

DESEMPENHO E VIABILIDADE ECONÔMICA DAS TINTAS IMOBILIÁRIAS À BASE DE SOLO: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Matheus Henrique Otávio de Sousa¹
Fábio Braga da Fonseca²

RESUMO

O Brasil se encontra no ranking dos cinco maiores mercados mundiais de tintas, por outro lado é um dos setores relacionados à geração de efluentes e poluição. Visando a sustentabilidade desta área, o estudo de tintas à base de solo se torna uma solução viável, uma vez que apresentam desempenho próximo, porém com mais economia e menos poluentes. O presente trabalho teve como propósito analisar os estudos relacionados a composição e ao desempenho de tintas à base de solo. A metodologia adotada no trabalho, foi baseada em uma pesquisa bibliográfica utilizando livros, normas técnicas, textos científicos, obtendo-se informações relacionadas a produção, escolha e proporção das matérias primas, desempenho e custos das tintas à base de solo. Observou-se que o principal impacto apresentado nos trabalhos da literatura foi a questão social e ambiental que a tinta de solo traz para as comunidades, bem como a viabilidade econômica e sustentável do processo de produção, sem liberações tóxicas e resíduos ao meio ambiente. Apesar dos resultados dos autores não apresentarem um padrão, obteve-se composições que demonstraram eficiência parcial com as normas ABNT e uma resposta comum sobre a importância do peneiramento e solos com granulometria menor para maior cobertura, estabilidade e aderência de tintas em escala comercial.

Palavras-chave: Tinta imobiliária à base de solo. Tinta imobiliária. Desempenho. Viabilidade econômica.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil se encontra no ranking dos cinco maiores mercados mundiais de tintas imobiliárias, que são aquelas destinadas a construção civil, em que a produção varia para todos os tipos de aplicações, com tecnologia e grau de competência, equiparando-se aos mais desenvolvidos centros mundiais de produção (ABRAFATI, 2020). Segundo Anghinetti (2012), as tintas imobiliárias possuem dentre suas características a proteção, decoração, acabamento e outras propriedades adaptadas para situações específicas, podendo ser laváveis, resistentes a ação solar, impermeabilizantes, flexíveis, assim como resistentes a corrosão.

¹ Graduação no Centro Universitário UNIFAFIBE de Bebedouro, SP. E-mail: mtsousa1@hotmail.com

² Professor Mestre no Centro Universitário UNIFAFIBE de Bebedouro, SP. E-mail: fabio.fonseca@prof.unifafibe.edu.br

Apesar dos avanços primorosos desses produtos, os danos proporcionados por esse setor podem estar relacionados tanto ao processo de produção, que utiliza de insumos tóxicos, à geração de efluentes, o manuseio dos produtos ou também aos resíduos de embalagem (GUÍO, 2013). Todo esse desenvolvimento fez com que o próprio mercado exigisse das indústrias uma fabricação mais sustentável, que seja sensível ao equilíbrio ambiental e reflita na qualidade de vida e saúde humana (BUCHMANN, 2018).

A principal constituição das tintas imobiliárias, conforme Fazenda (2009), se dá por pigmento, resina e solvente, ambos podem ser de origem sintética, natural ou vegetal. O pigmento, sólido, insolúvel e finamente dividido, fornece a cor e o poder de cobertura; a resina, não volátil, aglomera as partículas do pigmento, garantindo a formação da película de tinta; o solvente, volátil, confere com os demais componentes, uma mistura homogênea e fluida.

O uso do solo como revestimento e pintura perdurou no Brasil, principalmente até meados do século XX, através da técnica do barreado, no qual se aplica solos argilosos, como a tabatinga, diluído em água, sobre paredes construídas de pau-a-pique e adobe ou em fogões a lenha, utilizando um pano ou brocha (CARDOSO; CARVALHO; FONTES, 2014). O aperfeiçoamento dessa técnica proporciona ao antigo método características de uma tinta, mostrando que o solo pode ser empregado como pigmento em uma produção mais sustentável, livre de matérias primas tóxicas e possuindo baixo custo, devido as matérias primas utilizadas (CARVALHO; CARDOSO; DIAS, 2016).

Portanto, o presente trabalho tem como propósito analisar e comparar os estudos relacionados a composição e ao desempenho de tintas à base de solo, com base nas normas técnicas, como forma de incentivar a sustentabilidade nesse mercado e também proporcionar economia financeira a quem deseja aplicar esse método em suas construções.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 TINTAS

A norma ABNT NBR 15156:2015 define tinta como um produto líquido, pastoso ou em pó, com características ou subprodutos, capaz de formar uma película após a

secagem ou cura, composta por uma mistura homogênea formada a partir de pigmentos, resinas, solventes, cargas e aditivos.

A tinta é composta de um ou mais pigmentos presentes em um aglomerado líquido, conhecido como veículo, responsável pelo processo de secagem, que forma um filme opaco e aderente, quando aplicada em uma superfície (LEITE, 2004). Composto por resina e solvente, o veículo é a parte fundamental da tinta. Ele pode ser volátil, constituído pelo solvente, que facilita a aplicação da tinta, mas não faz parte do filme seco, pois evapora na aplicação e secagem da mesma. Além disso, o solvente solubiliza a tinta, ajustando a sua viscosidade. O tipo não volátil é formado pela resina, que tem a função de aglomerar as partículas do pigmento, condicionando-o junto ao substrato e formando uma película contínua e impermeável contra o contato e os fatores corrosivos do meio (CASTRO, 2009).

Os pigmentos são substâncias orgânicas ou inorgânicas, insolúveis ao meio, que conferem cor, opacidade, volume e algumas características de resistência. Normalmente, os pigmentos orgânicos são caracterizados por, geralmente, não apresentarem funções anticorrosivas. Neste grupo, inclui-se as cores mais brilhantes, com alto poder de tingimento, porém mais caros que os inorgânicos. Os pigmentos inorgânicos são substâncias corantes, com proteção anticorrosiva. Além disso, possuem maior resistência química e densidade, e menor brilho em relação aos orgânicos (DORNELLES, 2008).

A resina é o que forma o filme impermeável e aderente da tinta, atuando como estrutura fixadora do pigmento e como barreira para o processo corrosivo pela difusão de sais com oxigênio existentes no ar. Ela é um dos componentes importantes da tinta, pois sem ela, não haveria aderência dos demais componentes com o substrato. Além disso, a resina define a classe, seja, acrílica, vinílica, epóxi, entre outras e as características da tinta, como o mecanismo de formação do filme e tempo de cura (ARAVANIS, 2014).

