

# DESENVOLVIMENTO DE UM VERNIZ DE BAIXO TEOR DE COVs A PARTIR DA UTILIZAÇÃO DA RESINA DE BREU (*Pinus.sp*)

**Lucas dos Santos Soares**

Discente do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, 2024, do Instituto Federal de Pernambuco, campus Cabo de Santos Agostinho.

lss23@discente.ifpe.edu.br

**Roseana Florentino da Costa Pereira**

Professora do Instituto Federal de Pernambuco, *campus* Cabo de Santos Agostinho, Doutora em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Pernambuco.

roseana.pereira@cabo.ifpe.edu.br

Endereço: Rua Sebastião Jovêntino - Destilaria - Cabo de Santo Agostinho -Pernambuco - CEP: 54510-110 - Brasil - Tel: +55 (81) 3878-5801- e-mail: lss23@discente.ifpe.edu.br

---

## RESUMO

Neste estudo foi desenvolvido um verniz de baixo teor de Compostos Orgânicos Voláteis (COVs) utilizando resina de breu, uma matéria-prima natural obtida da espécie da árvore conífera *Pinus*. O objetivo foi oferecer uma alternativa sustentável para a indústria de tintas e vernizes, reduzindo os impactos ambientais e os riscos à saúde associados às emissões de COVs. Foram avaliadas diferentes formulações em testes de tempo de secagem, viscosidade, teor de sólidos e brilho, seguindo normas técnicas da ABNT. A formulação intermediária, titulada de condição 2, apresentou o melhor equilíbrio entre redução de COVs e desempenho técnico, evidenciando sua viabilidade comercial e ambiental. Este estudo reforça a importância de soluções inovadoras e sustentáveis no desenvolvimento de produtos químicos.

Palavras-chave: Verniz. Compostos Orgânicos Voláteis. Resina de Breu. Sustentabilidade

Autorizamos a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio, exclusivamente para fins de ensino e pesquisa, desde que citada a fonte, não haja modificações e não seja para fins comerciais. Este documento está licenciado sob a Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).



## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente, a indústria de tintas imobiliárias, vernizes e solventes enfrenta desafios significativos acerca da emissão de Compostos Orgânicos Voláteis (COVs). Esses compostos trazem danos, tanto para saúde humana quanto para o meio ambiente. A adoção de medidas para redução de COVs tem sido frequente nesse segmento industrial, principalmente porque os vernizes convencionais, amplamente utilizados para proteção e acabamento de superfícies, são uma das principais fontes desses poluentes.

Os compostos orgânicos voláteis (COVs ou VOCs, na sigla em inglês) são substâncias químicas com propriedades voláteis que reagem fotoquimicamente na presença de oxigênio e calor. Esses compostos, como formaldeído, xilol, benzeno, toluol, clorofórmio e percloroetileno, estão presentes em materiais como tintas à base de solventes (óleo, esmalte sintético, epóxis), solventes, espumas de poliuretano, adesivos de contato, tineres, entre outros (Cunha, 2012). Estes compostos são altamente tóxicos e além de acarretarem problemas ao meio ambiente podem trazer risco a saúde dos trabalhadores que lidam diretamente com esses produtos.

Na indústria de tintas, diversos tipos de resina são utilizados em função do produto. Os materiais de acabamento podem ser classificados em naturais e sintéticos. Entre os naturais, destacam-se as resinas vegetais, que geralmente são compostas por terpenos, ácidos carboxílicos e óleos essenciais produzidos pela planta. Sua coloração pode variar de translúcido até tons entre amarelo e marrom. Enquanto isso, no grupo dos sintéticos, incluem-se as resinas acrílicas, poliéster, epóxi, fenólica, de PVC, entre outras, derivadas principalmente do petróleo, mas também podendo ser feitas a partir de matérias-primas como a uréia (Quais [...], 2021). Essas resinas desempenham um papel fundamental na durabilidade e resistência dos vernizes, graças às suas propriedades poliméricas.

De acordo com Cunha (2012), desde a etapa de construção até o uso e manutenção dos edifícios, os efeitos nocivos dos Compostos Orgânicos Voláteis estão presentes, interferindo diretamente na qualidade do ar interno e prejudicando

a saúde dos ocupantes. Nesse contexto, os materiais de construção são considerados as principais fontes de poluição no interior das edificações. Atualmente, observa-se um aumento significativo no interesse e na realização de estudos voltados à emissão de COVs por tintas imobiliárias, vernizes e seus componentes, visando mitigar seus impactos negativos.

Apesar do advento das resinas sintéticas, resinas naturais ainda são amplamente utilizadas na fabricação de tintas, vernizes e outros produtos industriais, devido a propriedades únicas, que não podem ser replicadas sinteticamente (Gigante, 2005). A substituição das resinas sintéticas por resinas naturais surge como uma estratégia sustentável para o setor reduzir o consumo de derivados de petróleo que são, em grande parte, responsáveis pela emissão de COVs, além de ser de grande benefício para o meio ambiente (Gomes, 2017). Ao realizar estudos envolvendo substituição de matérias primas convencionais por uma solução mais sustentável, torna-se essencial avaliar a viabilidade econômica em meio a gestão empresarial da indústria de tintas, para que haja um alto custo-benefício que a torne lucrativa.

O breu é uma resina natural que pode ser utilizada na fabricação de tintas, vernizes e adesivos. É um produto renovável, obtido a partir da destilação da goma resina de pinheiros. Confere melhoria na fixação da tinta e na resistência mecânica. Também pode ser empregado na fabricação de adesivos, como componente aglutinante, para colar papel, etiquetas, embalagens e fitas laminadas (Almeida, 2021).

