

RESÍDUO DE GRANITO COMO CARGA PARA TINTAS À BASE DE PIGMENTOS DE SOLOS

Márcia Maria Salgado Lopes¹; Fernando de Paula Cardoso²; Rita de Cássia Silva Sant'Anna
Alvarenga³; Leonardo Gonçalves Pedroti⁴; Henrique Rios Mendes⁵

Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Viçosa; Viçosa, MG, Brasil

¹lopes.marcia1993@gmail.com; ²fernandodepaulacardoso@gmail.com; ³ritadecassia@ufv.br; ⁴leonardo.pedroti@ufv.br;
⁵henrique.mendes@ufv.br

Palavras-chave: tintas, pigmentos de solos, resíduo de granito, carga mineral, poder de cobertura.

Resumo

Técnicas mais avançadas estão sendo estudadas atualmente, com o objetivo de melhorar o desempenho das tintas produzidas com pigmentos de solos. Supõe-se que é possível melhorar o desempenho das tintas por meio da adição de partículas denominadas cargas minerais, que cumprem a função de aumentar o teor de sólidos das misturas e, por consequência, o poder de cobertura, sem afetar significativamente a viscosidade. Portanto, este trabalho busca avaliar a influência do resíduo de granito como carga mineral sobre o poder de cobertura de tintas para a construção civil produzidas à base de pigmentos de solos. Para se conhecer melhor os materiais utilizados como pigmentos, realizou-se a caracterização dos mesmos após o processo de desagregação mecânica e peneiramento. Para a produção das amostras de tintas, foram selecionados dois tipos de solos e definiu-se um planejamento experimental de misturas variando-se as proporções de cada solo e do resíduo de granito de 0 a 100%. Neste planejamento, a resina foi considerada um fator fixo e a proporção de água variou em cada mistura, de modo a se manter a viscosidade constante. Em seguida, foram realizados ensaios de determinação do poder de cobertura para cada uma das amostras. Verificou-se que, para os dois tipos de solos utilizados, as tintas apresentaram melhor poder de cobertura à medida que o resíduo de granito foi acrescentado. Este resultado pode ser explicado pelas características do resíduo de granito, que promoveram um aumento gradual do teor de sólidos das misturas.

1. INTRODUÇÃO

Desde os primórdios, os solos são utilizados como pigmentos para a produção de tintas. De acordo com Genestar e Pons (2005), pinturas utilizando terras naturais podem ser encontrados em obras de arte em qualquer lugar e em qualquer período histórico devido à sua disponibilidade, alta capacidade de coloração e estabilidade sob diversas condições climáticas.

Soluções mais tecnológicas para a produção dessas tintas estão sendo estudadas nos últimos anos, procurando-se melhorar o desempenho das mesmas. Dentre os trabalhos já desenvolvidos nesse âmbito, pode-se citar Cardoso (2015), Faria (2015), e Leite, Pacheco e Antunes (2016).

Para Dumitru e Jitaru (2010), é possível melhorar o desempenho de tintas através da adição de partículas, denominadas cargas minerais, às misturas. As cargas minerais são substâncias inertes adicionadas para reduzir o custo do produto e para melhorar as suas propriedades físicas, de dureza, rigidez, propriedades ópticas, propriedades térmicas e de resistência ao impacto (Çaglar et al., 2013).

Dentre as propriedades ópticas, o poder de cobertura é uma das principais propriedades de uma tinta. Para Fazenda (2009), tal propriedade pode ser qualitativamente definida como a capacidade que uma tinta possui de ocultar qualquer superfície que seja pintada com a mesma. Quanto maior for o poder de cobertura da tinta menor será a quantidade de luz que alcançará o substrato que se deseja revestir.