Os aditivos são produtos químicos que abrangem diversos componentes utilizados em baixas concentrações e que apresentam funções específicas relacionadas às propriedades e aos revestimentos das tintas, tais como: bloqueadores dos raios UV, ganho na proteção anticorrosiva, catalisadores de reações químicas, acelerando o processo de secagem, dureza e resistência química e física do filme da tinta, bem como, dispersantes e umectantes dos pigmentos e cargas,

aperfeiçoamento do nivelamento, preservantes e antiespumantes (YAMANAKA, 2006).

As cargas minerais também conhecida como pigmentos adicionais são substâncias que costumam ser utilizadas para obter um tipo específico de tinta a um custo relativamente baixo, além de possuírem baixo poder de tingimento, não conferindo cor as tintas. São partículas em pó, normalmente branco, que formam uma película quase transparente, quando misturada com resina orgânica. Essas cargas modificam algumas propriedades físicas na tinta, como a dureza, fragilidade, resistência ao impacto, textura, entre outros (CASTRO, 2009).

A título de exemplo, a tinta tipo látex branca apresenta em sua composição cerca de 24 a 26% de pigmentos, 29 a 31% resina, 44 a 46% de solventes e quantidades variáveis de aditivos voláteis (FAZANO, 1998).

2.2 CLASSIFICAÇÃO DAS TINTAS

A partir dos constituintes das formulações das tintas, elas podem ser classificadas como verniz, laca, esmalte e tinta-de-base. O verniz é uma tinta transparente, ou seja, sem pigmentos. A laca tem em sua composição base um polímero solúvel, não reativo, de elevado peso molecular, enquanto o esmalte é composto por um polímero solúvel, reativo, de baixo peso molecular. A laca e o esmalte são opacas, pigmentadas ou coloridas e o que as diferencia é que no esmalte, durante a evaporação do solvente, acontece uma reação química que torna a película insolúvel. Já a tinta de base apresenta alto teor de pigmento, o que a diferencia de todas as outras, além de conferir proteção contra corrosão e exibir melhor adesão (MANO; MENDES, 2007).

A classificação das tintas também é feita apoiada na ordem de aplicação. Elas podem ser tintas de fundo ou primárias, que são aquelas aplicadas diretamente no substrato, promovendo aderência. Tintas intermediárias, com função de aumentar a espessura do revestimento, com um menor número de camadas, formando uma barreira de proteção. Enquanto as tintas de acabamento, apresentam função de resistência ao revestimento, pois estão em contato direto com o meio corrosivo e são as tintas que garantem a cor final por pintura (MAGNAN, 2011).

As tintas imobiliárias passam por um controle rígido durante as etapas produtivas. Controlar a viscosidade é essencial para a resistência e tonalidade das

tintas, ou seja, tonalidades de cor mais fraca, apresentam baixa viscosidade, ao passo que tonalidades mais fortes ou escuras são resultado de uma alta viscosidade (SCARPETA, 2007). A PVC – *Pigment Volume Concentration* – também é outro aspecto que exige controle, pois influencia a formulação e o desempenho das tintas, bem como confere à película propriedades lisa, brilhante e semipermeável, quando o PVC é baixo e rugosa, e fosca e permeável, quando o PVC é alto (CASTRO, 2009a).

A hidrorrepelência e a alcalinidade são outras propriedades observadas no processo fabril. A primeira representa a capacidade de repelir a água nas superfícies pintadas, principalmente nas com textura. Enquanto a segunda confere a resistência à tinta quando passa pela exposição dos produtos químicos, especialmente aqueles específicos para limpeza, como alvejantes, solventes e álcool, por conta da capacidade de neutralizar ácidos através de um pH básico (SCARPETA, 2007).

2.3 ASPECTOS AMBIENTAIS RELACIONADOS ÀS TINTAS

A indústria química exerce uma função fundamental na sociedade, fornecendo insumos e bens de consumo que satisfazem os padrões contemporâneos da vida urbana. Contudo, para atender as necessidades e vontades da sociedade em crescente demanda, este papel também contribui para as transformações causadas no meio ambiente (BUCHMANN, 2018).

Os surfactantes da classe alquilfenol etoxilados (APEO) são substâncias amplamente utilizadas para a quebra da tensão superficial de pigmentos de tintas. São considerados como composto tóxico e quando presente no meio ambiente, promovem impactos adversos a saúde humana e animal, com alterações no sistema endócrino humano e nos hormônios. Dentre os APEO mais utilizados, encontram-se os octilfenol etoxilados e os nonilfenol etoxilados, descartados diretamente no ambiente por meio de efluentes industriais sem tratamento adequado. Como são substâncias hidrofóbicas, elas podem bioacumular no tecido adiposo dos seres vivos e ficar adsorvidas em sedimentos e no solo (NAYLOR et al., 1992; YING; WILLIAMS; KOOKANA, 2002).

O cenário de acidentes socioambientais das décadas de 1970 e 1980 envolvendo produtos tóxicos afetaram negativamente a economia e imagem do setor químico, como exemplo o polo petroquímico de Cubatão (SP) denominado na época como “Vale da Morte”, no qual se despejava no ar toneladas de gases tóxicos por dia,

causando problemas respiratórios a população e contaminando a água e o solo da região, provocando inclusive chuvas ácidas. Nesse contexto, foi desenvolvido no Canadá o programa *Responsible Care*, que posteriormente foi adotado no Brasil como *Atuação Responsável*, em 1992. Esse programa estabelece códigos e diretrizes de práticas reguladoras para a indústria química com estratégias de melhorar continuamente a segurança, saúde e proteção ambiental, de maneira que as empresas adeptas contribuam com o desenvolvimento sustentável (ABIQUIM, 2013).

Neste contexto, para a atuação responsável das indústrias de tintas, foi criado o programa *Coatings Care (International Paint and Printing Ink Council – IPPIC)* que consiste em diretrizes de práticas para gerenciar os setores de produção, transporte e distribuição, gestão de produto e responsabilidade social. O programa utiliza um sistema de indicadores que avaliam e monitoram o desempenho das empresas participantes, como o consumo de água (m³/t), de resíduos sólidos perigosos (kg/t), de energia elétrica (kWh/t), entre outros. A Associação Brasileira dos Fabricantes de Tintas (ABRAFATI) mantém este programa no Brasil, desde 2002 (ABRAFATI, 2011).

Diversos aspectos ambientais estão associados a cadeia produtiva de tintas, dentre eles, a obtenção de matérias primas oriundas de recursos naturais não-renováveis, alto consumo de água para a produção e limpeza industrial e conseqüentemente, alto volume de efluentes líquidos industriais descartados nos recursos hídricos (BUCHMANN, 2018).

