

OS EFEITOS DA DESAGREGAÇÃO MECÂNICA DOS SOLOS NA QUALIDADE DAS TINTAS IMOBILIÁRIAS PRODUZIDAS A BASE DE PIGMENTOS E CARGAS MINERAIS

Fernando de Paula Cardoso, Anôr Fiorini de Carvalho, Felipe Jacob Pires

Universidade Federal de Viçosa – UFV – Brasil
fernando.cardoso@ufv.br; afiorini@ufv.br; felipe1pires@yahoo.com.br

Palavras-chave: barreado; tintas de solos; resistência à abrasão.

RESUMO

No meio rural brasileiro, ainda é possível encontrar casas pintadas de branco, com a técnica do barreado, que consiste na aplicação de solos nas paredes, com o uso de um pano úmido. Por depender apenas de solo, o barreado pode ser considerado a técnica mais barata de pintura imobiliária. No entanto, seu uso está atualmente restrito a comunidades rurais isoladas e reduzindo progressivamente devido ao surgimento de tintas industrializadas. Além disso, a absorção e perda constantes de água gera um movimento de dilatação e contração que desestabiliza as ligações entre as partículas dos solos e tornam o barreado pouco resistente às intempéries. Por outro lado, a emergência das questões ambientais e a valorização dos conhecimentos populares apontam no sentido do resgate e aperfeiçoamento da técnica do barreado em contraposição ao uso das tintas industrializadas.

Portanto, o objetivo desse trabalho é discutir os efeitos da desagregação mecânica de solos com diferentes formas de agregação para a produção de tintas. Foram produzidas 24 amostras de tintas com dois tipos de solos, submetidos à desagregação mecânica e ao simples destorroamento, com adições graduais de PVA (Poli-Vinil-Acetato), e realizados ensaios de determinação de resistência à abrasão, conforme ABNT: NBR 15078.

Os resultados dos ensaios demonstraram que a resistência à abrasão aumentou à medida que aumentou a proporção de PVA adicionada. No entanto, quando se compara os resultados com base nos tipos de tratamentos realizados (simples destorroamento e desagregação mecânica), verifica-se que a desagregação mecânica gerou efeitos inversos nos dois solos: aumentou a resistência à abrasão do Solo 1 e reduziu a resistência do Solo 2.

Os resultados permitem concluir que a quantidade de PVA necessária para alcançar a resistência à abrasão mínima exigida para qualificar as tintas imobiliárias à base de pigmentos e cargas minerais depende da mineralogia e da textura do solo utilizado. Além disso, a alta intensidade de desagregação para produzir tintas imobiliárias à base de solos aumenta ou reduz a resistência à abrasão em função da mineralogia e da textura dos solos usados.

1. INTRODUÇÃO

A técnica do barreado, apesar da falta de referencial teórico relativo às suas origens, parece ter sido a mais empregada para a pintura de paredes pela população rural brasileira até meados do século XX, quando foram implantadas as primeiras indústrias de tintas no Brasil (ABRAFATI, 2013). A técnica consiste em aplicar solos nas paredes, com o uso de um pano úmido, e para isso, utilizam-se, geralmente, aqueles de coloração clara, provenientes de brejos. Também são utilizados solos com outras colorações, tais como os vermelhos e os amarelos, mas de forma mais restrita. A condição para se aplicar determinado solo é a presença de argila em sua composição, pois a elevada superfície específica das partículas das argilas promove uma maior plasticidade e aderência da película do barreado às paredes. No entanto, as forças de interação entre as partículas das argilas e dessas com as superfícies não são suficientes para garantir a resistência e a durabilidade do barreado às intempéries. Sendo assim, deve-se repetir sua aplicação periodicamente, o que é um dos fatores que determinam o desuso gradual da técnica e sua substituição por tintas industrializadas.

Apesar disso, ainda é possível encontrar comunidades nas quais os moradores fazem uso do barreado, mantendo-se os mesmos procedimentos tradicionais, transmitidos de geração para geração. A comunidade de Pau-de-Cedro, localizada no município de Viçosa, Zona da Mata de Minas Gerais, é exemplo disso. Nessa comunidade, parte dos moradores habita casas de pau-a-pique pintadas com solos de coloração vermelha ou amarela (figura 1). No entanto, trata-se de um caso isolado no qual tanto a construção das habitações em pau-a-pique, quanto o uso do barreado, se dá mais por carência de recursos financeiros que pela vontade de preservar as técnicas, o que se pode comprovar pelos relatos dos moradores.



