3 - W_4)}{D} - \frac{(W_1 - W_2)}{D}}{\frac{(W_3 - W_1)}{W \times P}} \quad (3)$$

Onde:

D: Massa específica da água (g/cm³);

W1: Massa do disco sem tinta ao ar (g);

W2: Massa do disco sem tinta na água (g);

W3: Massa do disco pintado no ar (g);

W4: Massa do disco pintado na água (g);

W: Sólidos por massa da tinta (%) = (g película seca/ g película líquida) x 100;

P: Massa específica da tinta líquida (g/cm³).

Como SV é o volume da película seca dividida pelo volume de tinta líquida, então é possível mudar a expressão para a Equação 4:

$$SV = \frac{\frac{(W_3 - W_4)}{D} - \frac{(W_1 - W_2)}{D}}{(W_3 - W_1)} \times W \times P \quad (4)$$

Sendo assim:

$$\frac{(W_3 - W_4)}{D} = \text{Volume do disco pintado (cm}^3\text{);}$$

$$\frac{(W1-W2)}{D} = \text{Volume do disco sem tinta (cm}^3\text{)};$$

$$\frac{(W3-W4)}{D} - \frac{(W1-W2)}{D} = \text{Volume da película seca (cm}^3\text{)};$$

$$(W3 - W1) = \text{Massa da película seca (g)}. \quad 9$$

8.2.2 Método de Película (ABNT NBR 8621)

Neste método, a tinta é aplicada sobre um papel siliconado ou um filme de poliéster para facilitar na extração. Aplica-se cerca de duas a três demãos, e após a sua secagem, esta película é retirada e cortada em pequenos retângulos, com dimensões de 10 x 20mm. ⁹

É pesado 3g destes retângulos, e colocados em um picnômetro de boca larga. Este picnômetro deve ser tarado e pesado com água. Com a colocação dos retângulos dentro do picnômetro, a água que será expulsa, deve ser o volume o mesmo volume da película. ⁹

Logo após, o picnômetro então é seco e mais uma vez pesam-se as películas sem a água. ⁹

Sendo assim, a massa da água do picnômetro, juntamente com a massa das películas, menos o valor da massa do picnômetro somente com água e películas, obtém-se a massa da água que saiu do picnômetro. ⁹

É possível obter o valor do volume da água expulsa através da Equação 5:

$$D = \frac{M}{V} \quad (5)$$

Onde:

D: Massa específica da água em uma temperatura de 25°C;

M: Massa expulsa da água (g).

$$V = \frac{M}{D} = \text{Volume da água expulsa (cm}^3\text{)} \quad (6)$$

Para calcular-se Veps (volume específico da película seca), usa a Equação 7:

$$Veps = \frac{\text{Volume de água expulso (cm}^3\text{)}}{\text{Massa de película introduzida (g)}} \quad (7)$$

E o teor de sólidos por volume pode ser calculado através das Equações 8 e 9:

$$SV = \frac{\text{Volume da película seca}}{\text{Volume da tinta líquida}} \times 100 \quad (8)$$

ou

$$SV = Veps \times SP \times Metl \quad (9)$$

Na Figura 29, observa-se o procedimento.

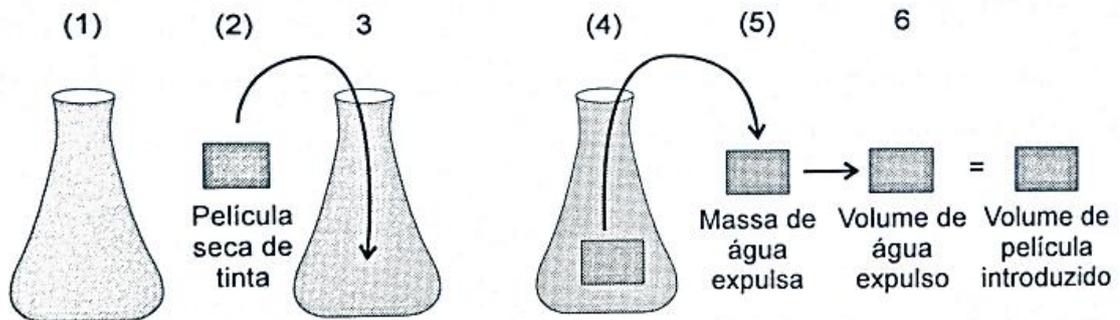


Figura 29 - Método da película. **Fonte:** TINTAS E VERNIZES, 1996⁹

8.3 Determinação massa específica

A massa específica da tinta pode ser obtida pela massa de uma determinada quantidade do volume da tinta em um picnômetro. Para isto, o volume do picnômetro é determinado com água destilada e depois sendo o mesmo volume com tinta. É então pesado em uma balança analítica e divide-se a massa de tinta pelo volume.⁹

O procedimento consiste em tarar o picnômetro e enchê-lo de água destilada, colocando cuidadosamente a tampa para que a água transborde. É necessário limpar o excesso de água que excedeu. Desta maneira, se torna possível determinar o volume real do picnômetro, como mostrado na Equação 10.⁹

$$V = \frac{(B-A)}{q} \quad (10)$$

Onde:

V= Volume real do picnômetro (cm³);

B= Massa do picnômetro com água (g);

A= Massa do picnômetro vazio = tara (g);

q= Massa específica da água (g/cm³), a qual pode variar com a temperatura.

Após determinar o volume do picnômetro, é necessário secá-lo e enchê-lo de tinta, fazendo os mesmos procedimentos já descrito anteriormente. Sendo assim, a massa específica da tinta pode ser observada através da Equação 11.⁹

$$Me = \frac{(P-A)}{V} \quad (11)$$

Onde:

Me: Massa específica da tinta (g/cm³);

P: Massa do picnômetro com tinta (g);

A: Massa do picnômetro vazio (g);

V: Volume real do picnômetro (cm³).

8.4 Viscosidade

De forma geral, as resinas são bastantes viscosas, ao colocar-se os pigmentos durante a sua fabricação, esta viscosidade aumenta ainda mais, por isto, é necessário acrescentar solventes com o intuito de aumentar a fluidez. Existem métodos para calcular a viscosidade da tinta, seja desde métodos simples até mais sofisticados. ⁹

8.4.1 Viscosidade no copo de Ford N°4

A viscosidade no copo de Ford, é um método simples, antigo e bastante eficiente. Este ensaio consiste na contagem do tempo de escoamento da tinta, por meio de um orifício. ⁹

O volume da tinta é estabelecido pelos tamanhos e pelo ângulo da parede do fundo do copo e pelas dimensões de onde a tinta escoa. O copo de Ford, é produzido em alumínio e o orifício em bronze. As normas no qual este ensaio se baseia é a NBR 5849, PETROBRÁS N 1325 e ASTM D 1200. ⁹

A Figura 30, mostra o corpo de Ford.

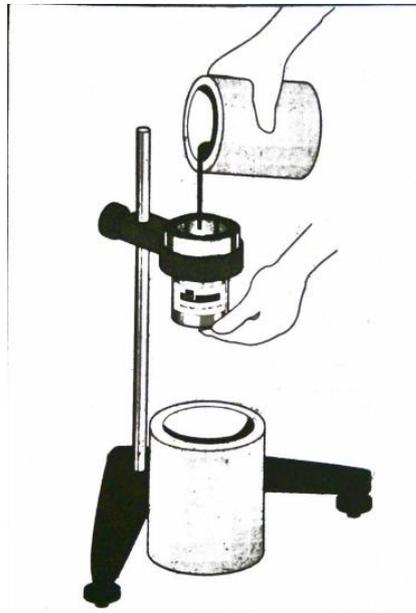


Figura 30- Viscosidade no copo de Ford. **Fonte:** TINTAS E VERNIZES, 1996 ⁹

De acordo com Abrafati, 1995, p.1234:

Através do tripé, dois parafusos calantes, é feito o nivelamento da borda do copo, utilizando-se um nível de bolha circular. Em seguida, tampa-se o orifício com o dedo indicador ou médio e a tinta é colocada até atingir a borda e extravasar ligeiramente. Raspa-se com uma lâmina de vidro a borda do copo, recolhendo o excesso na canaleta que o circunda. Imediatamente, retira-se o dedo do orifício e aciona-se simultaneamente o cronômetro.