Um dos principais responsáveis por melhorar o poder de cobertura das tintas são os pigmentos inertes ou cargas minerais. A carga mineral é um pigmento com propriedades específicas, não necessariamente relacionadas à cor. De acordo com Castro (2009), o conceito histórico de carga mineral, mais relacionado com a função de enchimento apenas, evoluiu para um conceito de funcionalidade ou performance mineral específica, na medida que cada mineral interfere diferentemente na correção de defeitos e em diversas propriedades do filme.

Dentre os possíveis materiais que podem ser usados como carga mineral, tem-se o resíduo de granito. Este material é gerado durante diversas etapas do processo produtivo de beneficiamento de rochas ornamentais, podendo-se citar os processos de serragem dos blocos de rochas e polimento das chapas. Trata-se de um material constituído, em grande parte, de fragmentos de rocha, que possui características químicas, físicas, mecânicas e mineralógicas que o habilita para ser usado como carga mineral (Bahense, 2011).

Este resíduo, formado por partículas muito finas, é gerado em grande quantidade nas regiões onde são desenvolvidas atividades de mineração e beneficiamento de rochas ornamentais, constituindo-se um problema ambiental em todo o mundo. Isso porque quando este resíduo é disposto em local inadequado, pode provocar danos à saúde humana e ao meio ambiente (Vijayalakshmi; Sekar; Ganesh prabhu, 2013).

Diante disso, este trabalho propõe a incorporação desse resíduo industrial nas tintas à base de pigmentos de solos, visando, entre outros fatores, melhorar o poder de cobertura das tintas e contribuir para o desenvolvimento sustentável.

2. OBJETIVO

O objetivo geral é avaliar a influência do resíduo de granito, como carga mineral, sobre o poder de cobertura de tintas para a construção civil à base de pigmentos de solos.

Os objetivos específicos são:

- a) Fazer adições de resíduo de granito em tintas produzidas com dois tipos de pigmentos de solos;
- b) Aplicar método adaptado de avaliação do poder de cobertura da tinta seca por meio da análise comparativa de imagens.

3. METODOLOGIA

A metodologia utilizada baseia-se em uma série de processos desenvolvidos para atender os requisitos de uma tecnologia social. Nesse sentido, as principais referências utilizadas foram as experiências desenvolvidas por Cardoso (2015). Cada uma das etapas realizadas está detalhada nos itens subsequentes.

3.1 Seleção e tratamento dos pigmentos

Os dois tipos de solos foram coletados nos arredores do município de Viçosa, estado de Minas Gerais. As amostras foram selecionadas em função da cor, sendo um de cor vermelha, terracota, e outro de cor amarelo ocre. Já o resíduo de granito foi coletado na região sul do estado do Espírito Santo. O resíduo coletado já havia passado por tratamento para perda de umidade no equipamento filtro prensa, apresentando uma umidade final entre 20% e 30%.

Os solos e o resíduo de granito foram secos ao sol, destorroados e peneirados na peneira ABNT nº 2 (abertura de 2,4 mm). Essa preparação inicial serviu para retirar parte da matéria orgânica e as partículas maiores presentes nas amostras, além de homogeneizar o material.

Em seguida, foi realizada a preparação dos pigmentos dos solos e do resíduo de granito, com base no método desenvolvido por Cardoso (2015). Esse método consiste na

desagregação e dispersão mecânica das partículas em meio aquoso, com o disco *Cowles* acoplado em uma furadeira com motor de 900 W, a 1500 rpm.

O tempo de desagregação e dispersão variou em função das características dos solos e do resíduo e o processo se deu por encerrado quando o vórtice criado pelo material em plena agitação se estabilizou, o que indica a situação na qual não há mais absorção de água pelas partículas e ocorre a estabilização da viscosidade.

Por fim, foi realizado o peneiramento em meio úmido, com peneira ASTM 80 mesh (abertura de 0,177 mm). A utilização da referida peneira, apesar de permitir a passagem de silte e de areia em frações finas, é explicada pela correspondência de sua abertura com a das meias de nylon, facilitando, assim, a reprodução dessa tecnologia de caráter social.