Figura 1. Casa barreada. Comunidade de Pau-de-Cedro, Viçosa – MG

Diante disso, pesquisadores do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa (UFV), por meio do projeto Cores da Terra, desenvolvem novos procedimentos para aperfeiçoar o processo de produção do barreado, como forma de conferir à técnica características de uma tinta propriamente dita. Para tanto, os solos são desagregados para obter suspensões de partículas em água, que vão constituir filmes estáveis sobre as superfícies depois de secos. A estabilidade e a aderência das películas às superfícies são garantidas pela adição do adesivo Poli-Vinil-Acetato (PVA).

Os pesquisadores realizam atividades de resgate de técnicas tradicionais de pintura que utilizam pigmentos de origem mineral e a difusão de conhecimentos por meio de cursos destinados a estudantes, comunidades e profissionais da área da construção civil. Desde 2005, quando foi criado o projeto, foram realizados aproximadamente 100 cursos em 14 estados brasileiros.

No entanto, das experiências realizadas surgiram diversas dúvidas relativas à interação do PVA com os solos e a água – o que constitui a formulação básica das tintas produzidas – e das tintas com os diversos tipos de superfícies. Concomitantemente, o conhecimento das interações que ocorrem entre as partículas que constituem os solos (argila, silte e areia) e os métodos de tratamento dos solos utilizados para a produção das tintas, também se apresentou como um limite a ser transposto para se produzir tintas de qualidade. Assim, o conhecimento das propriedades das argilas, dos métodos de desagregação e da adição de adesivos aumenta o poder preditivo da qualidade das tintas produzidas à base de solos.

Portanto, o objetivo desse trabalho é discutir os efeitos da desagregação mecânica de solos com diferentes formas de agregação sobre a qualidade das tintas imobiliárias produzidas à base de pigmentos e cargas minerais e adições de PVA.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os procedimentos obedeceram a três etapas distintas, a saber:

- Coleta de amostras de solos, análises químicas, físicas e mineralógicas;
- Preparo de amostras de tintas com solos simplesmente destorroados e desagregados mecanicamente, variando-se a proporção de PVA adicionada;
- Preparo dos corpos de prova e realização dos ensaios de determinação da resistência à abrasão.

Etapa 1. Foram coletadas 2 amostras de solos típicos da Zona da Mata de Minas Gerais. As amostras foram secas ao ar e peneiradas em peneira com malha de 2 mm. Em seguida, foram realizadas análises mineralógicas por difratometria de raios X (Whittig; Allardice, 1986), análises químicas de determinação de CTC, cátions trocáveis, carbono orgânico e análise textural, segundo EMBRAPA, CNPS (1997).

Etapa 2. Foram produzidas 24 amostras de tinta com os solos coletados. Para cada tipo de solo, foram produzidas 12 amostras, sendo seis com o solo simplesmente destorroado e seis com o solo submetido a desagregação mecânica. Ambos os solos foram peneirados em peneira com malha de 2 mm para separar as partículas mais grosseiras.

A desagregação mecânica foi realizada da seguinte forma: foram separados 1,5 kg de cada amostra de solo e 1,5 L de água, em balde com capacidade de 8 L. Em seguida, foi introduzido no balde com água o desagregador mecânico (figura 2), que consiste numa furadeira com motor de 700 W na qual é adaptado um batedor com tela de aço com malha de 5 mm; um tubo de PVC de 150 mm de diâmetro, com tela de aço de malha de 0,5 mm presa internamente, reproduzindo o efeito de uma peneira e também servindo como agente abrasivo; e 20 bolas de vidro com diâmetro de 15 mm, intercaladas entre o batedor e a tela de aço, reproduzindo o efeito de um moinho de bolas. Com o desagregador submerso, a furadeira é ligada e adiciona-se o solo gradualmente. A desagregação somente foi dada por concluída quando a peneira interna do desagregador continha apenas areia grossa.