Observa-se o filete de tinta que escoar sob o corpo e à primeira interrupção para-se o cronômetro. O tempo decorrido desta liberação do orifício até a interrupção do filete é o valor da viscosidade de Ford que é medida em segundos.

8.4.2 Viscosidade no viscosímetro de Stomer

Este tipo de viscosímetro é utilizado principalmente quando não se dá para utilizar o método do copo de Ford devido à alta consistência da tinta. Um detalhe muito importante é que se a tinta for tixotrópica, ao retirar-se o dedo do orifício no copo, é capaz da tinta não escoar. Por isto, para estes casos se utiliza do método de Stomer.

O viscosímetro apresenta uma roda dentada fixado em uma haste. Esta roda dentada gira com o auxílio de um peso. Quanto maior a massa, mais rápido a haste gira, e caso a tinta tenha baixa fluidez, será necessária uma maior massa.⁹

O procedimento consiste em colocar a tinta em um recipiente, podendo ser um béquer ou um galão de 0,9l. Este béquer ou galão, é levado até o viscosímetro de maneira que a tinta fique no mesmo nível da linha de marcação da haste. Logo após, são pegos alguns pesos e colocados no suporte do cordão, desta forma, a roda dentada começa a girar. Utilizando um cronômetro, é contado então o tempo desde a liberação da roda até as 100 voltas realizada pela haste. Os pesos podem variar suas massas de 75 a 1.000kg.⁹

Para encontrar o valor exato da viscosidade, é utilizado a tabela de Krebs, que tem como unidade KU em inglês e UK em português.

Basicamente, esta tabela mostra a viscosidade em função do tempo e da massa. Na Figura 31, pode ser observado os valores de UK.⁹

Tempo (s) por 100 rotações	Massa																	
	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500
27	49	57	63	69	74	79	83	86	89	92	95	97	100	102	104	106	109	111
28	51	59	65	70	75	80	84	87	90	93	96	98	100	102	105	107	110	112
29	53	60	66	71	76	81	85	88	91	94	97	99	101	103	105	107	110	112
30	54	61	67	72	77	82	86	89	92	95	90	100	102	104	106	108	110	112
31	55	62	68	73	78	82	86	90	93	95	98	100	102	104	106	108	111	113
32	56	63	69	74	79	83	87	90	93	96	99	101	103	105	107	109	111	113
33	57	64	70	75	80	84	88	91	94	96	99	101	103	105	107	109	112	114

Tempo (s) por 100 rotações	Massa																	
	525	550	575	600	625	650	675	700	725	750	775	800	825	850	875	900	950	1000
27	113	114	116	118	120	121	123	124	126	127	129	130	131	132	133	134	136	138
28	114	115	117	118	120	121	123	126	127	129	130	131	132	132	133	134	137	138
29	114	115	117	119	121	122	124	125	127	128	130	131	132	133	134	135	137	139
30	114	116	118	120	121	122	124	125	127	128	130	131	133	134	135	136	138	140
31	115	116	120	120	122	123	125	126	128	129	131	132	133	134	135	136	138	140
32	115	116	118	120	122	123	125	128	128	129	131	132	133	134	135	136	138	140
33	116	117	119	121	122	123	125	126	128	129	131	132	134	135	136	137	139	140

Figura 31 - Valores de Krebs. **Fonte:** TINTAS E VERNIZES, 1996 ⁹

8.5 Ponto de fulgor (*Flash Point*)

O ponto de fulgor é muito importante para as tintas, visto que os solventes em sua maioria são inflamáveis. É comum ocorrerem acidentes devido a faíscas no local em que está se pintando. Deste modo, o ponto de fulgor em tintas deve ser o mais alto possível. O ponto de fulgor, pode ser determinado através de dois equipamentos de vaso fechados o Pensky-Martens ou TAG. ⁹

Os ensaios de forma geral, consistem em aquecer uma determinada porção de tinta no vaso fechado até que os solventes evaporem e se acumulem. A cada aumento de temperatura, neste caso um grau, é introduzido uma chama. Desta forma, quando ocorre um brilho, significa que foi atingido a concentração crítica de solvente, e esta então será a temperatura de fulgor. ⁹

8.6 Determinação do brilho da tinta

O teor de pigmento em uma tinta é o fator mais importante para determinar o seu brilho. Se uma tinta apresenta pouco pigmento, então ela será brilhante. Se apresentar muito pigmento, será fosca. ⁹

O brilho da tinta pode ser determinado pelo aparelho denominado de *Glossmeter*. A iluminação pela fonte de luz e o fotodetector, são as geometrias utilizadas em tintas.

O que acontece é que ambos são colocados a 60° em relação ao plano onde se encontra o corpo de prova. A luz incidente é então refletida com o mesmo ângulo, como pode ser visto na Figura 32. Sendo assim, quanto maior o brilho refletido, mais brilhante é a tinta. E quanto menos, mais fosca ela é. ⁹

Vale ressaltar que unidades de brilho é algo diferente de porcentagem de brilho, isto significa que se uma tinta apresenta cerca de 98 unidades de brilho, ela terá apenas 9,8% de um mesmo brilho de um espelho perfeito. ⁹

Para utilizar este aparelho é necessário calibrá-lo com placas-padrão de cerâmica, todas as vezes antes de uma medida. Esta medida pode ser observada através de um mostrador analógico ou digital, mas deve ser sempre em unidades de brilho. ⁹

De acordo com a norma ASTM D 523, é recomendável utilizar diferentes ângulos para a lâmpada e para a célula fotodetectora. Sendo estes ângulos de geometria iguais a $20,60$ e 85° . ⁹

Estas mudanças de ângulos deverão ser feitas de acordo com o tipo de brilho, por exemplo, se a tinta for fosca utiliza-se 85° , caso seja brilhante é recomendado utilizar 20° . Para isto, a leitura deve iniciar com 60° , caso o valor de unidades de brilho seja maior que 70, então o teste deve ser repetido com 20° . Caso seja maior menor que 30 unidades de brilho, então deverá utilizar a geometria de 85° . ⁹

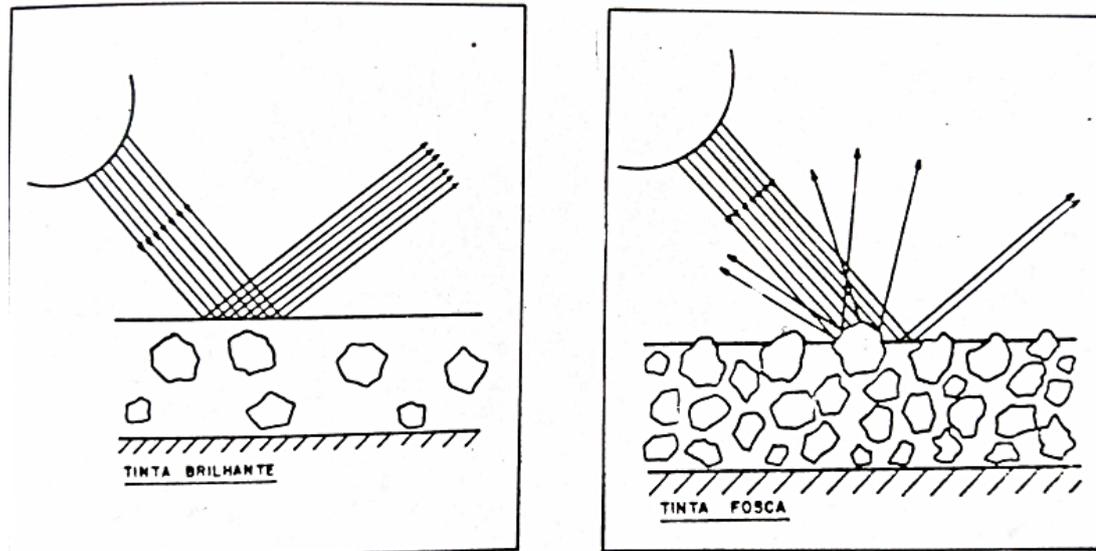


Figura 32 - Diferença tinta brilhante e fosca. **Fonte:** TINTAS E VERNIZES, 1996 ⁹