A emissão atmosférica de compostos orgânicos voláteis (VOC) é um dos principais objetivos de estudos, visando “indicadores ecológicos nacionais” e métodos para aferir o teor de VOC emitido durante a aplicação dos produtos, uma vez que sua liberação contribui para a poluição atmosférica e danos à saúde humana, como dor de cabeça, irritação dos olhos, falta de ar, fadiga, entre outros (UEMOTO; AGOPYAN, 2002; UEMOTO; IKEMATSU; AGOPYAN, 2006).

2.4 SOLO COMO MATÉRIA PRIMA

A utilização do solo como pigmento natural em práticas de pintura data da pré-história, com as pinturas rupestres e persiste até os dias de hoje, podendo ser utilizado em diversos locais e, principalmente no ambiente rural. No meio rural brasileiro, a técnica do “barreado” ainda é usada e conservada em pequenas comunidades (CARVALHO et al., 2007).

O aperfeiçoamento desta prática, de impacto ambiental mínimo e baixo custo, envolve produtos, metodologias e técnicas que visam a transformação social, promovendo a organização das comunidades, ampliando a criatividade e proporcionando melhora na autoestima dos envolvidos e renda alternativa (VITAL et al., 2011). Além disso, o uso da tinta de solo pode promover uma valorização do potencial do solo, bem como, geração de trabalho e de cidadania (VITAL et al., 2013).

Dentre todas as características do solo, a cor é concebida como a mais importante da perspectiva morfológica, pois através dela é possível determinar as particularidades físicas, químicas, biológicas e mineralógicas do solo. Dessa forma, os solos podem se exibir sob diversas cores, do mais claro ao mais escuro, relevando a predominância de quartzo, matéria orgânica, ferro, entre outros minerais (VITAL et al., 2018).

Pela Carta de Cores de Munsell (2010) muito disseminada na área agrônômica e pedológica, é possível identificar a cor do solo a partir do código da Matiz, Valor e Cromo. O matiz diz respeito a relação entre os pigmentos amarelos e vermelhos; o valor demonstra a proporção das cores branca e preta no solo; e o croma refere-se à colaboração do matiz com a coloração (RESENDE et al., 2002).

Para produção de tintas à base de solo, não há uma receita específica, uma vez que os solos apresentam diferentes naturezas e demandam diferentes proporções para produzir a melhor qualidade. Carvalho, Cardoso e Dias (2016) indicam como proporção básica 1 porção de água, para 1 de solo e 0,3 de cola branca, em litros. Ainda destacam que o rendimento é em torno de 70 m² a cada camada aplicada e 35 m² com duas camadas aplicadas, resultando em um consumo de 500 ml de tinta por m².

Além disso, a qualidade da tinta e a capacidade de tingimento são características relacionadas com o teor de argila no solo adotado para produção, ou seja, quanto mais argiloso o solo é, maior será a cobertura da superfície, por ter mais partículas finamente distribuídas pelo filme da tinta. Enquanto que solos de textura média, com frações semelhantes de silte e areia, possuem a capacidade de tingimento menor devido às suas partículas não liberarem pigmentos de maneira adequada, favorecendo inclusive a decantação da mistura. Nesse sentido, a etapa de peneiramento se torna primordial para a produção, pois através deste processo é possível eliminar as partículas indesejáveis, permanecendo apenas o solo de textura fina, favorecendo o desempenho (CAPECHE, 2010).

O pigmento de resíduo de mármore (PRM), utilizado como carga mineral, possui granulometria semelhante a um material siltoso, rico em óxido de cálcio e de magnésio e partículas superiores às dos pigmentos de solos vermelhos e amarelos, porém dentro do padrão estabelecido para a produção de tintas. A presença de matéria orgânica é baixa, o que reduz o desenvolvimento de microorganismos. Além disso pode ser usado como pigmento ativo ou carga mineral mantendo a viscosidade ideal do teor de sólidos. Já a resina de poliacetato de vinila (PVA), funciona como um adesivo mais resistente ao intemperismo, permitem o uso da água como solvente, são melhores para o meio ambiente, mais baratas e fáceis de encontrar que as resinas acrílicas. Ela apresenta facilidade de adsorção e interação com carbonato de cálcio presente na maioria das tintas (OATES, 2008; CARVALHO et al., 2009; TRESSMANN, 2019).

2.5 TINTA IMBOLIÁRIA INDUSTRIAL X TINTA DE SOLO

As tintas de solo apresentam algumas vantagens em relação às tintas industriais, principalmente no quesito sustentável. As tintas de solo são fabricadas através de solventes à base de água, com pigmentos naturais, uma vez que são retirados da diversidade de solos brasileiros, ricos em cores, além de utilizar resinas não poluentes. As tintas de solo apresentam baixo odor, boa cobertura e aderência às superfícies, sejam elas em alvenaria, reboco, forro, massa corrida, divisórias, gesso ou madeira. Elas exibem acabamento fosco, com diversas cores, sendo indicadas principalmente para ambientes internos (SILVA; SILVA; LIMA, 2018).

Estas tintas de solo são obtidas por meio de processo físico, sem a presença do meio químico, possuindo baixo uso de energia (FERRÃO, 2007). Além disso, não prejudicam o meio ambiente, pois não geram poluição ao meio ambiente. Não oferecem risco à saúde, garantindo a segurança do aplicador e do usuário do local. Elas permitem que a parede permita um controle de umidade na casa, por não haver impermeabilização do local da pintura, favorecendo um ambiente saudável e livre da emissão de gases organo-clorados (COV), fungos e mofo (SILVA; SILVA; LIMA, 2018).

Segundo Tavares (2006), as tintas imobiliárias industriais correspondem ao material que mais consome energia tanto na produção, cerca de 90% de combustíveis fósseis não renováveis e 10% de recursos renováveis, quanto na aplicação em

edificações. Elas superam os outros materiais de construção civil na emissão de CO₂ durante a produção, como o cimento, aço, cerâmica vermelha e o concreto, em virtude do seu grande uso em manutenções por motivos estéticos e pelo seu desgaste com o tempo

De acordo com o inciso IV do art. 3º da Res. Conama 307/2002, as tintas e suas embalagens são caracterizadas como resíduos de classe D. Dessa forma, elas se classificam como perigosas e prejudiciais à saúde, seja pelos materiais envolvidos no processo de produção, como solventes e óleos, ou pelos métodos de demolições, tais como reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.

