

4.1 Resistência à abrasão de tintas produzidas com pigmentos obtidos por dispersão mecânica e química de solo caulinitico. Fernando P. Cardoso/Rita de Cássia S.S. Alvarenga/ Anôr Fiorini de Carvalho/Maurício P. F. Fontes

Fernando P. Cardoso¹; Rita de Cássia S.S. Alvarenga²; Anôr Fiorini de Carvalho³; Maurício P. F. Fontes⁴
Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, Brasil
1,2Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Departamento de Engenharia Civil,
3,4Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Solos
1fernando.pcardoso@yahoo.com.br; 2ritadecassia@ufv.br; 3anorcarvalho@gmail.com; 4mpfontes@ufv.br

Palavras-chave: tintas de solos; dispersão mecânica; dispersão química; resistência à abrasão.

Resumo

No aperfeiçoamento de processos de produção de tintas à base de solos, desenvolvido pelo projeto Cores da Terra, foram identificadas dificuldades para desagregar os solos, estabilizar as suspensões, homogeneizar e emulsificar as misturas com resinas adesivas para garantir boa viscosidade e resistência à abrasão às tintas. Este trabalho discute o efeito isolado e combinado da dispersão mecânica e química sobre um solo caulinitico e de duas resinas sobre a resistência à abrasão das tintas. A dispersão mecânica foi realizada com o disco Cowless e a química com a adição de NaOH. As resinas utilizadas foram o poliacetato de vinila (PVA) e o polivinil-álcool (à base de PVA, NaOH e álcool etílico). As formulações foram delineadas nos seguintes experimentos de mistura: F01-04. Dispersão mecânica e adições graduais de PVA; F05-07. Dispersão mecânica e química e adições graduais de PVA; F08-10. Dispersão mecânica e ação combinada da dispersão química e efeito adesivo promovido pelo polivinil-álcool. Os resultados demonstraram a instabilidade da viscosidade das amostras F01-04, devido à emulsificação das tintas, e que, para as amostras F05-07 e F08-10, a viscosidade manteve-se estável. A resistência à abrasão das amostras F04, F08, F09 e F10 atendeu aos requisitos da NBR 15078, enquanto as demais apresentaram resultados inferiores ao determinado pela norma. Diante disso, conclui-se que, a ausência de NaOH, no caso das amostras F01-04, prejudica a estabilidade da viscosidade das tintas, enquanto que, com a adição de NaOH, no caso das amostras F05-07, o efeito da resina PVA sobre a resistência à abrasão é prejudicado. Já para o caso das amostras F08-F10, o uso do polivinil-álcool combinado com a dispersão mecânica atendeu às demandas de resistência à abrasão e estabilidade da viscosidade esperadas.

1. INTRODUÇÃO

No meio rural brasileiro, a pintura era realizada com solos, prática popularmente denominada "barreado". A prática de "barrear" consistia em aplicar solos diluídos em água nas paredes – geralmente barro branco ou tabatinga – com o uso de um pano. O barreado era a última camada a ser aplicada sobre as paredes de adobe ou pau-a-pique. Apesar da escassez de referencial teórico relativo às suas origens, o barreado parece ter sido a técnica mais empregada para a pintura de paredes no meio rural brasileiro até meados do século XX, quando foram implantadas as primeiras indústrias de tintas no Brasil (Cardoso et al., 2013 e Uemoto, 1993). Também eram utilizados solos com outras colorações, tais como os vermelhos e os ocre, mas de forma mais restrita. A condição para se aplicar determinado solo era a predominância de argila em sua composição, pois a elevada superfície específica de suas partículas promove uma maior aderência ao substrato.

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, o que demanda manutenções frequentes (mensalmente). Segundo relatos, uma porção de barro branco era estocada sob os assoalhos das casas para o fim de realizar as manutenções, que se davam com mais frequência na cozinha (devido à fuligem gerada pelo fogão à lenha) e em períodos maiores nas demais paredes, internas e externas. Apesar da realização das manutenções ser uma prática tradicional, esse é o

principal fator que determina o desuso do barreado e sua substituição por tintas industrializadas (Cardoso et al., 2013).