8.7 Tempo de secagem ou cura

A tinta consiste na formação de uma película após a sua secagem. Em determinadas tintas esta película é formada após a evaporação dos solventes. No entanto, a cura pode ser diferente da secagem, podendo ocorrer reações da resina e do agente endurecedor, dos quais estes agentes podem ser o oxigênio, catalisadores ou até mesmo radiação infra-vermelha. ⁹

O tempo de secagem pode ser analisado através da aplicação de um filme de tinta úmido sobre uma placa de vidro, verificando e cronometrando os estágios da tinta líquida até o seu endurecimento. ⁹

De acordo com a norma ABNT, estes estágios são:

- Seca ao toque

Neste procedimento, deve-se tocar levemente com o dedo a película. Ela poderá ser considerada seca ao toque quando não for mais transmitida ao dedo. ⁹

- Livre de pegajosidade

O método consiste em fazer uma pequena pressão com o dedo e puxar sobre a película. Assim que não for encontrada mais nenhuma marca na superfície, significa que está livre de pegajosidade. ⁹

- Endurecida

Para isto, devem-se segurar a placa de vidro entre o polegar e o indicador, de modo a exercer a uma pressão de forma contínua e máxima. Ela poderá ser tida como

endurecida assim que não apresentarem mais marcas, ou de maneira que as pequenas marcas possam ser removidas com um pano.⁹

- Ao manuseio

O método de manuseio baseia-se em colocar a placa de vidro na horizontal e colocar o polegar de forma que o braço fique paralelo com a placa. Deste modo, deve-se exercer uma pressão com o braço, e ir girando o dedo em um ângulo de 90°. Sendo assim, é considerada apta ao manuseio quando não ocorrer mais deformações na superfície.⁹

- Completamente endurecida

O último estágio consiste em pressionar a película com a unha e tentar puxá-la. Ela está completamente endurecida quando não ocorrer mais transferência da tinta para a unha.⁹

9 METODOLOGIA

9.1 Pesquisa de mercado

Inicialmente optou-se por realizar uma pesquisa de campo com 49 pessoas utilizando uma ferramenta do Google. Com esta pesquisa foi possível saber a suas opiniões em relação a tinta repelente. Foram feitas cinco perguntas, sendo elas:

- 1) Você sofre em época de calor com picadas de mosquitos?
- 2) Você gosta do cheiro de citronela no ambiente?
- 3) Compraria uma tinta que teria como objetivo repelir estes insetos?
- 4) Você gastaria um pouco mais caro com esta tinta?
- 5) Possíveis dúvidas.

Através destas perguntas e das respectivas respostas, foi possível saber se o produto seria ou não aceito no mercado.

9.2 Materiais utilizados

Os materiais utilizados no experimento estão apresentados na Tabela 4:

Materiais utilizados	Quantidade/ Capacidade
Óleo de citronela	10 ml
Surfactante do tipo Renex 95	10 ml
Tinta acrílica	200 e 400ml
Seringa	20 ml
Pincel	1 un.
Utensílios para as misturas	4un.
Madeira	2 un..
Lixa d'água	1 un.

Tabela 4 - Materiais utilizados. **Fonte:** PRÓPRIO AUTOR, 2020

Foi utilizado a tinta da marca Irajá. A Tabela 5, mostra as suas propriedades físico-químicas que se encontra no catálogo da própria tinta.

MARCA	Irajá
BRILHO	Máximo 04UB
SÓLIDOS/VOLUME	23,6 – 33,4%
SÓLIDOS/MASSA	33,2 – 44,8%
VISCOSIDADE	100 – 130 UK
MASSA ESPECÍFICO	1,250 – 1,380 g/cm ³
PONTO DE FULGOR	>100°C

Tabela 5 - Propriedades físico-químicas. **Fonte:** CATÁLOGO IRAJÁ, 2020

Para a elaboração do trabalho, utilizou-se duas misturas do óleo de citronela com o surfactante e tinta, uma mistura somente com óleo de citronela e tinta e uma tinta controle sem nenhum teor de óleo. Os grupos podem ser observados na Tabela 6.

Grupos	Quantidades
Grupo 1	200 ml tinta
Grupo 2	200 ml tinta+ 10 ml de óleo+ 10ml surfactante + 20 ml de água
Grupo 3	400 ml tinta+ 10 ml de óleo+ 10 ml surfactante + 20 ml de água
Grupo 4	200 ml tinta+ 40 ml de óleo

Tabela 6 - Separação dos grupos. **Fonte:** PRÓPRIO AUTOR, 2020

9.3 Mistura do óleo de citronela com o surfactante

Com a finalidade de conseguir misturar o óleo na tinta, sabendo-se que ambos apresentavam imiscibilidade, necessitou-se de um terceiro componente, neste caso, o surfactante. Foi utilizado o tensoativo da família Renex, o Renex 95.

Durante o processo para formação dos compostos foram realizadas três misturas distintas. Na primeira, apresentava-se 10 ml de óleo, 10 ml do surfactante e 20 ml de

água com 200 ml de tinta, e na segunda, a mesma quantidade de óleo, surfactante e água, porém com uma quantidade maior de tinta, 400 ml. E por último, 200 ml com 40 ml de óleo de citronela.

Foram usados quatro recipientes com capacidade de 600 ml cada um para a produção das misturas. Inicialmente utilizou-se três recipientes de vidro: em um deles foi despejado aproximadamente 150ml do surfactante, no outro a mesma quantidade do óleo de citronela e por último a mesma quantidade de água.

Com o auxílio de uma seringa de 20 ml, foi possível recolher os produtos que estavam nos recipientes de vidro. As misturas foram feitas em outro grupo de recipientes etiquetados de acordo com as quantidades de substâncias de cada grupo.

A mistura do óleo com surfactante e água apresentou uma aparência totalmente branca, significando que a emulsão foi compatível. Na Figura 33, pode ser observado esta emulsão e sua aparência leitosa.



Figura 33 - Óleo e surfactante com água. **Fonte:** PRÓPRIO AUTOR, 2020

9.4 Mistura na tinta

Para uma correta diluição da tinta o ideal é a incorporação de 10 a 20% de água, podendo ser colocado até 50% do volume de tinta. Neste trabalho, foi utilizado de 10 a 20% de uma mistura de óleo+surfactante e água em relação a quantidade de tinta. Para o grupo 2, foi colocado 20% de óleo+surfactante e água, e para o grupo 3, colocou-se 10%. Houve essa diferença de concentração justamente para verificar a permanência e a eficiência do cheiro de citronela na tinta.

Para o grupo 2, foram colocados 200ml de tinta dentro do recipiente que continha 20ml do composto óleo + surfactante e 20 ml de água, em seguida os componentes foram misturados até ficar totalmente homogêneo.

No grupo 3, utilizou-se 400 ml de tinta dentro do recipiente que continha 20ml do composto óleo + surfactante e 20 ml de água, esta mistura teve o objetivo de diminuir a concentração do óleo na mistura.

No último grupo, o grupo 4, foram misturados somente 200ml de tinta com 40ml de óleo, sem surfactante e sem água. Nesta mistura constatou-se que realmente não havia miscibilidade mesmo sob agitação mecânica por cerca de 5 minutos. Isto ocorreu devido à falta de surfactante e água que permite a miscibilidade da mistura, já que a tinta e o óleo são imiscíveis juntos.

