

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**JOSE LUIS BINIARA**

**TIAGO ROTTA DUARTE**

**CAIAÇÃO DE SUPERFÍCIES: UM ESTUDO SOBRE A UTILIZAÇÃO DO  
PIGMENTO DA *CURCUMA LONGA* COMO CORANTE EM PINTURAS A CAL.**

**PONTA GROSSA**

**2023**

**JOSE LUIS BINIARA**

**TIAGO ROTTA DUARTE**

**CAIAÇÃO DE SUPERFÍCIES: UM ESTUDO SOBRE A UTILIZAÇÃO DO  
PIGMENTO DA *CURCUMA LONGA* COMO CORANTE EM PINTURAS A CAL.**

**Whitewashing surfaces: a study on the use of Curcuma longa pigment as a dye  
in lime paints.**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentada como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Química da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).  
Orientador: Prof. Dr. Jose Carlos Alberto De Pontes.

**PONTA GROSSA**

**2023**



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

**JOSE LUIS BINIARA**

**TIAGO ROTTA DUARTE**

**Caiação de superfícies: um estudo sobre a utilização do pigmento da *Curcuma longa* como corante em pinturas a cal.**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Química da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 27 de novembro de 2023

---

Jose Carlos Alberto De Pontes

Doutorado

Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR

---

Thiago Peixoto de Araújo

Doutorado

Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR

---

Luis Alberto Chavez Ayala

Mestrado

Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR

**PONTA GROSSA**

**2023**

## RESUMO

Esta pesquisa teve o objetivo de analisar a efetividade da caiação de superfícies com produtos naturais: o pigmento extraído da *Curcuma longa* e o óleo de linhaça como secante natural, comparando as características das pinturas com diferentes concentrações de cal juntamente com a viscosidade e o tempo de secagem de aderência na superfície, calculando o custo-benefício e o consumo de Dióxido de Carbono utilizado na produção da tinta ecológica. Partiu-se da problemática em aprimorar a técnica de pintura a cal, adicionando o pigmento extraído da *Curcuma longa* como corante e o emprego do óleo de linhaça como secante e impermeabilizante, obtendo um produto mais sustentável. Nesse sentido, buscou-se trabalhar com uma metodologia de natureza descritiva. Para a coleta de dados, utilizou-se de técnicas de laboratório químico para a realização dos experimentos e teste. Posteriormente, os dados coletados foram tabulados, analisados e discutidos, de modo a buscar um olhar mais aprimorado, com conhecimentos mais especializados, resultando em um custo-benefício baixo e barato com qualidade no produto final visando a sustentabilidade para o ser humano e o planeta Terra. Neste trabalho foram produzidos três lotes de tintas, variando as concentrações e/ou materiais, para que fosse realizada uma análise. Obtivemos como melhor tinta o lote 2, onde foi possível analisar de forma geral uma melhor aplicação da mesma com um melhor preenchimento da superfície. Foi realizado um teste de coloração do açafrão variando a concentração de carbonato de cálcio, assim como também foi realizado um estudo no comportamento da coloração do açafrão em meios mais ácidos, básicos e próximo ao pH neutro. Uma análise comparativa entre uma tinta convencional de 18L e a tinta produzida foi realizada, para cobrir uma área de 120m<sup>2</sup>. A tinta convencional cobre esta área por três demãos custando em média R\$ 400,00 reais. Já a tinta produzida no lote 2 cobre esta mesma área com duas demãos custando aproximadamente R\$ 176,00 reais.

**Palavras-chave:** Curcuma longa; caiação; tinta a cal; tinta ecológica; sustentabilidade.

## ABSTRACT

This research aimed to analyze the effectiveness of whitewashing surfaces with natural products: the pigment extracted from *Curcuma longa* and linseed oil as a natural drying agent, comparing the characteristics of paints with different lime concentrations along with viscosity and drying time drying of adhesion on the surface, calculating cost-effectiveness and consumption of Carbon Dioxide used in the production of ecological paint. The problematic issue was to improve the lime painting technique by adding pigment extracted from *Curcuma longa* as a dye and employing linseed oil as a drying agent and waterproofing agent, obtaining a more sustainable product. In this sense, we sought to work with a descriptive methodology. Chemical laboratory techniques were used for data collection, experiment, and testing. Subsequently, the collected data were tabulated, analyzed, and discussed, to achieve a more refined perspective with more specialized knowledge, resulting in a low-cost and inexpensive cost-effectiveness with quality in the final product, aiming for sustainability for humans and the planet Earth. Three batches of paint were produced in this work, varying concentrations and/or materials, for analysis purposes. The best paint obtained was from batch 2, where a better overall application with better surface coverage was observed. A saffron coloration test was conducted by varying the concentration of calcium carbonate, and a study was also conducted on the behavior of saffron coloration in more acidic, basic, and near-neutral pH environments. A comparative analysis between a conventional 18L paint and the produced paint was conducted to cover an area of 120m<sup>2</sup>. The conventional paint covers this area with three coats, costing an average of R\$ 400,00. Meanwhile, the paint produced in batch 2 covers the same area with two coats, costing approximately R\$ 176,00.

**Keywords:** *Curcuma longa*; whitewashing; lime paint; ecological ink; sustainability.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	6
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	8
<b>3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	9
3.1 O USO DE TINTAS.....	9
3.2 CAIAÇÃO.....	11
3.3 AGENTES SECANTES.....	12
3.4 PIGMENTAÇÃO DA <i>CURCUMA LONGA</i> .....	14
<b>4. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	17
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	21
<b>6. CONCLUSÃO</b> .....	35
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	36

## 1 INTRODUÇÃO

Os seres vivos habitam o planeta Terra garantindo sua sobrevivência e dela usufruindo de suas propriedades, seja da atmosfera, litosfera e ou hidrosfera adquirindo aperfeiçoamento, inovações e transformações para seu cotidiano e para o mundo social. As ações propostas pelo homem devem ser bem pensadas para que elas não prejudiquem as condições do planeta Terra que o habitam.

Nesse sentido, as ações podem ser positivas ou negativas, é aqui que se deve pensar nas consequências que futuramente serão geradas, e o que estas ações negativas podem acarretar futuramente. Entre tantas, ações sociais, econômicas, políticas, estão relacionadas ao meio ambientes, como proteção e cuidados, os recursos renováveis e não renováveis que dão auxílio a vida nesse meio natural. Nesse viés, a tinta ecológica, é um produto que ajuda no consumo do dióxido de carbono, no embelezamento de construções civis, na utilização de recurso natural, que pode substituir um produto tóxico a natureza, e que ainda traz um custo-benefício ao homem. Assim, conhecido como tinta a cal, fabricado com corante e secante natural, visa um desenvolvimento sustentável e uma tinta ecológica.

Desse modo, a proposta aqui levantada, consiste no aprimoramento de pintura a cal visando a preocupação com os cuidados com o meio ambiente e os seus recursos naturais oferecidos aos seres vivos, e que gera um custo menor que o produto sintético comercializado. Contudo, pressupõem que a tinta em tempos passados fora muito usada e que hoje as pessoas preferem o mais prático, sem terem o incomodo de preparar, desenvolver o produto, material antes de usá-lo, mas ainda, presume que em culturas da espécie humana utiliza-se essa técnica de caiação, mantendo a tradição.

De acordo com a proposta da pesquisa, Govindarajan (1980); Guimarães (2002); Mayer, (2002); Santiago, (2007); Nguyen *et al.*, (2013); Lech (2015); Fardin; Nogueira, (2016);Kasprzycka et al. (2017), Levano, Ezquerria e Amigó (2018); Odelius (2018);Kim; Jung; Park, (2020).Kharade; Mahanwar, (2021), embasaram e fundamentaram esse trabalho na busca de uma Tinta Ecológica e na aplicabilidade da prática sustentável, assegurando um menor impacto possível ao planeta Terra.

