

**CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIFACVEST  
ENGENHARIA CIVIL**

**JOÃO MANOEL DE ANDRADE**

**TINTAS E IMPERMEABILIZANTES APLICADOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Lages  
2021

**JOÃO MANOEL DE ANDRADE**

**TINTAS E IMPERMEABILIZANTES APLICADOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Trabalho de conclusão de curso para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil apresentado à Unifacvest.

Orientador: Prof. Aldori Batista dos Anjos

Lages

2021

JOÃO MANOEL DE ANDRADE

**TINTAS E IMPERMEABILIZANTES APLICADOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Trabalho de conclusão de curso para  
obtenção do título de Bacharel em  
Engenharia Civil apresentado à  
Unifacvest.

BANCA EXAMINADORA:

\_\_\_\_\_/\_\_/\_

Prof. Nome do Professor  
Centro Universitário Unifacvest

\_\_\_\_\_/\_\_/\_

Prof. Nome do Professor  
Centro Universitário Unifacvest

\_\_\_\_\_/\_\_/\_

Prof. Nome do Professor  
Centro Universitário Unifacvest

## **RESUMO**

A tinta é um material apresentado na forma líquida e que, quando aplicado, com ou sem diluição sobre uma superfície, resulta em um sólido, contínuo, uniforme e aderente após a secagem e cura. Tendo isso em vista, esse material tem a função de revestir dada superfície com a finalidade de tornar o seu aspecto mais agradável e conferir proteção. Nesse âmbito, a prática da pintura é, muitas vezes utilizada na construção civil com o fito de proporcionar proteção e até mesmo acabamento ao substrato. Além disso, oferece melhor higienização dos ambientes, controle de luminosidade e sinalização. Aplicação de tinta, gerando acabamento e maior proteção. Vale destacar, também, sobre os impermeabilizantes, nesse contexto, os Impermeabilizantes são substâncias hidro-repelentes, que impedem que a água penetre em determinada superfície. Portanto, o uso de impermeabilizantes é fulcral na construção civil. No entanto, é preciso saber que existem diversos tipos de impermeabilizações. Os mais comuns são os rígidos e os flexíveis. Dessa forma, o presente estudo possui como principal objetivo externar sobre tintas e a impermeabilização na construção civil.

**Palavras-Chave:** Impermeabilização; Tinta; Construção civil.

## **ABSTRACT**

Paint is a material presented in liquid form and, when applied, with or without dilution, on a surface, results in a solid, continuous, uniform and adherent after drying and curing. With this in mind, this material has the function of coating a given surface in order to make its appearance more pleasant and provide protection. In this context, the practice of painting is often used in civil construction with the aim of providing protection and even finishing to the substrate. In addition, it offers better cleaning of environments, lighting and signaling control. Paint application, generating finish and greater protection. It is also worth noting about waterproofing, in this context, waterproofing products are water-repellent substances that prevent water from penetrating a certain surface. Therefore, the use of waterproofing is essential in civil construction. However, you must know that there are different types of waterproofing. The most common are rigid and flexible ones. Thus, the main objective of this study is to externalize on paints and waterproofing in civil construction.

**Keywords:** Waterproofing; Ink; Construction.

## Sumário

<b>1.INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
1.1 OBJETIVOS.....	12
<b>1.1.1 Objetivo Geral</b> .....	<b>12</b>
<b>1.1.2 Objetivos Específicos</b> .....	<b>12</b>
1.2 JUSTIFICATIVA.....	12
1.3 METODOLOGIA .....	13
<b>1.3.1 Tipologia da pesquisa</b> .....	<b>13</b>
<b>1.3.2 Definição do assunto</b> .....	<b>13</b>
<b>1.3.3 Universo da pesquisa</b> .....	<b>13</b>
<b>2. REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	<b>14</b>
2.1 IMPERMEABILIZAÇÃO.....	14
2.1.1 UMIDADE DE FILTRAÇÃO.....	16
2.1.2 UMIDADE DA OBRA.....	18
2.2 SISTEMAS IMPERMEABILIZANTES.....	21
2.2.1 IMPERMEABILIZAÇÃO RÍGIDA.....	22
2.2.2. ARGAMASSA IMPERMEABILIZADA.....	24
2.2.3. IMPERMEABILIZAÇÃO FLEXÍVEL.....	25
2.2.4 CIMENTO IMPERMEABILIZANTE.....	25
2.3 HISTÓRIA DA TINTA.....	26
2.4 TINTAS.....	29
2.5 QUALIDADE DAS TINTAS.....	31
2.6 COMPOSIÇÃO DAS TINTAS.....	32
<b>2.6.1 Solvente</b> .....	<b>32</b>
<b>2.6.2 Resina</b> .....	<b>34</b>
<b>2.6.3 Pigmentos</b> .....	<b>36</b>
<b>2.6.4 Aditivos</b> .....	<b>38</b>
2.6.5 Tensoativos.....	40
2.7 FORMULAÇÃO DAS TINTAS.....	42

2.8 MATERIAIS IMPERMEABILIZANTES.....	44
<b>2.8.1 Manta.....</b>	<b>44</b>
2.9 PROCESSO DE IMPERMEABILIZAÇÃO.....	49
<b>3. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>52</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>53</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A impermeabilização tem a função de impedir a passagem indesejável de fluidos e principalmente da água e vapores, permitindo a funcionalidade e durabilidade da construção, além de proteger dos inúmeros problemas patológicos que poderão surgir com a infiltração e outros componentes agressivos da atmosfera.

O setor da construção civil busca soluções que visam prolongar a vida útil das edificações, em questões referentes às infiltrações. Neste contexto, o estudo de soluções que resolvam os problemas causados por infiltrações de água em edificações assume grande relevância. Além do prejuízo material provocado pela umidade, existem também danos causados à saúde dos usuários, pelo mofo que se forma, ocasionando problemas alérgicos e de ordem respiratória. Sob o ponto de vista da durabilidade, a umidade indesejada, presente em partes das edificações, gera patologias capazes de reduzir a vida útil da edificação, comprometendo a sua segurança. Existe hoje uma preocupação com o desenvolvimento de projetos específicos para impermeabilização, no sentido de que contenham especificações dos materiais a serem utilizados, detalhes construtivos e forma de execução do sistema escolhido, para o bom desempenho do sistema impermeabilizante. (SCHEREIBER, MAGALHÃES, 2021).

As tintas são materiais geralmente líquidos ou em pó solúvel, constituído de veículo, pigmentos, solventes e aditivos. Os pigmentos são partículas (pó) sólidas e insolúveis, que podem ser divididos em dois grandes grupos: ativos e inertes. Os pigmentos ativos conferem cor e poder de cobertura à tinta, enquanto os inertes (ou cargas) se encarregam de proporcionar lixabilidade, dureza, consistência e outras características. O veículo, constituído por resinas, é responsável pela formação da película protetora na qual se converte a tinta depois de seca. (SILVA, 2019).

De acordo com Júnior (2012), as tintas constituem-se em um produto industrial de enorme aplicabilidade no mundo moderno. Com uma gama de aplicação tão diversa, seja na Indústria Automotiva, Indústria de Alimentos e em diversas outras áreas, como na Imobiliária, que no Brasil representa 79% do mercado de tintas. Na Construção Civil as tintas têm relevada importância também pelas extensões das áreas pintadas, implicando num alto custo. Além de sua influência psicológica sobre as pessoas, as tintas podem facilitar a higienização dos ambientes, proporcionar conforto térmico e controlar a luminosidade. A diversidade de tintas fabricadas à base de resinas vinílicas, acrílicas, alquídicas, epóxi, poliuretânicas, fenólicas, silicones, borracha clorada, e ainda outras à base de cal, cimento, silicato, terra, dificulta a determinação da melhor escolha para aplicação em cada superfície. Dessa forma, o presente estudo irá tratar sobre as tintas e os impermeabilizantes aplicados na construção civil.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

Elencar os tipos de tinta e impermeabilizantes utilizados na construção civil, enfatizando suas características técnicas e aplicabilidade.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

- a) Conceituar tintas e impermeabilizantes;
- b) Mostrar quais os tipos de tinta e impermeabilizantes existentes na construção civil;
- c) Destacar quais os tipos de tinta e impermeabilizantes mais utilizados na construção civil juntamente com suas áreas de aplicação;
- d) Ressaltar a importância da mão de obra qualificada na aplicação de tintas e impermeabilizantes;
- e) Apresentar as inovações tecnológicas.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

A pintura é utilizada na construção civil com o objetivo de proporcionar proteção e acabamento ao substrato. Além disso, oferece melhor higienização dos ambientes, controle de luminosidade e sinalização. Nesse âmbito, de acordo com Júnior (2012), o mercado brasileiro de tintas para revestimentos em 2008 teve um faturamento de

US\$2,95 bilhões, produzindo um volume de 1,13 bilhões de litros. O Brasil está entre os cinco maiores países ocidentais produtores de tintas, mesmo assim o consumo per capita é ainda baixo, porém com grandes possibilidades de crescimento (FAZENDA, 2009). O segmento de Tintas Imobiliárias representa, em média, 77% da produção e 60% do faturamento anual da indústria nacional de tinta, o que corresponde ao consumo de 662 milhões de litros e ao faturamento de 792 milhões de dólares (SILVA, 2005).

A impermeabilização é importante haja vista que o seu emprego impede os mais variados tipos de manifestações patológicas, além de outros fatores problemáticos que podem ocorrer em uma construção. Nessa ótica, torna-se cada vez mais necessário realizar inspeções com o fito de prevenir infiltrações na estrutura da edificação, estes fatores são de extrema importância e devem ser previstos no desenvolvimento do projeto. Além disso, os entraves consequentes da infiltração podem gerar graves entraves como o atraso no prazo de entrega da obra e aumento no custo total do projeto ou, até mesmo, no reparo das patologias.

### 1.3 METODOLOGIA

#### 1.3.1 Tipologia da pesquisa

Este presente estudo possui uma abordagem de âmbito explicativo, tendo em vista que seu objetivo é informar sobre tintas e impermeabilizantes aplicados na construção civil. Além disso, para desenvolver a pesquisa foram utilizadas fontes primárias, artigos e relatórios técnicos, e terciários, resumos. O resultado obtido pela pesquisa pode ser considerado de caráter qualitativo, tendo em vista que ele expõe a análise de conceitos e ideias sobre o tema baseado em artigos científicos, TCC e pesquisas acadêmicas que dissertam sobre o tema escolhido.

#### 1.3.2 Definição do assunto

O presente trabalho está destinado a tratar sobre o assunto de tintas e impermeabilizantes aplicados na construção civil e a sua importância.

#### 1.3.3 Universo da pesquisa

O presente trabalho tem como foco principal os profissionais que atuam na área da construção civil, sejam eles engenheiros civis, técnicos em edificações e outros.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 IMPERMEABILIZAÇÃO

Conforme Pozolli (1991), as primeiras impermeabilizações executadas no Brasil, foram em edificações construídas pelos portugueses no século XVI, eram as fortalezas que ficavam em contato com o mar. Nelas foram utilizada argamassa de óleo de baleia, misturado com cal e areia, que apresentavam grande durabilidade e baixa permeabilidade, e que até hoje continua atendendo as necessidades da obra. A primeira utilização de material betuminoso em coberturas, parecida com a que executamos atualmente, foi em 1790, na Suécia, sendo com tábuas revestidas com papel e impermeabilizadas com alcatrão. Em 1845 começaram a ser utilizados, nos Estados Unidos, feltros impregnados de alcatrão para coberturas. Começou utilizando o alcatrão de madeira, depois o alcatrão de hulha, e por fim o asfalto oxidado, que foi desenvolvido a partir 1894. (MAGALHÃES, 2012).