9.5 Montagem da caixa

Em agosto de 2019, início da iniciação científica, foi marcado uma reunião com a coordenadora do Laboratório de Mosquitos Geneticamente Modificados, da Universidade de São Paulo, a Dra Margareth Capurro, ao final desta reunião decidiu-se que os testes do projeto seriam feitos no laboratório, entretanto, seria necessário construir caixas para armazenar os mosquitos durante os testes, conhecidas também como gaiolas. Através da Figura 34 é possível observar a forma da gaiola onde os mosquitos serão dispostos. Esta caixa possuía medidas de 20x20x20 cm.



Figura 34 - Modelo de gaiola. **Fonte:** PRÓPRIO AUTOR, 2019

Com isto, se tornou necessário produzir pelo menos duas caixas, visto que a ideia inicial do projeto é incorporar concentrações diferentes do óleo de citronela na tinta

acrílica, tendo também como base uma tinta controle, no qual não haverá porcentagem de óleo.

Para a produção da caixa, entrou-se em contato com o coordenador do curso de Técnico em Plásticos, da Escola SENAI Mario Amato, localizada em São Bernardo do Campo, o professor Fabiano Caio José, pedindo-lhe autorização para confeccionar as gaiolas na instituição. Com a autorização em mãos, e com a ajuda do professor Cesar Guerreiro foi possível executar a montagem das caixas.

Com as placas de acrílico em mãos teve início a montagem da caixa. Cada placa apresentava um tamanho de 30x30 cm, mas para que houvesse o melhor encaixe entre elas e durante a colagem se ficasse um “cubo perfeito”, foi necessário diminuir 2 mm de seu tamanho. Na Figura 35, mostra-se a imagem da serra que foi utilizada para cortar as placas.



Figura 35 – Serra de corte. **Fonte:** PRÓPRIO AUTOR, 2019

Após o corte das placas, foi utilizada a máquina fresadora com o objetivo de produzir furos de 20 cm de diâmetro em seis placas. Através da Figura 36, é possível ver como as peças eram dispostas na fresadora.



Figura 36 – Fresadora. **Fonte:** PRÓPRIO AUTOR, 2019

Na Figura 37, mostra-se a placa já com o furo



Figura 37 -Placa com furo. **Fonte:** PRÓPRIO AUTOR, 2019

Com os furos prontos, foram confeccionadas as abas de proteção da caixa no formato do furo, utilizou-se chapa de policarbonato de aproximadamente 10x63 cm. Para que esta peça fosse moldada, foi fundamental levá-la até a estufa em uma temperatura de 145°C, sendo sua temperatura de transição vítrea (Tg).

Para sua colagem, foi empregado um método chamado de colagem por capilaridade, sendo o método mais comum utilizado em chapas acrílicas. Pois como

a cola possui baixa viscosidade, ela escorre pelos espaços das placas.⁴³ A Figura 38, mostra como funciona esta colagem.

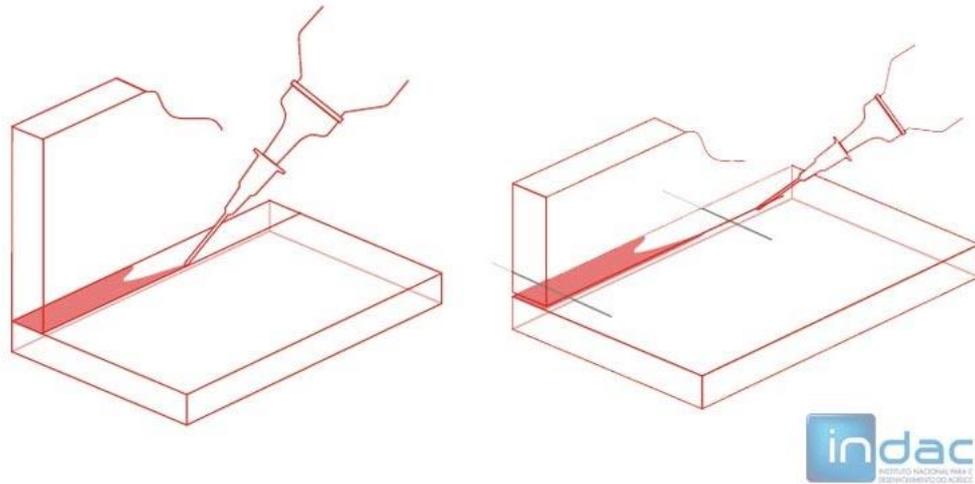


Figura 38 - Colagem por capilaridade. **Fonte:** INDAC, 2015 ⁴³

Durante o processo de colagem das placas para a montagem da caixa, usou-se placas de mdf como apoio. A Figura 39, exemplifica de forma mais visível esta montagem.



Figura 39 - Aplicação da cola utilizando apoios de mdf. **Fonte:** PRÓPRIO AUTOR, 2019

Através da Figura 40, é possível observar como ficou a caixa ao final de todo o processo. Tendo três furos, com a finalidade de manusear os mosquitos dentro da gaiola e ventilar.



Figura 40 - Caixa acrílico. **Fonte:** PRÓPRIO AUTOR, 2019

9.6 Testes

Para este trabalho foi realizado testes de odor com seis voluntários, teste de viscosidade e por último teste de repelência.

9.6.1 Teste de odor

No dia 24 de outubro de 2020, foi realizado o teste de odor com seis voluntários, para isto, utilizou-se os grupos 1,2,3 e o óleo de citronela puro como amostras. O teste ocorreu da seguinte maneira, cada voluntário com os olhos vendados inalou o odor do pó de café durante dois minutos, para neutralizar o olfato. Após passados cinco minutos foi colocado primeiro o óleo de citronela próximo ao nariz do voluntário, ele então deu uma nota de 1 a 5 de intensidade, sendo 5 maior intensidade. Logo após, novamente foi inalado o odor do pó de café e esperou-se quatro minutos para a próxima amostra, dando-lhe também uma nota. Isto ocorreu para todos os grupos. Ao final, todos os seis voluntários, deram suas notas. A Imagem 41, mostra uma das voluntárias durante o teste.



Figura 41 - Voluntária durante teste. **Fonte:** MARTINS, 2020

9.6.2 Teste de viscosidade

No dia 27 de outubro, foi feito o ensaio de viscosidade se baseando no teste de viscosidade de Ford. Neste teste, pegou-se um recipiente com um furo de aproximadamente 2,5mm por onde a tinta escoaria. Este recipiente ficou suspenso no ar através de três barbantes e foi colocado embaixo um pequeno pote com o objetivo de receber a tinta após ela sair de onde estava armazenada, como pode ser visto na Figura 42.



Figura 42 - Teste de viscosidade montado. **Fonte:** PRÓPRIO AUTOR, 2020

Adicionou-se 100ml de tinta dentro do copo viscosímetro e tampar com o dedo indicador o furo de 2,5mm, com o objetivo de fazer com que a tinta não caísse antes da hora. No momento do teste, o cronometro foi acionado e retirado o dedo indicador do furo. O tempo estimado de escoamento para todas as amostras foi de g/10 minutos, após este tempo o pote com as amostras foi pesado verificando suas massas.

A Figura 43, mostra a massa do pote, sem a tinta.



Figura 43 - Pote sem tinta grupo 1. **Fonte:** PRÓPRIO AUTOR, 2020

Primeiro foi testado o grupo 1, e devido a maior viscosidade como já era de se esperar durante os 10 minutos não houve escoamento da tinta no pote.

No entanto, já com o grupo 2 isto não ocorreu, e houve um escoamento alto, comparado com o grupo 1. Na Figura 44, mostra a massa da tinta do grupo 2, como não foi possível tarar a balança e verificar somente a massa da amostra, então o valor ficou sendo: massa do pote + amostra.