Percebe-se, contudo, que trabalhar com esse tema, leva o ser humano a aguçar seu interesse por preferir o uso de tinta ecológica, adentrando ao mundo da

sustentabilidade, garantindo menos impacto ao meio ambiente e a si próprio objetivando a garantia dos recursos naturais no planeta Terra. Também, percebeu-se a relevância desse estudo quando ele propicia uma maior longevidade a sobrevivência dos seres vivos no meio que o cerca.

O ser humano vive em função de si próprio e do meio que o habita, planeta Terra. Nela existem inúmeras maneiras de se viver, individualmente, em colônias, em grupo, em sociedade, dentre outras, que almejam seu bem estar. Para tanto, é necessário preservar a natureza com cuidados de renovar e usar com cautela o não renovável para não tornar um planeta exposto a ausência de certas matérias, a toxinas, poluentes e extinção de seres vivos.

As alternativas possibilitam trocar, mudar certos materiais, objetos, produtos, enfim, para que o custo financeiro seja menor ou não perigoso ao ambiente. Desse modo, fala-se da sustentabilidade e da utilização de materiais ecológicos, ela busca o desenvolvimento econômico e a conservação do meio ambiente se encaixando na Sustentabilidade Ambiental.

Nesse sentido, o aprimoramento da técnica de pintura a cal com materiais vindo da natureza – recursos naturais renováveis, como o utilizado nesse estudo, o pó de açafraão e o óleo de linhaça, não alteram sua produção do vegetal na natureza devido ser um produto em que o homem consegue mantê-lo produzindo constantemente, garantindo para futuras gerações, e ainda, o gás carbônico advindo de outros setores, nessa reação química representada abaixo, absorve o CO<sub>2</sub>, contribuindo na amenização da poluição da atmosfera e para o não aumento do aquecimento global.

Nesse contexto, contribui-se com a agricultura familiar que pode optar por uma renda extra com a produção do material corante rizoma da cúrcuma e ou a semente de linhaça. Sendo produtos naturais o custo se torna mais baixo que o fabricado nas indústrias. Desse ponto de vista, é o que justifica a importância desse trabalho que se avançou nos conhecimentos de ensino aprendizagem acerca de uma concepção de novos produtos baseados na necessidade social, contribuindo para a evolução da comunidade científica as demandas da sociedade. Disseminando um produto ecológico e vantajoso ao meio em que os seres vivos atuam.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

O presente trabalho tem por objetivo geral analisar a alternativa da caiação de superfícies, utilizando o pigmento extraído da *Curcuma longae* a mistura com o óleo de linhaça como secante natural.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comparar as características das pinturas com diferentes concentrações de cal em superfícies de concreto;
- Analisar a viscosidade para diferentes concentrações da cal em materiais de concreto;
- Analisar e comparar o tempo para a tinta aderir na superfície aplicada para uma melhor eficiência.
- Calcular o custo desse método e comparar com o da pintura convencional a garantir um menor custo-benefício;
- Calcular o consumo de dióxido de carbono da atmosfera durante o processo da produção da tinta atenuando a poluição atmosférica;

### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 3.1 O uso de tintas

Para Zumbühl (2014), a trajetória da tinta se entrelaça com a jornada da humanidade ao longo dos séculos. Desde as primeiras manifestações artísticas nas cavernas até as técnicas avançadas de revestimento aplicadas em estruturas modernas, a tinta tem desempenhado um papel fundamental na expressão cultural, na preservação de superfícies e na transmissão de narrativas ao longo da história da civilização. Atualmente além da arte é usada em outras áreas, por exemplo, como revestimento na construção civil tanto para fins decorativos quanto para a proteção da superfície.

O material mais usado para o revestimento nas pinturas são as tintas, definidas pelo Guia Técnico Ambiental - Tintas e Vernizes como:

“...uma mistura estável de uma parte sólida (que forma a película aderente à superfície a ser pintada) em um componente volátil (água ou solventes orgânicos). Uma terceira parte denominada aditivos, embora representando uma pequena percentagem da composição, é responsável pela obtenção de propriedades importantes tanto nas tintas quanto no revestimento.” (CETESB, 2018, p. 30)

As tintas são uma mistura de componentes que permitem sua aplicabilidade para além do revestimento de superfícies, as quais podem ser:

- Imobiliárias: destinadas à construção civil;
- Industriais: usadas em processos de fabricação de outros produtos;
- Especiais: usadas para outras finalidades, como as tintas de repinturas automotivas, tintas marítimas, tintas para demarcação de tráfego, entre outras (CETESB, 2018).

Basicamente, a constituição de uma tinta tem como base veículos, fixo e volátil, pigmentos, cargas e aditivos, cuja função de cada componente está apresentado no Quadro 1.

**Quadro 1 – Constituintes de uma tinta.**

<b>Elemento</b>	<b>Descrição</b>
Veículo fixo (ligante ou aglutinante)	Responsável pelo endurecimento da tinta.
Veículo volátil (solvente ou diluente)	Responsável por se ligar ao ligante para torná-lo aplicável, evapora durante o processo de secagem
Pigmentos	Partículas sólidas finas insolúveis no veículo, responsável por conferir opacidade e cor a tinta.
Cargas	Partículas granulares ou em pó, insolúveis no veículo, com baixo poder de cobertura. Responsável por modificar as propriedades físicas da tinta, por exemplo: melhorando a aderência.
Aditivos	Responsável por melhorar as condições de aplicação da tinta, os quais podem ser secantes ou corretivos.

**Fonte: Adaptado de Brito (2009)**

Dos materiais utilizados, a água desempenha um papel crucial como veículo volátil, permitindo a diluição da cal hidratada para criar a pasta necessária à aplicação da tinta. Sem ela, a mistura se tornaria impossível, impedindo a formação da consistência adequada para a aplicação. A cal hidratada, por sua vez, entra como veículo fixo, constituindo a base sólida da tinta, e na ausência dela, a tinta perderia sua substância principal para a sua formação.

O açafraão atua como pigmento, fornecendo cor à tinta. Sem ele, a mistura resultante teria a cor natural da cal, ou seja, branca. A cola branca PVA e o detergente são aditivos essenciais: a cola melhora a adesão da tinta à superfície, enquanto o detergente facilita a aplicação, melhorando o espalhamento e a aderência. Sua ausência pode levar a uma aderência deficiente e dificuldades na aplicação uniforme da tinta.

Por fim, o óleo de linhaça, que também entra como um aditivo, desempenha um papel importante ao aumentar a durabilidade, a resistência à água e a aderência da tinta. Sem ele, a tinta poderia ser menos resistente às condições climáticas e ter

uma menor durabilidade, comprometendo sua eficácia em longo prazo. A associação desses elementos

Diante da possibilidade do uso de diferentes elementos na sua composição, tais como certos solventes orgânicos, algumas tintas podem ser prejudiciais para a saúde humana e para o meio ambiente, de modo que é importante ter conhecimento quanto aos componentes utilizados na sua fabricação (UEMOTO, 2002). Inclusive componentes derivados do chumbo, tendo conhecimento dos seus malefícios, determinou-se um órgão responsável pela sua fiscalização, o Inmetro (Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia), conforme estabelece o Decreto Nº 9.315/2018 (BRASIL, 2018).

Além disso, o descarte inadequado de tintas no meio ambiente provoca danos ao mesmo, dentre eles, pode-se citar: a degradação da camada de ozônio, alteração do pH (potencial hidrogeniônico) da água e do solo, contaminação de efluentes, entre outros (FARDIN; NOGUEIRA, 2016).

Nessa perspectiva, faz-se necessário buscar por tintas à base de materiais menos prejudiciais ao meio ambiente e ao homem mantendo um ambiente agradável e seguro no planeta.

### 3.2 Caiação

A cal, material usado desde os primórdios pelas civilizações antigas, pode ser usada para diferentes finalidades na construção civil que vão desde o assentamento até o revestimento de superfícies (SANTIAGO, 2007). Nos processos de pintura, a caiação consiste na aplicação de uma leitada de cal (mistura aquosa) pura ou aditivada com pigmentos orgânicos (COELHO; PACHECO-TORGAL; JALALI, 2018), por ser totalmente natural apresenta menos prejuízo ao meio ambiente quando comparado à outras tintas.

