

AValiação DO COMPORTAMENTO DE TINTAS NATURAIS PARA CONSTRUÇÃO CIVIL FRENTE AO INTEMPERISMO ATRAVÉS DE ENSAIO DE ENVELHECIMENTO ACELERADO

Fernanda Cardoso de Faria (1); Aloísio Leoni Schmid (2)

(1) Arquiteta e Urbanista - UNESP, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil - UFPR, ferr.cardoso@hotmail.com; Tel.: (41) 9179-2543

(2) Prof. Dr. do Departamento de Arquitetura e Urbanismo - UFPR, aloisio.schmid@gmail.com

RESUMO

Atualmente a indústria da construção civil é responsável por 40% da extração de recursos naturais não renováveis, utilização de 50% de toda energia gerada no mundo, resultam em 50% dos resíduos sólidos urbanos, liberam 40% de toda emissão de CO₂ e são os responsáveis por 40% da diminuição da camada de ozônio. Por este motivo, profissionais de diversas áreas do conhecimento buscam soluções para minimizar o impacto das edificações no meio ambiente. As tintas imobiliárias são componentes de maior peso na energia embutida de edificações, e a indústria de tintas imobiliárias deve considerar os elementos químicos presentes nos componentes e no processo de fabricação. Além de outras substâncias químicas, as tintas imobiliárias industrializadas possuem formaldeído em sua composição e metais pesados para a obtenção dos pigmentos. Tintas naturais são alternativas econômicas e ecológicas capazes de minimizar a concentração de contaminantes do ar em uma edificação, pois são compostas por pigmentos, aglutinantes e solventes que não possuem substâncias químicas nocivas à saúde e ao meio ambiente. No entanto, a durabilidade das tintas naturais é algo que compromete seu uso, quando comparadas às tintas industrializadas. O presente trabalho apresenta a avaliação, frente ao intemperismo (radiação solar e água da chuva), de quatro amostras de tintas naturais popularmente conhecidas, através do equipamento de envelhecimento acelerado QUV/se seguindo a NBR 15380, e a comparação destas com uma tinta imobiliária industrializada de alta resistência largamente utilizada no mercado. Os resultados são satisfatórios e, apesar de sugerirem que a durabilidade de algumas tintas naturais ser inferior à tinta industrial, é possível substituir a pintura de um ambiente por uma alternativa econômica que não agride o meio ambiente e a saúde dos usuários das edificações.

Palavras-chave: tintas naturais, energia embutida, intemperismo

ABSTRACT

Currently, the construction industry accounts for 40% of the extraction of non-renewable natural resources, use of 50% of all global energy generated, resulting in 50% of municipal solid waste, release 40% of all CO₂ emissions and are responsible 40% of the thinning of the ozone layer. For this reason, professionals from various fields of knowledge seek solutions to minimize the impact of buildings on the environment. The paints are most significant component in the embodied energy of buildings and the architectural coatings industry should consider the chemical elements present in components and manufacturing process. In addition to other chemicals, industrialized paints have formaldehyde in its composition and heavy metals to obtain the pigments. Natural paints are ecological and economic alternatives that can minimize the concentration of air contaminants in a building, they are composed of pigments, binders and solvents that do not have harmful chemicals to health and the environment. However, the durability of the natural paint is something that impairs its use, compared to industrial paints. This paper presents the evaluation, against weathering (sunlight and rainwater), four samples popularly known natural paints, through the accelerated aging equipment QUV / followed the NBR 15380, and to compare these with a real estate ink industrialized high strength widely used in the market. The results are satisfactory and although suggesting that the durability of some natural dyes is lower than the industrial paint, you can replace the painting of an environment by an economical alternative that does not harm the environment and the health of users of the buildings.