Leite, Pacheco e Antunes (2016), utilizando do aperfeiçoamento da técnica do barreado para produzir 18 litros de tinta, efetuaram comparações com foco econômico, no qual a tinta à base de solo se mostrou 89% mais econômica do que a tinta imobiliária mais barata adotada, indicando a viabilidade econômica do processo de produção.

3 METODOLOGIA

Neste capítulo, apresenta-se a metodologia adotada no trabalho, que se baseia em uma pesquisa bibliográfica utilizando livros, normas técnicas, textos científicos como, teses, dissertações e resumos em congresso, obtendo-se informações relacionadas as formulações, matérias primas e os custos envolvidos e ao desempenho das tintas à base de solo.

Durante o levantamento bibliográfico, foram selecionados artigos e publicações dos seguintes bancos de dados: SciELO, Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES e Google Acadêmico. As principais palavras-chaves utilizadas nas buscas foram: “Tinta de solo”, “Tinta à base de solo”, “Solo como pigmento para tintas”, Tinta imobiliária”, “Impacto Ambiental das Tintas Imobiliárias”. Não foi delimitado o período para busca de textos publicados, devido à dificuldade de se encontrar trabalhos específicos sobre as tintas manufaturadas com solo.

Para se obter uma tinta de qualidade, é preciso realizar o cumprimento de exigências técnicas. Em função disso, é fundamental que o processo produtivo seja confiável e ocorra regularmente em todas as suas etapas. Alguns exemplos relevantes para este artigo são as seguintes normas: NBR 15575-1:2021 que estabelece requisitos gerais de desempenho para edificações habitacionais; NBR 15079-1:2019

que estabelece os requisitos mínimos de desempenho de tinta látex fosca nas cores claras; NBR 11702:2019 que estabelece a classificação e os requisitos de tintas, vernizes, texturas e complementos de edificações não industriais; NBR 14942:2019 que estabelece o método para avaliação de desempenho de tintas para edificações não industriais em relação ao poder de cobertura de tinta seca; NBR 5849:2015 que estabelece a determinação da viscosidade das tintas pelo copo Ford. NBR 15458:2007 que determina o método para avaliação microbiológica de tintas não industriais; NBR 15078:2006 demonstra o método de avaliação de desempenho quanto a resistência à abrasão úmida sem pasta abrasiva, para edificações não industriais.

O desenvolvimento do tópico de resultados e discussão foi baseado em sua grande parte pelos autores Tressmann (2019), Carvalho et al. (2014), Cardoso (2015) e Cardoso et al. (2016). A justificativa da escolha se deu por serem pioneiros em relação ao desenvolvimento de pesquisas consistentes, que visam o aprimoramento das tintas à base de solo.

É também de grande importância para este trabalho o conhecimento dos ensaios propostos pela NBR 15078:2006, NBR 5849:2015 e metodologia de Jesus (2000), por terem sido adotados pelos autores citados no parágrafo anterior, no qual serão descritos a seguir:

- O procedimento da NBR 15078:2006 consiste em avaliar a capacidade resistente da película de tinta, mediante ao desgaste mecânico provocado por escovação, em que o resultado é expresso a partir do número de ciclos necessários para se remover 80% película da tinta. Um ciclo é a passagem de ida e de volta da escova.
- A NBR 5849:2015 define que a viscosidade das amostras de tintas deve ser aferida utilizando-se o viscosímetro tipo copo Ford, no qual os testes devem ser realizados com no mínimo três repetições, acrescentando o solvente quando necessário, até se atingir o tempo de escoamento de (14 ± 1) segundos.
- A metodologia desenvolvida por Jesus (2020) para avaliação da viscosidade e estabilidade das suspensões, consiste em medir estes parâmetros, através do viscosímetro de *Brookfield*, em intervalos de tempo de 5, 15 e 30 minutos após a produção das tintas, no qual o resultado para a viscosidade é obtido através da terceira medição e os demais valores aferidos possuem como finalidade a avaliação da estabilidade das misturas, sendo consideradas estáveis aquelas

que apresentaram variações de até ± 25 centipoises (cP) entre a primeira e a terceira medição. Cp é a unidade de medida de viscosidade dinâmica no sistema CGS, equivalente a um centésimo de poise.

Por fim, as informações geradas pelos autores foram reunidas, interpretadas, analisadas e correlacionadas, para o conhecimento dos fatores a serem considerados nos processos de produção, bem como na escolha e proporção das matérias-primas empregadas, para se alcançar uma tinta que atenda os desempenhos descritos nas normas técnicas e apresente viabilidade econômica.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados obtidos, a discussão abordará em tópicos os tipos de solos utilizados, o desempenho dos ensaios de acordo com as normas ABNT vigentes ao período do trabalho dos autores e as estimativas de custos e sustentabilidade da tinta à base de solo.

4.1 TIPOS DE SOLOS

Uma das etapas principais dos trabalhos pesquisados consiste na escolha e quantidade dos solos coletados para obtenção de pigmento e textura. Geralmente, são obtidos em função da disponibilidade da região de pesquisa. Tressmann (2019) utilizou dois tipos de solo coletados em horizonte subsuperficial (Figura 1) de argissolo, com coloração amarelo ocre e caracterizado como argiloso siltoso, e de latossolo, com coloração vermelho terracota e caracterizado como argiloso. Carvalho et al. (2014) utilizaram amostras de argila, enquanto Cardoso (2015) e Cardoso et al. (2016) utilizaram três tipos de solo em horizonte subsuperficial: de gleissolo e latossolo, caracterizados como argilosos e de argissolo, caracterizado como argiloso siltoso. Esses solos são facilmente encontrados Brasil, tornando viável a replicação dessas tintas.

FIGURA 1 – Esquema representativo da camada subsuperficial



Fonte: Adaptado de Mendonça (2020)

4.2 FORMULAÇÕES DAS TINTAS À BASE DE SOLO

As formulações das tintas de solo também variaram entre os trabalhos. Tresmann (2019) produziu amostras com diferentes proporções de solo, resíduo de mármore (PRM), água e resina de policetato de vinila (PVA). Carvalho et al. (2014) utilizaram três composições básicas: água + argila + PVA; água + argila + NaOH; água + argila + polivinil-álcool (álcool etílico + NaOH + PVA). Enquanto Cardoso (2015) e Cardoso et al. (2016), preparou dois tipos de misturas de tinta à base de água com cada solo: a ternária, utilizando solução de NaOH, com a função de dispersante e PVA; e a quartenária com uma mistura da solução de NaOH, PVA e álcool etílico.