Picchi (1986), define a impermeabilização como proteção da construção contra a passagem de líquidos, compreendendo todos os materiais, componentes, e acessórios necessários para formar uma barreira estanque à água. Já para a NBR 9575 (ABNT 2010), a impermeabilização consiste em um “conjunto de operações e técnicas construtivas (serviços), composto por uma ou mais camadas, que tem por finalidade proteger as construções contra a ação deletéria de fluidos, de vapores e da umidade”. Sendo assim, a partir destas definições, pode-se chegar ao papel principal da impermeabilização, que está diretamente ligado à durabilidade da edificação. O Instituto Brasileiro de Impermeabilização (IBI, 2018) define essa finalidade da seguinte forma: “propiciar a habitabilidade e funcionalidade da edificação, assim como a saúde, segurança e bem-estar dos usuários, além da preservação dos ativos imobiliários formados pelo patrimônio edificado”, já que a umidade acaba agindo na deterioração da estrutura através de degradação do concreto, corrosão das armaduras, anomalias em tintas e outros revestimentos, entre outras manifestações patológicas (IBI, 2018). (DONATONI, 2003).

Segundo a NBR 9575/2003, impermeabilização é o produto resultante de um conjunto de componentes e serviços que objetivam proteger as construções contra a ação deletéria de fluidos, de vapores e da umidade. Picchi (1986) afirma que a

impermeabilização é considerada um serviço especializado dentro da construção civil, sendo um setor que exige uma razoável experiência, no qual detalhes assumem um papel importante e onde a mínima falha, mesmo localizada, pode comprometer todo o serviço. Além disso, há a necessidade de acompanhamento da rápida evolução dos materiais e sistemas, o que propicia o surgimento de projetistas especializados. A impermeabilização é de fundamental importância na durabilidade das construções, pois os agentes trazidos pela água e os poluentes existentes no ar causam danos irreversíveis a estrutura e prejuízos financeiros difíceis de serem contornados. A impermeabilização é fator importantíssimo para a segurança da edificação e para a integridade física do usuário. (RIGHI, 2009).

Segundo Zanotti (1999), levam-se em conta que as estruturas nas edificações deverão ser dimensionadas para suportar diversos tipos de movimentos e cargas, inerentes ao meio em que se vive, e de que este meio sofre mutações climáticas de acordo com a umidade relativa, a temperatura, o vento, a chuva, o calor, dentre outros. Portanto, faz-se necessário protegê-las das infiltrações e do calor, para se obter maior vida útil dos materiais de construção, dando melhor desempenho e conforto às habitações. Para tal, é preciso constar a impermeabilização em um projeto para ela também ser prevista, de acordo com as propriedades por ela exercidas, em cálculos estruturais e coordenada aos demais projetos, hidráulicos, elétricos, etc. (REZENDE, 2016).

O projeto de impermeabilização deve ser desenvolvido e compatibilizado juntamente com os demais projetos da obra, prevendo especificações, dimensões, cargas e os detalhes construtivos. Um projeto inadequado irá exigir, posteriormente, uma série de retrabalhos e ainda poderá gerar inúmeras patologias, como fissuras, corrosão de armaduras, florescências, dentre outras. A desinformação a respeito das técnicas e materiais de impermeabilização, devido ao grande número de materiais e sistemas que são lançados no mercado, é também uma das causas dos diversos problemas do insucesso dos sistemas de impermeabilização. (MAGALHÃES, 2012).

Durante a elaboração do projeto de impermeabilização as principais normas auxiliares são: NBR 9575 (ABNT, 2010) – Impermeabilização: Seleção e Projeto e a NBR 9574 (ABNT, 2008) – Execução de impermeabilização. Nesta etapa é possível analisar de maneira mais eficiente todas as interferências construtivas, finalidades de cada área, necessidades específicas, entre outros aspectos, o que possibilitará a

escolha adequada dos sistemas e matérias que alcançarão melhores desempenho em relação ao tipo de edificação.

O projeto de impermeabilização deve conter aspectos que determinem de forma clara todos os processos necessários, para que a impermeabilização seja feita de forma correta. Segundo Benzana (2016), preconiza que um projeto de impermeabilização deve haver clareza e especificar a interação com os elementos de instalação, e deve conter aspectos como o percentual de caimento de calhas, ralos e especificações de temperatura do aquecimento de manta asfáltica, caso seja utilizada.

No mesmo contexto a NBR 9575 (ABNT, 2010), detalha que o projeto de impermeabilização deve ser elaborado de modo que:

- a) evitar a passagem de fluidos evapores nas construções, pelas partes que requeiram estanqueidade podendo ser integrados ou não outros sistemas construtivos, desde que observadas normas específicas de desempenho que proporcionem as mesmas condições de estanqueidade;
- b) proteger os elementos e componentes construtivos que estejam expostos ao intemperismo, contra a ação de agentes agressivos presentes na atmosfera;
- c) proteger o meio ambiente de agentes contaminantes por meio da utilização de sistemas de impermeabilização;
- d) possibilitar sempre que possível acesso à impermeabilização, com o mínimo de intervenção nos revestimentos sobrepostos a ela, de modo a ser evitada, tão logo sejam percebidas falhas do sistema impermeável, a degradação das estruturas e componentes construtivos (ABNT, 2010, p.11).

**Tabela 1- Origem da umidade**

<b>Origens</b>	<b>Presente na</b>
Umidade proveniente da execução da construção	Confecção do concreto Confecção de argamassas Execução de pinturas
Umidade oriunda das chuvas	Cobertura (telhados) Paredes Lajes de terraços
Umidade trazida por capilaridade (umidade ascensional)	Terra, através do lençol freático
Umidade resultante de vazamento de rede de água e esgotos	Paredes Telhados Pisos Terraços
Umidade de condensação	Paredes, forros e pisos Peças com pouca ventilação Banheiros, cozinha e garagens

Fonte: <https://repositorio.ufmg.br/bitstream>

### **2.1.1 Umidade de infiltração**

Nas atuais edificações brasileiras, há uma grande incidência de infiltrações em alvenarias devido às mais diversas causas, ocasionando condições de insalubridade e o conseqüente desconforto pessoal, além de contribuir para uma acelerada deterioração dos respectivos materiais. Na grande maioria das vezes, os trabalhos de recuperação estão baseados em diagnósticos distorcidos, resultando em soluções incompletas ou não eliminando as reais causas, provocando, muitas vezes, o retorno do problema. O conhecimento das formas de manifestação das patologias devido à presença da umidade é um dado essencial que permite identificar claramente as causas e propor as soluções adequadas. Este estudo mostra algumas formas de manifestação das patologias devido à presença da umidade, os danos que elas causam nas edificações e suas possíveis soluções de reparação. (VIERA, TONEL, 2007).

A umidade passa das áreas externas às internas por pequenas trincas, pela alta capacidade dos materiais absorverem a umidade do ar ou mesmo por falhas na interface entre elementos construtivos, como planos de parede e portas ou janelas.

Em geral, é ocasionada pela água da chuva e, se combinada com o vento, pode agravar a infiltração com o aumento da pressão de infiltração. (RIGHI, 2009).

Os problemas de umidade quando surgem nas edificações, sempre trazem um grande desconforto e degradam a construção rapidamente, sendo as soluções caras. Conforme citado anteriormente, como fatores que geraram aumento do número e intensidade de patologias, o aparecimento frequente de problemas ocasionados por umidade é decorrente de características construtivas adotadas pela arquitetura moderna assim como os novos materiais e sistemas construtivos empregados nas últimas décadas. Com o uso do concreto armado, as paredes passam a ter como função principal a de vedação, deixam de serem portantes, resultando assim em paredes mais esbeltas. Há também a utilização de pré-fabricados e de novos materiais que trouxeram consigo as juntas. (SOUZA, SILVA, 2008).

A infiltração inicia-se quando a água existente nos espaços vazios do solo movimenta-se para dentro da construção provocando as indesejáveis manchas de umidade e infiltrações maiores, com o aparecimento ou “afloramento” da água na superfície. Surgem também, devido a problemas hidráulicos, como tubulações quebradas ou mal feitas no interior das paredes. Por fim, podem ter origem da chuva também. A umidade por infiltração é a penetração direta de água no interior das construções, ocasionando danos aos elementos construtivos da edificação. Quando ocorrem deixam o ambiente com aspecto sujo e de descuido, mofado, com várias manchas, bolhas e cheiro de umidade, conforme ilustração abaixo. (AGUIAR, 2012).

**Figura 1- Umidade por infiltração**



Fonte: <https://repositorio.ufmg.br/bitstream>

### **2.1.2 Umidade da obra**

Queruz (2007) caracteriza como a umidade que ficou interna aos materiais por ocasião de sua execução e que acaba por se exteriorizar em decorrência do equilíbrio que se estabelece entre material e ambiente. Um exemplo desse tipo de situação é a umidade contida nas argamassas de reboco, que transferem o excesso de umidade para a parte interna das alvenarias, necessitando de um prazo maior do que o da cura do próprio reboco para entrar em equilíbrio com o ambiente interno. (RIGHI, 2009).

Apesar de todo avanço tecnológico, a construção civil ainda enfrenta diversos problemas referentes a patologias nas edificações industriais, laborais e habitacionais que para acompanhar o acelerado crescimento urbano da sociedade moderna acaba deixando pequenas falhas que não fiscalizada e corrigida podem se tornar graves patologias como rachaduras, trincas, fissuras, fungos, infiltrações, bolor e mofo e

corrosão de armaduras em concreto. (...) Outro fator a se considerar são as mudanças que marcaram cada sociedade e sua época, pois para cada sociedade havia determinada tecnologia e recursos presentes. Como a sociedade caçadora coletora que disponibilizava somente dos recursos naturais para se abrigar, enquanto a sociedade moderna com a ajuda das tecnologias passou a transformar os recursos em produtos e materiais a serviço de sua sobrevivência criando diversas técnicas que aprimoraram a construção civil (BELGO BEKAERT, 2018) (LOTTERMANN, 2014).

O fundador e idealizador do Centro Tecnológico de Controle de Qualidade, órgão voltado a construção civil, o Engenheiro Luiz Alfredo Falcão Bauer (2008, p. 903), polêmico em sua vida profissional, defendia a existência de outros três importantes fatores responsáveis no surgimento de patologias nas edificações: falhas no projeto; erros de execução, seja por deficiência de mão de obra, desconhecimento ou não observância de Normas Técnicas e problemas de manutenção ou sua ausência. Alguns profissionais consideram a umidade como algo trivial. No entanto, mesmo sendo uma manifestação construtiva comum, ela não pode nem deve ser banalizada em uma edificação, uma vez que a umidade pode ocasionar em prejuízos aos moradores, bem como graves consequências à estrutura de sustentação de uma obra. (Aguiar, 2012).

**Figura 2- Umidade na construção**



Fonte: <https://repositorio.ufmg.br/bitstream>

Corroborando Costa (2009) menciona que a patologia em construção civil constitui um ramo da engenharia que estuda a natureza, origem, causas e consequências da manifestação das falhas e defeitos que surgem em equipamentos, peças, materiais, acabamentos que constituem uma obra ou edificação. Dessa, forma, considerando o termo patologia como estado doentio ou de anormalidade, pode-se compreender o estado patológico nas construções como um fenômeno que apresenta defeitos, falhas ou problemas que afetam ou prejudicam uma ou mais das funções da edificação. Sendo assim, esse problema é visto como uma doença que necessita ser diagnosticado e tratado (FÓRUM DA CONSTRUÇÃO, 2016). (MACHADO, ALENCAR, 2019).

Após a análise dos tipos de umidade, das condições da obra, e das obrigatoriedades que as normas relacionadas estipulam, pode-se chegar ao sistema que será utilizado. Conseqüentemente serão de conhecimento os produtos mais viáveis, que, por causa da diversidade encontrada no mercado, para melhor desempenho, é recomendado o treinamento da mão-de-obra responsável pelo procedimento, ou firmar contrato com empresas especializadas no assunto, pois como visto anteriormente, a grande maioria dos erros relacionados a impermeabilização são

cometidos por parte da mão-de-obra. Nesses casos é necessária a fiscalização, e seguindo esse raciocínio, Righi (2009) afirma que, o controle da execução da impermeabilização é fundamental para sua eficácia e o mesmo deve ser feito pela empresa aplicadora e pelo responsável da obra. (HUSSEIN, 2013).