Diante desse cenário, o presente estudo teve como objetivo desenvolver um verniz com secagem extra rápida para interiores com menor teor de compostos orgânicos voláteis (COVs) utilizando resina de breu como matéria-prima principal. O foco é reduzir o impacto ambiental comumente gerado por vernizes convencionais, estudando as propriedades físico-químicas da resina de breu, e avaliando sua viabilidade como componente principal na formulação de vernizes com baixo COVs. Também serão testadas características do verniz desenvolvido, como aderência, dureza, brilho, transparência, secagem e acabamento superficial, em comparação com vernizes convencionais.

## 2 DESENVOLVIMENTO

### 2.1 Resinas Naturais

As resinas naturais são materiais amplamente utilizados em diversos segmentos, como fins medicinais, cosméticos, proteção de superfícies, além de desempenharem funções isolantes e adesivas. Entre as resinas, destaca-se a goma-laca, a única de origem animal, enquanto as demais são de origem vegetal (Gigante, 2005).

Gigante (2005) destaca que a produção de resinas ocorre devido ao metabolismo secundário de árvores das gimnospermas e angiospermas, sendo obtidas em forma de gemas, que têm como características um líquido espesso, podendo ser extraídas naturalmente ou de forma induzida para fins comerciais. Após passarem por processos de evaporação ou destilação, tornam-se materiais sólidos, chamados de resinas naturais, insolúveis em água, mas altamente solúveis em álcool e hidrocarbonetos. Essas substâncias possuem brilho, cores que variam entre o amarelo e o castanho escuro, além de serem translúcidas e inodoras.

Figura 1. Colofônia de *Pinus*



Fonte: Colofônia [...], (2024)

O breu é uma resina de origem natural proveniente da árvore de pinheiro (*Pinus*), que possui aspecto cristalino e quebradiço, tem coloração amarela e

natureza inflamável. É composto por ácidos carboxílicos e derivados do ácido abiético (SPIER, 2024). A resina de breu é originária de diversas espécies de árvores, incluindo aquelas da família das coníferas, assim como de espécies nativas da floresta amazônica, como o breu branco. Elas são extraídas através de um processo de destilação da goma do pinus. A extração da resina é realizada de maneira semelhante a do látex da seringueira (Alvaro, 2022).

Figura 2. Extração da Resina de Pinus



Fonte: Pastl (2021)

Na indústria, o breu é amplamente aproveitado na fabricação de tintas, vernizes e adesivos, devido à sua capacidade de proporcionar durabilidade e resistência ao produto final. Outras aplicações incluem a indústria farmacêutica, onde o breu é utilizado no desenvolvimento de medicamentos (Alvaro, 2022).

## **2.2 Composto Orgânico Voláteis (COVS) e Impactos Ambientais**

Os compostos orgânicos voláteis são materiais que pertencem a uma vasta categoria dos hidrocarbonetos, que abrangem tanto os alifáticos quanto os aromáticos, tendo como origem os seus derivados, que são os halogenados, álcoois, cetonas e aldeídos. Esses compostos podem ser provenientes de fontes naturais como emissões biogênicas, de origem oceânica, florestal ou vulcânica, porém

podem ser também de origem antrópica, originadas das atividades humanas como emissões de veículos, produtos químicos e processos industriais (CETESB, 2022).

De acordo com a norma D'3960 – 05 (ASTM, 2013) da *American Society for Testing and Materials*, os COVs são qualquer composto orgânico que participa das atividades fotoquímicas da atmosfera terrestre. Entretanto para a Agência Ambiental dos Estados Unidos (USEPA), são compostos orgânicos voláteis contendo carbono em sua estrutura, que participam das atividades fotoquímicas atmosféricas, com exceção do dióxido de carbono, monóxido de carbono, ácido carbônico, entre outros

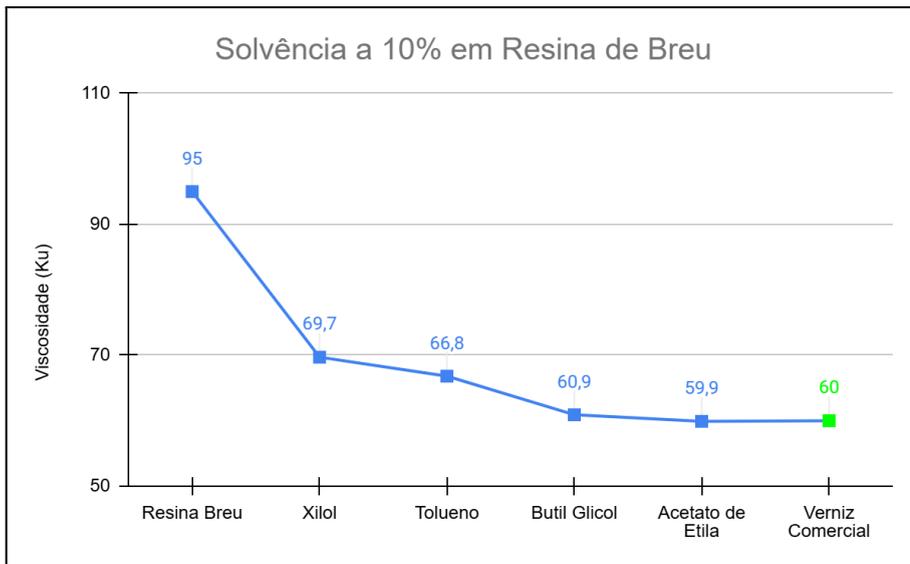
Mesmo havendo o conhecimento de que esses materiais causam problemas ao meio ambiente e à saúde humana, as legislações e certificações ambientais vigentes no mundo podem se tornar ineficientes quando se trata do controle de emissão desses compostos (Merten *et al.* 2016).

Na legislação brasileira, dispomos da lei 81/2006, de 6 de setembro que estabelece o regime que regula as emissões de compostos orgânicos voláteis (COV's) provenientes do uso de solventes em tintas, vernizes e produtos de retoque automotivo, incorporando à legislação interna a diretiva 2004/42/CE da União Europeia. Essa lei se torna essencial, pois esses compostos aumentam a poluição atmosférica devido a formação de ozônio troposférico proveniente da emissões de COVs.