4.3 DESEMPENHO DAS TINTAS À BASE DE SOLO

Com diferentes amostras de tintas obtidas a partir de argila, Carvalho et al. (2014) observaram que as formulações F04, F08, F09 e F10 (Tabela 1) atenderam aos requisitos da NBR 15079:2011 para tinta látex econômica, de no mínimo 100 ciclos de resistência a abrasão (RA), conforme metodologia da ABNT NBR 15078:2006. Ambas as normas estão canceladas, porém estavam em vigor durante o período do experimento.

TABELA 1 – Resultados do ensaio de determinação da resistência à abrasão

Formulações e Resistência à Abrasão

Referência	Água (ml)	Argila (g)	PVA (g)	NaOH (g)	Álcool etílico 46% (ml)	RA (ciclos)
F01	250	150	0	-	-	0,5
F02	250	150	15	-	-	20
F03	250	150	26,25	-	-	28
F04	250	150	37,5	-	-	425
F05	250	150	37,5	0,3	-	33
F06	250	150	37,5	0,6	-	21
F07	250	150	37,5	0,9	-	80
F08	135	150	37,5	0,9	65	500
F09	65	150	37,5	0,9	135	300
F10	0	150	37,5	0,9	200	270

Fonte: Carvalho et. al (2014)

Carvalho et al. (2014) ainda verificaram que as menores adições de PVA e álcool etílico foram suficientes para alcançar o mínimo de ciclos de resistência à abrasão, mantendo a viscosidade estável e também para unir as partículas de solo. Além disso, os autores relataram que as amostras F08, F09 e F10 mostraram-se como uma alternativa de baixo custo e alta eficiência em relação a viscosidade e a resistência a abrasão pelo uso do polivinil-álcool. A viscosidade foi aferida conforme metodologia de Jesus (2000).

Tressmann (2019) também avaliou o desempenho da tinta de solo de acordo com a ABNT NBR 15079:2011 que definia os requisitos e critérios mínimos de desempenho para as tintas látex imobiliárias, quanto ao poder de cobertura da tinta seca (PC) e resistência à abrasão úmida sem pasta abrasiva (RA). A norma vigente neste caso é a ABNT NBR 15079-1:2019. Além disso, ele avaliou a viscosidade (NBR 5849:2015), durabilidade (ABNT NBR 15575-1:2013), atualmente como ABNT NBR 15575-1:2021, potencialidade de biodeterioração (ABNT NBR 15458:2007) e a resistência ao intemperismo (ASTM G7:2013). Em relação a resistência à abrasão, o autor observou diferentes valores do número de ciclos para a mesma quantidade de solo usado por Carvalho et al. (2014) de 150 g (Tabela 2).

TABELA 2 – Resultados e formulações das tintas para 150 g de solo

Tipo	Solo (g)	PRM (g)	PVA (g)	Água (g)	RA (Ciclos)
PSA ¹	150	45,65	32,61	696,39	69,45
PSV ²	150	55,26	55,26	741,16	59,25
PSA	150	45,65	32,61	676,83	176,25
PSV	150	55,26	55,26	724,38	201,15

¹ Pigmento de solo de coloração amarela; ² Pigmento de solo de coloração vermelha
 Fonte: Adaptado de Tressmann (2019)

A diferença entre os trabalhos pode estar associada às diferentes constituições mineralógicas e granulometrias destes solos, uma vez que no próprio trabalho, Tressmann (2019) encontrou diferenças para os dois tipos de solos utilizados, além da quantidade de resina PVA, o acréscimo de PRM, álcool etílico e NaOH, que variou entre os trabalhos.

Além disso, Tressmann (2019) observou que utilizando pigmentos de resíduo de mármore, o poder de cobertura e a resistência a abrasão aumentou devido a maior teor de sólidos com a viscosidade ideal proporcionado pelo PRM e pela facilidade de adsorção pela resina pura, que impede a aglomeração desses pigmentos. Em relação aos aspectos de ataque microbiológico e intemperismo, o autor não observou formação de manchas escuras de bolor e de colônias de bactérias em nenhuma das pinturas, indicando a ausência de umidade no substrato e matéria orgânica nos pigmentos, além de verificar que os acréscimos de PRM contribuíram para a durabilidade e estabilidade fotolítica das tintas, que é afetada pela atuação da radiação, principalmente na faixa ultravioleta.

Cardoso (2015) observou que as tintas quartenárias de pigmento de gleissolos e argissolo se encaixaram em um número maior de requisitos: resistência a abrasão e viscosidade, aferida de acordo com a metodologia de Jesus (2000). Enquanto que o latossolo apresentou melhores resultados nas misturas ternárias. As misturas quaternárias apresentaram aparência similar à das tintas industrializadas, e também homogeneidade e aplicabilidade melhores que as misturas ternárias. Contudo, o autor relata que não houve padrão de tamanho, forma e composição para os pigmentos utilizados, o que tornou as misturas quartenárias mais resistentes a abrasão foi a adição de álcool que permitiu a sinergia com a resina, ou seja, a ação simultânea desses componentes contribuiu para esse aumento da resistência a abrasão.

Cardoso et al. (2016) avaliando os aspectos da tinta de argila quanto a resistência a abrasão, também observaram nas misturas quarternárias resultados satisfatórios para a associação entre a utilização de etanol e PVA, que contribuiu para maior resistência abrasiva e incremento da estabilidade das suspensões de pigmentos. Os autores verificaram para o pigmento rico em caulinita faixas de viscosidade acima do limite pré-estabelecido nos ensaios preliminares, de 400 centipoises, semelhante ao das tintas convencionais, além de maior poder de cobertura. A viscosidade também foi medida de acordo com a metodologia de Jesus (2000).

4.4 ESTIMATIVAS DE CUSTOS, PROPORÇÃO ENTRE INSUMOS E SUSTENTABILIDADE DE TINTAS À BASE DE SOLO

Considerando a hipótese da produção da tinta de solo para atender um conjunto habitacional “verde”, onde seriam necessários 31000 litros, Leite, Pacheco e Antunes (2016) indicaram as quantidades em massa de matéria prima para a fabricação e as estimativas de custos (Tabela 3).

TABELA 3 – Estimativas dos gastos com matéria prima para produção de 31000 L de tinta à base de solo

Matéria Prima	Preço	Fonte	Quant.	Custo (R\$)
Solo	R\$ 15,00/ton	Departamento Nacional de Produção Mineral	37,505 ton	562,58
Água	0-20m ³ :12,83 R\$/m ³ 21-31 m ³ : 13,47 R\$/m ³	CEDAE	22,46 m ³	289,79
NaOH	R\$ 32,00/kg	Sigma Aldrich	224,55 kg	7185,6
Polvilho	R\$ 9,46/kg	Pesquisa de Mercado (Macaé)	1347,32 kg	12745,64

Fonte: Leite, Pacheco e Antunes (2016)

A partir do levantamento para 31000 L, foi obtido o preço para se produzir 18 L da tinta, comparando assim com três marcas de tintas imobiliárias (Tabela 4) no Rio de Janeiro, demonstrando a economia da tinta à base de solo.