Apesar disso, ainda é possível encontrar comunidades rurais nas quais os moradores ainda utilizam o barreado. No entanto, isso se dá mais por carência de recursos financeiros que pela vontade de preservar a técnica (Cardoso et al., 2013). Por outro lado, a emergência das questões ambientais e a valorização dos conhecimentos populares apontam no sentido do resgate e aperfeiçoamento da técnica, em contraposição ao uso das tintas industrializadas, mais caras e nocivas ao meio ambiente, devido à presença de aditivos constituídos por compostos orgânicos voláteis (Uemoto et al., 2006).

Portanto, torna-se necessário estimular a autoprodução de tintas mais baratas e menos nocivas, por meio de estudos que integrem os conhecimentos populares e os técnico-científicos, levando ao desenvolvimento de tecnologias sociais. 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 dispersados 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 da resina poliacetato de vinila (PVA), o que confere ao barreado as características de uma tinta látex – PVA (Cardoso et al., 2013).

O projeto realiza 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 foram realizados aproximadamente 100 cursos em 14 estados brasileiros (Fares, 2013).

No entanto, das experiências realizadas surgiram diversas limitações relativas à compreensão da interação Solo x Água x PVA. Os relatórios de atividades de extensão

realizadas pelo projeto registram com frequência a dificuldade de obtenção de suspensões homogêneas com solos argilosos e, principalmente, problemas para aplicação e aderência das tintas em processos de repintura (Fontes et al., 2013). Concomitantemente, o conhecimento das interações que ocorrem entre as partículas que constituem os solos (argila, silte e areia) e dos métodos de tratamento dos pigmentos também se apresentou como um limite a ser transposto para se produzir tintas de qualidade (Cardoso et al., 2013).

Assim, o conhecimento dos métodos de dispersão dos pigmentos e da interação dos mesmos com a resina PVA, aumenta o poder preditivo da qualidade das tintas produzidas à base de solos, à luz dos requisitos de desempenho determinados pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

2. MARCO TEÓRICO

Os pigmentos de origem mineral são utilizados para a produção de tintas desde cedo na história da humanidade (Hradil et al., 2003). O homem primitivo já conhecia os materiais que podiam ser usados para desenhar nas paredes de sua caverna, como a gibbsita e a limonita (Uemoto, 1993) e, na atualidade, os pigmentos minerais ainda são um dos principais componentes utilizados pela indústria de tintas, em geral como cargas minerais (Luz; Lins, 2005).

A atuação de cada tipo de pigmento está relacionada às suas características físicas e químicas e à sua interação com os outros componentes básicos: os diluentes e os aglutinantes que tem, respectivamente, a função de conferir às tintas as condições ideais de pintura, visando facilitar o trabalho de aplicação e alastramento; e de formar a película protetora na qual se converte a tinta depois de seca.

Para tanto, a indústria utiliza procedimentos para dispersar as partículas dos pigmentos e colocá-las em suspensão. Os principais procedimentos utilizados são mecânicos, com o uso de discos dispersores e moinhos (Fazenda, 2005), sendo o disco dispersor Cowless a principal ferramenta utilizada para tal fim.

Para estudar aspectos físicos e mineralógicos dos solos, também são utilizados procedimentos para a dispersão das partículas e suspensão das mesmas no meio, com o uso de dispersantes químicos, sendo o principal o hidróxido de sódio – NaOH (EMBRAPA/CNPQ, 1997). O cátion trocável Na^+ tende a dispersar os aglomerados das partículas de argila no meio aquoso por formar um potencial zeta adequado à repulsão, o que provoca um aumento da superfície das partículas, acessível à água (Santos, 1975).