Figura 44 - Massa do grupo 2. **Fonte:** PRÓPRIO AUTOR, 2020

No grupo 3, aconteceu um pequeno escoamento, no entanto, ainda mostrou-se ser mais viscoso do que o grupo 2. Através da Figura 45, foi possível observar a massa da amostra durante os 10 minutos.



Figura 45 - Massa do grupo 3. **Fonte:** PRÓPRIO AUTOR, 2020

9.6.3 Teste de repelência

O teste de repelência foi realizado no Laboratório de Mosquitos Geneticamente Modificados, para isto utilizou-se as duas gaiolas próprias para mosquitos. A fim de não deixar nenhum inseto saírem das gaiolas, todos os orifícios foram tampados com redes, mas antes de fechá-las totalmente foram inseridas as amostras. Em uma gaiola foi colocado a amostra pintada com a tinta controle e a outra com a tinta do grupo 2, como pode ser observado na Figura 46.

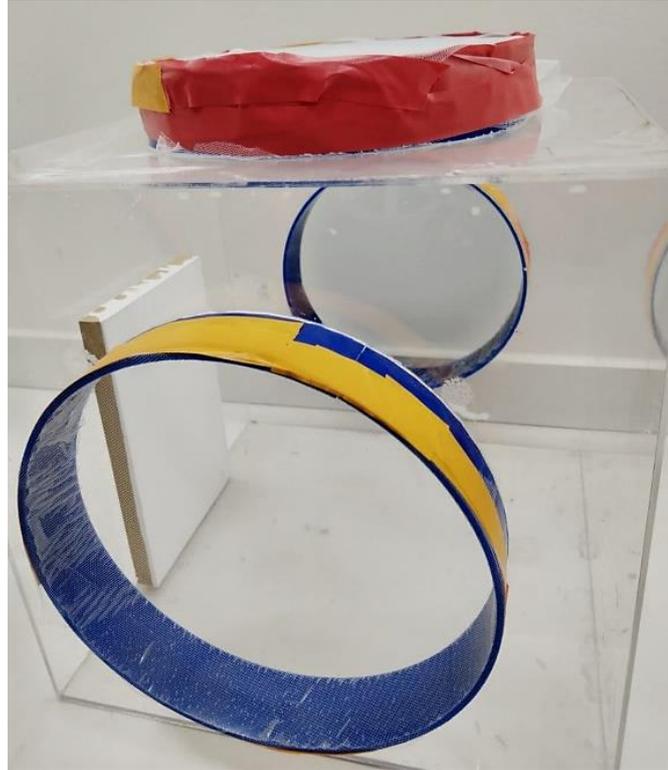


Figura 46 - Gaiola com amostra e fechada. **Fonte:** PRÓPRIO AUTOR, 2020

Após este processo, com o auxílio de um sugador bucal, foi retirado todos os mosquitos que estavam dentro de um pote, os quais foram copulados justamente para o experimento e colocados dentro das gaiolas. O total de insetos inseridos foi acima de 300.

Depois de inseridos todos os insetos, e com a gaiola devidamente fechada, começou-se a contar o tempo do teste e a observar a maneira em que eles se comportavam. O teste de repelência durou uma semana.

10 RESULTADOS E DISCUSSÕES

10.1 Pesquisa de mercado

A partir das respostas dos 49 participantes, foi criado gráficos com cada uma destas respostas, como poderá ser observado.

1) Você sofre em época de calor com picadas de mosquitos?

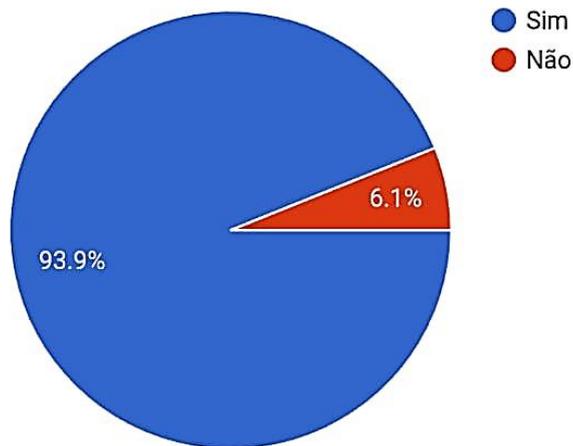


Gráfico 1 - Porcentagem de pessoas que sofrem ou não com picadas de mosquitos.

Fonte: PRÓPRIO AUTOR, 2020

Nesta pergunta 93,1% disseram que sim, que na época de calor sofrem com picadas de mosquitos.

2) Você gosta do cheiro de citronela no ambiente?

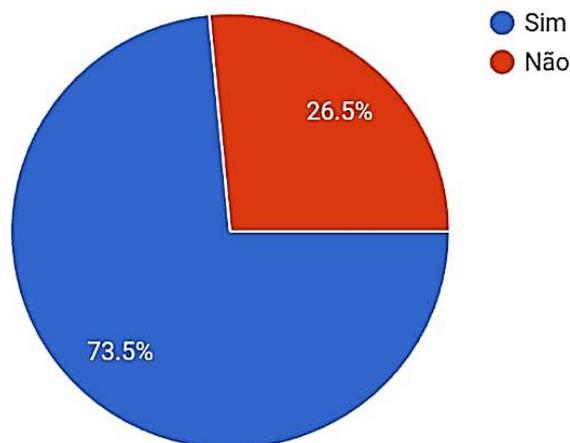


Gráfico 2 – Porcentagem de pessoas que gostam ou não do cheiro da citronela.

Fonte: PRÓPRIO AUTOR, 2020

Algumas pessoas disseram que desconhecem o cheiro da citronela, mas a maioria cerca de 73,5% gostam deste cheiro.

3) Compraria uma tinta que teria como objetivo repelir estes insetos?

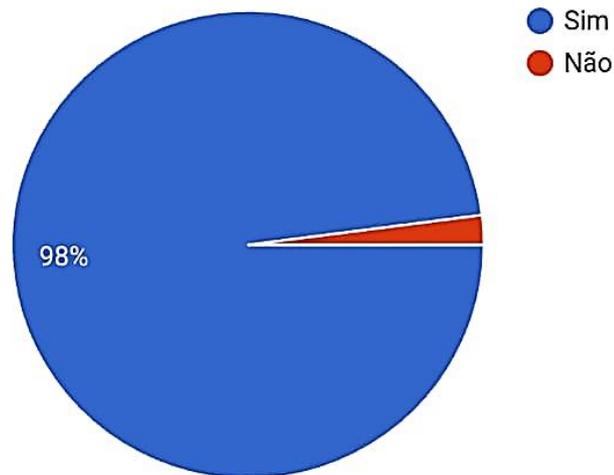


Gráfico 3 - Porcentagem de pessoas que comprariam ou não uma tinta com capacidade de repelência. **Fonte:** PRÓPRIO AUTOR, 2020

De todas as pessoas que responderam o questionário, 98% disseram que sim. Os outros 2% foi de apenas uma pessoa que respondeu errado, e que se enquadraria dentro do sim.

4) Você gastaria um pouco mais caro com esta tinta?

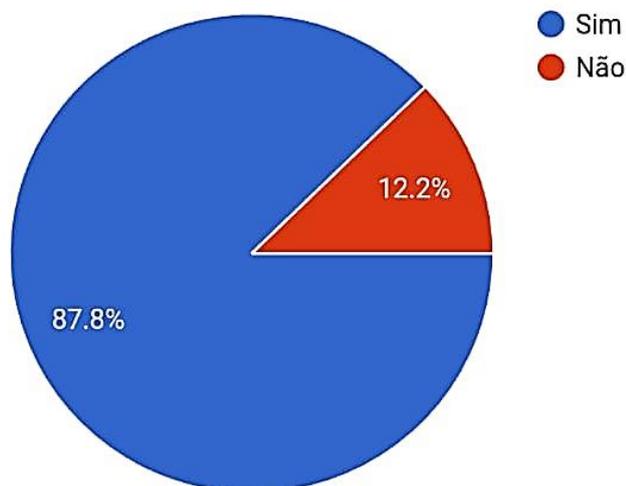


Gráfico 4 - Porcentagem de pessoas que gastariam um pouco mais com uma tinta repelente. **Fonte:** PRÓPRIO AUTOR, 2020

Neste caso 87,8% disseram que gastariam um pouco mais em uma tinta repelente.