Figura 2. Detalhes da desagregação mecânica de solos; (esq. para dir.) Tubo de PVC de 150 mm de diâmetro com tela de malha 0,5 mm e bolas de vidro; recipiente com solo; solo desagregado e batedor adaptado com tela de malha de 0,5 mm

As tintas com os solos desagregados mecanicamente foram produzidas da seguinte forma: foram separadas em recipientes com capacidade de 500 ml, 6 amostras de 300g de cada solo desagregado e adicionadas as mesmas 100 ml de água e realizada a mistura manual com haste de madeira durante 5 minutos; em seguida, cada amostra foi despejada no copo de um dispersor que consiste de um motor com velocidade de 9000 RPM que gira uma haste com uma ponteira helicoidal imersa na suspensão de solo dentro do copo. O dispersor

foi utilizado para garantir a homogeneidade da mistura das amostras. Foram produzidas amostras com doses de 0 g, 25 g, 37,5 g, 50 g e 75 g de PVA Cascorez Extra a cada amostra. O dispersor realizou a mistura durante 5 minutos para cada amostra de tinta.

Já as tintas com solos simplesmente destorroados foram produzidas da seguinte forma: foram separados 1,5 kg de cada amostra de solo e 1,5 L de água, em balde com capacidade de 8 L. Em seguida o solo e a água foram misturados com o uso de uma furadeira com motor de 700 W e batedor de tintas adaptado, durante 5 minutos; foram separadas 6 amostras de 300 g de cada solo em recipientes com capacidade de 500 ml e foram adicionadas doses de 0 g, 25 g, 37,5 g, 50 g e 75 g de PVA Cascorez Extra a cada amostra; e, por fim, foi realizada a mistura manual, com o uso de haste de madeira durante 5 minutos.

Etapa 3. A resistência à abrasão foi determinada de acordo com o método definido pela norma da ABNT (2004) NBR 15078 – Método para avaliação do desempenho de tintas para edificações não industriais: Determinação de resistência à abrasão úmida sem pasta abrasiva. A preparação dos corpos de prova para o teste de resistência à abrasão se deu imediatamente após a preparação das tintas. As amostras de tintas produzidas foram aplicadas em cartelas de PVC Leneta de dimensões de 432 mm por 165 mm, utilizando-se um extensor de barra com abertura de 175 µm e largura de 150 mm. As cartelas foram submetidas à secagem por 7 dias em ambiente com troca de ar à temperatura de 25 °C ± 2°C e umidade relativa de 60% ± 5%. A máquina de lavabilidade possui escova de cerdas naturais que é atritada com a película de tinta aplicada sobre a cartela de PVC. A cada minuto, 30 gotas de uma solução de 1% de nonilfenol etoxilado com 10 moles de óxido de eteno (EO) em água destilada são adicionadas à película que está sendo ensaiada. O resultado foi expresso em número de ciclos necessários para a remoção de 80% do comprimento da película de tinta (figura 3), sendo necessário resistir a, no mínimo, 100 ciclos para atender à norma.

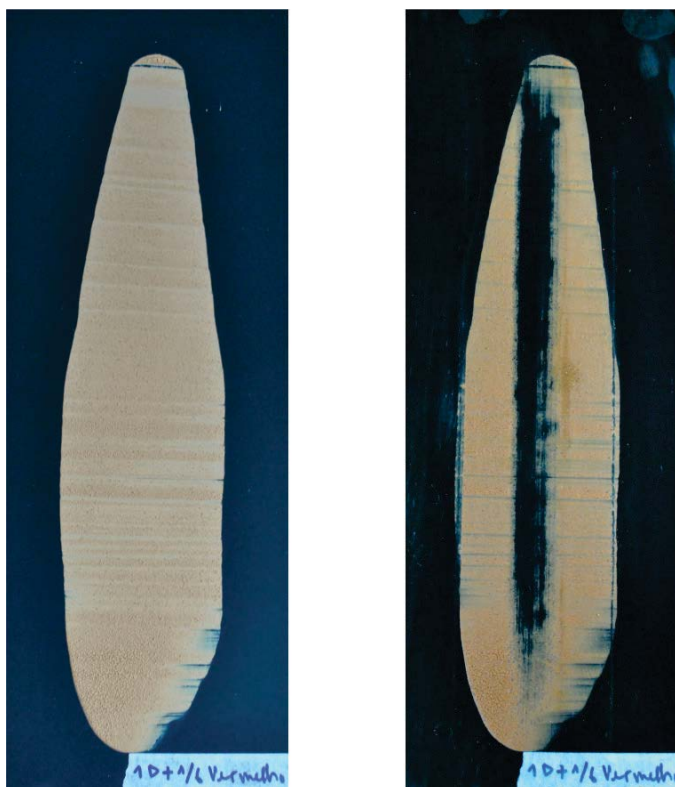


Figura 3. Corpos de prova, antes (à esq.) e após (à dir.) a realização do ensaio de determinação de resistência à abrasão de acordo com a norma ABNT: NBR 15078.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados analíticos das 2 amostras de solos coletadas, que representam os solos mais comumente usados para a produção de tintas na Zona da Mata de Minas Gerais, encontram-se na tabela 1, a seguir.