Keywords: natural paints, embedded energy, weathering

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, aproximadamente 40% da extração de recursos naturais não renováveis têm como objetivo a indústria da construção civil (SHEEN, 2006). Além disso, 50% da energia gerada destinam-se ao funcionamento de edificações e 50% dos resíduos sólidos urbanos são oriundos de construção e demolição (SHEEN, 2006). O Departamento de Energia dos EUA informou que a construção civil consome 40% dos materiais brutos, e a Administração de Informações sobre Energia dos EUA registrou que as edificações liberam 40% de toda emissão de CO₂, além de serem responsáveis por 40% da diminuição da camada de ozônio (SHEEN, 2006). Há uma grande preocupação para diminuir os impactos da construção civil no meio ambiente, tanto na forma de consumo de energia das edificações, como no processo de fabricação dos materiais que a compõem.

As tintas imobiliárias, por exemplo, consistem no revestimento das superfícies por substâncias com diferentes cores que se convertem em uma película sólida após sua aplicação, impedindo a desagregação e alteração dos materiais construtivos, protegendo-os contra os agentes nocivos do meio ambiente. Decoram a edificação para torná-la agradável aos usuários, ou podem ser utilizadas para difusão ou reflexão da luz que incide diretamente na edificação (UEMOTO, 1993). No entanto, Tavares (2006) indica que o consumo de energia durante a produção destas tintas é 90% de combustíveis fósseis não renováveis (óleo Diesel e combustíveis) e 10% de recursos renováveis (eletricidade). Além disso, Tavares (2006) comprova que as tintas representam o material que mais consome energia em uma edificação com ciclo de vida energético de 50 anos. Ou seja, as tintas imobiliárias superam materiais comuns em edificações como o cimento, aço, concreto e cerâmica vermelha, devido às reposições por motivo estético (obsolescência percebida) ou por desgaste do material com o tempo, normalmente previsto pelo fabricante (obsolescência programada).

Ao analisar o ciclo de vida de uma edificação, Oliveira (2009) conclui que os malefícios das tintas acrílicas e epóxi existem desde o seu processo de fabricação na indústria até o seu destino final (lixo e limpeza de materiais de pintura). Ainda, segundo O Ministério do Meio Ambiente, as tintas e suas embalagens são classificadas como resíduos de classe D segundo o inciso IV do art. 3.º da Res. CONAMA 307/2002: “resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde”.

Frente a este panorama, percebe-se a importância em estudar e avaliar alternativas ecológicas capazes de minimizar o impacto deste material no meio ambiente e na saúde dos usuários das edificações. No entanto, materiais ecológicos e técnicas vernaculares suscitam certa desconfiança quanto ao seu desempenho e total funcionamento. No caso das tintas, por exemplo, sabe-se que é possível produzi-las com insumos naturais e aplicá-las em uma edificação, mas seu comportamento frente ao intemperismo é desconhecido. Por este motivo, este trabalho apresenta os resultados da avaliação de quatro tintas naturais frente ao intemperismo comparados com o comportamento de uma tinta imobiliária industrializada, coletados através do teste de envelhecimento acelerado, que simula a deterioração causada por chuva, orvalho e pela radiação ultravioleta que compõe a luz solar.

2. OBJETIVO

Este artigo tem como objetivo comparar visualmente as amostras de tintas naturais submetidas ao ensaio de envelhecimento acelerado e uma amostra de tinta industrializada de alta resistência, largamente utilizada no mercado atualmente. Esta comparação visual utiliza como base os resultados obtidos através de um teste de intemperismo (radiação solar e água da chuva) com o equipamento QUV/se, que simula o envelhecimento acelerado das amostras, seguindo a ABNT NBR 15380 de 07/2006: “Tintas para construção civil - Método para avaliação de desempenho de tintas para edificações não industriais - Resistência à radiação UV / condensação de água por ensaio acelerado”.

3. MÉTODO

O método para realizar a comparação visual entre as amostras de tintas consiste em três etapas: levantamento de informações e receitas para a elaboração das tintas naturais através de revisão bibliográfica; aplicação em corpos de prova de argamassa conforme NBR 15380; e leitura de resultados parciais em intervalos de 200, 400 e 600 horas no equipamento QUV/se conforme NBR 15380. Para os efeitos desta Norma, define-se Intemperismo Acelerado como: simulação em laboratório, de modo acelerado, da ação natural da incidência de chuva, orvalho e radiação ultravioleta sobre películas de tintas e vernizes (NBR 15380, 2006). Portanto,

conforme recomendado pela norma, o presente trabalho utilizou o aparelho de ensaio de intemperismo acelerado com sistema de radiação e condensação, com controle de temperatura do painel negro QUV/se.