Em tecnologia cerâmica realiza-se a defloculação de argilas para obter maior homogeneidade das massas e assim reduzir os defeitos no produto acabado (Gomes et al., 2005). A máxima defloculação (individualização das partículas) se dá por meio da adição crescente de defloculante em solução aquosa. Os defloculantes usados são geralmente: hexametáfosfato de sódio, hidróxido de sódio, carbonato de sódio, pirofosfato de sódio, silicato de sódio, etc. (Santos, 1975). Esse ensaio é feito medindo-se a viscosidade em viscosímetros, e obtém-se uma curva de defloculação, que relaciona viscosidade com massa de defloculante. O ponto mínimo de viscosidade é o que corresponde à máxima dispersão dos agregados de partículas, isto é, individualização das unidades cinéticas das argilas (Santos, 1975). Dessa forma é possível conhecer a quantidade mínima de defloculante necessária para a máxima individualização das partículas.

Assim, para a produção de tintas que utilizam pigmentos extraídos dos solos, pode-se combinar tanto os procedimentos desenvolvidos pela indústria de tintas, quanto a aqueles próprios da ciência dos solos e tecnologia cerâmica.

Após equilibrar os aspectos reológicos, o desempenho das tintas deve ser analisado com base em métodos de ensaio determinados por normas da ABNT, que avaliam aspectos como resistência à abrasão, poder de cobertura, dentre outros, para diversas categorias de tintas, sendo as de interesse desse trabalho aquelas indicadas para a construção civil. Nesse trabalho o requisito de desempenho avaliado foi a resistência à abrasão, de acordo com a NBR 15078: 2006. Tintas para construção civil - Método para avaliação de desempenho de tintas para edificações não industriais - Determinação da resistência à abrasão úmida sem pasta abrasiva.

3. METODOLOGIA

A pesquisa obedeceu aos seguintes procedimentos:

a) Realização do ensaio de defloculação de barbotinas, conforme Santos (1975): Deve-se, num primeiro momento, adicionar um volume de água para três de argila seca, de modo a produzir uma massa consistente; em seguida, deve-se preparar uma solução de NaOH,

que, no caso em questão consistiu em diluir 30 g de NaOH em 100 ml de água; depois, deve-se adicionar uma quantidade determinada da solução à massa – no caso em questão, de 3 ml para a primeira medição e 1 ml para cada uma das demais –, agitar até homogeneizar e por fim, medir a viscosidade. O procedimento de adicionar a solução de NaOH, homogeneizar e medir a viscosidade

deve ser repetido até se perceber o aumento da viscosidade;

b) Preparação das amostras de tintas e dos corpos de prova: Sabida a quantidade de defloculante necessária para individualizar as partículas da argila e colocá-las em suspensão, foram preparadas as amostras de tintas, de acordo com três composições básicas: água + argila + PVA; água + argila + PVA + NaOH; água + argila + polivinil-álcool (álcool etílico + NaOH + PVA). As formulações produzidas estão apresentadas na Tabela 1:

Tabela 1: Formulações produzidas.

FORMULAÇÕES					
Ref.	Água (ml)	Argila (g)	PVA (g)	NaOH (g)	Álcool etílico 46% (ml)
F01	250	150	0		
F02	250	150	15		
F03	250	150	26,25		
F04	250	150	37,5		
F05	250	150	37,5	0,3	
F06	250	150	37,5	0,6	
F07	250	150	37,5	0,9	
F08	133,33	150	37,5	0,9	66,67
F09	66,67	150	37,5	0,9	133,33
F10	0	150	37,5	0,9	200

A produção das amostras se deu de acordo com as seguintes marchas:

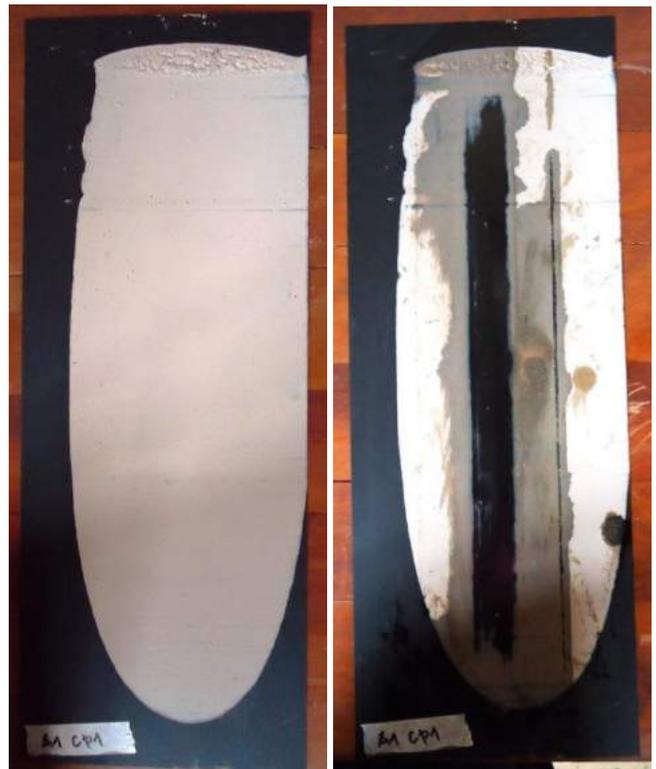
- F01-04: Diluição manual da argila em água, seguida da dispersão mecânica com disco dispersor Cowless acoplado em agitador com velocidade de 300 rpm por 10 minutos; em seguida, adição de PVA e mistura com disco dispersor Cowless acoplado em agitador com velocidade de 300 rpm por 10 minutos;
- F05-07: Diluição manual da argila em água, seguida da dispersão mecânica com disco dispersor Cowless acoplado em agitador com velocidade de 300 rpm por 10 minutos; em seguida, adição da solução de NaOH e homogeneização com disco dispersor Cowless acoplado em agitador com velocidade de 300 rpm por 2 minutos; Por fim, adição de PVA e mistura com disco dispersor Cowless acoplado em agitador com velocidade de 300 rpm por 10 minutos;

Figura 1 (esquerda) e Figura 2 (direita) – Corpos de prova antes e depois do ensaio de determinação da resistência à abrasão.

- F08-10: Produção do polivinil-álcool: Mistura manual de álcool com solução de NaOH, seguida da adição do PVA e mistura com disco dispersor Cowless acoplado em agitador com velocidade de 300 rpm por 10 minutos; em seguida, diluição manual da argila em água, seguida da dispersão mecânica com disco dispersor Cowless acoplado em agitador com velocidade de 300 rpm por 10 minutos; Por fim, mistura de polivinil-álcool e argila diluída com disco dispersor Cowless acoplado em agitador com velocidade de 300 rpm por 10 minutos;

Preparação dos corpos de prova, conforme ABNT (2006): A preparação dos corpos de prova para o ensaio de determinação da resistência à abrasão se deu imediatamente após a preparação das amostras de tintas. Para a realização do ensaio, foram coletadas as porções de tinta após homogeneização manual. As amostras foram aplicadas em cartelas de PVC *Leneta* de dimensões de 432 mm por 165 mm (Figuras 1 e 2), utilizando-se um extensor de barra com abertura de 175µm e largura de 150 mm. As cartelas foram submetidas à secagem por 7 dias em ambiente com troca de ar à temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$ e umidade relativa de $60 \pm 5\%$.

c) Realização do ensaio de determinação da resistência à abrasão, conforme ABNT (2006): O ensaio é realizado por uma máquina de lavabilidade, que 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 do ensaio é expresso em número de ciclos necessários para remover 80% do comprimento da película de tinta (Figura 2), sendo necessário resistir a, no mínimo, 100 ciclos para atender à norma.



4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O ensaio de defloculação indicou que a quantidade de defloculante (NaOH) necessária para individualizar as partículas foi de 0,9 para 150 g de argila, conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 – Resultados do ensaio de defloculação

ENSAIO DE DEFLOCULAÇÃO	
NaOH (g)	Viscosidade (cp)
0,45	350
0,6	75
0,75	40
0,9	2
1,05	4
1,20	12

Os resultados do ensaio de determinação da resistência à abrasão estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Resultados do ensaio de determinação da resistência à abrasão.