De acordo com Martins *et al.* (2003), o ozônio troposférico é um gás poluente secundário gerado pela reação fotoquímica, sua concentração é expressa em partes por bilhão (ppb) e está relacionada ao aumento da incidência solar. Conforme Ilustrado na figura 2 (Martins *et al.*, 2003), na formação do ozônio troposférico, o  $NO_2$ , lançado durante a queima de combustíveis fósseis, reage com o  $O_2$ , gerando o  $NO_2 + O_3$ , durante essa reação o  $O_3$  pode doar o oxigênio ao  $NO$ , mas o átomo de oxigênio doado pode ser reciclado em  $O_3$  pela ação fotoquímica.



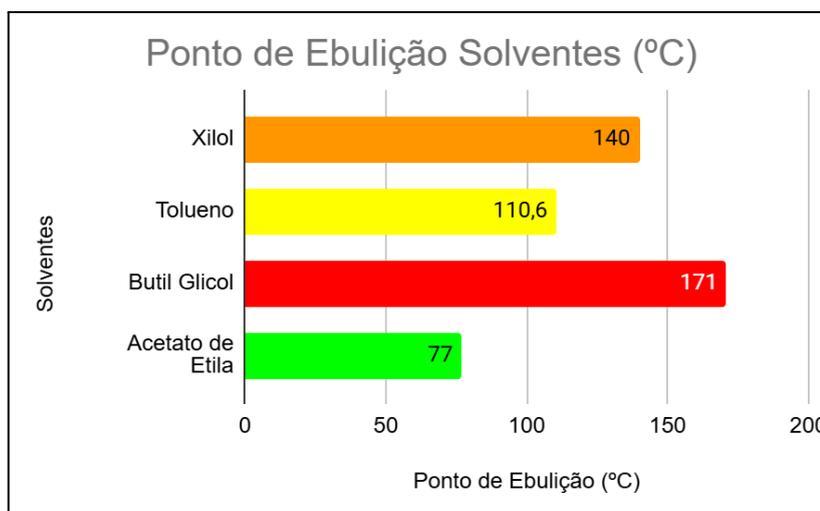
Figura 4: Poder de Solvência



Fonte: O autor (2024)

Um outro ponto em que deve ser considerado para escolha do solvente é o ponto de ebulição, uma vez que os COVs são considerados todos os compostos orgânicos voláteis com ponto de ebulição inferior a 250°C (Moraes, 2009). No processo de evaporação dos solventes, quanto menor a quantidade de solvente presente na formulação e o seu ponto de ebulição, mais rápida será sua eliminação do meio, atingindo uma maior rapidez de secagem e uma eliminação do odor residual de forma mais rápida. Na figura 5 está disposto os pontos de ebulição dos solventes.

Figura 5: Ponto de Ebulição dos Solventes



Fonte: O autor (2024)

### 3 METODOLOGIA

Este estudo é fundamentado em procedimentos de formulação e aplicação de vernizes convencionais de secagem extrarrápida. O experimento busca aprimorar o desempenho de maneira ambientalmente sustentável desses vernizes por meio da aplicação de diferentes percentuais de resina de breu, extraída de árvores do gênero *Pinus*.

#### 2.1. Processos de Formulação do Verniz a Base de Breu

Para a formulação do verniz de secagem extrarrápida à base de breu, os materiais necessários incluem:

- Resina de breu: Extraída das árvores de pinheiro do gênero *Pinus*, obtidas a partir de processos industriais.
- Solventes Industriais: Acetato de etila, tolueno e xilol.

O processo de formulação é realizado através da mistura desses materiais em um becker de vidro em baixa rotação, utilizando um dispersor operando entre 500 e 800 rpm, o que ajuda a evitar a formação de bolhas no produto final. O dispersor do tipo *Cow/les* (Figura 6) é escolhido devido à sua capacidade de gerar uma mistura homogênea. Devido a questões de confidencialidade das atividades industriais, as fórmulas detalhadas não serão divulgadas, sendo fornecidas apenas informações sobre as concentrações da resina de breu.

Figura 6. Dispersor *Cow/les*



Fonte: Single [...], (2023)

No experimento, serão produzidas quatro condições, cada uma em triplicata. As Condições 1, 2 e 3 utilizaram os materiais mencionados anteriormente com concentrações de breu diferentes. Adicionalmente, os solventes serão utilizados em proporções inferiores aos convencionais, pois estes são responsáveis pela emissão dos Compostos Orgânicos Voláteis (COVs). A quarta condição será uma amostra de verniz comercial produzida com resina (alquílica), acrescida de secantes, que não estão presentes no verniz à base de breu, e com solventes em suas proporções convencionais. Este corpo de prova servirá como padrão para comparações com os corpos de prova à base de breu.

Os detalhes sobre as concentrações da resina de breu para os três corpos de prova à base de breu serão fornecidos na Tabela 1

Tabela 1. Percentual de Breu

Condição	Percentual de Resina de breu (%)
1	95
2	90
3	85

Fonte: O autor (2024)

## 2.2. Métodos de Análise de Desempenho

Na formulação de vernizes, é crucial destacar a importância dos ensaios físicos realizados nos materiais produzidos durante o estudo. Para avaliar o desempenho do verniz obtido, são necessárias análises como tempo de secagem, viscosidade, teor de sólidos e brilho.

Caso os resultados estejam em conformidade com os padrões estabelecidos pelas normas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), o produto poderá ser considerado adequado para a proteção de superfícies de madeira em ambientes internos. Além disso, o verniz produzido com materiais convencionais, denominado Condição 4, será submetido às mesmas análises que os

corpos-de-prova das Condições 1, 2 e 3, possibilitando comparações entre os diferentes tipos de verniz.

### **2.2.1. Determinação da viscosidade de Tintas Usando Viscosímetro Stormer Digital**

A análise de viscosidade é conduzida conforme o procedimento estabelecido pela norma ABNT NBR 12105 (2022), com o objetivo de avaliar a viscosidade de tintas e vernizes não industriais, conforme as diretrizes da ABNT NBR 11702 (2021).