5) Possíveis dúvidas e interesse no produto.

Nesta pergunta houve algumas respostas, no entanto, todas se basearam na mesma dúvida: tempo de permanência do odor da citronela no ambiente.

E de forma geral, a maioria teve interesse em saber mais sobre o produto e pela sua compra.

10.2 Teste de odor

Após os testes de odor, com todas as notas que os voluntários deram foi possível montar um gráfico para melhor visualização. O Gráfico 5, mostra estes valores.

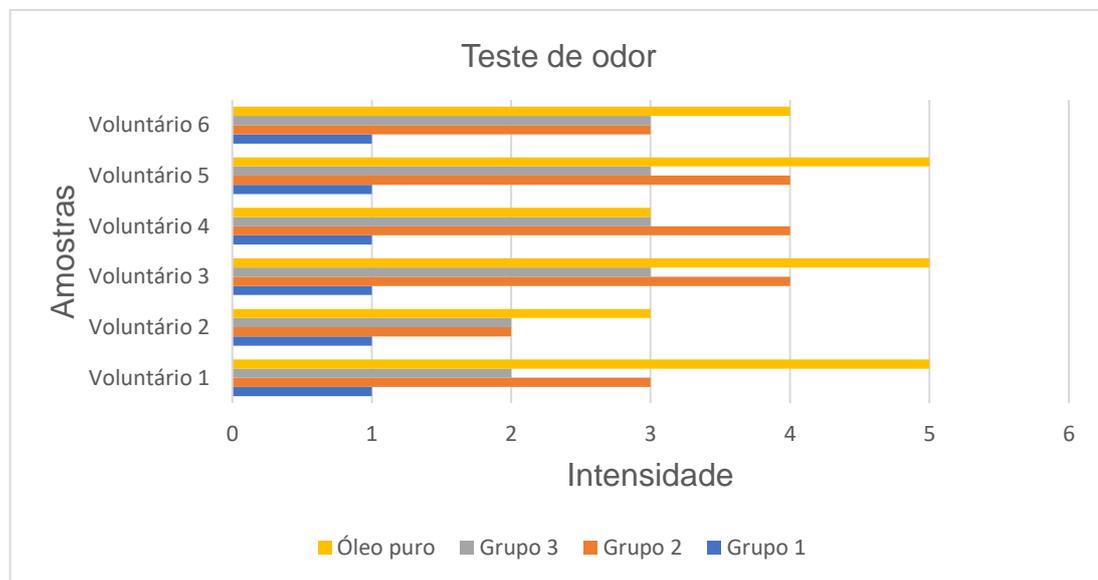


Gráfico 5 - Resultado do teste de odor em intensidade. Fonte: PRÓPRIO AUTOR, 2020

Como observado no gráfico, o óleo puro obteve maior intensidade, e o grupo 1 menor intensidade, por ser a tinta pura. O grupo 2 e 3, obtiveram diferentes valores, mas de um modo geral, ou ficaram iguais em relação a intensidade ou o grupo 2 ficou maior. Este resultado foi esperado, devido a concentração do óleo de citronela ser maior no grupo 2 do que no grupo 3.

10.3 Teste de viscosidade

Na Tabela 7, foi colocado os valores de cada amostra com suas respectivas massas, sendo estas o peso mostrado na balança menos o valor da massa do pote.

Amostra	Massa (g/10 min)
Grupo 1	Sem escoamento
Grupo 2	4,7
Grupo 3	0,2

Tabela 7 - Massa das amostras. **Fonte:** PRÓPRIO AUTOR, 2020

Com isto, após observar a Tabela 6, pode-se concluir que a viscosidade do grupo 1 é maior entre as três amostras, e a fluidez do grupo 2 é maior, já que apresentou uma maior massa e maior facilidade de escoamento.

10.4 Teste de repelência

Inicialmente após colocar todos os mosquitos e começar o teste, já foi possível notar que na gaiola onde havia o grupo 2, os mosquitos não estavam pousando em cima da amostra, o que mostrava que a tinta estava repelindo. Ao contrário da amostra controle que isto não aconteceu.

A Figura 47, mostra como ficou a amostra sem o óleo de citronela.



Figura 47 - Gaiola com amostra grupo 1. **Fonte:** PRÓPRIO AUTOR, 2020

Na Figura 48, nota-se a ausência de mosquitos sobre a amostra com o grupo 2.



Figura 48 - Gaiola com amostra grupo 2. **Fonte:** PRÓPRIO AUTOR, 2020

Através da Figura 49, é possível observar que na gaiola onde se encontra o grupo 2, os insetos tenderam a ficar o mais longe possível da amostra, se aglomerando na parte de cima. Já na gaiola que havia a amostra controle, eles ficaram mais dispersos.

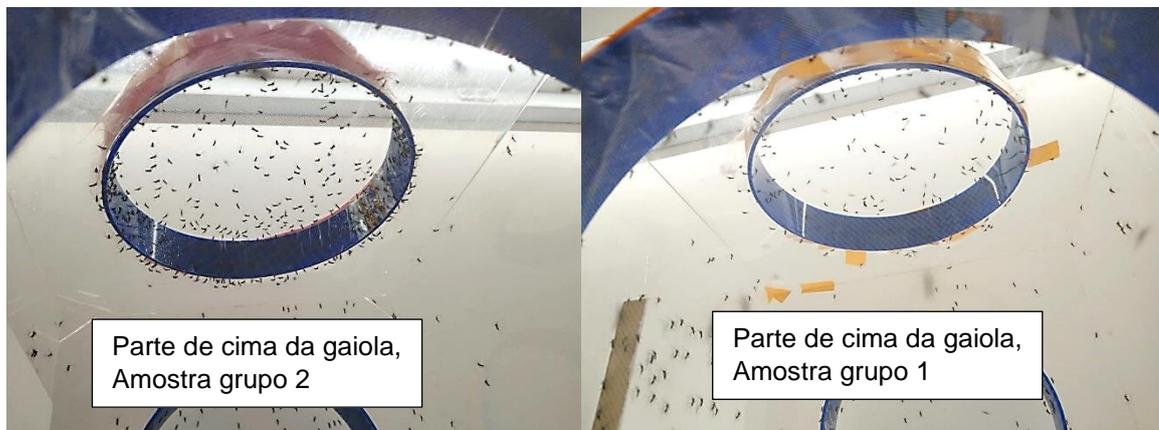


Figura 49 - "Teto" de cada uma das gaiolas. **Fonte:** PRÓPRIO AUTOR, 2020

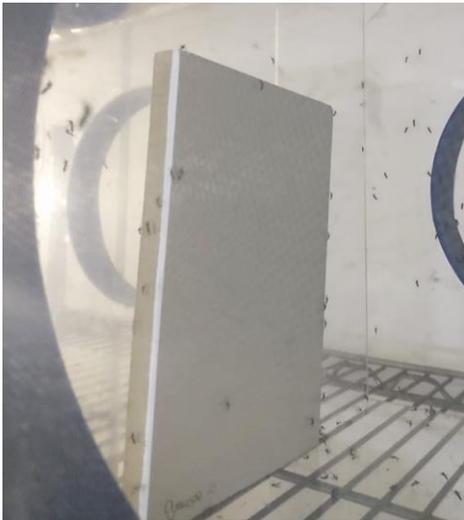
O teste permaneceu durante uma semana, e no esquema da Figura 50 foi possível notar a diferença, pois com o passar dos dias alguns mosquitos tenderam a pousar na amostra do grupo 2, ressalta-se que as fotos não foram tiradas no final de semana e no dia 01/12/2020.