Tabela 1. Propriedades químicas e físicas das amostras de solos coletadas

RESULTADOS ANALÍTICOS			
Análises químicas		Solo 1	Solo 2
ph	H ₂ O	5,09	5,10
P	mg/dm ³	3,4	1,0
K	mg/dm ³	54	8
Ca ²⁺	cmol/dm ³	0,25	0,05
Mg ²⁺	cmol/dm ³	0,21	0,06
Al ³⁺	cmol/dm ³	0,10	0,00
H + Al	cmol/dm ³	2,1	1,1
SB	cmol/dm ³	0,6	0,13
(t)	cmol/dm ³	0,7	0,13
(T)	cmol/dm ³	2,7	1,23
V	%	22,2	10,6
m	%	14,3	0,00
MO	dag/kg	0,38	0,38
P-rem	mg/L	24,4	18,7
Análises físicas			
Areia grossa	dag/kg	15	4
Areia fina	dag/kg	20	14
Silte	dag/kg	37	52
Argila	dag/kg	28	30
Classe textural		Franco-argilosa	Franco-argilo-siltosa

Os resultados das análises mineralógicas por difratometria de raios X indicaram a predominância de caulinita e goethita no Solo 1, e de caulinita e hematita no Solo 2 (figura 4).

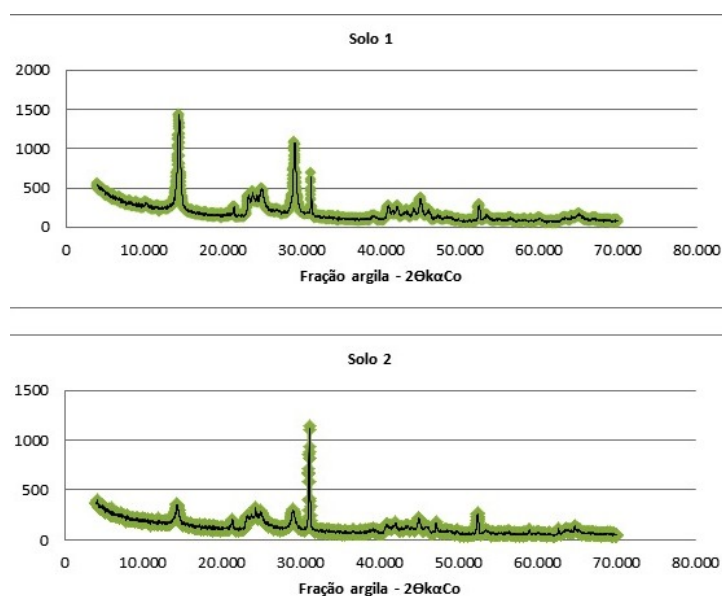


Figura 4. Gráficos das análises por difratometria de raios x dos solos 1 e 2

Os resultados dos ensaios de determinação de resistência à abrasão das amostras de tinta, definidos pela norma ABNT: NBR 15078, encontram-se na tabela 2.

Tabela 2. Resultados dos ensaios de determinação de resistência à abrasão, ABNT: NBR 15078

DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA A ABRASÃO (em ciclos)							
Quantidade de PVA		0 g	25 g	30 g	37,5 g	50 g	75 g
Solo 1	SD*	1	25	25	40	100	300
	D**	1/2	20	35	45	175	600
Solo 2	SD	1	150	400	1000	1000	1000
	D	1/2	30	70	125	250	1000

*Solo simplesmente destorroado; **Solo desagregado mecanicamente.

As análises químicas e mineralógicas indicam que ambos os solos são bastante intemperizados. São solos ácidos e com baixo teor de cátions trocáveis. A fração coloidal desses solos apresenta a possibilidade de floculação, uma vez que a caulinita é acompanhada de óxidos de ferro em pH baixo. Isso promove o surgimento de cargas positivas em proporção equivalente às cargas negativas nas superfícies dessas argilas, condicionando a aproximação e consequente floculação. Esse fenômeno é indesejável para a produção de tintas, uma vez que os pigmentos e cargas floculados decantam e dificultam tanto a pescagem pelos instrumentos de aplicação quanto o espalhamento homogêneo das tintas nas superfícies das paredes. Entretanto, o resultado final da estabilidade das suspensões não depende exclusivamente da composição das argilas, uma vez que as amostras de tintas foram produzidas incluindo a fração silte presentes nos solos. Além disso, a inclusão do adesivo PVA também altera a manifestação do fenômeno da floculação.