TABELA 4 – Estimativa dos gastos com matéria prima para produção de 18 L de tinta à base de solo

Preço	Tinta à base de solo	Marca X	Marca Y	Marca Z
R\$	12,07	109,9	119,9	149,9

Fonte: Leite, Pacheco e Antunes (2016)

Leite, Pacheco e Antunes (2016) também compararam, através dos três componentes básicos das tintas (pigmento, resina e solvente), os impactos ambientais (Quadro 1):

QUADRO 1 – Comparação dos componentes aplicados para fabricação da tinta à base de solo e tintas imobiliárias encontradas no mercado.

Componente	Tinta à base de solo	Tinta imobiliária comercial
Pigmento	Argila	Pigmentos naturais ou sintéticos
Adesivo	Grude ¹	Resina
Solvente	Água	Solventes Orgânicos ou, no caso de tintas PVA a base de água.

¹ Adesivo a base de polvilho azedo, água e NaOH

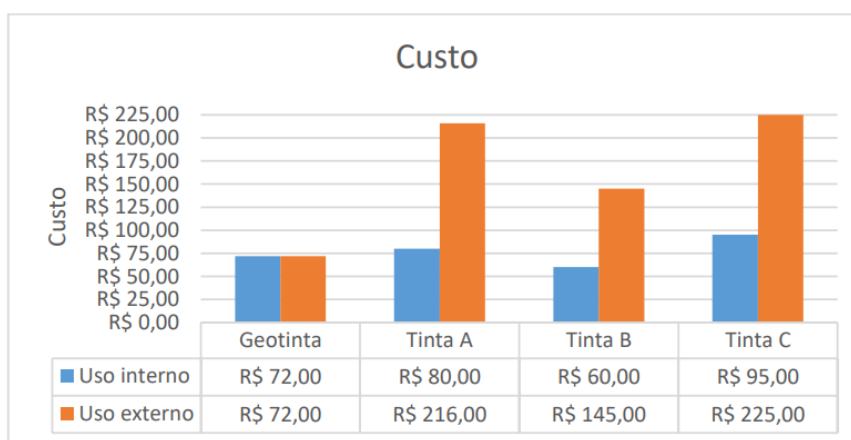
Fonte: Leite, Pacheco e Antunes (2016)

Os pigmentos sintéticos podem ser prejudiciais ao meio ambiente por provocarem a diminuição da atividade fotossintética de plantas presentes nos recursos hídricos e danos as guelras e brânquias dos organismos aquáticos, por possuírem metais pesados em sua composição, diferentes dos naturais, como a argila, que não provocam qualquer tipo de dano (SILVA, 2010). As resinas das tintas imobiliárias possuem composição variada, porém as matérias-primas mais comuns são: óleos vegetais, polióis e poliácidos (FONSECA, 2010). Assim, o uso do grude, por não possuir qualquer insumo tóxico ou insolúvel, possui vantagem ecológica. Quando os solventes não são à base de água, normalmente são classificados como orgânicos e compostos por hidrocarbonetos, álcoois, acetatos, cetonas e ésteres, podendo trazer riscos ao meio ambiente tanto na sua obtenção quanto no tratamento inadequado dos seus rejeitos, diferente da água, que não prejudica a saúde humana e o meio ambiente (LEITE, PACHECO E ANTUNES, 2016).

Comparando a produção da tinta à base de solo, composta também por água, solo e PVA, com tintas industrializadas, Saldanha (2019) constatou maiores despesas para obtenção de peneira de malha #100 (abertura de 0,15 mm) e de PVA, de forma

que a malha de 1m² da peneira custou em torno de R\$100,00 e 500 gramas de PVA custou R\$8,00. Porém, a autora recomenda que esses valores se tornam insignificantes para quem pretende trabalhar com a produção de tintas à base de solo. Também foi possível verificar custos maiores para produção do que Leite, Pacheco e Antunes (2016), que está diretamente relacionado com os diferentes tipos de resinas adotadas nos trabalhos, contudo ainda inferiores as tintas látex de uso externo no Estado do Rio Grande do Norte (Figura 2).

FIGURA 2 – Comparação dos custos da tinta de solo com as tintas látex de 18 L



Fonte: Saldanha (2019).

No mercado, as tintas são classificadas de acordo com a área de aplicação indicada sendo que, o tipo de tinta destinada à aplicação em superfícies internas possui menor resistência às intempéries que o tipo destinado às superfícies externas (CARDOSO, 2015). Logo, apesar do comparativo econômico da formulação de Saldanha (2019) apresentar vantagem nesse quesito em relação as tintas de uso externo, não se conhece a real durabilidade das tintas de solo produzidas com resina PVA e qual o período necessário para se fazer reaplicações.

Saldanha (2019) também observou maior trabalhabilidade, rendimento, uniformidade e menor escorrimento para a tinta com solo peneirado na malha 100, em relação a tinta com solo peneirado em peneira comum com abertura de malha de 10 mm (Quadro 2). Cabe ressaltar que as avaliações foram realizadas de maneira simplista, sem aplicação de procedimentos normatizados, visando uma melhor execução em relação ao local de experimento, que utiliza desse tipo de tinta.

QUADRO 2 – Resumo dos parâmetros avaliados das tintas de solo em relação a granulometria

Tinta	Trabalhabilidade	Rendimento	Durabilidade	Formação de bolhas	Uniformidade	Escorrimento
C ¹	Menor	Menor	Sem alteração	Ausente	Menor	Maior
L ²	Maior	Maior	Sem alteração	Ausente	Maior	Menor

¹ Tinta produzida com solo peneirado em malha de 10 mm; ² Tinta produzida com solo peneirado em malha de 0,15 mm

Fonte: Saldanha (2019)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os trabalhos discutidos, observou-se que para a fabricação das tintas à base de solo priorizando a qualidade, exige-se conhecimentos sobre os insumos e os equipamentos utilizados e que os valores diferem em relação a disponibilidade dos materiais em cada região, principalmente quanto a aquisição de peneira e resina, tornando-a não viável para a produção individual.

Porém para aqueles projetos visando a produção em pequena escala e o desenvolvimento de comunidades, a tinta à base de solo se torna uma ótima alternativa, pois observou-se que o principal impacto da tinta, apresentado nos trabalhos da literatura, foi a questão social e ambiental trazida para as comunidades, bem como a viabilidade econômica e sustentável do processo de produção, sem liberações tóxicas e resíduos contaminantes ao meio ambiente.