O método de análise consiste em resfriar a amostra a uma temperatura entre 24 °C e 25 °C. Após esse resfriamento, a amostra é transferida para um recipiente com capacidade entre 450 mL e 900 mL, com diâmetro de 7,5 cm a 10 cm e altura entre 7 cm e 11 cm. O verniz deve ser homogeneizado antes de ajustar o rotor do viscosímetro (Figura 7). O rotor é então imerso na amostra até a linha de graduação marcada na haste. O valor da viscosidade é exibido no monitor digital do equipamento, proporcionando uma medição precisa da viscosidade do material.

Figura 7. Viscosímetro



Fonte: Viscosímetro [...], (2024)

### 2.2.2. Avaliação do Tempo de Secagem

De acordo com a norma ABNT NBR 15311 (2022), que estabelece os métodos de avaliação do tempo de secagem, o objetivo deste procedimento é determinar o tempo de secagem de tintas e vernizes por meio de medidas instrumentais, com a finalidade de avaliar o desempenho desses materiais conforme as especificações da ABNT NBR 11702 (2021), que classifica tintas e vernizes não industriais.

Nessa norma, a avaliação é realizada aplicando-se uma camada de 76 micrômetros em uma placa de vidro, na qual uma agulha de 1 milímetro de diâmetro percorre a superfície durante um período de 24 horas. A secagem é considerada finalizada quando a agulha não mais risca o filme. O resultado pode ser validado por meio da leitura da escala na lateral do aparelho (Figura 8, esquerda). A verificação do risco é realizada em uma cabine de luz (Figura 8, direita), utilizando o iluminante D65 (luz do dia), com uma inclinação de 65°.

Figura 8. Equipamentos para determinação do tempo de secagem. À esquerda: Máquina de Secagem; à direita: Cabine de Luz.



Fonte: Medidor [...], (2022); Produto [...], (2024)

### 2.2.3. Determinação do Teor de Sólidos

A norma ABNT NBR 15315 (2005) estabelece os procedimentos para a determinação do teor de sólidos em tintas, vernizes e seus complementos, conforme os requisitos definidos pela ABNT NBR 11702 (2021). De acordo com a norma ABNT NBR 15315, O teor de sólido consiste na quantidade de sólidos que permanecem na película após sua secagem. Este parâmetro é importante para avaliação dos vernizes, já que amostras com baixa quantidade de sólidos na película podem apresentar baixo rendimento (Condutta, 2023)

O método recomendado consiste em pesar 2 gramas da amostra em uma balança analítica, transferi-la para um prato metálico e submetê-la a secagem em estufa (Figura 9, esquerda) a 105°C por aproximadamente 3 horas. Após esse período, a amostra deve ser resfriada em um dessecador (Figura 9, direita) por 5 minutos e, em seguida, realizar a pesagem novamente. A etapa subsequente envolve o monitoramento da estabilização do peso da amostra. Para isso, a amostra é devolvida à estufa por mais uma hora, sendo removida, resfriada e repesada repetidamente até que o peso se estabilize.

Figura 9. Materiais para determinação do teor de sólidos. À esquerda: Estufa de Secagem; à direita: Dessecador.



Fonte: Estufa [...], (2024); Dessecador [...], (2024)

#### 2.2.4. Determinação do Brilho

O procedimento descrito segue a norma ABNT NBR 15299 (2015), que estabelece os métodos para a determinação do brilho de tintas e vernizes não industriais, conforme os critérios definidos pela ABNT NBR 11702 (2021).

A metodologia consiste em aplicar a amostra sobre uma placa de vidro fumê, formando uma camada de 150 micrômetros de espessura. Em seguida, a amostra é deixada a secar por 24 horas, à temperatura de 25 °C e com umidade relativa do ar de 60%. Após o tempo de secagem, a placa é colocada sobre uma cartela de PVC (Policloreto de Vinila) preta. O instrumento *Trigloss* (Figura 10) é utilizado para medir o brilho da superfície, com a leitura sendo realizada em um ângulo de 20°.

Figura 10. Equipamento *Trigloss* para determinação do brilho superficial



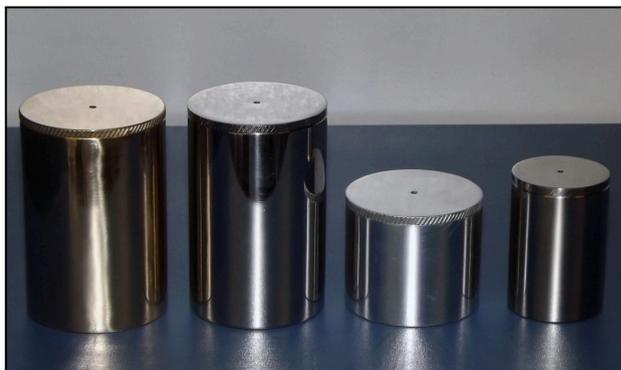
Fonte: Glossmeter [...],(2024)

#### 2.2.5. Massa específica

O ensaio para determinação de massa específica é realizado com base nas recomendações descritas pela ABNT NBR 15382 (2017), que dispõe sobre a metodologia para determinação de massa específica, obtida pelo quociente entre a massa e o volume. O procedimento consiste em pesar um picnômetro (Figura 11) e anotar a sua tara, em seguida, preenchê-lo com a amostra, e pesar novamente o recipiente. O resultado será representado pela diferença entre a massa do picnômetro cheio e vazio, dividida pelo seu volume. O valor obtido será utilizado

para calcular o teor dos compostos orgânicos voláteis, valor este aplicado na Equação 1.