## 2.2 SISTEMAS IMPERMEABILIZANTES

Segundo o IBI (Instituto Brasileiro de Impermeabilização), em vários países a impermeabilização iniciou-se com o uso de óleo de baleia na mistura das argamassas de assentamento e revestimento. No Brasil, ela ganhou destaque na construção civil, e começou a ser normatizada em razão da construção do Metrô em São Paulo, que por ser uma obra de grande porte e enterrada, precisava de maior atenção nesse tema. Em seguida, para dar continuidade ao trabalho, surgiu o Instituto Brasileiro de Impermeabilização, que ressaltou a importância do procedimento. Apesar dos estudos realizados, do surgimento de tecnologias que inovaram os produtos que são utilizados e da obrigatoriedade do projeto de impermeabilização, pode-se afirmar que a impermeabilização não está presente em todas as obras, pois não é vista como viável economicamente, já que na maioria das vezes, recebe algum tipo de revestimento, até por questão de estética, o que a torna invisível depois do término da execução da obra. Além disso, por não ter função estrutural, acaba sendo menosprezada, e, na visão comum do consumidor, se torna algo dispensável. (HUSSEIN, 2003).

Segundo a ABNT NBR9575:2003 (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2003), o projeto de impermeabilização se divide em dois: o projeto básico e o projeto executivo. O projeto básico contém as informações fundamentais para que a impermeabilização seja feita de modo correto, cumprindo sua função de proteger a construção da umidade. Ele deve ser realizado para obras de edificações multi familiares, comerciais e mistas, industriais, bem como para túneis, barragens e obras de arte, pelo mesmo responsável pelo projeto legal de arquitetura, conforme definido na ABNT NBR13532: 1995 (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2003, 1995). O projeto executivo é a união de informações baseadas no projeto básico de impermeabilização, porém possui especificações detalhadas de todos os sistemas de impermeabilização a serem utilizados na construção. Além disso, o referido projeto deve ser feito levando em consideração a existência dos projetos arquitetônico, estrutural, hidráulico-sanitário, águas pluviais, gás e elétrico, para não ocasionar

problemas com sobrecargas, detalhamentos, e até mesmo com a estética do prédio. (HUSSEIN, 2013).

De acordo com Magalhães (2012), devido sua importância deve-se observar as seguintes etapas na execução do sistema de impermeabilização:

- Projeto de impermeabilização;
- Materiais impermeabilizantes;
- Mão de obra de aplicação;
- Qualidade da construção;
- Orientação aos usuários;
- Fiscalização;
- Memorial descritivo;

Os sistemas de impermeabilização podem ser classificados em vários tipos, uma das classificações mais utilizadas é em relação a sua flexibilidade. Nesta classificação os sistemas variam dentre rígidos, flexíveis e semi-flexíveis.

É importante ressaltar que a NBR 9574 (ABNT, 2008) - Execução de Impermeabilização, impõe algumas condições mínimas de utilização, dentre elas a de que “A inclinação do substrato das áreas horizontais deve ser no mínimo de 1 % em direção aos coletores de água. Para calhas e áreas internas é permitido o mínimo de 0,5 %”.

### **2.2.1 Impermeabilização Rígida**

A NBR 9575 (ABNT, 2010), define impermeabilização rígida como “conjunto de materiais ou produtos que não apresentam características de flexibilidade compatíveis e aplicáveis às partes construtivas não sujeitas à movimentação do elemento construtivo” (ABNT NBR 9575, 2010, p. 15). É aquela em que o componente, concreto ou argamassa, torna-se impermeável pela inclusão de aditivos químicos, aliado à correta granulometria dos agregados e redução da porosidade do elemento. (MOURA, 2020). As impermeabilizações rígidas têm módulo de elasticidade próximo ao da argamassa ou concreto sobre o qual será executada. (SILVEIRA 2018). A impermeabilização rígida não suporta a movimentação da estrutura, por isso é utilizada em estruturas não sujeitas à fissuração ou a grandes deformações. Já as flexíveis, possuem a capacidade de se alongar em função da exigência estrutural e

de absorver a fissuração se forem adequadamente especificados. (MAPADAOBRA, 2017).

Dessa forma, os sistemas de impermeabilização rígida são utilizados em fundações, subsolos, poço de elevador, reservatórios e piscinas enterradas, vigas baldrame e muros de arrimo, pisos em contato direto com o solo. Para este tipo de serviço deve sempre ser priorizada a escolha de materiais de qualidade e a execução de um sistema de impermeabilização rígida deve ser feito de maneira correta e por profissionais especializados, visto que quase sempre os elementos são enterrados e com difícil acesso e isso significa uma maior dificuldade para manutenção preventiva e eventuais intervenções corretivas. (SALES, 2016).

Magalhães (2012) disserta que a impermeabilização rígida é aquela que torna a área aplicada impermeável pela inclusão de aditivos químicos, aliado a correta granulometria dos agregados e redução da porosidade do elemento, entre outros. Os impermeabilizantes rígidos não trabalham junto com a estrutura, o que leva a exclusão de áreas expostas a grandes variações de temperatura. Este tipo de impermeabilização é indicado para locais que não estão sujeitos a trincas ou fissuras, tais como:

- Locais com carga estrutural estabilizada: poço de elevador, reservatório inferior de água (enterrado);
- Pequenas estruturas isostáticas expostas;
- Condições de temperatura constantes: subsolos, galerias e piscinas enterradas, galeria de barragens.

Além disso, Rezende (2016), destaca que na impermeabilização rígida, geralmente são aplicadas em superfícies tratadas como revestimentos de argamassa, pisos de concreto, ou elementos enterrados por não poderem sofrer muitas vibrações, por conta disso sua eficácia é afetada pela integridade do sistema, assim fissuras podem servir de caminho para infiltrações. Exemplos desses produtos:

- Cristalizantes: São compostos de cimentos aditivados, resinas e água. Eles são aplicados diretamente sobre as estruturas em áreas sujeitas à umidade ou em locais enterrados.

- Argamassa impermeável: São argamassas de cimento e areia que precisam de aditivos que repelem a água, para adquirirem propriedades impermeáveis, são indicados para baldrames, piscinas, solos, piso em contato com solo.
- Argamassa polimérica: Argamassas industrializadas disponíveis na versão de cimento aditivado com e resinas líquidas, e deve ser misturadas antes da aplicação, elas são indicadas reservatórios e piscinas enterrados
- Cimento polimérico: Revestimento semi-flexível aplicado com trincha ou broxa, recomendado para reservatórios enterrados, baldrames, muro de arrimo.
- Epóxi: Impermeável à água e ao vapor, tem grande resistência mecânica e química, são recomendados a tanques de armazenamento de produtos químicos.

### **2.2.2 Argamassa impermeabilizada**

Aditivos hidrófugos são aditivos impermeabilizantes de pega normal, reagindo com o cimento durante o processo de hidratação. São compostos de sais metálicos e silicatos (DENVER,2008). Os aditivos hidrófugos proporcionam a redução da permeabilidade e absorção capilar, através do preenchimento de vazios nos capilares na pasta de cimento hidratado, tornando os concretos e argamassas impermeáveis à penetração de água e umidade. (SIKA,2008). (RIGHI, 2009).

De acordo com o manual publicado por Vedacit (2010), A argamassa impermeável deve ser aplicada de forma contínua, com espessura de 30 mm, sendo a aplicação em camadas sucessivas de 15 mm, evitando-se a superposição das juntas de execução. A primeira camada deve ter acabamento sarrafeado, a fim de oferecer superfície de ancoragem para camada posterior, sendo a argamassa impermeável manualmente adensada contra a superfície para eliminar ao máximo o índice de vazios. As duas camadas devem ser executadas no mesmo dia, caso contrário, a última camada deve ser precedida de chapisco. Quando houver descontinuidade devido à interrupção de execução, a junta deve ser previamente chanfrada e chapiscada. A última camada deve ter acabamento com uso de desempenadeira.

Pronta para impermeabilização e com alto rendimento, a Argamassa Impermeabilizante diferencia-se por barrar a umidade do solo, resistindo à pressão e à contrapressão d'água. Esta argamassa não necessita da mistura de diversos

produtos, bastando acrescentar água e aplicar. É composta por cimento, agregados minerais, aditivos especiais e polímeros. (GOES, 2017).

### **2.2.3 Impermeabilização flexível**

Magalhães (2012) destaca que a Impermeabilização flexível compreende o conjunto de materiais ou produtos aplicáveis nas partes construtivas sujeitas à fissuração que podem ser divididos em dois tipos: moldados no local, chamados de membranas e também os pré-fabricados, chamados de mantas. O sistema flexível de impermeabilização é normalmente empregado em locais tais como:

- Reservatórios de água superior;
- Varandas, terraços e coberturas;
- Lajes maciças, mistas ou pré-moldadas;
- Piscinas suspensas e espelhos d'água;

Impermeabilização flexível compreende o conjunto de materiais ou produtos aplicáveis nas partes construtivas sujeitas à fissuração e podem ser de dois tipos, moldadas no local e chamadas de membranas ou pré-fabricadas e chamadas de mantas. As membranas podem ou não ser estruturadas. Como principais estruturantes podem se incluir a tela de poliéster termo estabilizada, o véu de fibra de vidro e o tecido de poliéster. O tipo de estruturante é definido conforme as solicitações de cada área e dimensionamento de projeto. Devem-se aplicar sobre o estruturante outras camadas do produto, até atingir a espessura ou consumo previsto no projeto. (RIGHI, 2009).

### **2.2.4 Cimento Impermeabilizante**

O produto é uma solução aquosa de silicato modificado, quando misturado com a água e o cimento, que é um produto de alta alcalinidade, transforma-se em hidrosilicato, que tem como principais características ser um cristal insolúvel em água, que preenche os poros da argamassa (SIKA,2008). O produto é usado como aditivo líquido de pega ultra-rápida em pastas de cimento. Essa pasta apresenta

início de pega entre 10 e 15 segundos e fim entre 20 e 30 segundos, e possui alta aderência e grande poder de tamponamento (SIKA,2008). (RICHI, 2009).

**Figura 3-** Aplicação do cimento impermeabilizante



Fonte: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/7741/RIGHI,%20GEOVANE%20VENTURINI.pdf>

## 2.5 TINTAS APLICADAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

As tintas são materiais geralmente líquidos ou em pó solúvel, constituído de veículo, pigmentos, solventes e aditivos. Os pigmentos são partículas (pó) sólidas e insolúveis, que podem ser divididos em dois grandes grupos: ativos e inertes. Os pigmentos ativos conferem cor e poder de cobertura à tinta, enquanto os inertes (ou cargas) se encarregam de proporcionar lixabilidade, dureza, consistência e outras características. O veículo, constituído por resinas, é responsável pela formação da película protetora na qual se converte a tinta depois de seca. Os solventes são utilizados em diversas fases de fabricação das tintas, ou seja, para facilitar o empastamento dos pigmentos, regular a viscosidade da pasta de moagem, facilitar a fluidez dos veículos e das tintas prontas na fase de enlatamento. Na obra empregam-se solventes para melhorar a aplicabilidade da tinta, alastramento, etc. Entre os solventes mais comuns estão a água, aguarrás, álcoois, acetonas, xilol e outros.

Os aditivos são, geralmente, produtos químicos sofisticados, com alto grau de eficiência, capazes de modificar, significativamente, as propriedades da tinta. Os aditivos mais comuns são os secantes, molhados, antiespumantes, plastificantes, dispersantes, engrossantes, bactericidas, e outros.

### **2.5.1 Qualidade das Tintas Vernizes e Complementos**

Baseando-se em algumas características das tintas, de fácil observação, podemos verificar, na obra, as condições de utilização do material, notadamente as seguintes:

- Estabilidade Ao abrir a lata verificar se não há excesso de sedimentação, coagulação, empedramento, separação de pigmentos ou formação de pele, de tal maneira, que não se torne homogênea através da simples agitação manual. A tinta nunca deve apresentar odores pútridos ou vapores tóxicos.