Dentre as vantagens do uso de cal artesanal nos processos de pintura, pode-se citar: a alcalinidade, decorrente da sua faixa de pH entre 12 e 13, que contribui para sua ação bactericida e fungicida; o elevado poder de aderência, inclusive à substratos minerais contendo camadas de tinta de cal velhas; o acabamento mais liso e de cor clara, comparáveis a outras tintas e acabamentos; impedimento da oxidação nas ferragens e do surgimento de manchas e apodrecimento precoce nos

revestimentos, entre outros (LEVANO; EZQUERRA; AMIGÓ, 2018) (COELHO; PACHECO-TORGAL; JALALI, 2018).

Ademais é importante ressaltar o excelente custo-benefício associado à sua produção, visto que além da matéria prima ser encontrada em abundância, tem-se um processo produtivo relativamente barato o que, conforme ressalta Santiago (2007), permite sua aplicação em habitações de baixo custo.

Segundo os autores, Levano, Ezquerra e Amigó (2018) afirmam que apesar do processo de caiação apresentar uma variação da sua pigmentação de acordo com a força de aplicação do pintor, dependendo da intensidade da aplicação da mesma pode ser necessário realizar de 2 a 8 aplicações para cobrir completamente a superfície, além disso, a cor da pintura pode ficar 50% mais clara após secar.

Percebe-se que há uma variação da coloração da tinta de cal após sua aplicação, ainda assim Coelho, Pacheco-Torgal e Jalali(2009) ressaltam que o uso da caiação é uma opção de acabamento superior do ponto de vista arquitetônico frente à outras tintas produzidas industrialmente para a mesma finalidade.

Pode-se realizar a adição de resina acrílica para aumentar a durabilidade e resistência da tinta de cal em uma quantidade adequada para a tinta de cal, visto que a resina em excesso pode acarretar prejuízos para o produto, tais como: endurecer a tinta, deixar a camada de pintura quebradiça, reduzir a permeabilidade ao vapor de água, etc. (COELHO; PACHECO-TORGAL; JALALI, 2018)

Como a busca por tintas que apresentam cal como matéria-prima ainda é pouca na atualidade, ainda não existe uma regulamentação quanto aos parâmetros a serem seguidos nas suas propriedades e limitações (LEVANO; EZQUERRA; AMIGÓ, 2018).

### 3.3 Agentes secantes

Os agentes secantes de tintas são compostos químicos que ajudam a acelerar o processo de secagem da tinta, reduzindo o tempo de espera entre as camadas de pintura. Eles são adicionados à tinta durante a fabricação para melhorar sua qualidade e desempenho. Existem diferentes tipos de agentes secantes disponíveis, cada um com suas próprias propriedades e usos específicos (KHARADE;MAHANWAR, 2021).

Existem vários tipos de agentes secantes de tintas, incluindo agentes oxidantes, à base de metal, aceleradores de secagem e absorventes de água. Os agentes oxidantes incluem cobalto, manganês e ferro, que são metais que reagem com a tinta para acelerar a secagem. Os agentes à base de metal incluem zircônio e titânio, que agem como catalisadores para acelerar a reação química da tinta, os aceleradores de secagem são aditivos que aumentam a velocidade da secagem da tinta e os absorventes de água são compostos orgânicos que absorvem a umidade da tinta e ajudam a acelerar a secagem (ECKHARDT; EGAN, 2018).

Um dos tipos mais comuns de agentes secantes de tintas é o secante metálico, que é um catalisador que promove a oxidação da tinta. Eles são feitos de metais como cobalto, manganês e zircônio e podem ser usados em tintas à base de óleo, vernizes e tintas em pó. Esses agentes secantes podem melhorar significativamente a resistência à abrasão e a aderência da tinta (ECKHARDT; EGAN, 2018).

Outro tipo de agente secante comum é o peróxido orgânico, que é usado em tintas baseadas em ésteres, acrílicos e vinil. Os peróxidos orgânicos aceleram a reação de polimerização da tinta, aumentando sua viscosidade e resistência química. Eles são frequentemente usados em tintas de alto desempenho, como tintas para veículos e revestimentos industriais (LIN, WANG; HUANG, 2021).

Nesse sentido, também podem ser encontrados em formas líquidas ou em pó. As formas líquidas são mais fáceis de adicionar à tinta durante a produção, enquanto as formas em pó são mais adequadas para tintas em pó e sistemas de revestimento por pulverização. As formas em pó também são mais estáveis e têm uma vida útil mais longa do que as formas líquidas (ABREU; COSTA, 2013)

Além de acelerar o tempo de secagem, os agentes secantes também podem melhorar a qualidade da superfície da tinta. Eles ajudam a prevenir defeitos como craqueamento, aderência inadequada e manchas (KIM; JUNG; PARK, 2020). Quando adicionados corretamente à tinta, os agentes secantes podem melhorar a resistência à água, produtos químicos e riscos.

No entanto, é importante lembrar que o uso excessivo de agentes secantes pode ter efeitos adversos na qualidade da tinta e do revestimento. O excesso de agentes secantes pode levar a problemas como bolhas, descascamento e amarelecimento da tinta. Portanto, é essencial seguir as recomendações do fabricante ao adicionar agentes secantes à tinta.

Por sua vez, é válido destacar o óleo de linhaça como agente secante, o qual tem sido um assunto amplamente estudado e documentado na literatura científica. De acordo com o estudo de Kasprzycka et al. (2017), o óleo de linhaça é uma fonte natural rica em ácidos graxos insaturados que reagem com o oxigênio para formar ligações cruzadas e polimerizar, tornando-o um agente secante eficaz. Já o estudo de Odellius et al. (2018) destaca que a eficácia do óleo de linhaça como agente secante depende de vários fatores, como a concentração de ácidos graxos insaturados e a temperatura do ambiente de secagem. Existem valores da concentração e temperatura para obter eficácia.

No entanto, o uso de óleo de linhaça como agente secante também apresenta desvantagens, como discutido no texto. O estudo de Lech (2015) ressalta que a secagem do óleo de linhaça pode ser afetada pela composição da tinta e que a reação de oxidação pode liberar calor, o que pode levar a problemas de rachaduras e enrugamento da tinta.

Desse modo, os agentes secantes de tintas são compostos químicos importantes para melhorar a qualidade e desempenho da tinta. Eles podem acelerar o tempo de secagem, melhorar a resistência da tinta e prevenir defeitos na superfície. No entanto, o uso excessivo de agentes secantes pode levar a problemas na qualidade da tinta e revestimento. É essencial seguir as recomendações do fabricante ao adicionar agentes secantes à tinta.

### 3.4 Pigmentação da *Curcuma longa*

A pigmentação pode ser afetada por várias propriedades físico-químicas da matéria, podendo ser caracterizada pela sua origem, ou seja, um mineral ou vegetal: um pigmento inorgânico ou orgânico, respectivamente, uma classificação mais usada atualmente (MAYER, 2002).

A pigmentação caracteriza-se pela presença de moléculas que refletem certo tipo de coloração, devido essa reflexão o pó de cúrcuma ao ser misturado a tinta e após a sua secagem obtém-se a cor amarelo-alaranjado. Govindarajan (1980), reafirma sobre o componente do açafrão, conhecido como pigmento curcuminóides. Ainda o mesmo autor, ressalta que quando mais tempo estiver no solo maior é o teor

da cor no rizoma, o qual pode chegar a uma concentração de 4 miligramas(mg) a 8 mg por cem gramas, ou seja, 4 a 8mg/100g de massa do açafrão.

A origem da espécie é a Índia, a qual mais produz, e que aos poucos dissipou-se as outras regiões, no Brasil se concentrou nas regiões centro-oeste e sudeste. É uma planta da família Zingiberaceae e seu epíteto *Curcuma longa*, seu rizoma espesso, áspero, arredondado com uns centímetros de comprimento e ramificado lateralmente pelos “dedos”, levando de aproximadamente nove meses para sua colheita (GOVINDARAJAN, 1980). Segue a demonstração do vegetal, Figura 1.