Figura 11. Picnômetro



Fonte: Picnômetro [...], (2024)

### 2.3. Avaliação dos Teores de COVs

O método de avaliação utilizado neste estudo baseia-se no cálculo do teor de compostos orgânicos voláteis em gramas por litro, conforme os parâmetros estabelecidos pela norma ABNT NBR 16388 (2015). Esta abordagem foi escolhida devido à limitação de acesso a equipamentos mais sofisticados, como a cromatografia gasosa, que são frequentemente utilizados para análises mais detalhadas.

Para o cálculo da concentração de COVs, utiliza-se a equação 1, acompanhada pelas definições dos termos envolvidos.

$$VOC = (100 - NV - Ww) \times \rho_s \times 10 \quad Eq.1$$

Onde,

$VOC$  - Teor de VOC, expresso em percentagem mássica (%).

$NV$  - Teor do material não volátil em percentagem mássica (%).

$Ww$  - Teor de água em percentagem mássica (%).

$\rho_s$  - Densidade expressa em gramas por mililitro (g/mL).

10 - Fator de conversão de gramas por litro (g/L).

## 4 RESULTADOS E ANÁLISES

### 4.1. Viscosidade

Na Tabela 2, é possível visualizar os resultados obtidos com as diferentes concentrações de resina de breu.

Tabela 2: Viscosidade das amostras

Ensaio	Viscosidade (Ku)			
	Amostra Controle	Condição 1 (95% de breu)	Condição 2 (90% de breu)	Condição 3 (85% de breu)
1	58	70	64	50
2	62	68	64	54
3	60	72	61	55
<b>Média</b>	<b>60 ± 2</b>	<b>70 ± 2</b>	<b>63 ± 2</b>	<b>53 ± 2</b>

Fonte: O autor (2025)

O breu é uma resina que, por ser mais espessa e viscosa por natureza, contribui diretamente para a viscosidade do verniz. À medida que o percentual de breu no verniz aumenta, a quantidade dessa substância pegajosa na fórmula também aumenta, tornando a mistura mais espessa e mais difícil de fluir. Por esse motivo, a condição com 95% de breu apresentou a viscosidade mais elevada.

Conforme resultados obtidos, a condição 2 apresentou a viscosidade mais próxima da amostra de controle, o que representa o melhor resultado neste parâmetro. As condições 1 e 3, apresentam valores superiores ou inferiores ao desejável, respectivamente, sendo assim não são adequados para o uso e aplicação.

## 4.2. Tempo de Secagem

A Tabela 3 apresenta os resultados obtidos na avaliação do tempo de secagem.

Tabela 3: Tempo de Secagem

Tempo de Secagem (Horas)				
Ensaio	Amostra Controle	Condição 1 (95% de breu)	Condição 2 (90% de breu)	Condição 3 (85% de breu)
1	9,00	7,00	9,00	8,00
2	9,00	7,00	9,00	8,00
3	9,00	7,00	9,00	8,00
<b>Média</b>	<b>9,00</b>	<b>7,00</b>	<b>9,00</b>	<b>8,00</b>

Fonte: O autor (2025)

Com base nos resultados obtidos a condição que apresentou melhor performance foi a 2, quando comparada à amostra controle, que apresentou um tempo médio de 9,33 horas, enquanto a condição em destaque apresentou o tempo de 9,00 horas. As condições com teores de breu de 95% e 85% apresentaram tempo de secagem inferior, o que pode interferir no acabamento do produto final, no processo de nivelamento. Quanto à norma, os valores obtidos tanto das condições como da amostra controle são vistos como adequados já que a mesma dispõe o limite de 12 horas.

Embora o teor elevado de breu normalmente aumente a viscosidade (Tabela 2), em algumas formulações, um teor muito alto de breu pode até resultar em um verniz mais fino após a aplicação, por conta da diluição do solvente.

O fato da amostra com 95% de breu apresentar o menor tempo de secagem e maior viscosidade também pode ser explicado pela composição. O breu pode ter diferentes características dependendo da sua origem ou processamento, o que pode influenciar sua taxa de secagem. Por exemplo, se o breu contém substâncias que promovem uma evaporação mais eficiente do solvente ou que aceleram a cura, isso pode resultar em um tempo de secagem mais curto.

### 4.3. Teor de Sólidos

Na Tabela 4, podemos observar os valores obtidos nos ensaios de análise de teor de sólidos. O teor de sólidos refere-se à quantidade de substâncias não voláteis presentes no verniz e determina a cobertura e a durabilidade do acabamento final do verniz.

Tabela 4: Porcentagem de sólidos determinada nas amostras

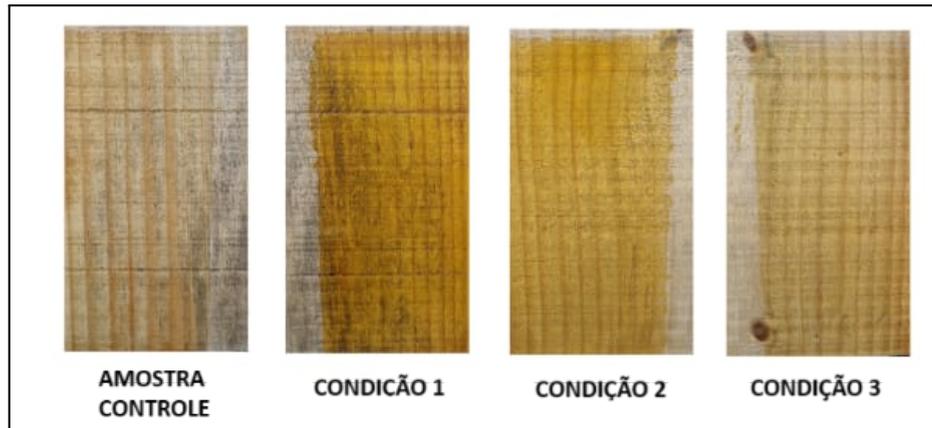
Ensaio	Teor de Sólidos (%)			
	Amostra Controle	Condição 1 (95% de breu)	Condição 2 (90% de breu)	Condição 3 (85% de breu)
1	40,53	65,00	62,45	60,15
2	43,21	66,20	63,55	56,88
3	42,26	67,00	62,33	58,17
<b>Média</b>	<b>42,00 ± 1,36</b>	<b>66,07 ± 1,01</b>	<b>62,78 ± 0,67</b>	<b>58,40 ± 1,65</b>

Fonte: O autor (2025)

Neste parâmetro, todas as condições apresentam teor de sólidos superiores a amostra controle. Isto indica um maior rendimento em relação aos vernizes convencionais, uma vez que atendem aos requisitos mínimos da norma (valor de 40%).