3.1. Revisão bibliográfica

Atualmente são conhecidas diversas possibilidades para a obtenção de insumos para tintas naturais, como raízes, frutas, pétalas, madeira, folhas, flores, plantas, terra, argila entre outros.

Para a elaboração de tintas de origem vegetal, plantas são capazes de fornecer mais de 500 cores, sendo os pigmentos extraídos de flores, folhas e raízes luminosos, claros e coloridos, porém instáveis e voláteis (IEcoD, 2012).

Tintas de base mineral são elaboradas a partir de rochas minerais moídas ou transformadas através de calcinação (queima); sua aderência na parede ocorre pelo processo de formação de cristais em contato com a superfície aplicada, porém não são plastificantes, e permitem a “respiração” da parede. Além de não liberar contaminantes no ar, estas tintas são favoráveis à saúde do morador e das habitações e, por serem alcalinas, impedem o surgimento de fungos e microorganismos no ambiente. Necessitam de superfície rugosa e porosa para manter sua durabilidade. A aplicação pode ser em paredes de cimento desempenado, com massa fina aplicada, paredes de terra crua, tijolo comum, tijolo à vista, ou paredes de solo-cimento (IEcoD, 2012). O processo de elaboração de tintas de base mineral é rápido, simples e não requer mão de obra especializada, como mostram as figuras 1, 2 e 3 a seguir.



Figuras 1, 2 e 3 – Preparação de tintas de base mineral (CARVALHO *et al.*, 2007)

Para aplicação da tinta branca PVA, a parede deve estar limpa, sem mofo, umidade ou infiltrações que possam comprometer a pintura. As tintas de terra não podem ser aplicadas em paredes com pequenas aglomerações de cal, pois isto irá umedecê-las e soltá-las facilmente da parede. Portanto, recomenda-se limpar o local retirando essas aglomerações com vassoura, escova de aço ou lixa. As tintas de terra tampouco poderão ser aplicadas em paredes que já receberam pintura com tinta a óleo, esmalte ou tinta acrílica; deve-se retirar o máximo deste material e criar porosidade na superfície, para receber a tinta de terra com maior facilidade. Quando a cal é acrescentada na mistura, a camada de tinta torna-se mais porosa, permitindo a transpiração da parede (CARVALHO *et al.*, 2007).

Para garantir resistência à limpeza e durabilidade, segundo Minke (1994), deve-se adicionar soro de leite, coalhada desnatada ou caseína em pó às pinturas de cal. A coalhada possui 11% de caseína que, quando adicionada à cal, forma albuminato de cal, um agente químico impermeável à água. Tradicionalmente adiciona-se o soro de leite desnatado à pintura de cal, em vez de coalhada. Além disso, ao adicionar óleo de linhaça duplamente cozido em pequenas quantidades (máximo de 4% da quantidade da coalhada) também aumenta a resistência, porém reduz a trabalhabilidade da mistura.

Para a elaboração das tintas, o presente trabalho utilizou como base de dados as receitas e técnicas de preparo presentes na Cartilha do Projeto Cores da Terra da Universidade Federal de Viçosa (CARVALHO *et al.*, 2007), cujas informações são para o preparo de 18 litros de tinta, o equivalente a pintura de 70 a 90 m² de parede e não ultrapassam 30 reais considerando apenas o gasto com a cola branca PVA:

- Tinta de terra: 8 kg de terra seca, 4 kg de cola branca PVA e 8 litros de água. Modo de preparo: dissolver 4 kg de terra em 6 litros de água até alcançar consistência pastosa, acrescentar os 4 kg restantes de terra e mexer. Ao final, adicionar cola à mistura.