Ao verificar a textura de cada solo, percebe-se que o Solo 1 apresenta uma quantidade de areia (grossa + fina) de aproximadamente o dobro da quantidade apresentada pelo Solo 2. No entanto, nas tintas produzidas com solos desagregados a fração areia é eliminada, o que exclui a sua interferência na resistência à abrasão. O mesmo ocorrendo para os solos simplesmente destorroados, sendo que a fração areia decanta-se rapidamente e que utilizou-se apenas a camada superior, na qual estão presentes o silte e a argila. Além disso, a superfície específica das partículas de areia é insignificante quando comparada com as do silte ou da argila. Portanto, a contribuição da fração areia para o comportamento da resistência à abrasão nas amostras de tintas foi considerada insignificante. Dessa forma, do ponto de vista textural, as frações silte e argila são as mais importantes nesse trabalho.

Em todos os casos em que não foi adicionado PVA, a resistência não passou de um ciclo, o que indica que o PVA atua como um fator determinante da resistência. À medida que a proporção de PVA aumentou a resistência à abrasão aumentou.

No entanto, quando se compara os resultados com base nos tipos de tratamentos realizados (simples destorroamento e desagregação mecânica), verifica-se que a desagregação mecânica gerou efeitos inversos nos dois solos. A desagregação mecânica aumentou a resistência à abrasão do Solo 1 e reduziu a resistência do Solo 2. Para o Solo 1 a desagregação mecânica indica que as quantidades de PVA a serem adicionadas podem ser menores e ainda assim garantirem resistência à abrasão. Para o Solo 2 a desagregação indica a necessidade de maiores teores de PVA para garantir a mesma resistência à abrasão. Considerando que o custo total de produção da tinta em processo de auto-produção depende principalmente da compra do PVA, os processos de desagregação que utilizem menos PVA serão decisivos para a eficácia da produção da tinta.

Sabendo-se que o teor de argila dos dois solos é praticamente o mesmo, a grande diferença textural entre eles recai na fração silte. Os relatos sobre o uso de solos siltosos tanto para produzir tintas quanto para argamassas de revestimento em barreiros registram a boa qualidade dos produtos. Dessa forma, se considerarmos que a presença de altos teores de

silte favorece a estabilidade das suspensões de solo e dos filmes de tinta ou películas de argamassa depois de secos, esperaríamos que o solo mais siltoso produziria maior resistência à abrasão. Os resultados de resistência à abrasão para o método SD, ou seja, com baixa desagregação, apontam nessa direção. O Solo 2, que possui maior teor de silte apresentou maior resistência do que o Solo 1. Entretanto, para a desagregação mais intensa esse fenômeno não é observado. A desagregação mais intensa pode promover a destruição de agregados de argila com tamanho de silte e liberar as partículas de argila na suspensão. Após a liberação pode ocorrer a reagregação das partículas de argila em agregados menos estáveis. Durante esse processo a solução com PVA pode cobrir as partículas de argila e formar filmes adesivos entre elas. Esses agregados produzidos com aproximação entre partículas de argila e filmes de adesivo seriam mais eficientes do que se o adesivo reunisse apenas partículas de tamanho silte. Essa explicação é plausível para os resultados do Solo 1, cuja resistência à abrasão foi maior para o processo de desagregação intensa. No entanto, essa explicação não se adequa aos resultados do Solo 2. O Solo 2 reduz a resistência à abrasão entre os métodos de baixa e alta desagregação.

O Solo 2 tem alto teor de silte, entretanto, por ser altamente intemperizado e constituído de óxidos de ferro (hematita) que favorecem sobremaneira a floculação, parte do silte desses solos pode ser uma fração funcional. Ou seja, parte das argilas estaria organizada em agregados com tamanho de silte. A desagregação intensa atua sobre os agregados, liberando as partículas de argila na suspensão. Se o processo de floculação que sucede à desagregação for interrompido pela adição de PVA, teríamos uma redução relativa de partículas de silte (nesse caso de silte funcional) na suspensão. Nesses casos, em que a composição mineralógica e o estado de agregação são intensos, produzindo altos teores de silte funcional, não seria indicada a desagregação intensa. Estudos futuros podem testar esta hipótese utilizando diferentes teores de partículas floculadas e desagregadas para o mesmo solo.