Na figura 12, é possível observar a cobertura proporcionada pelos vernizes, uma característica diretamente relacionada ao teor de sólidos desses materiais. Assim, pode-se concluir que, quanto maior o teor de sólidos, maior será a cobertura oferecida.

Figura 12: Cobertura dos Vernizes



Fonte: O autor (2024)

#### 4.4. Brilho

Para o ensaio de brilho obteve-se os resultados que estão apresentados na Tabela 5. O brilho está intimamente relacionado à qualidade final do filme formado, uma vez que quanto maior o brilho maior a quantidade de resina empregada e maior a ação protetiva sobre o substrato (Condutta, 2023). A norma estabelece como parâmetro mínimo o valor de 80 uB para vernizes.

Tabela 5: Resultados do parâmetro brilho nas amostras de vernizes

Ensaio	Brilho (uB)			
	Amostra Controle	Condição 1 (95% de breu)	Condição 2 (90% de breu)	Condição 3 (85% de breu)
1	140	136	143	147
2	138	132	142	146
3	142	134	147	142
<b>Média</b>	<b>140 ± 2</b>	<b>134 ± 2</b>	<b>144 ± 3</b>	<b>145 ± 3</b>

Fonte: O autor (2025)

Com base nos dados apresentados na Tabela 5, as amostras possuem brilho superior ao mínimo exigido. Esse resultado indica uma maior quantidade de resina, o que contribui para uma ação protetiva mais eficaz. Além disso, as amostras nas

condições C2 e C3, que correspondem respectivamente às porcentagens de breu de 90% e 95% apresentaram resultado superior ao encontrado na resina comercial, indicando maior eficiência neste parâmetro de qualidade.

#### 4.5. Massa Específica

As medições de massa específica foram necessárias para que os resultados fossem utilizados no cálculo para obtenção do teor de composto orgânicos voláteis, sendo assim não se torna necessário uma análise da performance dos resultados das amostras. Os resultados estão dispostos na Tabela 6, logo abaixo.

Tabela 6: Valores encontrados para massa específica das amostras

Massa Específica (g/cm <sup>3</sup> )				
Ensaio	Amostra Controle	Condição 1 (95% de breu)	Condição 2 (90% de breu)	Condição 3 (85% de breu)
1	0,95	1,00	1,00	1,00
2	0,94	1,00	1,00	1,00
3	0,96	1,00	1,00	1,00
<b>Média</b>	<b>0,95</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>

Fonte: O autor (2025)

#### 4.6. Teor de Composto Orgânicos Voláteis

Os resultados dos teores de COVs foram obtidos utilizando a equação 1. Esses resultados irão definir se ocorreram reduções quanto a emissão desses compostos, com base na concentração de resinas e solventes. Os valores foram obtidos, a partir da análise da amostra controle e das condições 1, 2 e 3. Estes resultados estão apresentados na Tabela 7.

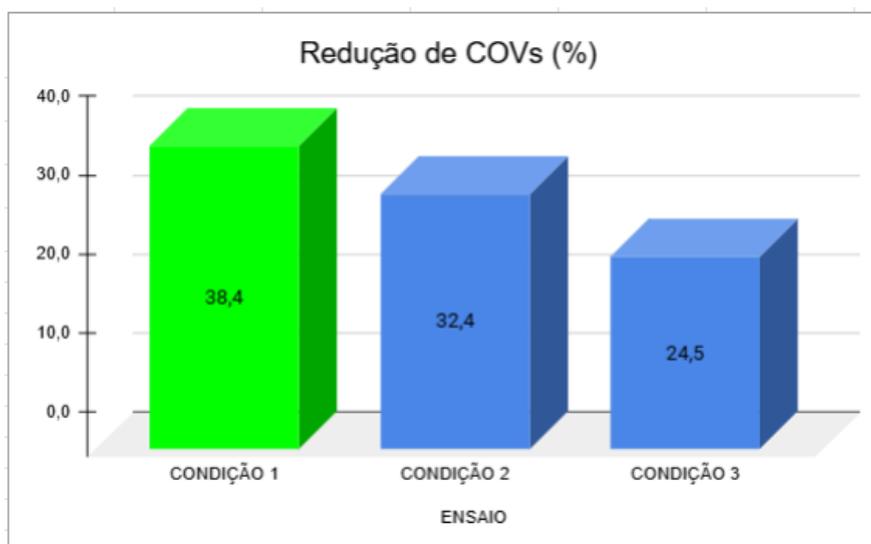
Tabela 7: Teor de compostos orgânicos voláteis nas amostras

Teor de COVs (g/L)			
Amostra Controle	Condição 1 (95% de breu)	Condição 2 (90% de breu)	Condição 3 (85% de breu)
551,0	339,3	372,2	416,0

Fonte: O autor (2025)

Com base nos resultados, foram realizados comparativos entre as emissões de COVs da amostra controle e das condições. Foi determinado o percentual de redução das emissões geradas pelas condições com base nos valores de COVs gerados pela amostra controle, que apresenta valores de emissão característicos dos vernizes convencionais. Esta representação está ilustrada na Figura 12, que dispõe os percentuais de redução relacionados a cada condição.

Figura 12: Redução de COVs



Fonte: O autor (2025)

A partir dos resultados apresentados, podemos observar que a condição 2, com 90% de breu, é a mais equilibrada entre a redução de COVs e a adequação aos parâmetros de viscosidade, tempo de secagem, teor de sólidos e brilho. Ela parece ser a melhor opção para comercialização, já que atende tanto aos requisitos ambientais quanto às necessidades técnicas do produto final.