**Figura 1. Planta vegetal da espécie *Curcuma longa*.**



**Fonte: Autoria própria (2023).**

Nesse viés, é possível analisar as estruturas mais essenciais da planta, o rizoma. Conforme exemplo abaixo, Figura 2.

**Figura 2: O rizoma da espécie de açafrão.**



**Fonte: Autoria própria (2023).**

Com mais detalhes, o rizoma da planta, essa iniciando o ciclo de produtividade, ausência dos rizomas laterais, dessa parte é a qual se extrai a pigmentação, segue abaixo, Figura 3.

**Figura 3: O rizoma em mais detalhes**



**Fonte: Autoria própria (2023).**

Nesse sentido, Nguyen *et al.*, (2013) relata o interesse econômico pelo produto, como propriedades antioxidantes, anti-inflamatório, anticancerígeno, entre outros, princípios, de modo com que se faz nesse trabalho de estudo – a pigmentação por meio da coloração amarelo-alaranjado do rizoma em produção de tinta a cal, também sendo conhecida como Tinta Ecológica.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização do presente estudo, empreende-se uma pesquisa com o objetivo de proporcionar uma proposta sobre a caiação, um processo que engloba a sustentabilidade, sendo um produto utilizado como pinturas, coberturas em material de permanência domiciliar e ou comercial reforçando a efetividade do mesmo, o baixo custo-benefício e a prática sustentável.

O estudo foi realizado no decorrer do ano de 2023, mais precisamente entre os meses de abril e maio. Consistiu em várias análises experimentais dos compostos que fazem parte do produto – caiação (pintura a cal), para diagnosticar a melhor proporção esperada em uma tinta de qualidade em relação ao custo gerado. Para isso, as formas técnicas laboratoriais procederam no ambiente da sala do Laboratório de Química Geral e Experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR de Ponta Grossa, Estado do Paraná.

Para a coleta de dados, utilizou-se como instrumento de sondagem a prática experimental com o preparo das tintas, em que os dados de identificação foram compostos por três lotes do produto desenvolvido, a fim de nortear na tabulação dos dados futuros.

A prática experimental foi específica a coloração da tinta com a matéria orgânica *Curcuma longa* popularmente conhecida como açafrão, corante natural, e o secante natural, encontrado na semente de *Linum usitatissimum* conhecida popularmente como linhaça, o óleo. Para a realização da prática foram utilizados materiais permanentes de laboratório e os de consumo (reagentes e meio) em geral, como exibe o Quadro 01 a seguir.

**Quadro 01. Materiais de laboratório – Permanente e Consumo.**

Material permanente	Material de consumo (reagente e meio)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Balança de precisão;</li> <li>- Becker de vidro graduado forma baixa;</li> <li>- Bureta;</li> <li>- Espátula;</li> <li>- Fita de pH;</li> <li>- Paver;</li> <li>- Proveta;</li> <li>- Termômetro químico-escala externa;</li> <li>- Viscosímetro Cup Ford;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ácido Clorídrico;</li> <li>- Água;</li> <li>- Açafrão em pó;</li> <li>- Ca(OH)<sub>2</sub></li> <li>- Cola PVA(Acetato de Polivinila)branca;</li> <li>- Detergente líquido;</li> <li>- Hidróxido de Potássio;</li> <li>- Hidróxido de Sódio;</li> <li>- Óleo de linhaça;</li> </ul>

Fonte: Autoria própria (2023).

Para o primeiro procedimento utilizou-se diferentes concentrações dos produtos: cal, cola e óleo de linhaça, mantendo a igualdade nos compostos: água e o estado calorímetro – temperatura. Como representado a seguir, Quadro 02.

**Quadro 02: Compostos e etapas utilizados no procedimento do desenvolvimento da tinta como base.**

Etapa	Cal (CH-III), (g)	Água (mL)	Cola PVA- (mg)	Óleo de Linhaça (mL)	Temperatura (°C)
Lote 1	250	500	50	-	21
Lote 2	500	500	50	-	21
Lote 3	250	500	-	14	21

Fonte: Autoria própria (2023).

Na segunda etapa utilizou-se das mesmas medidas da primeira etapa e adicionou-se o corante natural açafrão, como expresso abaixo, Quadro 03.

**Quadro 03: Compostos e etapas utilizados no procedimento do desenvolvimento da tinta com o corante natural – açafrão.**

Etapa	Cal (CH-III), (g)	Água (mL)	Cola PVA- (mg)	Óleo de Linhaça (mL)	Temperatura (°C)	Açafrão em pó (g)
Lote 1	250	500	50	-	21	1
Lote 2	500	500	50	-	21	3
Lote 3	250	500	-	14	21	6

Fonte: Autoria própria (2023).

No procedimento da terceira etapa, repetiu-se a segunda etapa, como mostra o quadro 03, acima, sendo assim, foi acrescentado a substância detergente líquido e o óleo de linhaça nas amostras, conforme demonstrado abaixo, Quadro 04.

**Quadro 04: Compostos e etapas utilizados no procedimento do desenvolvimento da tinta.**

Etapa	Cal (CH-III), (g)	Água (mL)	Cola PVA- (mg)	Óleo de Linhaça (mL)	Temperatura (°C)	Açafrão em pó (g)	Detergente (mL)
Lote 1	500	500	50	14	21	1	1,5
Lote 2	500	500	50	14	21	3	1,5
Lote 3	250	500	-	14	21	6	1,5

Fonte: Autoria própria (2023).

Ainda, buscou-se a identificação do comportamento da coloração do açafrão por meio do pH. Foram adicionadas soluções de ácido clorídrico, hidróxido de

potássio e hidróxido de sódio em béqueres para que o pH fosse medido, como mostrado abaixo, Quadro 05.

**Quadro 05: Identificação da coloração por meio do ácido-base / pH.**

HCl / 0,1 M	NaOH / 0,1M	KOH / 0,1 M	Valor do pH
20 mL	-	-	0,82
-	20 mL	-	13,45
-	-	20 mL	13,46

**Fonte: Autoria própria (2023).**

Fez-se uma nova busca de coloração da tinta por meio da substância química Carbonato de Cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ), com cinco amostras, obtendo os seguintes valores de pH, conforme especificado a seguir, Quadro 06.

**Quadro 06: Quantidades e valores do pH por meio do  $\text{CaCO}_3$ .**

Etapas	Água (mL)	$\text{CaCO}_3$ (g)	pH
Frasco 1	100	1	10,78
Frasco 2	100	2	10,75
Frasco 3	100	3	10,72
Frasco 4	100	4	10,67
Frasco 5	100	5	10,65

**Fonte: Autoria própria (2023).**

Após, a obtenção do produto final de cada etapa, os lotes de tintas foram analisados em pavers, com duas de mão em cada um, e registrou-se o observado, em ambas, sendo a coloração e a secagem em tempo (hora-relógio).

Na etapa da obtenção numérica de valores e do tempo de secagem das amostras, aplicou-se equações referentes a densidade e a viscosidade com o auxílio do Cup Ford. Como também, levantou-se o custo gerado final do produto obtido para um melhor custo-benefício, por meio do levantamento do comércio: lojas de materiais de construção, mercados e casas de produtos naturais, no mês de abril, do mesmo ano, da cidade de Irati/Pr.

Para tanto, tabulou-se os dados e gerou-se gráficos para que fossem feitas as análises pertinentes, ressaltando que o método de pesquisa utilizado foi o descritivo.