FORMULAÇÕES E RESISTÊNCIA À ABRASÃO						
Ref.	Água (ml)	Argila (g)	PVA (g)	NaOH (g)	Álcool etílico 46% (ml)	Resist. Abrasão (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

A definição das formulações teve como objetivo avaliar os efeitos da ação isolada e combinada de dois métodos de dispersão de partículas: mecânico (disco dispersor Cowless) e químico (defloculante NaOH). Sabida a quantidade de NaOH necessária para realizar a individualização total das partículas (0,9 g em 150 g de argila), também se optou por variar a quantidade de NaOH, no caso das formulações F05-07, para avaliar sua influência sobre a viscosidade (qualitativamente) e a resistência à abrasão.

Os resultados demonstraram a instabilidade da viscosidade das amostras F01-04, devido à emulsificação das tintas, e que, para as amostras F05-07 e F08-10, a viscosidade manteve-se estável (Ver Figuras 3, 4 e 5).



Figura 3- Efeito emulsificado da amostra F03;

Figura 4 (centro) e Figura 5 (direita) – Estabilidade da viscosidade das amostras F07 e F08.

A resistência à abrasão das amostras F04, F08, F09 e F10 atendeu aos requisitos da

NBR 15078, enquanto as demais apresentaram resultados inferiores ao determinado pela norma.

Em F03 e F04 percebe-se que o limiar do consumo de PVA para chegar à resistência à abrasão de 100 ciclos é mínimo. Para o caso de F07, percebe-se que a resistência à abrasão, mesmo não atendendo à NBR 15078, chegou a seu valor máximo para a quantidade ideal de NaOH, sem prejudicar a viscosidade. Nesse caso, um pequeno incremento na quantidade de PVA parece ser o suficiente para alcançar 100 ciclos de resistência à abrasão, mantendo-se a viscosidade estável.

Já em F08-10, o uso do polivinil-álcool apresentou-se como uma alternativa de baixo custo e alta eficiência quanto à viscosidade e a resistência à abrasão. Quantidades menores de PVA e/ou de álcool etílico parecem ser suficientes para alcançar 100 ciclos de resistência à abrasão.

Quando se adiciona o NaOH, as partículas se individualizam por repulsão elétrica, o que garante a estabilidade da dispersão. Ao se adicionar o PVA, o que se espera é que a resina envolva as partículas e as faça se aderirem umas às outras. No entanto, a repulsão entre as partículas parece manter-se ativa e impedir a formação da rede polimérica. Cabe lembrar que a rigidez dielétrica da água é alta, o que dificulta a atração dos íons positivos com os negativos. Já quando se adiciona o álcool etílico, de baixa rigidez dielétrica (que faz com que os íons negativos e positivos se atraiam), o efeito da alta rigidez dielétrica da água parece ser atenuado, permitindo assim a formação da rede polimérica e o aumento da resistência à abrasão.

5. CONCLUSÕES

Conclui-se que, a ausência de NaOH, no caso das amostras F01-04, prejudica a estabilidade da viscosidade das tintas, enquanto que, com a adição de NaOH, no caso das amostras F05-07, o efeito da resina PVA sobre a resistência à abrasão é prejudicado. Já para o caso das amostras F08-F10, o uso do polivinil-álcool combinado com a dispersão mecânica atendeu às demandas de resistência à abrasão e estabilidade da viscosidade esperadas. Sendo assim, a realização do ensaio de defloculação, bem como a combinação dos efeitos da