Durante seis anos de atuação do projeto Cores da Terra não houve registro de problemas nas etapas de preparação, aplicação e durabilidade de tintas produzidas com solos siltosos (Fontes et al, 2013). Essa mesma constatação foi relatada para observação empírica de revestimentos utilizando solos siltosos para cobrir construções no meio rural. Esse relato se alinha com a descrição do uso de areias finas com composição granulométrica de diferentes tamanhos e silte para o revestimento de paredes de alvenaria sem o uso de agregantes tais como cimento ou cal hidratada. Em contraste, as atividades realizadas pelo projeto Cores da Terra registram com frequência a dificuldade de obtenção de suspensões homogêneas com solos argilosos e, principalmente, problemas para espalhamento das tintas e aderência dos filmes em processos de repintura. Segundo Fontes et al. (2013), a interação positiva e significativa entre os teores de silte e a viscosidade permitem supor que filmes de partículas siltosas adquirem consistência suficiente para a estabilidade da suspensão, o que facilita a aplicação. Além disso, as evidências de maior durabilidade dos filmes aplicados nas paredes reforça a proposição de que a baixa superfície específica das partículas de silte, quando comparadas com a das argilas, favorece a conservação dos filmes por apresentarem menor expansão e contração do que estas. Esse fenômeno de maior estabilidade dos filmes pode ser comparado à constatação de que solos siltosos são susceptíveis à produção de selamentos superficiais que impedem a penetração de água e favorecem a erosão de solos agrícolas e de taludes expostos em estradas e construções civis. Esse comportamento físico indesejável nas atividades que expõem os solos seria positivo na produção de filmes de tintas. Nesse contexto, o estudo da estabilidade de suspensões siltosas pode contribuir para a produção de tintas à base de solos.

4. CONCLUSÕES

A análise dos resultados obtidos indica que quantidade de adesivo necessária para alcançar a resistência à abrasão mínima exigida para qualificar as tintas imobiliárias à base de solos depende da mineralogia e da textura do solo utilizado. E que, além disso, a alta intensidade

de desagregação para produzir tintas imobiliárias à base de solos aumenta ou reduz a resistência à abrasão em função da mineralogia e da textura dos solos usados.

Os resultados apontam para a necessidade de se avaliar o comportamento das frações silte e argila de forma independente para compreender com maior profundidade suas influências na resistência à abrasão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2004). Tintas para construção civil. *Método para avaliação do desempenho de tintas para edificações não industriais: Determinação de resistência à abrasão úmida sem pasta abrasiva*. Rio de Janeiro: ABNT. 18 p.

ABRAFATI – Associação Brasileira dos Fabricantes de Tintas. (2013). *História das tintas*. Tintas no Brasil. São Paulo: ABRAFATI. Disponível em <http://www.abrafati.com.br>. Acesso em 3 de abril de 2013.

EMBRAPA, CNPS. (1997). *Manual de métodos de análises de solos*. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos.

Whittig, L. D; Alardice, W. R. (1986). X-ray diffraction techniques. In: Klute, A. *Methods of soil analysis*, Part 1: Physical and mineralogical methods. Agronomy monograph N°9. (2nd Edition).

Fontes, M. P; Carvalho, A. F; Cardoso, F. P. (2013). *Qualidade de tintas imobiliárias produzidas à base de solos relacionada às propriedades mineralógicas, químicas e físicas*. Relatório de pesquisa. Viçosa: DPS-UFV.

Agradecimentos

À Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo financiamento do projeto e das bolsas de Iniciação e Desenvolvimento Tecnológico.

Currículos

Fernando de Paula Cardoso, Graduado em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal de Viçosa – UFV; Estudante de mestrado em Engenharia Civil (Engenharia da Construção) pela Universidade Federal de Viçosa; Pesquisador do projeto Cores da Terra, vinculado aos Departamentos de Solos e Engenharia Civil da UFV.

Anôr Fiorini de Carvalho, Graduação, mestrado e doutorado em Agronomia pela Universidade Federal de Viçosa; Coordenador do projeto Cores da Terra; Professor adjunto do Departamento de Solos da UFV; Coordenador do projeto Cores da Terra.

Felipe Jacob Pires, Graduação em Engenharia Ambiental e mestrado em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal de Viçosa; Pesquisador do projeto Cores da Terra, vinculado aos Departamentos de Solos e Engenharia Civil da UFV.