- Rendimento/Cobertura Essas características são funções da qualidade e quantidade de resinas e pigmentos utilizados na formulação da tinta. Essa análise é feita de forma comparativo, através de amostras, verificando-se ainda a aplicabilidade (se a tinta se espalha facilmente, com bom alastramento e nivelamento, sem ficar marcas de pincel ou rolo etc.) a durabilidade (resistência às intempéries, maior ou menor tempo de sofrer alterações) e a lavabilidade (deve resistir à ação dos agentes químicos domésticos, tais como, detergente, água sanitária etc)

- Tintas Usadas na Construção Civil: Linha PVA • Látex PVA (produto à base de resina de acetato de polivinila, pigmentos e solventes. Sobre reboco rende 10 a 12m<sup>2</sup> por litro e sobre massa corrida 12 a 15m<sup>2</sup> por litro, por demão). • Massa corrida (também à base de resina PVA, utilizada para nivelar e corrigir imperfeições da superfície interna de reboco, rende de 2 a 3m<sup>2</sup> por litro). • Líquido selador (à base de resina de PVA, aditivos e solventes, indicado para selar paredes internas de reboco absorvente, uniformizando a absorção. Rende 10 a 13m<sup>2</sup> por litro). • Líquido brilho (aplicado à última demão, para regular o brilho da parede, incolor após a secagem, melhora as condições de lavabilidade). • Corantes (vendidos em frascos plásticos de 60cc, bisnagas, para coloração de látex, acrílico e tintas solúveis em água como caiação e outras em pó, e também para colorir rejuntamentos de azulejos e pisos). Linha Esmalte • Fundo branco fosco (indicado como primeira pintura para madeira nova, como isolante e nivelador). • Massa à óleo (para corrigir e nivelar superfícies de madeira). • Zarcão (anticorrosivo e antioxidante para proteção das superfícies ferrosas). • Aguarrás (à base de solvente alifáticos e aromáticos, indicados para

diluição de esmalte sintético). • Silicone líquido (à base de resina de silicone, aditivos e solventes alifáticos e aromáticos, indicado para superfícies externas de tijolo a vista, reboco, concreto, evita a infiltração de água. Rende de 1 à 1,5m<sup>2</sup> por litro, por demão). • Esmalte sintético (à base de resina alquídica, pigmentos, aditivos especiais e solventes, indicado para pintura de superfícies de madeira e ferro. Rende 10 à 12m<sup>2</sup> por litro, por demão).

3.3. Vernizes • Verniz filtro solar (à base de resinas alquídicas, aditivos e solventes, indicado para pintura de superfícies internas e externas de madeira. Rende 8 a 12m<sup>2</sup> por litro, por demão). • Verniz poliuretano (também à base de resinas alquídicas, aditivos e solventes, para madeiras internas e externas, mesmo rendimento). • Verniz copal (também à base de resinas alquídicas, aditivos e solventes, indicado para interiores, mesmo rendimento). • Selador para madeiras (à base de resina nitrocelulose, aditivos e solventes, para preparação das madeiras internas. Rende igual aos vernizes).

3.4. Linha Acrílica • Látex acrílico - semi brilho e fosco - (à base de resina acrílica estirenada, pigmentos, aditivos e solventes, indicado para pinturas de reboco, blocos de concreto, amianto, massa acrílica, massa corrida e repinturas. Rende 12 a 15m<sup>2</sup>/litro/demão). • Massa acrílica - (também a base de resina acrílica estirenada, pigmentos, aditivos e solventes. Para nivelar ou corrigir imperfeições de reboco, blocos, concreto, etc. Rende 2 a 2,5m<sup>2</sup> por litro, por demão). • Verniz acrílico (a mesma base, indicado para concreto aparente, rende 12 a 15m<sup>2</sup> por litro, por demão). • Selador acrílico (a mesma base de resina acrílica estirenada, pigmentos, aditivos e solventes, indicados para pinturas internas e externas, dando aparência texturada. Rende 1 a 2m<sup>2</sup> por litro/demão). • Acrílico para pisos (a mesma base, utilizado em pisos de quadras poliesportivas, áreas de estacionamento, quintais, lojas etc. Rende 4 a 6m<sup>2</sup> por litro/demão).

4. Pinturas Usuais 4.1. Sobre Reboco Este deve estar completamente curado, o que demora cerca de 28 dias. Caso contrário a tinta poderá descascar, porque a impermeabilidade de tinta dificultará a saída da umidade e as trocas gasosas necessárias a carbonatação (cura) do reboco, sem a qual este tende a esfarelar-se sob a película da tinta, causando descascamento. Rebocos fracos, com pouco cimento, apresentam superfícies pouco coesas, fato que se verifica esfregando-se a mão sobre o reboco, constata-se a existência de partículas soltas, grãos de areia. A pintura é feita com aplicação do selador seguidas de 2 demãos de látex. Se desejar-se uma superfície nivelada, lisa, aplicam-se 2 demãos de massa corrida, lixadas, antes do látex. Dependendo das condições da parede e da qualidade dos materiais, mais demãos necessárias. se o reboco apresentar mofo, este

deve ser eliminado com a escovação com água sanitária. Pintura sobre Madeira Na primeira pintura deve-se lixar e eliminar farpas. Em seguida uma demão de branco fosco e posterior acabamento com esmalte sintético. Para acabamento em verniz utiliza-se inicialmente o selador para madeira, seguido de 2 ou mais demãos do verniz. Para nivelar as superfícies, utiliza-se massa à óleo antes do esmalte, em pelo menos, 2 demãos, lixadas, acabamento que se recebe o nome de laqueação. Pintura sobre Ferro Superfícies novas, sem indícios de ferrugem devem receber uma demão de fundo oxido de ferro, seguida das demãos de acabamento em esmalte. Se já houver ferrugem, remove-la com lixa ou escova de aço, aplicar uma ou duas mãos de zarcão ou cromato de zinco antes da pintura final. Se desejar-se nivelar a superfície usa-se massa plástica, lixada. Também para eliminar ferrugem pode-se fazer uso do PCF (Produto Convertedor de Ferrugens), seguido da pintura. Principais Defeitos em Pintura. Descascamento Ocorre quando se utiliza látex sobre caiação, que é uma camada de pó. É necessária a limpeza da superfície, raspando e escovando e a aplicação de selador. O descascamento pode ocorrer também quando a primeira demão de látex não foi diluída convenientemente. Desagregamento é o esfarelamento que ocorre quando a tinta foi aplicada sobre reboco não totalmente curado. Eflorescência São manchas esbranquiçadas que surgem se a pintura for aplicada sobre reboco úmido. A secagem do reboco nasce pela eliminação de água sob forma de vapor, que arrasta o hidróxido de cálcio do interior para a superfície, onde se deposita, causando a mancha. Saponificação São manchas com aspecto pegajoso podendo até ocorrer óleo. Causada pela alcalinidade natural da cal e do cimento do reboco que, na presença da umidade reage com acidez característica de alguns tipos de resina. Fissuras Normalmente ocorre pelo tempo insuficiente de hidratação da cal antes da aplicação do reboco ou camada muito grossa do reboco ou ainda, excesso de cimento na mistura com a conseqüente retração. Manchas de pingos de chuva Quando chove a tinta não está completamente seca. Bolhas Ocorrem normalmente em paredes com massa corrida PVA, se houver umidade. Defeitos em Pintura sobre Madeira Ocorrem pelo retardamento da secagem ou sua desuniformidade, em vista da combinação das resinas da tinta com as da madeira.

## 2.6 TINTAS

Trata-se de um conjunto de produtos que podem ser líquidos, viscosos ou sólidos em pó, que após aplicação em uma superfície se transforma em um filme sólido. Tem

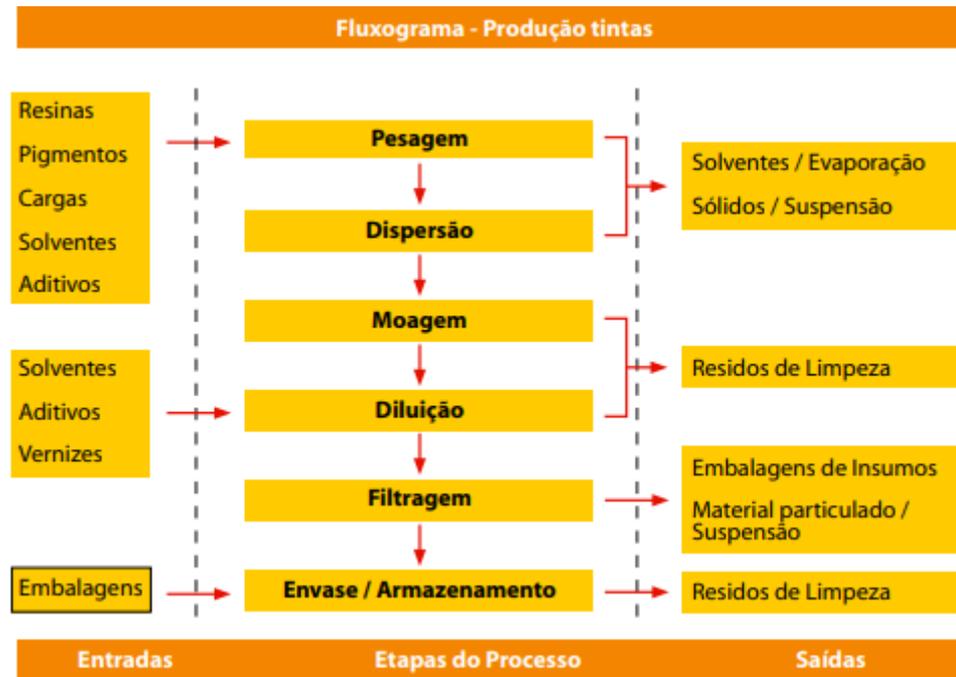
a função de proteger e colorir a superfície aplicada. Dependendo do tipo, pode ser aplicada em quase todos os substratos rígidos e flexíveis que conhecemos. (ÀVILA, 2013).

Por muitos séculos tintas e vernizes tinham somente a função estética, porém quando incorporados aos países europeus e do norte da América onde as condições climáticas se apresentavam de forma mais severa, notou-se também a importância no aspecto de proteção. Os egípcios já utilizavam as tintas nas pinturas decorativas em sarcófagos, paredes e em papiros manuscritos. No entanto, em 1773 durante a Revolução Americana, descreveu-se tecnicamente a indústria de tintas e vernizes que foi ter grande impacto científico e tecnológico somente no século XX, com a obtenção de novos pigmentos, resinas celulósicas e sintéticas, com a criação de laboratórios especializados e linhas de produção eficiente (DINIZ e FAZENDA, 2009). (COSTA, 2015).

As tintas são materiais geralmente líquidos ou em pó solúvel, constituído de veículos, pigmentos, solventes e aditivos. Os pigmentos são partículas (pó) sólidas e insolúveis, que podem ser divididos em dois grandes grupos: ativos e inertes. Os pigmentos ativos conferem cor e poder de cobertura à tinta, enquanto os inertes (ou cargas) se encarregam de proporcionar lixabilidade, dureza, consistência e outras características. (MOREIRA, SILVA, 2014).

A indústria de tintas é caracterizada pela produção em lotes, o que facilita o ajuste da cor e o acerto final das propriedades da tinta. Nas etapas de fabricação predominam as operações físicas (mistura, dispersão, completagem, filtração e envase), sendo que as conversões químicas acontecem na produção dos componentes (matérias-primas) da tinta e na secagem do filme após aplicação. (YAMANAKA, 2006).