dispersão mecânica com a química parece influenciar positivamente a viscosidade das tintas, fator importante para a prática da pintura. E, por fim, o uso do polivinil-álcool apresenta-se como uma proposta promissora, sendo que a adição de pequenas quantidades de álcool-etílico resultou em ótimas viscosidades e resistências à abrasão. No entanto, a compreensão dos aspectos físico-químicos que comandam as interações dos componentes utilizados, bem como desses com as superfícies, apresenta-se como uma limitação a ser superada.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse trabalho apresenta resultados da primeira série de ensaios preliminares realizados pela equipe do projeto de pesquisa em andamento denominado "Autoprodução de tintas para a construção civil à base de pigmentos extraídos dos solos". O objetivo principal do projeto é desenvolver um processo de produção de tintas de qualidade e baixo custo, com o uso de processos simples e ingredientes de fácil acesso à população, tendo como referência os requisitos de desempenho determinados pela ABNT, para tintas da categoria econômica.

Além da resistência à abrasão, o projeto também avalia o poder de cobertura das tintas, requisito que avalia o

rendimento em m²/L. Atualmente estão em fase de análise os resultados de ensaios realizados com amostras de tintas produzidas com três tipos de solos típicos da região da Zona da Mata de Minas Gerais.

Com base nos resultados dos ensaios de resistência à abrasão e poder de cobertura obtidos, serão realizadas outras análises com o objetivo de compreender interação polímero-partícula e partícula-polímero (titulação por calorimetria), a forma da película (microscopia eletrônica de varredura), estudos de topologia e hidrofobicidade das tintas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT (2006). 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.
- CARDOSO, F. P.; CARVALHO, A. F.; PIRES, F. J. (2013). Os efeitos da desagregação mecânica dos solos na qualidade das tintas imobiliárias produzidas a base de pigmentos e cargas minerais. Anais do 13º Seminário Iberoamericano de Arquitectura e Construcción com Tierra – SIACOT, Valparaíso – Chile, CD-ROM.
- EM BRAPA, CNPS (1997). Manual de métodos de análises de solos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos.
- FARES, A. R.; CARVALHO, A. F. Cores da Terra: Colhendo solos, semeando rumos. Projeto de extensão PIBEX/UFV. Viçosa: UFRV, 2013
- 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.
- FAZENDA, J.M.R. (2005). Tintas e vernizes: Ciência e tecnologia. 3. ed. São Paulo: Edgard Blücher.
- GOMES, C.M.; REIS, J.P.; OLIVEIRA, A.P.N.; HOTZA, D. (2005). Defloculação de massas cerâmicas triaxiais obtidas a partir do delineamento de misturas. Cerâmica, 51: 336-342.
- HRADIL, D.; GRYGAR, T.; HRADILOVÁ, J.; BEZDICKA, P. (2003). Clay and iron oxide pigments in the history of painting. Applied Clay Science 22, p. 223-236.
- LUZ, A. B.; LINS, A. F. (2005). Rochas e minerais industriais: Usos e especificações. Rio de Janeiro. CETEM/MCT, 867 p.
- SANTOS, P. S. (1975). Tecnologia de argilas. Vol. 1: Fundamentos. São Paulo: Edgard Blücher.
- UEMOTO, K. L. (1993). Pintura a base de cal. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas; Associação dos Produtores de Cal, 69 p.
- UEMOTO, K.L.; IKEMATSU, P.; AGOPYAN, V. (2006). Impacto ambiental das tintas imobiliárias. Coletânea Habitare, vol. 7, Construção e Meio Ambiente. Porto Alegre: Habitare.

AGRADECIMENTOS

À Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), à Fapemig e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio ao projeto.

AUTORES

- Fernando de Paula Cardoso:** Graduação 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.
- Rita de Cássia Silva Sant’Anna Alvarenga:** Graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Viçosa – UFV; Mestrado e Doutorado em Engenharia Civil pela USP; Professora adjunta do Departamento de 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.
- Maurício Paulo Ferreira Fontes:** Graduação em Agronomia e Mestrado em Fertilidade do Solo pela Universidade Federal de Viçosa e Doutorado em Mineralogia e Química de Solos na North Carolina State University; Professor adjunto do Departamento de Solos da UFV.