Apesar dos resultados dos autores não apresentarem um padrão e atenderem parcialmente os requisitos determinados pela ABNT, obteve-se uma resposta comum sobre a importância do peneiramento e a utilização de solos com granulometria semelhante à da argila, para maior cobertura, estabilidade e aderência.

Pode-se sugerir a realização de mais pesquisas e investimentos para este tipo de tinta, no que se diz respeito ao desenvolvimento da melhor formulação, o padrão ideal para os pigmentos utilizados, o volume adequado para comercialização, além da exploração de diferentes cargas, como o PRM e aditivos como NaOH e álcool, que possuem baixo custo, não são poluentes e favorecem o desempenho.

Considerando os riscos potenciais dessas e outras substâncias e suas amplas dispersões no meio ambiente, a preocupação com os seus efeitos tornam importante a divulgação e utilização de outros tipos de tintas que visam a sustentabilidade, a preservação da saúde humana e dos recursos naturais.

REFERÊNCIAS

American Society for Testing and Materials – ASTM. **ASTM G7**. Standard Practice for Atmospheric Environmental Exposure Testing of Nonmetallic Materials. ASTM International, West Conshohocken, 2013.

ANGHINETTI, Izabel Cristina Barbosa. **Tintas, suas propriedades e aplicações imobiliárias**. 2012. 65 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Construção Civil) - Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

ARAVANIS, Alexandros Leonidas. **Análise comparativa da eficiência da Polianilina na tinta para proteção contra corrosão e uso industrial**. 2014. 47 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Materiais) – Escola de Engenharia, Universidade do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA QUÍMICA - ABIQUIM. **Atuação Responsável**. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 15575-1**: Edificações Habitacionais - Desempenho Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.

_____**NBR 15079-1**: Tintas para construção civil – Requisitos mínimos de desempenho - Parte 1: Tinta látex fosca nas cores claras. Rio de Janeiro, 2019.

_____**NBR 11702**: Tintas para construção civil – Tintas, vernizes, texturas e complementos para edificações não industriais – Classificação e requisitos. Rio de Janeiro, 2019.

_____**NBR 14942**: Tintas para construção civil – Método para avaliação de desempenho de tintas para edificações não industriais – Determinação do poder de cobertura de tinta seca. Rio de Janeiro, 2019.

_____**NBR 15156**: Pintura Industrial – Terminologia. Rio de Janeiro, 2015.

_____**NBR 5849**: Tintas – Determinação de viscosidade pelo copo Ford. Rio de Janeiro, 2015.

_____**NBR 15458**: Tintas para construção civil - Método para avaliação de desempenho de tintas para edificações não industriais - Avaliação microbiológica de tintas, vernizes, complementos, matérias-primas e instalações. Rio de Janeiro: ABNT, 2007.

_____**NBR 15078**: Tintas para construção civil. Método para avaliação de desempenho de tintas para edificações não industriais. Determinação da resistência à abrasão úmida sem pasta abrasiva. Rio de Janeiro: ABNT, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS FABRICANTES DE TINTAS – ABRAFATI. **O setor de tintas no Brasil**. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS FABRICANTES DE TINTAS – ABRAFATI. **Coatings Care – Manual do Programa no Brasil**. 2011.

BUCHMANN, Gláucia Santos. **Comparação dos impactos ambientais de formulações de tintas com a aplicação da Avaliação do Ciclo de Vida**. 2018. 181 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

CAPECHE, Claudio Lucas. **Educação ambiental tendo o solo como material didático: pintura com tinta de solo e colagem de solo sobre superfícies**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2010. 60p.

CARDOSO, Fernando de Paula; ALVARENGA, Rita de Cássia Silva Sant’Anna; CARVALHO, Anôr Fiorini de Carvalho; FONTES, Maurício Paulo Ferreira. Processos de produção e avaliação de requisitos de desempenho de tintas para a construção civil com pigmentos de solos. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 16, n. 4, p. 167-183, out./dez. 2016.

CARDOSO, Fernando de Paula. **Desenvolvimento de processos de produção e avaliação do desempenho de tintas para a construção civil manufaturadas com pigmentos de solos**. 2015. 174 f. Dissertação (Mestrado em Ciência) – Dissertação (Mestrado em Ciência) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2015.

CARDOSO, Fernando; CARVALHO, Anôr; FONTES, Maurício. **Resistência à abrasão de tintas imobiliárias produzidas com pigmentos obtidos por dispersão mecânica de solos**. In: CONGRESSO LUSO-BRASILEIRO DE MATERIAS DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEIS, 1., 2014, Guimarães, PT. Anais eletrônicos... Guimarães, PT: Universidade do Minho, v. 3, 2014. p. 415-423.

CARVALHO, Anôr Fiorini; HONÓRIO, Letícia de Melo; ALMEIDA, Marcelo Rodrigues; SANTOS, Paulo César; QUIRINO, Paulo Eugênio. **Cores da Terra: fazendo tinta com terra**. Universidade Federal de Viçosa. Programa TEIA. Programa Cores da Terra. Viçosa, 2007.

CARVALHO, Anôr Fiorini; CARDOSO, Fernando de Paula; HACKBARDT, Geanini; DUTRA, Thales Henrique. **Cores da Terra: Fazendo Tinta com Terra**. Viçosa. UFV, sd, 2009.

CARVALHO, Anôr Fiorini; CARDOSO, Fernando de Paula; DIAS, Rachel Quandt. **Cores da Terra: pintando o Brasil**. 1. ed. Viçosa: GSA, 2016. 75 p.

CARVALHO, Fernando De Paula; ALVARENGA, Rita de Cássia Silva Sant’Anna; CARVALHO, Anôr Fiorini; FONTES, Maurício Paulo Ferreira. Resistência à abrasão de tintas produzidas com pigmentos obtidos por dispersão mecânica e química de solo caulínico. In: *Arquitectura de Tierra: Patrimonio y sustentabilidad em regiones sísmicas*, El Salvador, 2014. **Anais...** El Salvador: SIACOT, 2014.

CASTRO, Carmen Dias. **Estudo da influência das propriedades de diferentes cargas minerais no poder de cobertura de um filme de tinta**. 2009. 157f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, 2009.

CASTROa, Luciano Viceconte. **Qualidade da Pintura na Construção Naval**. 2009. 65f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Naval e Oceânica) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

DORNELLES, Kelen Almeida. **Absortância solar de superfícies opacas: métodos de determinação e base de dados para tintas látex acrílica e PVA**. 2008. 152f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

FAZANO, Carlos. Alberto T. V. **Métodos de controle de pintura em superfícies**. 5. ed. São Paulo: Hemus Editora Ltda, 1998. 302p.