**Figura 5-** Fluxograma produção de tintas



Fonte: [http://www.sitivesp.org.br/sites/default/files/guia\\_ambiental\\_1.pdf](http://www.sitivesp.org.br/sites/default/files/guia_ambiental_1.pdf)

A indústria de tintas investiu fortemente na invés/tigação e desenvolvimento de produtos com menor impacto no ambiente e na saúde humana. O teor de solventes das tintas foi altamente reduzido, podendo ser apenas de 15% nas tintas de altos sólidos. As tintas de base aquosa são muitas vezes usadas em substituição das de base solvente e alguns produtos são mesmo isentos de solvente, tais como as tintas em pó e as de cura UV. Ao longo das décadas, as formulações das tintas tornaram-se cada vez mais complexas e hoje os revestimentos não só protegem e embelezam os substratos como também lhes conferem propriedades funcionais: antiderrapantes, isoladoras, condutoras e refletoras, por exemplo. As tintas e revestimentos desempenham um papel indispensável no mundo moderno e revestem virtualmente tudo o que usamos, desde eletrodomésticos, edifícios, carros, barcos, aviões a computadores, microchips ou circuitos-impressos. (MARTINS, 2017). As tintas imobiliárias, por exemplo, consistem no revestimento das superfícies por substâncias com diferentes cores que se convertem em uma película sólida após sua aplicação, impedindo a desagregação e alteração dos materiais construtivos, protegendo-os contra os agentes nocivos do meio ambiente. Decoram a edificação para torná-la agradável aos usuários, ou podem ser utilizadas para difusão ou reflexão da luz que incide diretamente na edificação (UEMOTO, 1993). No entanto, Tavares (2006) indica que o consumo de energia durante a produção destas tintas é 90% de combustíveis

fósseis não renováveis (óleo Diesel e combustíveis) e 10% de recursos renováveis (eletricidade). Além disso, Tavares (2006) comprova que as tintas representam o material que mais consome energia em uma edificação com ciclo de vida energético de 50 anos. Ou seja, as tintas imobiliárias superam materiais comuns em edificações como o cimento, aço, concreto e cerâmica vermelha, devido às reposições por motivo estético (obsolescência percebida) ou por desgaste do material com o tempo, normalmente previsto pelo fabricante (obsolescência programada). (FARIA, 2015). Ao analisar o ciclo de vida de uma edificação, Oliveira (2009) conclui que os malefícios das tintas acrílicas e epóxi existem desde o seu processo de fabricação na indústria até o seu destino final (lixo e limpeza de materiais de pintura). Ainda, segundo O Ministério do Meio Ambiente, as tintas e suas embalagens são classificadas como resíduos de classe D segundo o inciso IV do art. 3.º da Res. CONAMA 307/2002: “resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde”. (SCHMIDTI, 2015).

## 2.5 QUALIDADE DAS TINTAS

Moreira, Silva (2014) dissertam que Baseando-se em algumas características das tintas, de fácil observação, podemos verificar, na obra, as condições de utilização do material, notadamente as seguintes:

2.1. Estabilidade Ao abrir a lata verificar se não há excesso de sedimentação, coagulação, empedramento, separação de pigmentos ou formação de pele, de tal maneira, que não se torne homogênea através da simples agitação manual. A tinta nunca deve apresentar odores pútridos ou vapores tóxicos.

Rendimento/Cobertura Essas características são funções da qualidade e quantidade de resinas e pigmentos utilizados na formulação da tinta. Essa análise é feita de forma comparativo, através de amostras, verificando-se ainda a aplicabilidade (se a tinta se espalha facilmente, com bom alastramento e nivelamento, sem ficarem marcas de pincel ou rolo etc.) a durabilidade (resistência às intempéries, maior ou menor tempo de sofrer alterações) e a lavabilidade (deve resistir à ação dos agentes químicos domésticos, tais como, detergente, água sanitária etc).

## 2.6 COMPOSIÇÃO DAS TINTAS

### 2.6.1 Solvente

Os solventes são utilizados em diversas fases de fabricação das tintas, ou seja, para facilitar o empastamento dos pigmentos, regular a viscosidade da pasta de moagem, facilitar a fluidez dos veículos e das tintas prontas na fase de enlatamento. Na obra empregam-se solventes para melhorar a aplicabilidade da tinta, alastramento, etc. Entre os solventes mais comuns estão a água, aguarrás, álcoois, acetonas, xilol e outros. (MOREIRA, SILVA, 2014). Atualmente são conhecidos poucos solventes naturais, sendo a água o solvente ecológico mais conhecido e utilizado. Segundo o Instituto Eco Desenvolvimento (2005), na Europa estão sendo analisados dois novos tipos de solventes para tintas, a isoparafina e o delimoneno, ambos os subprodutos da laranja. (FARIA, 2015). Solvente ou dispersante são substâncias que diluem o sistema, de modo a torná-lo possível a aplicação sobre o substrato. São compostos orgânicos ou água, responsáveis pelo aspecto líquido e viscoso das tintas e vernizes. Dentre os compostos orgânicos, podem ser: os hidrocarbonetos, os álcoois, os ésteres ou as cetonas (CUNHA, 2012). O desenvolvimento de uma boa mistura de solvente para uma determinada tinta é um trabalho importante e fundamental, uma vez que o solvente deve manter a resina em solução, buscando o equilíbrio de ótima estabilidade da solução, a concentração e a sua viscosidade; Após a aplicação, deve evaporar gradualmente, a partir do corpo do filme, de modo a evitar a condensação ou a formação de crateras (CIARDELLI et al., 2007). (COSTA, 2015).

São compostos (orgânicos ou água) responsáveis pelo aspecto líquido da tinta com uma determinada viscosidade. Após a aplicação da tinta, o solvente evapora deixando uma camada de filme seco sobre o substrato. Os solventes orgânicos são geralmente divididos em dois grupos: os hidrocarbonetos e os oxigenados. Por sua vez, os hidrocarbonetos podem ser subdivididos em dois tipos: alifáticos e aromáticos, enquanto que os oxigenados englobam os álcoois, acetatos, cetonas, éteres, etc. As tintas de base aquosa utilizam como fase volátil água adicionada de uma pequena quantidade de líquidos orgânicos compatíveis. A escolha de um solvente em uma tinta deve ser feita de acordo com a solubilidade das resinas respectivas da tinta, viscosidade e da forma de aplicação. Uma exceção importante são as tintas látex,

onde a água é a fase dispersora e não solubilizadora do polímero responsável pelo revestimento. (YAMANAKA, 2006).

De acordo com Buchmann (2018), durante a aplicação da tinta, os solventes promovem melhor aderência ao substrato devido as propriedades de baixa tensão superficial. Também atuam no controle da viscosidade, promovendo melhor desempenho na aplicação com qualquer método influenciando no nivelamento e escorrimento da tinta aplicada. Por fim, durante a secagem têm um papel fundamental no controle da taxa de evaporação, que é um fator relevante para o aspecto final do filme seco (Goldschmidte Streitberger, 2007; Fazenda, 2009). Quando classificados pela natureza química há solventes hidrocarbonetos (alifáticos, aromáticos, terpênicos), oxigenados (cetonas, éteres glicólicos, ésteres, álcoois), clorados e água. A escolha dos solventes nas formulações de tintas baseia-se em suas características físico-química especificamente na solubilidade. (BUCHMANN, 2018).

A escolha do solvente é realizada de acordo com a solubilidade das resinas, a viscosidade desejada para o produto final e da maneira de aplicação (YAMANAKA et al., 2008). Na formulação de tintas, o fabricante utiliza uma mistura de solventes, com o intuito de balancear sua proporção visando obter boa solvência, tempo de secagem apropriado, perfeita formação da película e menor custo. Alguns componentes orgânicos são muito tóxicos e por isso o seu uso em tintas deve ser evitado (WEG, 2018). A seleção de solventes e suas misturas para solubilizar os formadores de filme baseiam-se na teoria dos parâmetros de solubilidade de Hansen e Hildebrand. Considerando-se que a solvatação das moléculas dos polímeros pelo solvente reduza interação intermolecular possibilitando a distribuição dos materiais dissolvidos, a força de solvatação depende das interações entre polímeros e solventes, sendo quantificada pela energia de coesão ( $\Delta E$ ) que pode ser obtida pela entalpia de evaporação ( $\Delta H_v$ ). A energia coesiva relacionada ao volume molar ou densidade de energia coesiva ( $\Delta E/V$ ) é uma característica específica de cada solvente e sua raiz quadrada é definida por parâmetro de solubilidade ( $\delta$ ) como mostra a equação. (BUCHMANN, 2018).

Figura 6- Fórmula

$$\delta = \sqrt{\frac{\Delta E}{V}} = \sqrt{\frac{\Delta H_v - RT}{V}}$$

Fonte: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3137/tde-10042018142446/publico/GlauciaSantosBuchmannCorr18.pdf>

### 2.6.2 Resina

A resina é um veículo não volátil que confere às tintas propriedades de coesão e adesão. Esse importante componente tem função determinante nas características das tintas, sendo responsável pela aglomeração das partículas de pigmentos, transformando o produto do estado líquido para o sólido e formando a película de tinta (CANAUD, 2007).

As resinas são formadoras da película da tinta e são responsáveis pela maioria das características físicas e químicas desta, pois determinam o brilho, a resistência química e física, a secagem, a aderência, e outras. As primeiras tintas desenvolvidas utilizavam resinas de origem natural (principalmente vegetal). Atualmente, com exceção de trabalhos artísticos, as resinas utilizadas pela indústria de tinta são sintéticas e constituem compostos de alto peso molecular. As resinas mais usuais são as alquídicas, epóxi, poliuretânicas, acrílicas, poliéster, vinílicas e nitrocelulose. (YAMANAKA, 2006).

Nas tintas, a resina atua como ligante entre os pigmentos e permite a adesão destes à superfície, formando a camada seca de revestimento, o filme de tinta (Winkelaar, 2009). Portanto, para o objetivo deste estudo, é importante destacar que a resina como o componente formador de filme e agregador das partículas de pigmentos, cargas minerais e de mais aditivos não voláteis. Conforme mencionado por Winkelaar (2009), existem diversos tipos de resinas (por exemplo:

acrílicas, alquídicas e poliuretânicas) e cada uma possui diferentes propriedades de adesão, dureza, flexibilidade, retenção de brilho, resistência à água e resistência à radiação UV. Pode-se dizer que a resina confere à tinta suas propriedades principais, de forma que geralmente as diferenças de desempenho entre as tintas decorrem das diferentes resinas utilizadas, pois cada aplicação, substrato e condições de exposição fazem variar os propósitos da formulação. (BUCHMANN, 2018).

A resina é a parte mais importante da tinta, pois é o componente que irá aglomerar os demais componentes da tinta. A resina também será o componente usado para gerar a película de tinta sobre o substrato e irá ter um enorme impacto nas características físico-químicas da tinta. Sendo assim os tipos de tinta são comumente denominados com base em suas resinas, sendo comum utilizar termos como “tinta acrílica” ou “tinta à óleo”. Podem ser citadas como tipos comuns de resinas, as resinas: acrílicas, poliuretânicas, epoxídicas, amínicas, fenólicas e alquídicas. Entretanto, virtualmente, qualquer polímero pode ser usado como base para resina. (MONTENEGRO, 2018).

A resina é a base polimérica, sendo um componente essencial e indispensável do sistema de revestimento. Tem como finalidade dar origem à formação de uma película contínua e aderente ao substrato para incorporar e ligar entre si todos os componentes do sistema. As resinas são geralmente polímeros solúveis em solventes orgânicos comuns ou em água (alquídicas, acrílica, epoxi, poliuretano, poliéster, vinil, etc.). O tipo de resina influencia fortemente nas características e desempenho da tinta. Por exemplo, resinas acrílicas ou de poliéster conservam o brilho e a cor, assim como resinas epóxi exibem elevada resistência a produtos químicos. Dentre os tipos de resinas, pode ser destacar: as resinas alquídicas, que são derivados da policondensação de anidridos, ácidos graxos e de polióis; as resinas acrílicas que derivam de reações de polimerização de vários monômeros acrílicos e têm características diferentes dependendo dos monômeros iniciais; as resinas epóxi, que são derivadas de policondensação entre bi-fenóis e apresentam um poder de proteção elevado; as resinas de poliéster, que são quimicamente semelhante as alquídicas, mas apresentam desempenho superior quando relacionado a proteção; e por fim as resinas de poliuretano (CIARDELLI et al., 2007). Em geral o tipo de resina utilizado varia com a finalidade do produto. (COSTA, 2015).