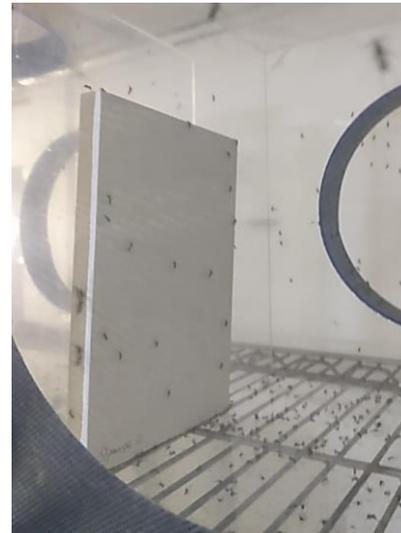
Dia 1 – 25/11/2020



Dia 2 – 26/11/2020



Dia 3 – 27/11/2020



Dia 6 – 30/11/2020



Dia 8 – 02/12/2020

Figura 50 - Teste de sete dias amostra grupo 2.

11 CONCLUSÃO

Através das revisões bibliográficas notou-se que como repelente, a citronela possui substâncias capazes de repelir os insetos, entre eles, o *Aedes aegypti*, o que a torna potencialmente eficaz. A volatilidade do óleo de citronela que o torna pouco efetivo para uso sobre a pele não é um problema para seu uso como repelente ambiental uma vez que, neste caso, a volatilidade é desejada. A dispersão ambiental do óleo deve tornar o mosquito “cego” para identificar humanos no espaço de ação da tinta uma vez que suas antenas terão os poros saturados pelo princípio ativo.

Para a introdução do óleo na tinta foi necessário o uso de um terceiro componente uma vez que são substâncias imiscíveis entre si e neste caso utilizou-se o surfactante da família Renex, sendo que através dos testes, foi possível notar êxito na miscibilidade do óleo e da tinta.

Em relação ao teste de viscosidade, o grupo 1 apresentou maior viscosidade em relação aos outros grupos. Entre os outros grupos, o grupo 2 apresentou maior escoamento comparado ao grupo 3.

No teste de odor, após realizar todo o experimento com os voluntários, notou-se que de modo geral, o grupo 2 apresentou maior intensidade de odor ficando atrás somente do óleo puro.

E por fim, no teste de repelência inicialmente repeliu praticamente todos os mosquitos, mas como já era esperado, devido a volatilidade da citronela o seu cheiro foi ficando cada vez mais fraco no ambiente, no caso a gaiola. Após passados sete dias de teste notou-se que alguns mosquitos pousaram na amostra do grupo 2, onde havia concentração de óleo, isto ocorreu devido o cheiro da amostra se se tornar menos perceptível, permitindo com que fosse possível o pouso dos insetos.

Para uma possível continuação deste trabalho propõe-se algumas mudanças, como por exemplo, a tentativa de microencapsular a citronela na tinta, de forma que o seu cheiro seja liberado aos poucos para o ambiente e principalmente de maneira moderada. O principal fator para isto é o excesso do aroma da citronela no âmbito no qual a tinta será aplicada.

Uma outra proposta também, é tentar encontrar e trabalhar com o princípio ativo da citronela, visto que, em um estudo a essência de citronela conseguiu matar as larvas do *Aedes aegypti*, ou seja, quando adultos está substância tende a apenas repelir os mosquitos. ³

REFERÊNCIAS

- [1] REDAÇÃO. **Casos de dengue no Brasil aumentam 149% em 2019**. Veja. Disponível em: <<https://veja.abril.com.br/saude/casos-de-dengue-aumentam-149-em-2019/>> Acesso em: 26/03/2020.
- [2] CETESB. **Guia técnico ambiental tintas e vernizes**. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/consumosustentavel/wp-content/uploads/sites/20/2013/11/tintas.pdf> > Acesso em: 14/02/2020
- [3] VELOSO, Ronice Alves; CASTRO, Henrique Guilhon; CARDOSO, Pereira Dione. **Óleos essenciais de manjeriço e capim citronela no controle de larvas de Aedes aegypti**. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável. Pombal - PB - Brasil v. 10, n.2, p 101 – 105. Maio, 2015.
- [4] South African Journal of Botany. **Geraniol — A review of a commercially important fragrance material**. Volume 76, Issue 4, October 2010, Pages 643-651.
- [5] KAMMER, Eduardo. **Influência de resinas alquídicas na dispersão de pigmentos**. Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC. 2017. Disponível em: <<http://repositorio.unesc.net/bitstream/1/6764/1/Eduardo%20Hobold%20Kammer.pdf> > Acesso em: 10/03/2020.
- [6] SAKAMOTO, Clóvis. **Epóxi**. SILAEX. Disponível em: <<http://www.silaex.com.br/epoxi.htm>>. Acesso em: 10/03/2020.
- [7] TINTAS E VERNIZES ONLINE. **Resinas acrílicas**. Disponível em: <<http://www.geocities.ws/tintasevernizes/acrilicas.htm>> Acesso em: 11/03/2020.
- [8] SAKAMOTO, Clóvis. **Resina Poliéster Insaturado**. SILAEX. Disponível em: <<https://silaex.ind.br/resina-poliester>> Acesso em: 11/03/2020.
- [9] ABRAFATI. **Tintas e vernizes ciência e tecnologia**. coordenação Jorge M. R. Fazenda - 2 ed. Vol 1 – São Paulo, p 55 – 100.
- [10] JOHNSON, Norman F.; TRIPLEHORN, Charles A. **Estudos dos insetos**. Tradução da 7ª edição de Borror and DeLong's introduction to the study of insects. Editora Cenage Leaening.
- [11] Gerencia de Vigilância em Saúde (GEVS). **Biologia do vetor da dengue**. Governo do Estado do Espírito Santo. Disponível em: <https://mosquito.saude.es.gov.br/Media/dengue/Arquivos/biologia_do_vetor.pdf> Acesso em: 21/02/2020.
- [12] NATAL, Delsio. **Bioecologia do Aedes aegypti**. Biológico, São Paulo, v.64, n.2, p.205-207, jul./dez., 2002.

[13] SECRETÁRIA DA EDUCAÇÃO. **Ciclo do mosquito Aedes**. Disponível em: <<http://www.biologia.seed.pr.gov.br/modules/galeria/detalhe.php?foto=627&evento=4>> Acesso em: 21/02/2020.

[14] TAUIL, Pedro Luiz. **Urbanização e ecologia do dengue**. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 17(Suplemento):99-102, 2001

[15] DOMINGOS, Maria de Fátima. **Aspectos da ecologia de Aedes aegypti (Linnaeus) em Santos, São Paulo, Brasil**. Tese de doutorado apresentada ao Departamento de Epidemiologia da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, 2005. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6132/tde-21122005-083953/publico/Aspectosdabioecologia.pdf>> Acesso em: 21/02/2020.

[16] WEBBA Cameron and MR HESS Isabel. **A review of recommendations on the safe and effective use of topical mosquito repellents**. Publichealth research e practice. Disponível em: <<http://www.phrp.com.au/issues/december-2016-volume-26-issue-5/a-review-of-recommendations-on-the-safe-and-effective-use-of-topical-mosquito-repellents/>> Acesso em: 22/02/2020.

[17] COELHO, Giovanini Evelim e col. **Estratégias de controle do Aedes aegypti: uma revisão**. Epidemiol. Serv. Saude, Brasília, 25(2):391-404, abr-jun 2016.

[18] RODRIGUES, Debora Katharina e col. **Desenvolvimento de um repelente natural a partir dos óleos essenciais de casca de laranja e folha de hortelã**. Projeto de pesquisa da Universidade Federal de Pelotas. Disponível em: <<https://www.studocu.com/pt-br/document/universidade-federal-de-pelotas/metodologia-da-pesquisa/tarefas/projeto-metodologia-2/4880631/view>> Acesso em: 23/02/2020

[19] THE METABOLOMICS INNOVATION CENTRE. **Showing metabocard for Sulcatone (HMDB0035915)**. Disponível em: <<https://hmdb.ca/metabolites/HMDB0035915>> Acesso em: 30/03/2020.