Após o peneiramento, foram retiradas alíquotas do material produzido para caracterização e, em seguida, os pigmentos foram armazenados em recipientes com tampa.

3.2 Caracterização dos pigmentos

Para a caracterização física, determinou-se a curva de distribuição granulométrica com base nas prescrições da ABNT NBR 7181:1984 e a massa específica real dos grãos segundo a ABNT NBR 6508:1984.

Para a caracterização mineralógica, realizou-se a Difração de raios X, que indica as fases cristalinas presentes nesses materiais, por meio do Sistema de difração *D8-Discover*. E, para a caracterização morfológica, realizou-se a microscopia eletrônica de varredura, com equipamento *Leo 1430VP*.

3.3 Delineamento estatístico de mistura: planejamento em rede simplex

As tintas foram produzidas com um pigmento ativo, o solo, um pigmento inerte ou carga mineral, o resíduo de granito; um veículo ligante, o PVA (poliacetato de vinila) da marca *Cascorez*, categoria universal; e um solvente, a água.

A mistura desses componentes foi realizada com base em um planejamento de misturas em rede simplex. Para tanto, definiu-se os pigmentos ativo e inerte, isto é, o solo e o resíduo de granito, como variáveis independentes da mistura, sofrendo variações de 0 a 100%.

O veículo ligante foi considerado um fator fixo, correspondendo a 30% do teor de pigmentos presente em cada amostra, conforme metodologia empregada pelo Projeto Cores da Terra. Por fim, a quantidade de solvente variou em cada mistura, de modo a se manter a viscosidade constante.

As formulações foram geradas pelo software estatístico *Minitab 17* e estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Experimentos de mistura a serem realizados para cada tipo de tinta

Experimento	Resíduo de granito (%)	Solo (%)
1	0	100
2	100	0
3	50	50
4	25	75
5	75	25

3.4 Preparação das amostras de tinta

Para a preparação das amostras de tinta, o primeiro passo foi a determinação do teor de pigmentos presente nas soluções de pigmentos diluídos em água, preparadas conforme o item 3.1. Para a realização dessa determinação, alíquotas retiradas de cada solução foram pesadas antes e após serem levadas à estufa pelo tempo de 48 horas a 100°C.

Em seguida, realizou-se a mistura de quantidades das soluções de pigmento de solo e de resíduo de granito, de modo que a massa de solo e resíduo obedecesse às proporções

definidas na Tabela 1. Para realização dessa mistura, utilizou-se o disco *Cowles* acoplado ao agitador mecânico.

Após a mistura, fez-se a medição da viscosidade com o viscosímetro copo *Ford*, com orifício nº4, conforme ABNT NBR 5849:2015. O tempo de escoamento definido para a passagem dos pigmentos diluídos pelo orifício foi de 12 ± 1 segundos. A correção da viscosidade, quando necessária, se deu com a adição de mais água à mistura, seguida de agitação e nova medição da viscosidade, até alcançar o tempo determinado.

Acrescentou-se, então, o veículo ligante à mistura, cuja quantidade correspondeu a 30% do teor de pigmentos presente na mistura. Mediu-se a viscosidade e realizou-se novamente correções com adições de água até que o tempo de escoamento fosse de 12 ± 1 segundos. Na Tabela 2 são apresentadas as formulações de cada uma das amostras de tinta produzidas.

Após a preparação das amostras, foram retiradas alíquotas das tintas prontas. Tais alíquotas foram pesadas antes e após serem levadas à estufa pelo tempo de 48 horas a 100°C . Assim, foi possível determinar o teor de sólidos de cada mistura.

Tabela 2. Fórmulas definidas para a produção das amostras de tinta com viscosidade constante.