### 2.6.3 Pigmentos

Os pigmentos são partículas (pó) sólidas e insolúveis, que podem ser divididos em dois grandes grupos: ativos e inertes. Os pigmentos ativos conferem cor e poder de cobertura à tinta, enquanto os inertes (ou cargas) se encarregam de proporcionar lixabilidade, dureza, consistência e outras características. (MOREIRA, SILVA, 2014).

De acordo com Buchmann (2018), as cores dependem das variações de absorção da luz, sendo que cada tipo de pigmento colorido absorve a luz de forma diferente. No caso dos pigmentos coloridos orgânicos, os grupos cromóforos são os responsáveis pela absorção da luz no espectro visível, por exemplo o grupo azo (-N=N-) (Goldschmidt e Streitberger, 2007). O fenômeno físico de espalhamento da luz possibilita aos pigmentos a capacidade de conferir opacidade à tinta, ou seja, evitar que a luz incidente no filme de tinta chegue ao substrato e retorne para a superfície. Por sua vez, o poder de espalhamento da luz depende do índice de refração dos pigmentos, uma propriedade associada às estruturas cristalinas. A refração da luz ocorre quando há uma alteração da velocidade, direção e comprimento de onda da radiação ao mudar um meio para o outro. Os tamanhos de partículas e sua distribuição também afetam o poder de cobertura. (Goldschmidt e Streitberger, 2007; Fazenda, 2009; Winkler, 2013).

Os pigmentos são substâncias insolúveis no meio em que são utilizados (orgânico ou aquoso) e têm como finalidades principais conferir cor ou cobertura às tintas. Os corantes são substâncias geralmente solúveis em água e são utilizados para conferir cor a um determinado produto ou superfície. Os corantes se fixam na superfície que vão colorir através de mecanismos de adsorção, ou ligações iônicas e covalentes enquanto que os pigmentos são dispersos no meio (tinta) formando uma dispersão relativamente estável. Os corantes são muito utilizados na indústria têxtil e os pigmentos são fundamentais em tintas para revestimento. Há três grandes categorias de pigmentos: pigmentos inorgânicos, pigmentos orgânicos e pigmentos de efeito. (YAMANAKA, 2006).

De acordo com Michalowski, Cabral, Oliveira, Masuda (2019), Os pigmentos são partículas sólidas insolúveis na resina, e entre suas finalidades destacam-se a proteção anticorrosiva, garantia da cor almejada, opacidade e impermeabilidade

(GAUTO e ROSA, 2011). Esse material é adicionado à tinta formando uma dispersão relativamente estável.

De acordo com Weg (2018), os pigmentos podem ser classificados nas seguintes categorias:

- Pigmentos orgânicos: tem a finalidade de dar opacidade e são responsáveis pela cor. Apresenta baixa densidade, alto brilho e fraca resistência química a ação de raios ultravioleta.
- Pigmentos inorgânicos: dão cor à tinta, e podem ser utilizados como cargas e como anticorrosivos. Caracterizam-se por ser de maior densidade que os orgânicos, possuir menos brilho e maior resistência química e a ação de raios ultravioleta.
- Pigmentos opacificantes: são utilizados para dar opacidade e cor e tem a finalidade de cobrir o substrato.
- Ativos: são os pigmentos tintoriais, anticorrosivos e os especiais.
- Inertes: são os pigmentos que atuam como reforçantes e encorpantes, ou seja, pelas chamadas cargas, descritas a seguir.

**Figura 7-** Relação Pigmento x resina

#### ■ Relação pigmento e resina = PVC

$PVC = 100V_p / (V_p + V_v)$ , onde  $V_p$  é o volume de pigmento e  $V_v$  é o volume do veículo sólido

PVC influi na porosidade e na permeabilidade

PVC elevado = tinta fosca

PVC baixo = tinta semibrilho

Fonte: [http://www.iliescu.com.br/palestras/patologia\\_e\\_recuperacao\\_das\\_pinturas.pdf](http://www.iliescu.com.br/palestras/patologia_e_recuperacao_das_pinturas.pdf)

#### 2.6.4 Aditivos

Os aditivos são, geralmente, produtos químicos sofisticados, com alto grau de eficiência, capazes de modificar, significativamente, as propriedades da tinta. Os aditivos mais comuns são os secantes, molhados, anti-espumantes, plastificantes, dispersantes, engrossantes, bactericidas, e outros. (MOREIRA, SILVA, 2014).

Os aditivos são utilizados com o objetivo de melhorar diferentes propriedades das tintas em todas as suas fases: no processo de produção, na estabilidade durante o período de estoque, na aplicação, na secagem e no filme seco. São adicionados em pequenas quantidades, quando comparadas às quantidades dos componentes principais (resinas, solventes, cargas e pigmentos). Em geral, são classificados pelas funções que exercem na tinta (Fazenda e Filho, 2009). A seguir, são apresentados apenas aqueles mais usuais em tintas decorativas base água e empregados na etapa experimental deste trabalho. No entanto, destaca-se que existe uma imensa variedade de aditivos para todos os tipos de tintas. (BUCHMANN, 2018). Na interface líquido/gás, as forças de coesão são dirigidas para o interior e para um lado, o que resulta em uma força de contração na interface, que induz a forma esférica da gotícula. A espuma formada no produto, que é indesejada, é originada do bombeamento, da dispersão e da circulação durante a produção. Desta forma, como requisito para ser um efetivo antiespumante, o aditivo deve ser de fácil incorporação e ter suficiente compatibilidade com os constituintes da tinta. Os antiespumantes ainda podem agir de três modos: prevenindo a formação de espuma, eliminando a espuma já presente na superfície ou ajudando a bolha de ar a alcançar a superfície (HANS, 2013). (COSTA, 2015). Este grupo de produtos químicos envolve uma vasta gama de componentes que são empregados em baixas concentrações (geralmente <5%), que têm funções específicas como conferir importantes propriedades às tintas e aos revestimentos respectivos, tais como: aumento da proteção anticorrosiva, bloqueadores dos raios UV, catalisadores de reações, dispersantes e umectantes de pigmentos e cargas, melhoria de nivelamento, preservantes e antiespumantes. A tabela a seguir relaciona alguns aditivos com a função respectiva. (CARDOSO, 2017).

**Tabela 2- Aditivos**

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.

Fonte: [http://www.sitivesp.org.br/sites/default/files/guia\\_ambiental\\_1.pdf](http://www.sitivesp.org.br/sites/default/files/guia_ambiental_1.pdf)

**Tabela 3-** Principais aditivos

<b>Aditivos</b>	<b>Função</b>
Antiespumantes	Evitam a formação de espuma na fabricação e na aplicação das tintas
Bactericidas	Previnem a degradação por bactérias no interior do recipiente que contém a tinta ou da película aplicada
Fungicidas	Previnem a deterioração por fungos dentro da embalagem ou da película da tinta
Dispersantes	Impedem a aglomeração dos pigmentos
Espessantes	Proporcionam viscosidade e fluidez adequada para aplicação da tinta
Inibidores de corrosão	Evitam o aparecimento de óxido enquanto a tinta seca
Surfactantes não iônicos	Promovem estabilidade estérica
Surfactante aniônico	Promovem estabilidade eletrostática
Amoníaco	Estabiliza o espessante (permite a penetração da cor) (surfactante catiônico)
Modificadores reológico-associativos	Proporcionam fluidez e viscosidade para a aplicação da tinta (espessante)
Tingimento	Ajustar a cor
Umectantes	Aumentam a molhabilidade das cargas e pigmentos

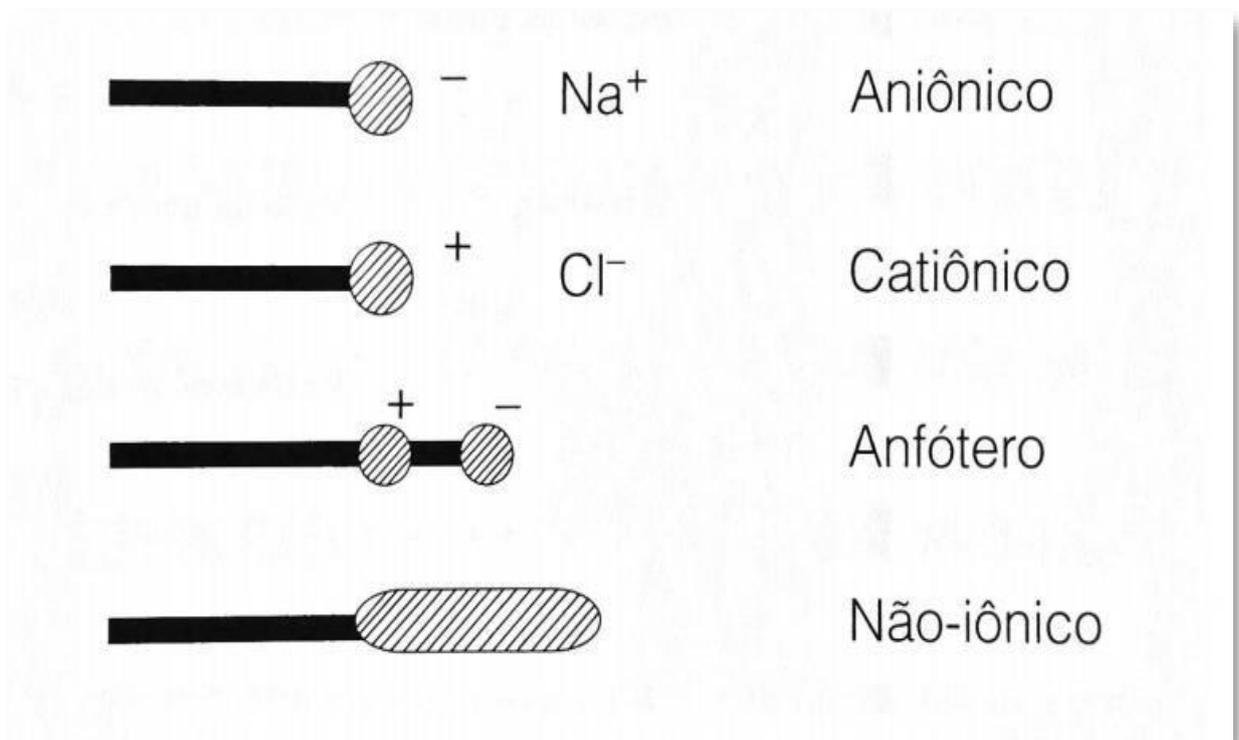
Fonte: [https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/5472/1/AP\\_COENQ\\_2019\\_1\\_04.pdf](https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/5472/1/AP_COENQ_2019_1_04.pdf)

### 2.6.5 Tensoativos

Tecnologia envolvida na fabricação de tintas. Algo que tantas vezes nos passa despercebido, as tintas estão em todos os lugares e em todos os momentos. Empregadas nas mais diferentes superfícies, que incluem desde as aplicações mais usuais como paredes de alvenaria até as mais sofisticadas, como componentes aeroespaciais, as pinturas promovem o embelezamento de superfícies e as protegem de atividades químicas e físicas que poderiam danificar o substrato. Além dessas funções, as tintas ainda podem ser empregadas para desenvolver propriedades ainda mais interessantes, como condutividade elétrica, isolamento térmico, repelência a insetos e até mesmo proteção antimicrobiana. (OLIVEIRA, 2019). Os tensoativos são moléculas bastante especiais no mundo da Química. Apresentam afinidade por óleos, gorduras e superfícies das soluções com sólidos, líquidos ou gases, mas também pela água, podendo pertencer aos dois meios. Essas características permitem que os tensoativos sejam utilizados como conciliadores dessas fases imiscíveis, formando emulsões, espumas, suspensões, microemulsões ou

propiciando a umectação, formação de filmes líquidos e detergência de superfícies. Essas propriedades fazem com que os tensoativos sejam utilizados em aplicações tão diversas como detergentes, agroquímicos, cosméticos, tintas, cerâmica, alimentos, tratamento de couros e têxteis, formulações farmacêuticas, óleos lubrificantes. (DALTIM, 2015). Alguns aditivos para tintas, como dispersantes, umectantes e antiespumantes são tensoativos (ou surfactantes). Estes compostos são considerados anfílicos, pois suas moléculas possuem estruturas com duplas características de polaridade ou solubilidade: hidrofílica (solúvel em água) e lipofílica (solúvel em óleo). Em geral as moléculas de tensoativos são representadas por dois segmentos, sendo uma “cauda” lipofílica e uma “cabeça” hidrofílica. Dependendo da distribuição de cargas são divididos em catiônicos, aniônicos, anfóteros e não-iônicos. Dada esta característica, possuem a capacidade de alterar a tensão superficial entre duas fases de diferentes polaridades, reduzindo a energia superficial na interface onde ocorrem as interações moleculares, por exemplo entre água e óleo (Stesikova e Plaumann, 2012). A redução da tensão interfacial por tensoativos é mais eficiente quanto mais próximos da concentração micelar crítica (CMC) (Goldschmidt e Streitberger, 2007). (BUCHMANN, 2018).