A condição 1, apesar de ser a mais eficaz na redução de COVs, não é viável comercialmente devido à viscosidade e ao tempo de secagem insatisfatórios, que são cruciais para o uso prático do verniz. Isso sugere que a redução de COVs, por si só, não é suficiente para garantir a aplicabilidade do produto no mercado.

Já a condição 3, com 85% de breu, apresenta uma performance inferior em relação à redução de COVs e também nos parâmetros técnicos. A condição 3, com 85% de breu em sua composição, apresentou a pior performance, pois obteve o menor percentual de redução dos compostos e os valores obtidos nos ensaios de viscosidade e tempo de secagem, o que a torna inadequada para comercialização.

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A pesquisa alcançou com êxito seu objetivo de desenvolver um verniz sustentável e com baixa emissão de COVs, utilizando resina de breu como alternativa aos materiais sintéticos derivados de petróleo. A formulação intermediária (condição 2) destacou-se, equilibrando redução de COVs com propriedades técnicas adequadas para aplicação prática, como secagem eficiente, boa viscosidade e alto teor de sólidos. Esses resultados demonstram o potencial da resina de breu como uma solução viável para a indústria de vernizes.

Além de reduzir os impactos ambientais, o uso de materiais naturais como o breu fomenta a transição para processos industriais mais limpos e sustentáveis. Contudo, desafios permanecem, como o aprimoramento do custo-benefício e a validação em larga escala. Este trabalho não apenas apresenta um avanço técnico, mas também ressalta a importância de integrar inovação e responsabilidade ambiental, destacando o papel da engenharia na construção de um futuro mais sustentável. A análise mostra que, em muitos casos, alcançar uma boa performance ambiental precisa ser combinado com características de desempenho que atendam aos requisitos do mercado

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 11702**: Tintas e vernizes não industriais - Classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2021. Disponível em: <https://www.target.com.br/produtos/normas-tecnicas/41919/nbr11702-tintas-para-construcao-civil-tintas-vernizes-texturas-e-complementos-para-edificacoes-nao-industriais-classificacao-e-requisitos>. Acesso em: 20 nov. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 12105**: Tintas e vernizes - Determinação da viscosidade. Rio de Janeiro: ABNT, 2022. Disponível em: <https://www.target.com.br/produtos/normas-tecnicas/34092/nbr12105-tintas-para-construcao-civil-determinacao-da-consistencia-de-tintas-usando-o-viscosimetro-stormer-digital>. Acesso em: 20 nov. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15299**: Tintas e vernizes - Determinação do brilho. Rio de Janeiro: ABNT, 2015. Disponível em: <https://www.target.com.br/produtos/normas-tecnicas/27339/nbr15299-tintas-para-construcao-civil-metodo-para-avaliacao-de-desempenho-de-tintas-para-edificacoes-nao-industriais-determinacao-de-brilho>. Acesso em: 20 nov. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15311**: Tintas e vernizes - Determinação do tempo de secagem a toque e a manuseio. Rio de Janeiro: ABNT, 2022. Disponível em: <https://www.target.com.br/produtos/normas-tecnicas/27346/nbr15311-tintas-para-construcao-civil-metodo-para-avaliacao-de-desempenho-de-tintas-para-edificacoes-nao-industriais-determinacao-do-tempo-de-secagem-de-tintas-e-vernizes-por-medida-instrumental>. Acesso em: 20 nov. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15315**: Tintas e vernizes - Determinação do teor de sólidos. Rio de Janeiro: ABNT, 2005. Disponível em: <https://www.target.com.br/produtos/normas-tecnicas/27348/nbr15315-tintas-para-construcao-civil-metodo-de-ensaio-de-tintas-para-edificacoes-nao-industriais-determinacao-do-teor-de-solidos>. Acesso em: 20 nov. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15382**: Tintas e vernizes - Determinação da massa específica. Rio de Janeiro: ABNT, 2017. Disponível em: <https://www.target.com.br/produtos/normas-tecnicas/27083/nbr15382-tintas-para-construcao-civil-determinacao-da-massa-especifica-de-tintas-para-edificacoes-nao-industriais>. Acesso em: 20 nov. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 16388**: Tintas e vernizes - Determinação do teor de compostos orgânicos voláteis (COVs). Rio de Janeiro: ABNT, 2015. Disponível em:

<https://www.target.com.br/produtos/normas-tecnicas/43800/nbr16388-tintas-para-construcao-civil-metodo-de-ensaio-de-tintas-para-edificacoes-nao-industriais-determinacao-do-teor-de-compostos-organicos-volateis-voc-por-cromatografia-e-gravimetria>. Acesso em: 20 nov. 2024.

ALMEIDA, M. D. C. **Desenvolvimento de adesivo "verde" a partir de breu**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2021. Disponível em:<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/258397/001168558.pdf?sequence=1>. Acesso em: 28 nov. 2024.

ALVARO, J. Breu: conceito, aplicação, fornecedores e muito mais. **[Site] Química** 2022. Disponível em: <https://www.quimica.com.br/breu/>. Acesso em: 25 nov. 2024.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM D 3960-2005 (R2013)**: Standard Practice for Determining Volatile Organic Compound (VOC) Content of Paints and Related Coatings. Pennsylvania: ASTM, 2013. Disponível em: <https://www.astm.org/standards-and-solutions>. Acesso em: 20 nov. 2024.

BOELSUMS, M. et al. Composições de solventes de baixa toxicidade para formulação de vernizes de uso em restauro. **Conservar Patrimônio**, Portugal v. 37, 2021. Disponível em:<https://doi.org/10.14568/cp2020041>. Acesso em: 25 nov. 2024.

COLOFÔNIA de Pinus. **[Site] Depimel Florestal**. 2024. Disponível em: <https://depimielflorestal.com.br/colofonia-de-pinus/>. Acesso em: 29 nov. 2024.