[20] Carolyn S. McBride e col. **Evolution of mosquito preference for humans linked to an odorant receptor**. Nature. 2014 November 13; 515(7526): 222–227. doi:10.1038/nature13964.

[21] CASTRO, Heizir. **Processos químicos industriais II, Óleos e gorduras**. Escola de Engenharia de Lorena. Disponível em: <<https://sistemas.eel.usp.br/docentes/arquivos/5840855/LOQ4023/Apostila5TecnologiaOleoseGorduras.pdf>> Acesso em: 30/10/2020.

[22] OLIVEIRA, Elisama e col. **Caracterização físico-química e potencial repelente de óleo essencial de citronela (Cymbopogon nardus (L.) Rendle) e de botões florais de cravo-da-índia (Syzygium aromaticum (L.) Merr & Perry)**. Instituto Federal Catarinense – Campus Araquari. Trabalho de Defesa de projeto. Disponível em: <<http://quimica.arauari.ifc.edu.br/wp-content/uploads/sites/20/2018/12/TRABALHO-FINAL-CARACTERIZA%C3%87%C3%83O-F%C3%8DSICO-QU%C3%8DMICA-E-POTENCIAL-REPELENTE-DE-%C3%93LEO-ESSENCIAL-DE-CITRONELA-E-DE->>

BOT%C3%94ES-FLORAIS-DE-CRAVO-DA-%C3%8DNDIA.pdf>Acesso em: 14/03/2020.

[23] RIBAS, Jonas; CARRENO, Ana Maria. **Avaliação do uso de repelentes contra picada de mosquitos em militares na Bacia Amazônica.** An. Bras. Dermatol. vol.85 no.1 Rio de Janeiro Jan./Feb. 2010.

[24] SANTOS, Jonas e col. **Avaliação do efeito repelência e larvicida do óleo essencial de cymbopogon citratus e cymbopogon nardus no controle do aedes aegypti.** Revista Eletrônica de Trabalhos Acadêmicos – Universo/Goiânia. ANO 1/ N°3/ 2016.

[25] Seixas, P.T.L.; Castro, H.C.; Santos, G.R.; Cardoso, D.P. **Controle fitopatológico do *Fusarium subglutinans* pelo óleo essencial do capim-citronela (*Cymbopogon nardus* L.) e do composto citronelal.** Rev. bras. plantas med. vol.13 no.spe Botucatu 2011.

[26] OLIVEIRA, Elisama e col. **Caracterização físico-química e potencial repelente de óleo essencial de citronela (*Cymbopogon nardus* (L.) Rendle) e de botões florais de cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum* (L.) Merr & Perry).** Instituto Federal Catarinense – Campus Araquari, 2015. Disponível em: <<http://quimica.arauvari.ifc.edu.br/wp-content/uploads/sites/20/2018/12/TRABALHO-FINAL-CARACTERIZA%C3%87%C3%83O-F%C3%8DSICO-QU%C3%8DMICA-E-POTENCIAL-REPELENTE-DE-%C3%93LEO-ESSENCIAL-DE-CITRONELA-E-DE-BOT%C3%94ES-FLORAIS-DE-CRAVO-DA-%C3%8DNDIA.pdf>> Acesso em: 14/03/2020.

[27] AZAMBUJA, Wagner. **Métodos de extração de óleos essenciais.** Óleosessenciais.org. Disponível em: < <https://www.oleosessenciais.org/metodos-de-extracao-de-oleos-essenciais/>>. Acesso em: 15/03/2020.

[28] MARTINS e Col. **Solubilidade das substâncias orgânicas.** Instituto de Química, Universidade Federal da Bahia, Campus Universitário de Ondina, 40170-115 Salvador – BA, Brasil. Quim. Nova, Vol. 36, No. 8, 1248-1255, 2013.

[29] DALTIM, Decio. **Tensoativos: química, propriedades e aplicações.** USP – São Paulo: Blucher, 2011. Disponível em: <<http://www.usp.br/massa/2014/qfl2453/pdf/Tensoativos-livrodeDecioDaltin-Capitulo1.pdf>> Acesso em: 05/10/2020.

[30] PRETÉ, Paulo Sérgio Castilho. **Solubilização de membranas eritrocitárias: análise quantitativa do efeito hemolítico induzido por surfactantes.** Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia. Campinas, SP: [s.n.], 2006.

[31] BRACAMONTE, Nicolas. **Tensoativos e Micelas.** SlidePlayer. Disponível em: <<https://slideplayer.com.br/slide/4169687/>> Acesso em: 05/10/2020.

[32] BAIN & COMPANY. **Potencial de diversificação da indústria química Brasileira, Relatório 4 – Tensoativos.** BNDS. 1ªEd., maio 2014. Disponível em:

<https://www.bndes.gov.br/arquivos/chamada_publica_FEPprospec0311_Quimicos_Relat4_tensoativos.pdf> Acesso em: 21/09/2020.

[33] LUCENA, Izabelly. **Influência de tensoativos não iônicos na destilação molecular de petróleo.** Tese de Doutorado, UFRN. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/18560/1/IzabellyLL_TESE.pdf> Acesso em: 21/09/2020.

[34] CASA DOS QUÍMICOS. **Renex 95%.** Disponível em: <<https://www.casadosquimicos.com.br/materia-prima/diversos/renex-95-1000-ml>> Acesso em: 27/06/2020.

[35] ALMEIDA, Monique. **Estabilidade de emulsões de água-em-óleo na presença de campo elétrico externo.** Instituto Alberto Luiz Coimbra Pós-graduação e Pesquisa de Engenharia. Disponível em: < <http://portal.peq.coppe.ufrj.br/index.php/producao-academica/dissertacoes-de-mestrado/2014-1/270-estabilidade-de-emulsoes-de-agua-em-oleo-na-presenca-de-campo-eletrico-externo/file>> Acesso em: 03/11/2020.

[36] CORION INNOVATIVE PAINTS. **Corion Repel.** Disponível em: <<https://www.corion.it/en/pages/repel.php>> Acesso em: 19/12/2020.

[37] REPELTEC. **Insect repelente coatings.** Disponível em: <<https://www.repeltechnology.com/paint-coatings>> Acesso em: 19/12/2020.

[38] PROPAIN. **Mosquito Repellent Paint.** Disponível em: <<https://www.propainting.co.za/mosquito-repellent-paint/>> Acesso em: 19/12/2020.

[39] MANAF, Mastura Abd, e col. **Water Based Paint with Java Citronella Oil as Mosquito Repellent Agent.** Applied Mechanics and Materials, September 2014.

[40] DC TECH LABORATORY TECHNOLOGIES. **Entendendo o Sistema de um Cromatógrafo Gasoso (CS).** Disponível em: < <https://www.dctech.com.br/entendendo-um-sistema-de-cromatografia-gasosa-cg/>> Acesso em: 03/11/2020.

[41] GRUBERT, Laila. **O que é a Cromatografia Líquida de Alta Eficiência?** Freitag Laboratórios. Disponível em: <<https://freitag.com.br/blog/o-que-e-a-cromatografia-liquida-de-alta-eficiencia/>> Acesso em: 03/11/2020.

[42] INMETRO. **Ministério do desenvolvimento, indústria e comércio exterior instituto nacional de metrologia, qualidade e tecnologia - INMETRO Portaria n.º 529, de 16 de outubro de 2015.** Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC002326.pdf>> Acesso em: 10/10/2020.

[43] INDAC. **Colagem para chapas acrílicas – como colar acrílico.** Disponível em: <<https://www.indac.org.br/colagem-para-chapas-acrilicas-como-colar-o-acrilico/>> Acesso em: 26/03/2020.