- Tinta branca: 8 litros de água, 4 kg de cola branca PVA, 2 kg de cal de pintura e 150 ml de óleo de linhaça. Modo de preparo: misturar 150 ml de óleo de linhaça em 2 kg de cal de pintura e acrescentar 1 litro

de água para produzir uma massa cremosa, misturar até que não seja observado o óleo na superfície, acrescentar 3,5 litros de água e adicionar 4 kg da terra, dissolver a terra na água, acrescentar 3,5 litros de água e a metade restante de terra (4 kg), mexer até alcançar a consistência de massa cremosa, adicionar a mistura de cal à mistura de terra e mexer, por fim, acrescentar 4 kg de cola branca e mexer novamente.

- Tinta de caseína: cal de pintura, leite desnatado (ou soro de leite) e água na proporção de 2:1:15, e 20 g de sal de cozinha. Modo de preparo: misturar todos os ingredientes até atingir massa homogênea. O sal de cozinha atua como aditivo para acelerar o processo de secagem e aplicação da próxima demão.

- Tinta de argila colorida: 1 kg de argila colorida, 8 litros de água, 4 kg de cola branca PVA e 20 g de sal. Modo de preparo: adicionar a argila aos poucos na água e mexer até dissolver todo o conteúdo, acrescentar cola branca PVA, sal e mexer até atingir consistência pastosa. Pode-se adicionar óleo de linhaça, pois é necessário para a durabilidade e conservação da cor em tintas naturais.

3.2. Ensaio de envelhecimento acelerado

3.2.2. Materiais e substratos

Para a elaboração dos corpos de prova foram utilizados moldes metálicos com dimensões 10 x 7 x 1,5 cm, cimento CP II E 32, cal hidratada CH III, areia média lavada, e água potável.

Durante o procedimento de moldagem, após a secagem da areia, foram misturados o cimento, a cal hidratada e a areia peneirada na proporção 1:1:6 em volume em um recipiente não absorvente até a perfeita homogeneização. Pesou-se uma quantidade de material suficiente para preencher o molde, e foi adicionada água, conforme o procedimento estabelecido pela NBR 15380.

Os substratos utilizados para a aplicação das amostras de tinta foram 5 placas de argamassa preparadas conforme o Anexo A da NBR 15380, com dimensões de 10 x 7 x 1,5 cm. A superfície foi nivelada e seca por 2 horas e, após 48 horas, foram desmoldados e curados à temperatura ambiente de (25 ± 2) °C e umidade relativa do ar superior a 50%, em local ventilado. Depois de 28 dias, os corpos de prova secaram em estufa a 100°C durante 16 horas, e posteriormente secaram à temperatura ambiente, conforme recomenda a norma ABNT NBR 15380.



Figuras 4 e 5 – Corpos de prova de argamassa

3.2.3. Aplicação das amostras de tinta

Foram aplicadas 3 demãos de tinta em cada corpo de prova (CP), sendo:

- CP1: tinta natural branca feita com cola branca PVA, cal de pintura, óleo de linhaça e água (figura 6);



Figura 6 – Corpo de prova CP1

- CP2: tinta natural mais conhecida e utilizada em comunidades e construções de terra, feita com terra, cola branca PVA e água (figura 7);



Figura 7 – Corpo de prova CP2

- CP3: tinta natural branca de cal-caseína, elaborada com cal hidráulica, leite desnatado, água e sal de cozinha (figura 8);



Figura 8 – Corpo de prova CP3

- CP4: tinta natural colorida elaborada com água, sal de cozinha, argila verde (montmorilonita), e cola branca PVA (figura 9);



Figura 9 – Corpo de prova CP4

- CP5: tinta imobiliária convencional de cor branca de alta resistência (figura 10).



Figura 10 – Corpo de prova CP5

Após a aplicação das 5 amostras de tintas, os corpos de prova passaram pelo procedimento de secagem por 7 dias em ambiente com troca de ar, à temperatura de $(25 \pm 2) ^\circ\text{C}$ e umidade relativa do ar $(60 \pm 5)\%$, conforme recomenda a norma ABNT NBR 15380.