CONDUTTA, L. et al. Estudo comparativo entre os vernizes à base de água e solvente. **Revista Fitos**, v. 27, 2023. Disponível em: <https://revistaft.com.br/estudo-comparativo-entre-os-vernizes-a-base-de-agua-e-solvente/>. Acesso em: 06 dez. 2024.

CUNHA, V. Tintas imobiliárias, Vernizes & Solventes. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, 8., 2012, Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: FIRJAN - Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/503547434/Tintas-Imobiliarias-Vernizes-e-Solventes>. Acesso em: 22 dez. 2024.

CETESB. **Estudo dos compostos orgânicos voláteis (COVs) na atmosfera do município de Paulínia – SP**. São Paulo: Governo do Estado de São Paulo, 2021. Disponível em:

<https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/28/2021/04/Estudo-dos-compostos-organicos-volateis-COVs-na-atmosfera-do-municipio-de-Paulinia-SP.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2024

DESSECADOR de vidro com tampa e válvula. **[Site] Embramedica**. 2024.

Disponível em:

<https://embramedica.com.br/product/dessecador-de-vidro-com-tampa-e-valvula/>.

Acesso em: 01 dez. 2024.

ESTUFA para secagem de materiais até 200°C, capacidade 630 litros, com renovação e circulação de ar. **[Site] Generalmed**. 2024. Disponível em:

<https://www.generalmed.com.br/estufa-para-secagem-de-materiais-ate-200oc-capacidade-630-litros-com-renovacao-e-circulacao-de-ar-pr-1724-371454.htm>. Acesso em: 01 dez. 2024.

GIGANTE, B. **Resinas naturais**. Lisboa: INETI, Departamento de Tecnologia de Indústrias Químicas, 2005. Disponível em:

[https://arp.org.pt/revista\\_antiga/pt/artigos/1\\_4.html](https://arp.org.pt/revista_antiga/pt/artigos/1_4.html). Acesso em: 22 dez. 2024.

GOMES, J. **Revestimentos baseados em matérias-primas de fontes renováveis**.

2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade do Minho, Braga, 2017. Disponível em: <https://hdl.handle.net/1822/47322>. Acesso em: 22 dez. 2024.

GLOSSMETER. **[Site] Medicaonet**. 2024. Disponível em:

<https://medicaonet.com.br/servico/glossmeter/>. Acesso em: 01 dez. 2024.

MARTINS, A. O. **Influência de materiais de revestimento de pavimentos na qualidade do ar interior em termos de compostos orgânicos voláteis**. 2003.

Dissertação (Mestrado em Química) – Faculdade de Ciências, Universidade do Porto, Porto, 2003. Disponível em:

[https://www.researchgate.net/publication/37652870\\_Influencia\\_de\\_materiais\\_de\\_revestimento\\_de\\_pavimentos\\_na\\_qualidade\\_do\\_ar\\_interior\\_em\\_termos\\_de\\_compostos\\_organicos\\_volateis](https://www.researchgate.net/publication/37652870_Influencia_de_materiais_de_revestimento_de_pavimentos_na_qualidade_do_ar_interior_em_termos_de_compostos_organicos_volateis). Acesso em: 23 dez. 2024.

MEDIDOR de tempo de secagem para quantificar as etapas de cura nas tintas e esmaltes. **[Site] Mastro Química**. 2022. Disponível em:

<https://mastroquimica.com.br/medidor-tempo-secagem-quantificar-etapas-cura-secagem-filme/>. Acesso em: 01 dez. 2024.

MERTEN, H. O. et al. Compostos orgânicos voláteis de tintas imobiliárias e certificações ambientais: estudo de caso para subsolos. **REEC – Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, Brasília, v. 13, n. 1, 2016. Disponível em:

<https://revistas.ufg.br/reec/article/view/41988>. Acesso em: 22 dez. 2024.

MORAES, C. R. L. **SUBSTITUIÇÃO DE SOLVENTES AROMÁTICOS EM TINTAS: formulações de solventes verdes com reduzido teor de compostos orgânicos voláteis**. 2020. Tese (Graduação em Engenharia Química) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <https://pantheon.ufrj.br/bitstream/11422/18399/1/CRLMoraes.pdf>. Acesso em: 02 dez. 2024.

SINGLE Shaft 775/800. **[Site] Myers Mixers**. 2023. Disponível em: <https://myersmixers.com/product/single-shaft-775800/>. Acesso em: 01 dez. 2024.

PASTL, Carolina. Extração de renda na floresta. **Correio do Povo**. 2021. Disponível em: <https://www.correiodopovo.com.br/extra%C3%A7%C3%A3o-de-renda-na-floresta-1.673577>. Acesso em: 29 nov. 2024.

PRODUTO para remover tinta de plástico. **[Site] Laborde Tintas**. 2024. Disponível em: <https://www.labordetintas.com.br/produto-para-remover-tinta-de-plastico>. Acesso em: 01 dez. 2024.

PICNÔMETRO com tampa. **[Site] Qualividros**. 2024. Disponível em: <https://www.qualividros.com/produto/65982/picnometro-com-tampa>. Acesso em: 01 dez. 2024.

QUAIS são as propriedades e aplicações das resinas?. **[Site] Proped**. 2021. Disponível em: <https://propeq.com/quais-sao-as-propriedades-e-aplicacoes-das-resinas>. Acesso em: 31 jan. 2025.

SPIER, G. B. **Influência da incorporação do breu em polietileno de baixa densidade pós-industrial reforçado com fibra de pinus**. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Materiais) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2024. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/274507>. Acesso em: 02 dez. 2024.

VISCOSÍMETRO Krebs Stormer BL-BGD186. **[Site] Twilight**. 2024. Disponível em: <https://twilight.mx/instrumentos/viscosímetros/60/19/bl-bgd186-viscosímetro-krebs.ht> ml. Acesso em: 01 dez. 2024.