**Figura 8-** Tensoativos



Fonte: Buchmann, 2018, p.49

Alquilfenóis etoxilados (APE) são tensoativos amplamente empregados em polimerização em emulsão em virtude da sua ótima relação custo-benefício. No entanto, é conhecido que alquilfenóis etoxilados apresentam cinética de biodegradação lenta e os metabólitos provenientes da biodegradação são tóxicos para espécies aquáticas, além de serem potenciais desreguladores endócrinos. Preocupações crescentes com a poluição ambiental por parte dos órgãos reguladores e dos consumidores finais têm motivado o desenvolvimento de produtos mais amigáveis ao meio ambiente. Normalmente, os látices usados nesses produtos são polimerizados com tensoativos livres de APE. Os tensoativos aniônicos e não-iônicos derivados de alcoóis graxos são potenciais substitutos de APE em polimerização em emulsão, formulações de tintas, vernizes e adesivos. (ROSA, 2010).

## 2.7 FORMULAÇÃO DAS TINTAS

A tinta tradicional é composta por resina, ligante, solvente, aditivo, carga, pigmento e espessante. Todavia esta composição pode variar, dependendo do interesse e da aplicação do produto. Na composição vítrea o grupo de componentes é similar ao da tinta tradicional. No entanto, deve-se atentar à adesão da tinta ao vidro, pois tanto físico quanto quimicamente apresenta diferenças em comparação à adesão na madeira. Isto porque a superfície vítrea é lisa e à base de sílica, já a madeira possui superfície áspera de fácil aderência. A utilização de tintas em vidros ainda é algo recente que necessita de estudos. (COSTA, 2015).

No estudo realizado por Buchmann (2018), o autor exhibe os seguintes resultados obtidos através de pesquisas: São propostas duas fórmulas de tinta imobiliária a base água na cor branca denominadas neste estudo de “Tinta A” e “Tinta B”. Primeiramente a “Tinta A” foi desenhada para atender aos padrões mínimos de desempenho de uma tinta classificada como *standard* pela norma ABNT NBR 15079 (ABNT, 2011b), de forma que represente os produtos desta classe disponíveis no mercado brasileiro. Por este motivo, a composição da “Tinta A” conta com materiais e proporções usuais em tintas imobiliárias a base de água *standard* na cor branca. A “Tinta B” foi formulada a partir da “Tinta A”, substituindo-se algumas matérias-primas por alternativas com as mesmas funções e que foram

selecionadas com base em alguns critérios relacionados a impactos ambientais, conhecidos pela área técnica de tintas, como os exemplos apresentados na tabela. (BUCHMANN, 2018).

**Tabela 3-** Formulação de Buchmann

<b>Critério</b>	<b>(Tinta A) De:</b>	<b>(Tinta B) - Para:</b>
rotas de obtenção	<b>TiO<sub>2</sub> processo sulfato</b> (liberação de ácido sulfúrico, ver item 4.3.1.3.11)	<b>TiO<sub>2</sub> processo cloreto</b> (recuperação de cloro, ver item 4.3.1.3.12)
Toxicidade	<b>nonilfenol etoxilado</b> (APEO, disruptor endócrino, ver item 2.3.5)	<b>éster etoxilado fosfato</b> (APEO-free, não disruptor endócrino)
	<b>diisobutilftalato</b> (R-PBT, ver item 512.3.3.5.3)	<b>alquil epóxi estearato</b> (não R-PBT)
classificação de perigo (GHS) <sup>11</sup>	<b>amônia</b> (irritante, odor pungente)	<b>amino-metil-propanol (AMP)</b> (não perigosa, inodora)
fontes de recursos naturais	<b>fenóxi-etanol</b> (recurso não renovável)	<b>éster de óleo vegetal</b> (recurso renovável)
pegada de carbono	<b>carbonato de cálcio precipitado</b> (etapa de descarbonatação elimina CO <sub>2</sub> , ver item 4.3.1.3.2)	<b>diatomita</b> (não possui etapa de descarbonatação, ver item 4.3.1.3.25)
tendências tecnológicas	<b>copolímero acrílico</b>	<b>poliuretano</b> (melhor desempenho técnico)

Fonte: Buchmann, 2018, p.84

## 2.8 MATERIAIS IMPERMEABILIZANTES

### 2.8.1 Manta

É um sistema não armado em mono capa, que se aplica as impermeabilizações de coberturas pré-moldadas, lajes mistas, estruturas fissuráveis ou fissuradas de grandes dimensões, calhas e coberturas de madeira e metálica

Ela é produzida a partir de asfaltos que são modificados e armados com filme de polietileno, poliéster, PVC plastificado ou borracha butílica. Os materiais utilizados em sua composição proporcionam à manta asfáltica uma maior resistência a furos e rasgamentos. (MELLO, 2019).

- Asfalto Modificado com Polímeros: sua modificação com polímeros tem como objetivo incorporar melhores características físico-químicas ao asfalto. As principais características do asfalto polimérico são:

- Melhor resistência as tensões mecânicas;
- Redução da termo sensibilidade;
- Maior coesão entre partículas;
- Excelente elasticidade/plasticidade;
- Sensível melhora à resistência à fadiga;
- Sensível melhora da resistência ao envelhecimento.

Dependendo dos polímeros utilizados, permitem que o asfalto resista aos raios ultravioleta do sol. O asfalto modificado pode ser aplicado a quente ou a frio (em emulsão ou solução), mas sua maior aplicação é feita na industrialização de mantas asfálticas poliméricas com armaduras. (PONTES 2016).

As mantas asfálticas são normalmente estruturadas com tecido de poliéster (que já é um material impermeável), véu de fibra de vidro ou polietileno e são industrializadas com asfalto oxidado ou modificadas com polímeros. A alma de polietileno (de 0.1mm) não é considerada somente como uma armadura, pois propicia as emendas das mantas por fusão do asfalto. Essas mantas proporcionam uma impermeabilização de espessura e desempenho comparáveis (às vezes até mesmo superiores) ao sistema moldado no local com feltro asfáltico e asfalto, com economia de mão-de-obra e tempo, e a custo menor que as mantas sintéticas. De acordo com Guarizo (2008), As mantas asfálticas são produtos impermeabilizantes pré-fabricados, à base de asfalto modificado com polímeros, estruturadas com filme de polietileno, véu de fibra de vidro ou não-tecido de filamentos contínuos de poliéster. A fabricação se dá por dois processos segundo Gabrioli (2006): calandragem ou laminação. No entanto, não é rara a ocorrência de infiltrações e outras patologias devidas à aplicação incorreta das mantas (GABRIOLI, 2006).

Como outros produtos industrializados, o desempenho da manta asfáltica depende muito de um projeto adequado para ter um comportamento compatível com a capacidade do produto (GABRIOLI, 2006). Existe uma infinidade de tipos nas prateleiras. Elas variam quanto à espessura, tipo de asfalto e de recheio. O mais comum para emprego em residências são aquelas de 3 e 4 mm, com estruturante de poliéster, conforme a Figura 3.4. Confeccionadas sob os padrões de mercado, as mantas são fornecidas em bobinas de 10 m de comprimento, 1 m de largura e espessuras que variam de 2 a 5mm. Há, porém, a possibilidade da fabricação de bobinas em dimensões especiais conforme as características específicas da obra determinada (GABRIOLI, 2006).

**Figura 9-** Manta asfáltica



Fonte: <http://lyceumonline.usf.edu.br/salavirtual/documentos/1267.pdf>

Um dos tipos de mantas disponíveis são as mantas asfálticas de alumínio. Nesse caso, impermeabilização com manta é recomendada para lajes onde não haja trânsito, ou que sejam inclinadas. Pode ser utilizada tanto em telhados de zinco quanto nos feitos em fibrocimento ou telhas ecológicas, sempre acompanhando o formato das telhas. A manta asfáltica de poliéster é outra das possibilidades durante a realização da impermeabilização com manta. Essa manta é recomendada para lajes transitáveis e, também, pode ser usada em lajes inclinadas. Além disso, seu uso é muito recorrente em jardineiras e paredes verticais, bem como em piscinas e reservatórios. É necessário que a manta receba um contrapiso para fazer a proteção mecânica, assim apresentando maiores níveis de resistência e, conseqüentemente, altos índices de durabilidade. (LISBOA, 2017).

De acordo Mello (2019), A manta impermeabilizante asfáltica era colada na superfície a ser tratada com asfalto derretido, o que era uma operação perigosa devido às queimaduras que provoca. Com a evolução dos materiais e técnicas de aplicação, passou a ser colada com o derretimento do asfalto da própria manta aquecido com

fogo de chama de maçarico a gás. Por sua eficácia e rapidez, seu uso teve grande expansão e, devido à sua forma de aplicação, passou a ser conhecida como manta a quente. Porém, apesar do crescimento, a aplicação da manta impermeabilizante com maçarico também é uma tarefa perigosa, que exige equipamento e mão de obra especializada, e sujeita a falhas, como aquecimento deficiente ou excessivo da manta. Para obter uma manta segura e sem riscos graves, foi criada a manta impermeabilizante autoadesiva, que, devido à sua forma de aplicação, passou a ser conhecida como manta fria. Esta manta tem características como:

- Aplicação a frio, sem nenhuma fonte de calor;
- Dispensa o uso de equipamentos e mão de obra especializada;
- Tem adesivo com boa aderência, que não depende do aquecimento;
- Está menos sujeita a erros do aplicador;
- É melhor para o meio ambiente, pois evita a queima de gás ou combustíveis. (MELLO, 2019).

As mantas asfálticas são de fácil aplicação e o material é uniforme, sendo por isso o sistema de impermeabilização mais adotado nas obras. No entanto, ocorrem infiltrações e outras patologias devido à aplicação incorreta destas mantas. O que pode passar despercebido é que as vezes, a origem do problema é anterior à execução. Como outros produtos industrializados, o desempenho da manta asfáltica depende muito de um projeto adequado para ter um comportamento compatível com a capacidade do produto. E, nesse aspecto, vale lembrar que nem sempre essa será a solução mais adequada para determinadas situações. Por exemplo, em estruturas sujeitas a intensos esforços ou deformações, como lajes muito esbeltas, as mantas butílicas são mais recomendadas pela maior flexibilidade, enquanto que ambientes agressivos, como esgotos, exigem mantas de PVC. (DONATONI, 2003).

Dentre outros materiais impermeabilizantes destacam-se:

- **Aditivo Cristalizante:** Cristalizante é um sistema de tratamento químico para o concreto e argamassa, que tem a função de diminuir a permeabilidade desse material, através da formação de cristais

provenientes da reação química dos compostos do cristalizante com substancias existentes no cimento, em presença de água;

- Borracha Líquida: A borracha líquida pode ser usada para impermeabilizar diversas áreas da edificação. Material de fácil aplicação que traz benéficos como versatilidade, praticidade e agilidade a obra.
- Aditivos impermeabilizantes para concreto e argamassa: Estes aditivos são misturados a argamassas e concretos para a impermeabilização de poros capilares superficiais. São encontrados na versão sólida ou líquida.