3.2.4 Equipamento

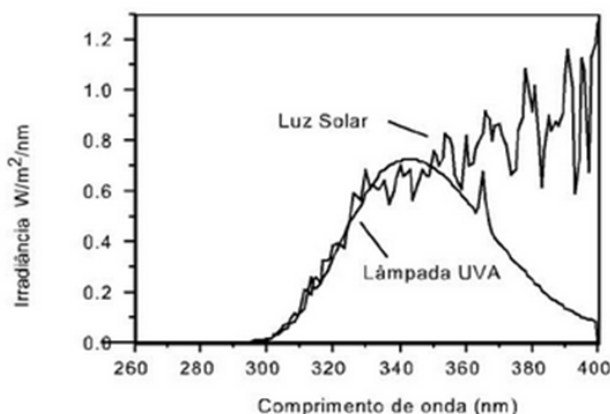
O equipamento utilizado foi o QUV/se (figura 11), que possui acomodação para os corpos-de-prova e assegura que a irradiância em qualquer ponto na área usada seja, pelo menos, 90% do valor máximo nesta área, conforme recomendado pela norma. Segue abaixo uma representação fotográfica do equipamento.



Figura 11 – Equipamento de envelhecimento acelerado QUV/se

Para a simulação de radiação solar, foram utilizadas lâmpadas fluorescentes de luz ultravioleta do tipo UVA-340. A distribuição de energia espectral das lâmpadas utilizadas no experimento estão representadas no gráfico 1 a seguir.

Gráfico 1 - Valores de distribuição espectral típicas de lâmpadas UVA (ABNT NBR 15380)



O equipamento utilizou o ajuste para o ciclo de exposição na condição 1, sugerido pela NBR 15380, como mostra a tabela 1, em que os corpos de prova foram expostos por 8 horas na câmara com $(60 \pm 3)^\circ\text{C}$ de Temperatura Painel Negro.

Tabela 1 – Ciclos de exposição (ABNT NBR 15380)

Condição	Lâmpada	Irradiância $\text{W/m}^2/\text{nm}$	Ciclo de exposição
1	UVA-340	0,77	8 h UV a $(60 \pm 3)^\circ\text{C}$ de Temperatura Painel Negro 4 h Condensação a $(50 \pm 3)^\circ\text{C}$ Temperatura Painel Negro
2	UVB-313	0,63	4 h UV a $(60 \pm 3)^\circ\text{C}$ de Temperatura Painel Negro 4 h condensação a $(50 \pm 3)^\circ\text{C}$ de Temperatura Painel Negro

Os corpos de prova foram fixados na bandeja do equipamento com o auxílio do dispositivo de fixação. As amostras ficaram expostas pelo período de 600 horas, com avaliações a cada 200 horas, por serem tintas de dispersão aquosa, como recomenda a ABNT NBR 15380.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados consistem em comparações visuais da variação de cor entre os corpos de prova que receberam a amostra de tinta e passaram pelo ensaio no equipamento e os corpos de prova que não sofreram envelhecimento acelerado. Posteriormente foram feitas comparações visuais entre os corpos de prova que

foram aplicadas tintas de origem natural, e o corpo de prova com a amostra de tinta industrializada.

4.1 Tinta de cal, cola branca PVA, óleo de linhaça e água (CP1)

Após a primeira medição de 200 horas no equipamento, o CP1 não obteve variações significativas de cor, como mostra a figura 12. Após 400 horas, o CP1 apresentou variação de cor pouco visível, observando-se fraco clareamento em partes do substrato (figura 13). Ao final de 600 horas, o CP1 apresentou forte clareamento de forma homogênea com manchas amareladas nas bordas do substrato, enquanto o corpo de prova que não passou pelo processo de envelhecimento acelerado apresentou gradativa tonalidade amarelada homogênea (figura 14). Portanto, na comparação visual do corpo de prova 1 foi notado esbranquiçamento e resultados finais positivos, quando comparados à amostra não ensaiada.