Tintas com pigmentos de solo vermelho				
Amostra	Pigmento de solo (g)	Pigmento de resíduo (g)	Solvente (g)	Veículo (g)
1	96,67	0	483,34	29
2	67,69	22,56	355,15	27,08
3	54,95	54,95	315,4	32,97
4	48,75	146,26	352	58,5
Tinta sem pigmentos de solo				
Amostra	Pigmento de solo (g)	Pigmento de resíduo (g)	Solvente (g)	Veículo (g)
5	0	459,2	339,81	137,76
Tintas com pigmentos de solo amarelo				
Amostra	Pigmento de solo (g)	Pigmento de resíduo (g)	Solvente (g)	Veículo (g)
6	86,49	0	340,43	25,95
7	77,2	25,73	321,43	30,88
8	78,91	78,91	364,5	47,35
9	77,2	231,6	462,02	92,64

3.5 Ensaio de determinação do poder de cobertura

A metodologia utilizada para determinação do poder de cobertura da tinta seca foi adaptada da ABNT NBR 14942:2012 por Cardoso et al. (2016).

Primeiramente, aplicou-se três demãos das tintas produzidas em cartelas *BYK ref. PA 2811*, usando-se rolos de lã de carneiro. A cada demão, as cartelas foram deixadas para secar na horizontal pelo tempo de 24 horas.

A análise das imagens foi feita por comparação da cobertura obtida na terceira demão com a cobertura total do fundo, obtida por meio da aplicação de várias demãos sobre a lateral direita de cada cartela.

Ao final do processo, as cartelas foram levadas ao *scanner* para a obtenção das imagens, utilizando-se resolução de 600 dpi.

A determinação da razão de contraste da cobertura de três demãos e da cobertura total foi feita por meio da leitura do fator B (Brilho) do padrão de cores HSB, via software *Photoshop*. Isso porque o fator B considera a luminosidade ou o escurecimento relativo da cor, geralmente medido como a porcentagem de 0 (preto) a 100 (branco). Assim, medindo-se o

fator B sobre os fundos preto e branco da cartela, obtém-se o quanto de preto e branco ainda estão atravessando a película de tinta seca. Com esse número, obtém-se a razão de contraste, dada pela equação 1.

$$RC(\%) = 100 \cdot \frac{Vp}{Vb} \quad (1)$$

onde: RC: razão de contraste (%)

Vp: valor de refletância obtido sobre a parte preta (%);

Vb: valor de refletância obtido sobre a parte branca da cartela (%).

Por fim, a comparação entre a cobertura obtida na terceira demão e a total se deu por meio da divisão da razão de contraste da terceira demão pela da cobertura total, de onde foi obtido um número que corresponde à relação entre as razões de contraste. Daí, quanto mais próximo de 1,0 esse número, mais próximo do padrão obtido na cobertura total chegou a cobertura obtida na terceira demão.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização dos pigmentos

Na Tabela 3 estão apresentados os resultados da caracterização física para cada um dos pigmentos utilizados na produção das tintas.

Tabela 3. Caracterização física dos pigmentos

Parâmetro estudado	Resíduo de Granito	Solo Amarelo	Solo Vermelho
Massa específica (g/cm ³)	2,68	2,82	2,89
Granulometria			
Argila (%)	13,1	37,5	63,8
Silte (%)	73,1	48,4	21,9
Areia (%)	13,8	14,2	14,3
D50 (µm)	10,0	5,5	<1

Constata-se-se que o solo vermelho é argiloso, o solo amarelo é silto-argiloso e o resíduo de granito é siltoso. Verifica-se, conforme os valores de diâmetro médio (D50) apresentados na Tabela 3, que o resíduo de granito apresenta partículas com granulometria bem maior que as partículas dos solos. Entretanto, de acordo com Oates (2008), para ser utilizado na produção de tintas, o tamanho das partículas da carga mineral pode variar até 15,0 µm.

A análise mineralógica, por meio da identificação das fases cristalinas, apresentou os seguintes resultados (Tabela 4).