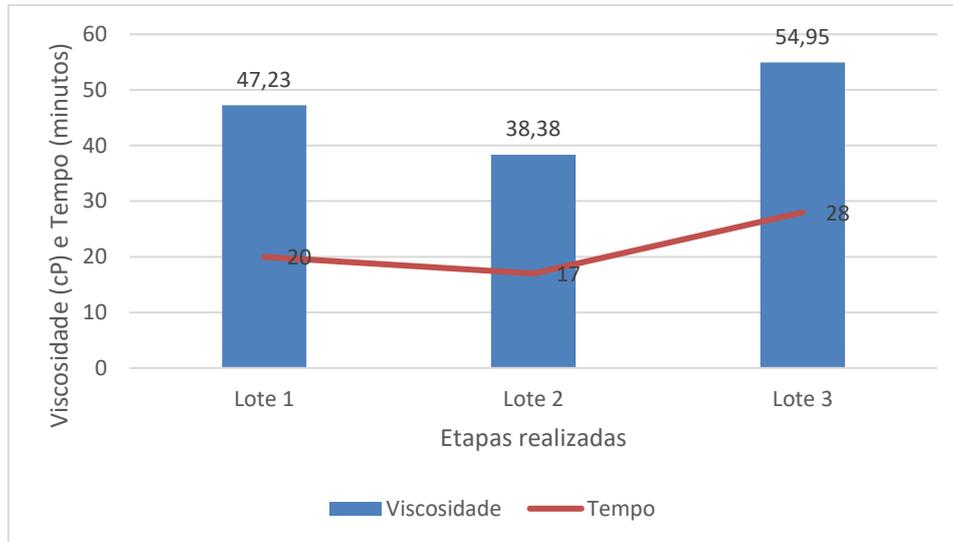
## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados trouxeram pontos positivos e negativos, sendo que procurou-se dedicar um olhar mais atento a sustentabilidade versus o custo-benefício do produto final. Verificou-se em que algumas etapas não foram obtidas um produto vantajoso e que agentes secantes escolhido para esse estudo não teve uma interação significativa na mistura, como também ocorreu na coloração da etapa final dos testes. Isto, ficou evidente pela concentração de substâncias utilizadas e o tipo, visualizados pelos gráficos e imagens obtidas, por meio dos cálculos das equações matemáticas, físicas e químicas realizadas. Contudo, mesmo chegando a um resultado final positivo, faz-se necessário refazer e reavaliar as análises da metodologia, das estratégias, dos instrumentos utilizados nesse estudo para que se possa ter um melhor resultado, a fim de realmente ter um produto mais seguro. Os pontos positivos indicam que o lote dois teve o maior resultado satisfatório, em que as proporções foram adequadas ao tempo de secagem, a viscosidade e a pigmentação com o corante natural de cúrcuma. O corante natural de açafrão em meio de diferentes pH, proporcionado por diferentes substâncias, obteve-se diferentes tonalidades, e o rendimento de tinta por área foi considerado bom em relação ao custo-benefício que o faz produzir.

Foram utilizados diferentes orifícios de cup ford para a medição da viscosidade. A tinta do lote 2 não conseguia escoar no mesmo orifício que as tintas dos outros lotes, e as tintas do lote 1 e 3 escoavam quase que instantaneamente no orifício em que a tinta do lote 2 conseguia escoar. Além disso, para cada orifício há uma equação diferente para calcular a viscosidade, baseado no tempo de escoamento do fluido pelo viscosímetro.

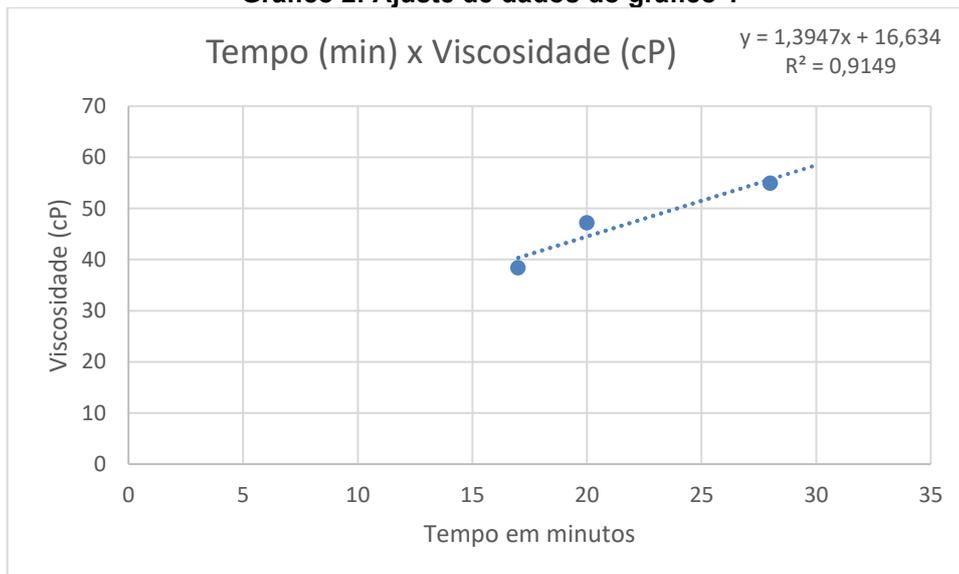
Os resultados obtidos, após as aplicações da tinta para teste, foram tabulados e plotados em gráficos utilizando o Excel. Gráfico 1,2,3,4 e 5. E os registros das imagens foram obtidos pelos próprios aparelhos celulares dos autores. Imagem de 1 a 13. Abaixo apresenta os resultados obtidos da viscosidade e o tempo de efetivação da tinta a superfície em pavers, Gráfico 1.

**Gráfico 1: Resposta do poder da viscosidade e o tempo de secagem. Efetividade da Tinta**



Fonte: Autoria própria (2023).

**Gráfico 2: Ajuste de dados do gráfico 1**



Fonte: Autoria própria (2023)

Primeiramente, o gráfico 1 resultou em dados diferentes para ambos os lotes de tintas (1, 2 e 3) sobre o aspecto de viscosidade e tempo de secagem. No gráfico 2 podemos ter uma análise do comportamento viscosidade da tinta (em cP) em relação ao tempo de secagem. Obtivemos uma reta com equação  $y = 1,3947x + 16,634$ , com  $R^2 = 0,9149$ . Nota-se que quanto maior foi a viscosidade, mais espessa será a tinta, ou seja, a viscosidade é uma propriedade física da matéria que visa a espessura e ou fluidez de uma substância ou mistura. Ainda, determina a

facilidade de se espalhar no material desejado, e dependendo da viscosidade assim é o tempo de secagem, uma melhor viscosidade requer menos tempo para secar. Portanto, o lote 2 é o qual se sobressaiu melhor nos dois aspectos observados e o pior resultado foi o lote 3, o qual não foi colocado a cola PVA junto a mistura, como um melhor aderente a superfície. Como exemplo a seguir, é possível observar a coloração dos lotes 1- alaranjado claro, 2 – alaranjado normal e 3 – alaranjado escuro das tintas, Imagem 1.

**Imagem 1: Produto obtido do lote 1 de tinta – coloração.**



**Fonte: Autoria própria (2023).**

Comparando os três béqueres acima, nota-se a diferença de tonalidade, isso devido a quantidade de cada substâncias inseridas para a fabricação da tinta, e principalmente a quantidade de cal e de corante natural, sendo todos da amostra do lote 1 – tinta base, inserido diferentes gramas de corante natural em cada frasco, o frasco 1.1 é mais claro devido a pouca cúrcuma, o frasco 1.2 teve o triplo de adição e o frasco 1.3 triplicou duas vezes a quantidade, gerando assim as variadas cores. Pode-se observar a pintura em bloco de paver, após secagem, abaixo, Imagem 2.

**Imagem 2: Pintura teste em paver – lote 1.**



**Fonte: Autoria própria (2023).**

A pintura acima teve falhas no preenchimento da superfície do paver, desfavorecendo seu benefício. A seguir demonstra-se a coloração do lote 2, Imagem 3.

**Imagem 3: Produto obtido do lote 2 de tinta.**



**Fonte: Autoria própria (2023).**

Nessa imagem 3, as cores diferem da imagem 1, por causa da concentração das substâncias e quantidades utilizadas nesse lote 2, a seguir observa-se a pintura em paver, Imagem 4.