Figura 12 – CP1 após 200 horas no equipamento



Figura 13 – CP1 após 400 horas no equipamento



Figura 14 – CP1 após 600 horas no equipamento

4.2 Tinta de terra, cola branca PVA e água (CP2)

Após a primeira medição de 200 horas no equipamento, o CP2 apresentou leve escurecimento de forma homogênea em toda a amostra de tinta, como mostra a figura 15. Após 400 horas, o CP2 apresentou variação de cor pouco visível, (figura 16). Ao final de 600 horas, o CP2 apresentou escurecimento. As rachaduras no substrato vistas na figura 17 aconteceram devido ao manuseio no laboratório, não no processo de envelhecimento acelerado. Portanto, na comparação visual da amostra de tinta de terra no CP2 foi notado um envelhecimento normal e esperado, pois a coloração apresentou escurecimento e necessita de reparos com o tempo de desgaste da pintura.



Figura 15 – CP2 após 200 horas no equipamento



Figura 16 – CP2 após 400 horas no equipamento



Figura 17 – CP2 após 600 horas no equipamento

4.3 Tinta de cal, caseína, água e sal (CP3)

Após as medições de 200 (figura 18), 400 (figura 19) e 600 (figura 20) horas no equipamento, o CP3 não obteve alterações de cor ou característica da amostra de tinta natural. Ou seja, na comparação visual do corpo de prova 3 notaram-se resultados positivos, pois não foram observadas alterações no substrato, ou variações de cor da amostra de tinta.



Figura 18 – CP3 após 200 horas no equipamento



Figura 19 – CP3 após 400 horas no equipamento



Figura 20 – CP3 após 600 horas no equipamento

4.4 Tinta de argila verde, cola branca PVA, sal e água (CP4)

Após a primeira medição de 200 horas no equipamento, o CP4 apresentou leve escurecimento de forma homogênea no substrato, como mostra a figura 21. Após 400 horas, o CP4 apresentou leve escurecimento e rachaduras na amostra de tinta na parte superior do substrato (figura 22). Ao final de 600 horas, o CP4 apresentou forte variação de cor, atingindo tonalidade acinzentada de forma homogênea em todo o substrato, e fortes rachaduras em partes da amostra de tinta (figura 23). Portanto, na comparação visual do corpo de prova 4, notaram-se resultados negativos devido à característica expansiva da argila verde (montmorilonita), apresentando rachaduras e evidentes variações de cor.



Figura 21 – CP4 após 200 horas no equipamento



Figura 22 – CP4 após 400 horas no equipamento



Figura 23 – CP4 após 600 horas no equipamento

4.5 Tinta branca industrializada de alta resistência (CP5)

Após as medições de 200 (figura 24), 400 (figura 25) e 600 (figura 26) horas no equipamento, não foram notadas variações de cor ou característica da amostra de tinta imobiliária industrializada de alta

resistência do CP5, após comparação visual. Portanto, nota-se resultados positivos da amostra de tinta industrializada, devido à presença de diversas substâncias de origem química responsáveis por melhorar a performance da tinta.

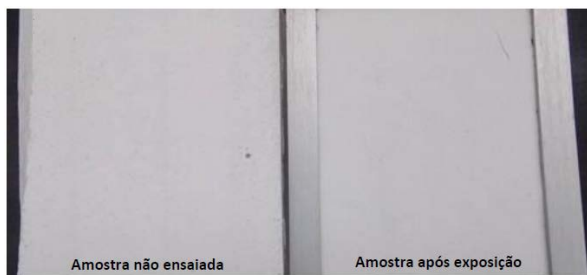


Figura 24 – CP5 após 200 horas no equipamento

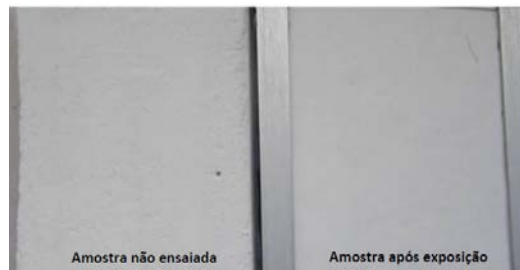


Figura 25 – CP5 após 400 horas no equipamento



Figura 26 – CP5 após 600 horas no equipamento

Na tabela 2 a seguir estão apresentados os resultados dos corpos de prova com o parecer o final, emitido por especialista do instituto Lactec, de cada intervalo de tempo de 200 horas.