## 2.9 PROCESSO DE IMPERMEABILIZAÇÃO

O primeiro processo de impermeabilização da história foi descrito na Bíblia. Versículos do Antigo Testamento informam que a Torre de Babel e a Arca de Noé foram impermeabilizadas com asfalto. Durante as instruções para a construção da grande Arca de Noé, Deus teria dito: “Faze para ti uma arca de madeira resinosa: farás compartimentos e a revestirás de betume por dentro e por fora”. Essas ordens foram providenciais para gerar um barco seguro e salvar as espécies no dilúvio. (FREIRE, 2007). O petróleo e derivados como o asfalto e o betume são conhecidos pelo homem há pelo menos seis mil anos. Segundo Heródoto, na construção dos Jardins Suspensos da Babilônia, Nabucodonosor utilizou betume como impermeabilizante e material de liga (século V a.c.). O petróleo era usado pelos egípcios para embalsamar mortos ilustres e como elemento de liga de suas pirâmides. Os índios das Américas do Norte e do Sul – muitos anos antes da chegada de portugueses, ingleses e espanhóis – serviam-se do petróleo e de seus derivados naturais para pavimentar estradas do império inca. Gregos e romanos utilizavam o petróleo, também para a confecção de armas. (FREIRE, 2007).

De acordo com Moraes (2002), basicamente os sistemas de impermeabilização dividem-se nos seguintes fatores:

- Pressão d'água e direção do fluxo a ser contido;
- Rigidez/flexibilidade da estrutura;
- Aderência do sistema à estrutura;
- Metodologia de preparação e aplicação;
- Estruturação do produto impermeabilizante;

- Quantidade de camadas de impermeabilizante.

DINIS(1997) refere-se que os sistemas de impermeabilização existentes possuem diferenças de concepção, princípio de funcionamento, materiais, técnicas de aplicação entre outros. Estas variações servem de base para diversas classificações, que podem auxiliar na compreensão e comparação dos sistemas existentes no mercado brasileiro. (MORAES, 2002). Para iniciar, deve-se ajustar o posicionamento da manta sobre a superfície, para isso, recomenda-se que as bobinas sejam desenroladas, alinhando-as e rebobinando-as novamente. Ao aplicar as mantas utilizando chama de maçarico a GLP, forma mais comum de execução, recomenda-se que o maçarico utilizado seja com gatilho controlador de chama, haste de 50 cm, bocal de 2" (ABNT, 2008). Sendo assim, o próximo passo é direcionar a chama do maçarico de forma a aquecer simultaneamente o substrato imprimado e a face de aderência da manta (Figura 10), e em seguida aplicar pressão sobre a manta no sentido do centro para as bordas, para que dessa forma, qualquer bolha de ar que venha a existir seja expulsa (ABNT, 2008). Deve-se atentar as sobreposições, que devem ter no mínimo 10 cm. Por fim, deve-se selar as emendas, podendo utilizar roletes, espátulas ou colheres de pedreiro com ponta arredondado. Além disso, é indicado seguir as orientações do fabricante no que diz respeito ao consumo, manuseio, ferramentas e instruções de segurança (ABNT, 2008).

Existem dois métodos de aplicação da manta asfáltica: Tipo 1: O asfalto oxidado derretido por caldeira é lançado sobre a camada de regularização e em seguida (com o asfalto ainda quente e fluido) é aplicada a manta asfáltica. Tipo 2: Primeiramente deverá ser aplicada uma ou duas mãos de primer asfáltico. Depois de seco, inicia-se a aplicação da manta, iniciando pelo lado mais baixo da superfície, para que as emendas obedeçam ao sentido de escoamento. A maioria das marcas indicam 10cm como medida de sobreposição das mantas, sendo que estas emendas devem ser biseladas. Após aplicação, costuma-se executar uma camada de argamassa de cimento e areia para proteção mecânica da manta, evitando que esta seja danificada pela ação do tempo, tráfego de veículos e pessoas e queda de objetos sobre sua superfície, esta camada é normalmente feita sobre uma camada de proteção de papel kraft ou feltro asfáltico. Se a área não é

acessível, pode-se utilizar proteção mecânica com material solto (brita, argila expandida, dolomita, etc). Mantas asfálticas aluminadas não precisam de proteção mecânica. (OLIVEIRA, 2019).

### **3 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Após a conclusão da revisão da literatura, fica evidente que o sistema de impermeabilização atual utilizado pelos engenheiros civis e profissionais da construção deve atender às exigências de desempenho básico de uma edificação, como a resistência às cargas estáticas e dinâmicas; resistência às pressões hidrostáticas, de percolação, coluna d'água e umidade do solo; resistência aos efeitos dos movimentos de dilatação e retração do substrato, que ocorre como consequência de variações térmicas; resistência à degradação provocada por influências climáticas, térmicas, químicas ou biológicas, decorrentes da ação da água, de gases ou do ar atmosférico; deve apresentar aderência, flexibilidade, resistência e estabilidade físico-mecânica compatíveis com as solicitações previstas em projeto. Além disso, torna-se necessário externar que a identificação de água na edificação é inevitável, tendo isso em vista, esse entrave ganha importância haja vista que ele é considerado como o fator que dá origem a várias patologias na edificação. No entanto, com a tecnologia atual encontrada no mercado da construção, é possível impedir sua proliferação através da adoção de medidas preventivas, que são elas definidas como uma impermeabilização executada antes dos problemas surgirem.

Outro ponto que merece destaque são as influências exercidas pelas tintas. Nesse âmbito, o revestimento é utilizado na construção civil, com o objetivo de proporcionar proteção e acabamento ao substrato. Além disso, pode limpar melhor o ambiente, a iluminação e o controle de sinal. Portanto, é considerada uma operação muito importante porque a tinta é um composto que, quando aplicado na superfície, produz uma película protetora que adere ao substrato. Portanto, torna-se a primeira camada sujeita a choques, ataque químico, umidade do ar, luz e temperatura. Para garantir que a tinta permaneça aderida e firme no substrato e mantenha suas características básicas, a qualidade dos profissionais deve estar atenta. Exceto para a superfície a ser pintada, ela deve estar livre de partículas soltas, mofo, calcinação, rachaduras, umidade e penetração.

## REFERÊNCIAS

SCHREIBER, Patrícia Antonia de Abreu. **IMPERMEABILIZAÇÃO DE LAJES DE COBERTURA: CARACTERIZAÇÃO, EXECUÇÃO E PATOLOGIAS.** Disponível em: <[https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS-monografia\\_final.pdf](https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS-monografia_final.pdf)> Acesso em: 18 de fevereiro de 2021.

LARA, Luiz Alcides Mesquita. **MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO.** Disponível em: <file:///C:/Users/joao/Downloads/materiais\_construcao.pdf. Acesso em: 04 de março de 2021.

RIGHI, Giovanni. **ESTUDO DOS SISTEMAS IMPERMEABILIZAÇÃO: PATOLOGIAS, PREVENÇÕES E CORREÇÕES- ANÁLISE DE CASO.** Disponível em: <file:///C:/Users/joao/Downloads/materiais\_construcao.pdf> Acesso em: 08 de março de 2021.

JUNIOR, João Mario Foganholo. MARCO, Gerson De. **IMPERMEABILIZAÇÃO: CARACTERIZAÇÃO, EXECUÇÃO E DESEMPENHO.** Disponível em: <[https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/artigo-foganholo-junior-convertido\\_0.pdf](https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/artigo-foganholo-junior-convertido_0.pdf)> Acesso em: 12 de março de 2021.

REZENDE, Otavio. **A IMPORTÂNCIA DO USO DE IMPERMEABILIZANTES NA CONSTRUÇÃO CIVIL.** [https://www.academia.edu/36777157/A\\_IMPORT%C3%82NCIA\\_DO\\_USO\\_DE\\_IMP ERMEABILIZANTES\\_NA\\_CONSTRU%C3%87%C3%83O\\_CIVIL](https://www.academia.edu/36777157/A_IMPORT%C3%82NCIA_DO_USO_DE_IMP ERMEABILIZANTES_NA_CONSTRU%C3%87%C3%83O_CIVIL)> Acesso em: 22 de abril de 2021.

SOARES, Felipe. **A IMPORTÂNCIA DO PROJETO DE IMPERMEABILIZAÇÃO EM OBRAS DE CONSTRUÇÃO CIVIL.** Disponível em: <<http://repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10012331.pdf>> Acesso em: 21 de março de 2021.

SILVA, PAULO HENRIQUE ARAUJO. **USO DE TINTAS COMO ISOLANTES TÉRMICOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL.** Disponível em: <[https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/63938956/TCC\\_Henrique20200716-17431-1mzzq7p.pdf?1594910041=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DUSO\\_DE\\_TINTAS\\_COMO\\_ISOLANTES\\_TERM ICOS\\_NA.pdf&Expires=1624416639&Signature=c0XDJsEMaJ1U~SM4OXKALmOz DoTMZpKK1~TOsTkYfazCcy58SEj1iw0sgtPyX6E091SwdemeOYAOEZvQBw5o5sIV VpaMZ2ATWfij6aAcaNC2a9BesuA7m0WVZr9reptW2ZdHREo6mEASdsDrkOVec-u-OkdnemYr1w9E0unjDdERh130Y76vgnn09QKQBO1mfg~M0UGu9Qy50iEv-Btc4z2gq9hhZnscdRIA8eDhucg-hg8k2biUU2NwQO1SGQjYk8Zxwhb9f4TsLbaY~ujGpzOiG5T-Dzgh5UKjNR5jTj297S~zFU~IKJfnkN8DPm04vbK9OWM5us76zfJ7ATRwQ\\_\\_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/63938956/TCC_Henrique20200716-17431-1mzzq7p.pdf?1594910041=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DUSO_DE_TINTAS_COMO_ISOLANTES_TERM ICOS_NA.pdf&Expires=1624416639&Signature=c0XDJsEMaJ1U~SM4OXKALmOz DoTMZpKK1~TOsTkYfazCcy58SEj1iw0sgtPyX6E091SwdemeOYAOEZvQBw5o5sIV VpaMZ2ATWfij6aAcaNC2a9BesuA7m0WVZr9reptW2ZdHREo6mEASdsDrkOVec-u-OkdnemYr1w9E0unjDdERh130Y76vgnn09QKQBO1mfg~M0UGu9Qy50iEv-Btc4z2gq9hhZnscdRIA8eDhucg-hg8k2biUU2NwQO1SGQjYk8Zxwhb9f4TsLbaY~ujGpzOiG5T-Dzgh5UKjNR5jTj297S~zFU~IKJfnkN8DPm04vbK9OWM5us76zfJ7ATRwQ__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA)> Acesso em: 22 de junho de 2021.

ÁVILA, Pierre. **IMPERMEABILIZAÇÃO DE ALVENARIAS**. Disponível em:<[https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUBD-9M8GRZ/1/monografiaesqueleto\\_rev\\_4.1.2.pdf](https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUBD-9M8GRZ/1/monografiaesqueleto_rev_4.1.2.pdf)> Acesso em: 22 de junho de 2021.

DALTIN, Décio. **TENSOATIVOS QUÍMICA, PROPRIEDADES E APLICAÇÕES**. Disponível em:<<http://www.usp.br/massa/2014/qfl2453/pdf/Tensoativos-livrodeDecioDaltin-Capitulo1.pdf>> Acesso em: 24 de maio de 2021.

FREIRE, Mônica Athayde. **MÉTODOS EXECUTIVOS DE IMPERMEABILIZAÇÃO DE UM EMPREENDIMENTO COMERCIAL DE GRANDE PORTE**. Disponível em:<<http://repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10011036.pdf>> Acesso em: 06 de junho de 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9575: Impermeabilização Seleção e Projeto**. Rio de Janeiro, p.14, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9574: Execução de Impermeabilização**. Rio de Janeiro, p. 14, 2008.