**Imagem 4: Pintura teste em paver – lote 2**



**Fonte: Autoria própria (2023).**

Nota-se que essa pintura está melhor e com uma boa aderência ao bloco de concreto. Logo, se tem uma melhor vantagem por esse lote de tinta. E, já abaixo também pode-se observar as diferentes tonalidades do último lote produzido – lote 3. Conforme a amostra na sequência, Imagem 5.

**Imagem 5: Produto obtido do lote 3 de tinta.**



**Fonte: Autoria própria (2023).**

Na imagem 3, que se refere ao lote 2, a tonação dos frascos está mais viva, escuras, provavelmente devido as diferentes massas das substâncias utilizadas em cada um. Nesse sentido, testou-se em paver, a tinta obtida do lote 3, conforme mostra abaixo, Imagem 5.

**Imagem 5: Tinta teste em paver – lote 3.**



**Fonte: Autoria própria (2023).**

Nesse teste, observa-se que há espaço na superfície sem pintar, isso remete-se a aderência da tinta ao material, ou seja, a viscosidade da tinta. Ainda, analisando de outro modo, os lotes de tinta produzidos, tem-se os seguintes aspectos abaixo, Imagem 6.

**Imagem 6: Coloração dos frascos 1.1, 2.1 e 3.1.**



**Fonte: Autoria própria (2023).**

Ao comparar as cores dos frascos acima, sendo todas da primeira etapa de cada lote, conclui que as proporções das diferentes substâncias é o que interfere na cor de cada um, já que a proporção do corante natural – cúrcuma é a mesma para ambos. Isso também, ocorre nas tintas do lote 2 e lote 3 a seguir, Imagens 7 e 8.

**Imagem 7: Coloração dos frascos 1.2, 2.2 e 3.2.**



**Fonte: Autoria própria (2023).**

Logo após, demonstra-se a tinta lote 3, Imagem 8.

**Imagem 8: Coloração dos frascos 3.1, 3.2 e 3.3.**



**Fonte: Autoria própria (2023).**

Portanto, a cor pode ser influenciada pelas quantidades dos diferentes reagentes, cal e cúrcuma, inseridos na mistura da fabricação da tinta a cal, como mostrou-se nesses testes anteriormente, e que após um tempo da aplicação, aproximadamente 24 horas, observou-se uma pequena perda de coloração, em ambos os lotes. Nesse contexto, houve uma pequena preocupação no quesito da cor após a secagem das tintas nos pavers. Para buscar mais informações, o melhor resultado, que foi o lote 2, foi escolhido para se trabalhar, com as repetições dos testes, sendo assim especificada como 2.1, o qual traz mais eficiência ao ser humanos na questão sobre a viscosidade, tempo de secagem e prática sustentável. De modo que, os outros resultados não são benéficos ao custo-benefício para o indivíduo dos outros lotes, ou seja, lote 1 e 3. Para uma nova busca de tom da tinta com o corante cúrcuma, utilizou reagentes com acidez e basicidade na mistura do lote 2, e foram surpreendentes os resultados no requisito da viscosidade e do tempo, ultrapassando o valor já obtido anteriormente.

A cor se comportou em diferentes tonalidades perante o meio ácido e básico. Alterando também, os outros valores como o tempo e a viscosidade, sendo maiores que os já encontrados. Presume-se que para os valores possa ter ocorrido um erro na cronometragem do Cup Ford, devido os valores da densidade dos dois testes, anterior (Lote 2) e atual (lote 2.1), estarem próximos um do outro. Para a cor é possível observar o teste a seguir, Imagem 9.

**Imagem 9: Teste da tinta em blocos de pavers.**



**Fonte: Autoria própria (2023).**

Essa coloração pressupõe de ser consequência do próprio corante devido ele ser um indicador ácido-base, conforme analisado em laboratório o teste para ácido-base da cúrcuma, como apresentado abaixo, Imagem 10.

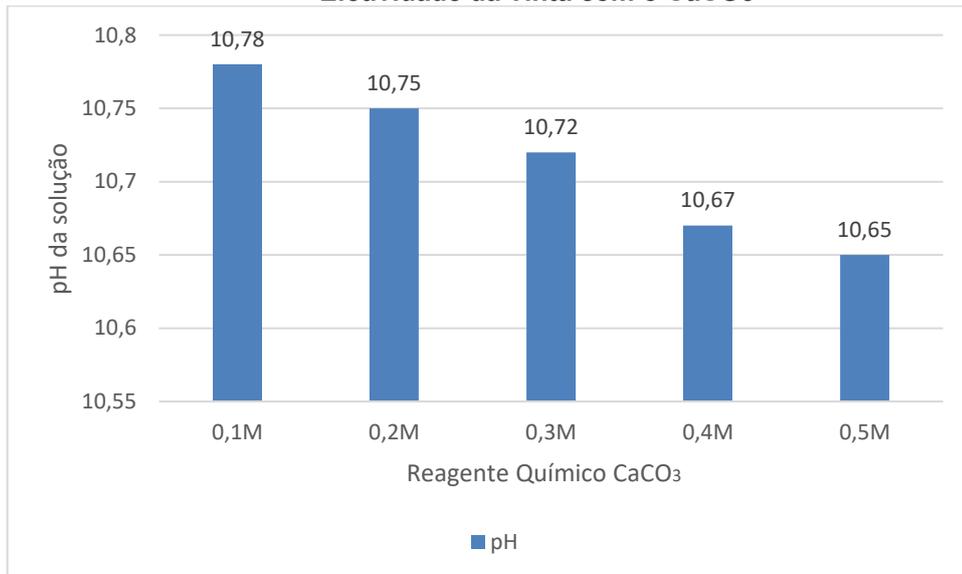
**Imagem 10: Teste da cúrcuma.**



**Fonte: Autoria própria (2023).**

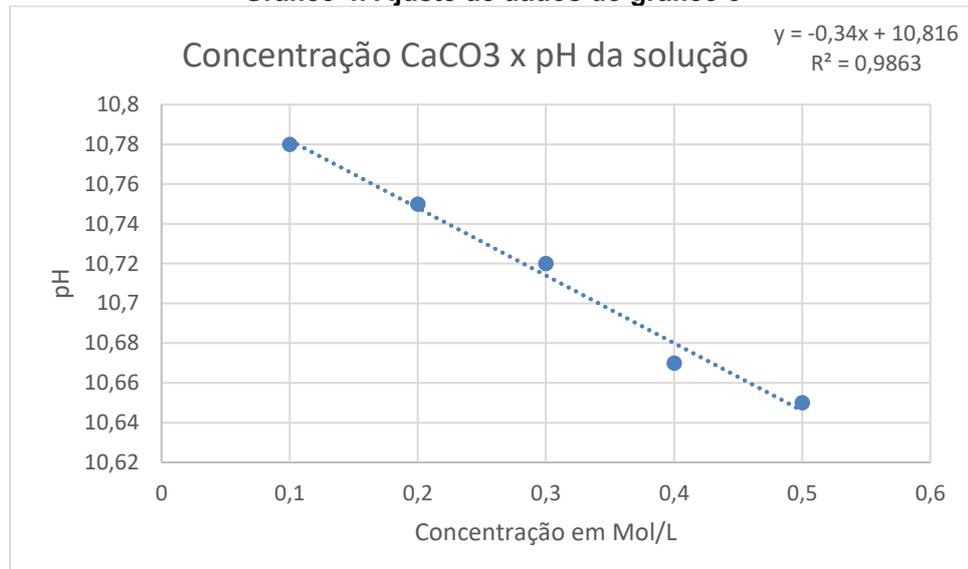
Assim, em um novo teste, para a coloração, foram utilizados somente o Carbonato de cálcio, água e o corante cúrcuma em diferentes soluções, os quais tiveram uma pequena variação do pH para o meio alcalino, conforme o resultado a seguir, Gráfico 3.