Tabela 2 - Inspeção final das amostras após 200, 400 e 600 horas

Amostra	Avaliação Visual
Cp 1	200, 400 e 600 horas: esbranquiçamento.
Cp 2	200, 400 e 600 horas: leve escurecimento.
Cp 3	200, 400 e 600 horas: sem alteração.
Cp 4	200 horas: leve escurecimento. 400 horas: leve escurecimento e presença de rachaduras. 600 horas: variação de cor e presença de rachaduras.
Cp 5	200, 400 e 600 horas: sem alteração.

5. CONCLUSÕES

Este trabalho apresentou os resultados da comparação visual entre as amostras de tintas submetidas ao ensaio de envelhecimento acelerado e as amostras que não foram submetidas ao ensaio.

O óleo de linhaça é um aditivo natural que garante melhor desempenho das tintas naturais frente ao intemperismo. Deve ser utilizado em quantidades conforme estabelecido pela receita (150 ml para 8 litros de água), pois em excesso o óleo de linhaça prejudica a aplicação e trabalhabilidade da tinta.

A proteína do leite (caseína) mostrou-se um aglutinante eficaz para tintas com pigmento de cal de pintura, quando misturada com sal, que atua como aditivo secante.

Propõe-se repensar em alternativas de aglutinantes capazes de evitar as possíveis patologias que podem ocorrer em tintas naturais que utilizam a argila verde como pigmento, devido à expansividade da montmorilonita.

Conclui-se que algumas tintas naturais avaliadas apresentaram resultados inferiores, porém, outras tintas naturais avaliadas na presente pesquisa obtiveram resultados similares à tinta industrial.

Tintas naturais representam uma alternativa econômica e ecológica para a pintura de ambientes, necessitando de mais reposições ao longo do tempo, quando comparadas às tintas convencionais em ambientes externos sujeitos à ação da radiação solar e água da chuva. No entanto, para ambientes internos

protegidos do intemperismo, estas tintas apresentam resultados satisfatórios, comprovando a facilidade em elaborar e aplicar tintas naturais de forma artesanal, garantindo a saúde e bem-estar dos usuários.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARVALHO, A. F.; HONÓRIO, L. M.; ALMEIDA, M. R.; SANTOS, P. C.; QUIRINO, P. E. **Cores da terra: fazendo tinta com terra**. Universidade Federal de Viçosa – Departamento de Solos. Programa TEIA. Viçosa – MG. 2007.
- INSTITUTO ECO DESENVOLVIMENTO. **Tintas Naturais**. 2012. Disponível em: <<http://www.ecodesenvolvimento.org/posts/2012/agosto/ecod-basico-tintas-naturais#ixzz2Nv9cAyAb>>. Acesso em: mar. 2012.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Revisão da resolução CONAMA nº 307/2002: reclassificação dos resíduos de tintas**. Parecer do Instituto o Direito por um Planeta Verde. Processo:02000.001299/2011-14. fev. 2015. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/93127174/Parecer%20Embalagens%20de%20Tintas%20-%20Planeta%20Verde.pdf>>. Acesso em: março, 2015.
- MINKE, G. **Manual de construcción em tierra: la tierra como material de construcción y sus aplicaciones en la arquitectura actual**. Uruguay, 1994.
- OLIVEIRA, C. N. **O paradigma da sustentabilidade na seleção de materiais e componentes para edificação**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2009.
- SHEEN, David. **Primeira terra: arquitetura ecológica integral**. 2 ed. 2006.
- TAVARES, S. F. **Metodologia de análise do ciclo de vida energético de edificações residenciais brasileiras**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2006.
- UEMOTO, K. L. **Pintura a base de cal**. Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. Associação Brasileira dos Produtores de Cal – ABPC. São Paulo. 1993.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES pelo auxílio desde o início da pesquisa, e ao laboratório de pesquisas LACTEC na etapa experimental e avaliação dos resultados das amostras de tintas.