FAZENDA, Jorge M. R. **Tintas – ciência e tecnologia**. 4. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2009. 1123 p.

MUNSELL, ALBERT HENRY. **A Color Notation**. 1. ed. Charleston, SC: BiblioLife, 2010. 89 p.

FERRÃO, Liliâm Maria Ventorim. **Cores da terra**. Vitória: Incaper, 2007.

FONSECA, Andréia. **Tintas e correlatos**. 2010. 67 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Química Industrial) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

GUÍO, Lyda Milena Patiño. **Compostos orgânicos voláteis em tintas imobiliárias: caracterização e efeitos sobre a qualidade do ar em ambientes internos construídos**. 2013. 226 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2013.

JESUS, Catarina Estela Magalhães. **Reologia em tintas aquosas: estudo realizado no âmbito do PRODEP**. Portugal: Horquim Representações Ltda., 2000.

LEITE, Adriana de Oliveira Sousa. **Desenvolvimento e estudo de tintas epóxis anticorrosivas ecologicamente corretas**. 2004. 167f. Tese (Doutorado em química orgânica) – Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, 2004.

LEITE, Livia Vieira; PACHECO, Rafael da Costa; ANTUNES, Warley Ligorio. Avaliação do processo de produção de tintas à base de argila. **Revista de Engenharias da Faculdade Salesiana**, n.3, p.2-9, 2016.

MAGNAN, Murillo de Carvalho. **Pintura na Proteção Anticorrosiva**. 2011. 37f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em Construção Naval) – Centro Universitário Estadual da Zona Oeste, Rio de Janeiro, 2011.

MANO, Eloísa Biasotto; MENDES, Luís Cláudio. **Introdução a Polímeros**, 2ª edição revista e ampliada. Editora Edgard Blücher LTDA. São Paulo, 2007.

MENDONÇA, Gustavo Henrique. **Solos: formação, tipo, composição e importância – Mundo educação**. 2020.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Revisão da resolução CONAMA n° 307/2002: reclassificação dos resíduos de tintas**. Parecer do Instituto o Direito por um Planeta Verde. Processo:02000.001299/2011-14. fev, 2015.

NAYLOR, Carter G.; MIEURE, James P.; ADAMS, William J.; WEEKS, John A.; CASTALDI, Frank J.; OGLE, Larry D.; ROMANO, Robert. R. Alkylphenol ethoxylates in the environment. **Journal of the American Oil Chemists Society**, b.6, n.7, p.695-703, 1992.

OATES, Joseph. **Lime and Limestone: Chemistry and Technology, Production and Uses**. Buxton: Wiley-VCH, 2008.

RESENDE, Mauro; CURI, Nilton; REZENDE, Sérvulo Batista; CORRÊA, Gilberto Fernandes. **Pedologia: base para distinção de ambientes**. 4.ed. Viçosa: NEPUT, 2002. 367p.

SALDANHA, Nayara Mara de Oliveira. **Avaliação da potencialidade de utilização de um solo da cidade de pau dos ferros para a fabricação de geotintas**. 2019. 54 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) – Campus Pau dos Ferros, Universidade Federal Rural do Semi-árido, Pau dos Ferros, 2019.

SCARPETA, Eudes. **Flexografia: manual prático**. São Paulo: Bloco Comunicação, 2007.

SILVA, Mayara Francisca dos Santos; SILVA, Érika Paula Lopes; LIMA, Sandovânio Ferreira. Tinta ecológica. **Ciências exatas e tecnológicas**, Alagoas, v.4, n.3, p.125-130, 2018.

SILVA, Queli Viviana. **Análise da Aplicação de Ferramentas de P+L em uma Empresa de Tintas Imobiliárias**. 2010. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2010.

TAVARES, Sérgio Fernando. **Metodologia de análise do ciclo de vida energético de edificações residenciais brasileiras**. 2006. 225f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

TRESSMANN, Deise Mara Garcia Alves. **Aplicação do resíduo de mármore como carga mineral em tintas à base de solo e como pigmento ativo para fabricação de tintas imobiliárias econômicas**. 2019. 96 f. Dissertação (Mestrado em Ciência) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2019.

UEMOTO, Kai Loh; AGOPYAN, Vahan. As tintas imobiliárias e o impacto Ambiental. IX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Foz do Iguaçu, 2002. **Anais...** Foz do Iguaçu: ANTAC, 2002.

UEMOTO, Kai Loh; IKEMATSU, Priscila; AGOPYAN, Vahan. Impacto Ambiental das tintas imobiliárias. In: SATTLER, M. A.; PEREIRA, F. O. R. (Ed.). **Construção e meio ambiente**. Porto Alegre: ANTAC, v.7, 2006, cap.3, p.296. (Coletânea Habitare).

VITAL, A. F. M.; CAVALCANTE, F. L.; ARAÚJO, J. M.; BARBOSA, L. S.; OLIVEIRA, D. S.; AZEVEDO, G. H. Uso não agrícola do solo: a tinta de terra como inovação tecnológica e sustentável. **Brasilian Journal of Biosystems Engineering**, v.12, n.2, p.144-151, 2018.

VITAL, Adriana de Fátima Meira; SILVA, Alexandre Limeira; TEIXEIRA, Everton de Oliveira; ARRUDA, Ozélio de Almeida; RAFAEL, Eliane Maria; ALENCAR, Maria Leide Silva. Pintura com terra no sítio: um novo olhar sobre os solos do Cariri Paraibano. **Cadernos de Agroecologia**, v.8, n.2, p.1-4, 2013.

VITAL, Adriana de Fátima Meira; FURTADO, Arthur Holanda Silva; SILVA, Thibério Quintans; FREITAS, Valdenice Fernandes; COSTA, Teresa Cristina dos Santos; FARIAS, Ezequiel Sostenes Bezerra. Educação em Solos na Escola Agrotécnica de Sumé: pintura com terra. **Cadernos de Agroecologia**, v.6, n.2, p.1-5, 2011.

YAMANAKA, Hélio Tadashi. **Guia Técnico Ambiental de Tintas e Vernizes - SÉRIE P+L**. CETESB - Companhia Tecnológica de Saneamento Ambiental, 2006.

YING, Guang Guo; WILLIAMS, Brian; KOOKANA, Rai. Environmental fate of alkylphenols and alkylphenol ethoxylates: a review. **Environment International**, v.28, n.3, p.2015-226, 2002.