**Gráfico 3: Resposta da coloração da tinta em meio  $\text{CaCO}_3$   
Efetividade da Tinta com o  $\text{CaCO}_3$**



Fonte: Autoria própria (2023).

**Gráfico 4: Ajuste de dados do gráfico 3**



Fonte: Autoria própria (2023)

Nesse sentido, compreende que o pH não tem uma grande variação conforme a gradatividade de concentração do carbonato de cálcio, essa mínima diferença quase que não altera sua coloração. Isto acontece porque o carbonato de cálcio tem efeito tampão, então conforme aumenta a concentração de carbonato de cálcio

mais o pH tende a se estabilizar. Com uma concentração elevada de  $\text{CaCO}_3$ , pode até ser adicionado algum ácido sem que haja alterações significativas do pH, justamente por conta deste efeito tampão. Dos dados do gráfico 3, foi realizado um ajuste de dados onde obtivemos o gráfico 4, obtendo uma equação de reta :  $y = -0,34 * x + 10,816$ , com  $R^2 = 0,9863$ . As concentrações vista a olho nu, são difíceis de serem analisa, sem saber o real valor do produto diluído. Observa-se a seguir, Imagem 11.

**Imagem 11: Béqueres com diferentes concentrações de  $\text{CaCO}_3$**



**Fonte: Autoria própria (2023).**

Somando a isso, na sequência foram adicionado o pó de açafrão em diferentes quantidades, obtendo cores diferentes e apresentado a seguir, Imagem 12.

**Imagem 12: Béqueres com diferentes concentrações de  $\text{CaCO}_3$  + 3g de açúcar**

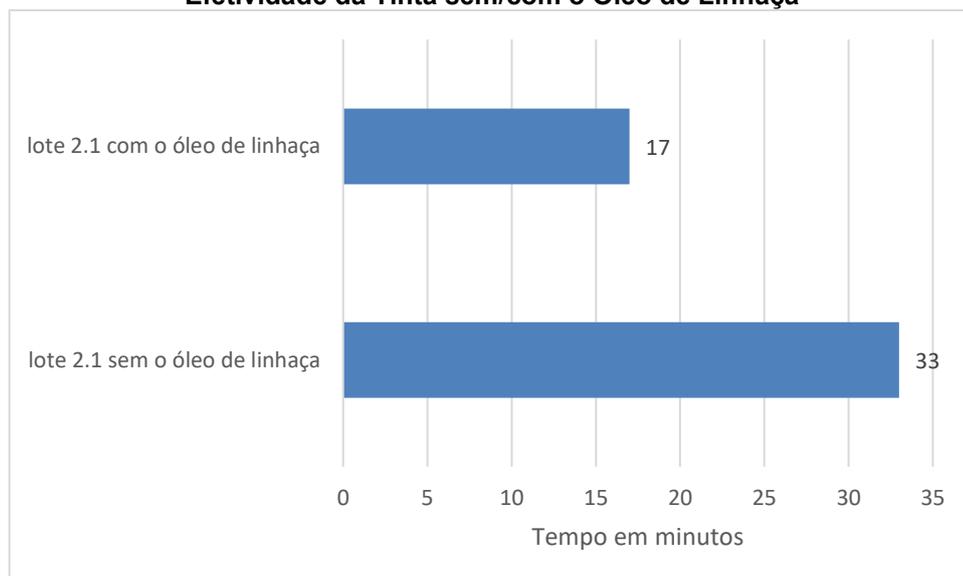


Fonte: Autoria própria (2023).

Ainda, em relação a tonalidade obtida, percebe-se que o quanto maior a concentração de  $\text{CaCO}_3$  mais clara é a cor, e quanto menor a concentração de  $\text{CaCO}_3$  mais escura é a cor, comparando da esquerda para a direita em que a quantidade de carbonato de cálcio é maior e ao ir se direcionando ao último béquer, a mesma vai aumentando e diferenciando na cor dos testes.

No entanto, para obter um melhor resultado de tempo de secagem foi realizado um novo teste com a base da tinta do lote 2, com a exclusão do óleo de linhaça, os dados obtidos não foi o melhor, conforme mostrado abaixo, Gráfico 5.

**Gráfico 5: Resposta da secagem da tinta.  
Efetividade da Tinta sem/com o Óleo de Linhaça**

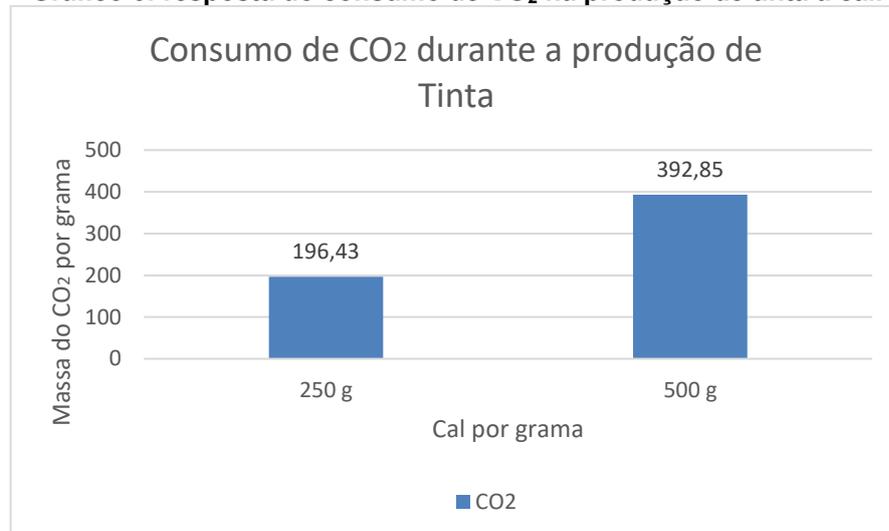


Fonte: Autoria própria (2023).

Ao analisar os dados, percebe-se que levou trinta e três minutos para secagem, isso é desfavorável em relação ao outro teste que apresentou um menor número, principalmente sob a visão do lote 2 que teve a metade do tempo de espera da secagem.

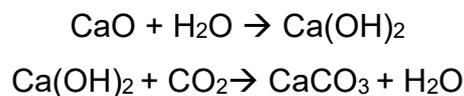
Nesse viés, em meio a prática da sustentabilidade verificou-se o consumo de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) que ocorre durante as reações dos reagentes químicos na formação do produto. Conforme o exemplo abaixo, Gráfico 6.

**Gráfico 6: resposta do consumo de CO<sub>2</sub> na produção de tinta a cal.**



**Fonte: Autoria própria (2023).**

Além disso, também auxilia na retirada do gás da atmosfera amenizando o aquecimento global. A massa de CO<sub>2</sub> consumida é proporcional a massa de cal utilizada na produção da tinta a cal. A equação química que demonstra esse consumo está abaixo.



Por último, cotou-se os gastos gerados para uma produção de tinta de 30 metros quadrados (m<sup>2</sup>) de área. Com uma quantidade de 8 quilogramas (kg) de cal; 96 gramas (g) de pó de açafreão; 800 miligramas (mg) de cola PVA; 224 mililitros (mL) de óleo de linhaça e 16 litros (L) de água, a um total de R\$22,00 reais, exceto o valor da água, lembrando que fora desse período de pesquisa há variações de preços devido os reajustes de inflação. Em contrapartida, uma tinta convencional de 18L, cobre uma área de até 120m<sup>2</sup> por três demãos. Um galão de 18L dessa tinta

ecológica, com cor, custa em média 400 reais. Para cobrir a mesma área, com duas demãos, a tinta a cal custaria aproximadamente 176 reais, essa quantidade de corante natural equivale a cor mais escura podendo ser observada a seguir, Imagem 13.

**Imagem 13: Tinta e coloração do levantamento custo gerado.**



**Fonte: Autoria própria (2023).**

A cotação ocorreu no lote 2 em que foi mais vantajoso a sustentabilidade e ao custo-benefício para o consumidor e o meio ambiente.

## 6 CONCLUSÃO

Esse estudo confirma que a tinta à base de cal é um produto de baixo custo e que tem suas propriedades benéficas ao homem e ao meio em que vive, sendo um produto barato e eficiente se realizados corretamente nas medidas e concentrações corretas dos reagentes envolvidos, o corante natural *Curcuma longa* com seus carotenoides que proporcionam a cor amarelo-alaranjado e o óleo de linhaça que, ambos naturais, possibilita uma facilidade na aderência da superfície, cobrindo todo ela. Ainda, proporcionando uma interação com o meio ambiente diminuindo o gás poluente da atmosfera, o qual participa do aquecimento global. Incentiva também, ao desenvolvimento sustentável, o qual reduz o impacto ambiental causado pela utilização de corantes sintéticos e de substâncias químicas que são nocivas não apenas ao meio ambiente, mas também ao ser humano, pois produtos de origem natural são renováveis e biodegradáveis, o que acarreta menor impacto em toda a esfera global.

A caiação pode ser um meio de renda para o ser humano com o plantio dos corantes naturais, os secantes e a produção sustentável, gerando lucro para os pequenos produtores e comunidades locais.

Esse trabalho fica em aberto para a comunidade da pesquisa em relação a futuras investigações, por períodos mais prolongado de análise e relacionado ao processo da obtenção de tinta a cal a partir do corante natural *Cúrcuma longae* o óleo de linhaça, ou se preferir a utilização de outra coloração por meio de produtos naturais. Acredita-se que os pontos levantados, tanto os positivos como os negativos avançarão no objetivo desse trabalho e tornarão as lacunas em inexistentes, onde o aprofundamento do conhecimento aumentou e foi possível contribuir com o meio em que se vive.

Portanto, esse trabalho visa o aperfeiçoamento do conhecimento próprio e aguçar o ser humano ao desenvolvimento sustentável e na preferência por uma tinta ecológica, preservando e conservando o planeta Terra para uma longevidade maior.

Uma sugestão para trabalhos futuros seria um estudo sobre a durabilidade da tinta, resistência da tinta a fatores como luz UV, umidade, calor, abrasão para determinar sua durabilidade e resistência à degradação. Pode ser feito também estudos de aplicação, para analisar seu comportamento em diferentes superfícies e ter um entendimento melhor sobre sua aderência, cobertura e uniformidade.

## REFERÊNCIAS

- BRASIL. **Decreto nº 9.315, de 20 de março de 2018**. Dispõe sobre a regulamentação da Lei nº 11.762, de 1º de agosto de 2008, que fixa o limite máximo de chumbo permitido na fabricação de tintas, vernizes e similares. Brasília, DF, 2018. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2015-2018/2018/decreto/d9315.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2015-2018/2018/decreto/d9315.htm) . Acesso em: 23 jun. 2023.
- BRITO, V.P. S. **Influência dos revestimentos por pintura na secagem do suporte**. 2009. Tese de Doutorado. Faculdade de Ciências e Tecnologia – Universidade Nacional de Lisboa, 2009.
- CETESB – **Guia técnico ambiental Tintas e vernizes** - Série P + L. (2008).
- COELHO, A. Z.; PACHECO-TORGAL, F.; JALALI, S. **A cal na Construção**. Universidade do Minho, Guimarães, 2009.
- ECKHARDT, R. M.; EGAN, G. C. **Coatingsadditives**: An industrial guide for coatingadditives (2nd ed.). John Wiley& Sons. (Capítulo 4: DryingAdditives). 2018.
- FARDIN, H. E.; NOGUERA, J. O. C. **Uma perspectiva dos resíduos de tinta e vernizes no município de Sobradinho/RS**. RevistaMonografiasAmbientais, v. 15, n. 1, p. 61-73, 2016.
- GOVINDARAJAN, V.S. Turmeric – chemistry, technology and quality. CRC – Critical Review in Food Science and Nutrition, v.12, n.3, 1980, p. 199 – 301.
- GUIMARÃES, J. E. P. **A Cal: Fundamentos e Aplicações na Engenharia Civil**. 2. ed. São Paulo: Pini, 2002. 341 p.
- KASPRZYCKA, E.; KACZMAREK, H.; CZAJKOWSKI, L.; KROL, P. **Comparisonofdryingpropertiesoflinseedandtungoils for use in artisticpainting**. Procedia Engineering, 182, 326-333, 2017.
- KHARADE, A. V.; MAHANWAR, P. A. **A review ondryingagents for paintsandcoatings**. JournalofCoatings Technology andResearch, 18(3), 599-617, 2021.
- KIM, H.; JUNG, J.; PARL, Y. **A studyontheeffectofcellulosenanofiber (CNF) onthephysicalandmechanicalpropertiesofpaints**. JournalofCoatings Technology andResearch, 17(1), 143-151, 2020.
- LECH, M. **The use oflinseedoil as a natural dryingagent**.JournaloftheInstituteofEngineeringand Technology, 73(3), 171-176, 2015.
- LEVANO, B.; EZQUERRA, A. N.; AMIGÓ, J. R. R. **Pinturas a base de cal: revisión del mercado y acotación normativa**. AmbienteConstruído, v. 18, p. 75-83, 2018.

LIN, J.; WANG, J.; HUANG, J. **Synthesis and properties of epoxy resin cured with a novel organic peroxide**. Polymer Bulletin, 78(5), 2565-2584, 2021.

MAYER, R. **Manual do artista**. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2002.

NGUYEN, M. C.; KIM, J. K.; NGUYEN, T. N.; KIM, S. K.; CHOI, J. A. G.; CHOI, Y. H.; JANG, K. S.; KIM, J. C. **Production of L- and D-lactic acid from waste Curcuma longa biomass through simultaneous saccharification and cofermentation**. Bioresource Technology, Essex, v. 146, p. 35–43, 2013.

O DELIUS, K.; SJOBLOM, J.; OSTLUND, Å. **Effect of fatty acid composition on the drying properties of alkyl coatings**. Progress in Organic Coatings, 116, 44-51, 2018.

OLIVEIRA, D. E. T. B.; BEZERRA, L. A. B.; OLIVEIRA, R. J.; MORAES, V. B.; SILVA, J. A. B.; FILHO, J. R. F.; FREITAS, J. C. R.; RAMOS, C. S. **Curcumina como indicador natural de pH: uma abordagem teórica-experimental para o ensino de química**. Quim. Nova, Vol. 44, No. 2, 217-223, 2021.

SANTIAGO, C. C. **Argamassas tradicionais de cal [online]**. Salvador: EDUFBA, 2007. 202 p. Disponível em: <https://books.scielo.org/id/w2/pdf/santiago-9788523208875-03.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2022.

SILVIO, V. M. et al. **Parâmetros físicos e químicos do açafrão e uso como corante em iogurte grego saborizado com geleia de maracujá**. Research, Society and Development, v. 9, n. 5, 2020.

SUVINIL. **18 L de tinta pintam quantos metros quadrados**. Disponível em: <https://www.suvinil.com.br/blog/18-litros-de-tinta-pintam-quantos-metros-quadrados-descubra>. Acesso em: 08 de abril de 2023.

UEMOTO, K. L. AGOPYAN, V. **Tintas imobiliárias e o impacto ambiental**. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO. 9., 2002, Foz do Iguaçu. Anais... Foz do Iguaçu, RS: ENTAC, 2002.

Disponível

em: <<https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/31743/1/ATCC%20-%20An%C3%A1lise%20de%20metais%20pesados%20oriundos%20da%20fabrica%C3%A7%C3%A3o%20de%20tintas-1.pdf>>. Acesso em: 02 de novembro 2023.

WERLE, A. P.; LOH, K.; JOHN, V. M. **Pintura à base de cal como alternativa de revestimento frio**. Ambiente Construído, v. 14, p. 149-157, 2014.

Zumbühl, Stefan. **"A brief history of artists' paint."** Studies in Conservation 59, no. sup1 (2014):