Tabela 4. Caracterização química dos pigmentos

Material	Resíduo de granito	Solo Amarelo	Solo Vermelho
Fases cristalinas	Quartzo (Sílica- SiO ₂)	Quartzo (Sílica- SiO ₂)	Quartzo (Sílica- SiO ₂)
	Mica muscovita (KAl ₂ Si ₃ AlO ₁₀ (OH,F) ₂)	Caulinita (Al ₂ Si ₂ O ₅ (OH) ₄)	Caulinita (Al ₂ Si ₂ O ₅ (OH) ₅)
	Albita (Feldspato sódico- NaAlSi ₃ O ₈)	Gipsita (CaSO ₄ .2H ₂ O)	Gipsita (CaSO ₄ .2H ₂ O)
	Microclina (Feldspato potássico- KAlSi ₃ O ₈)	Goethita (FeO(OH))	Goethita (FeO(OH))
	Ortoclásio (Feldspato potássico- KAlSi ₃ O ₈)		Hematita (Fe ₂ O ₃)

Segundo Castro (2009), quanto menor o diâmetro das partículas, melhor o poder de cobertura do filme de tinta. Entretanto, quanto menor o tamanho das partículas mais difícil se torna a dispersão do material no meio, devido ao efeito de floculação. Dessa forma, é importante que haja uma distribuição granulométrica apropriada das partículas de pigmento, de modo que as partículas mais finas preencham os espaços vazios entre as partículas mais grosseiras, fazendo com que ocorra uma melhor compactação do filme (Gil, 2013).

Com relação à caracterização morfológica, nas Figuras 1, 2 e 3 estão apresentadas as morfologias das partículas do resíduo de granito, do solo amarelo e do solo vermelho, respectivamente. Segundo Stoffer (1997), o formato das partículas interfere no empacotamento das mesmas e, conseqüentemente, no poder de cobertura do filme da tinta.

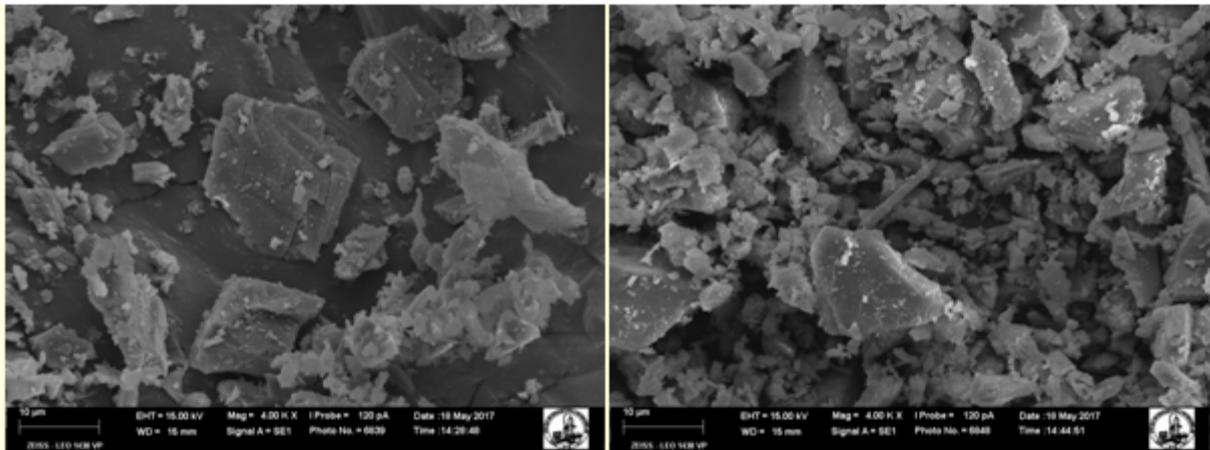


Figura 1. Morfologia do pigmento de resíduo de granito com os aumentos de 4000 vezes

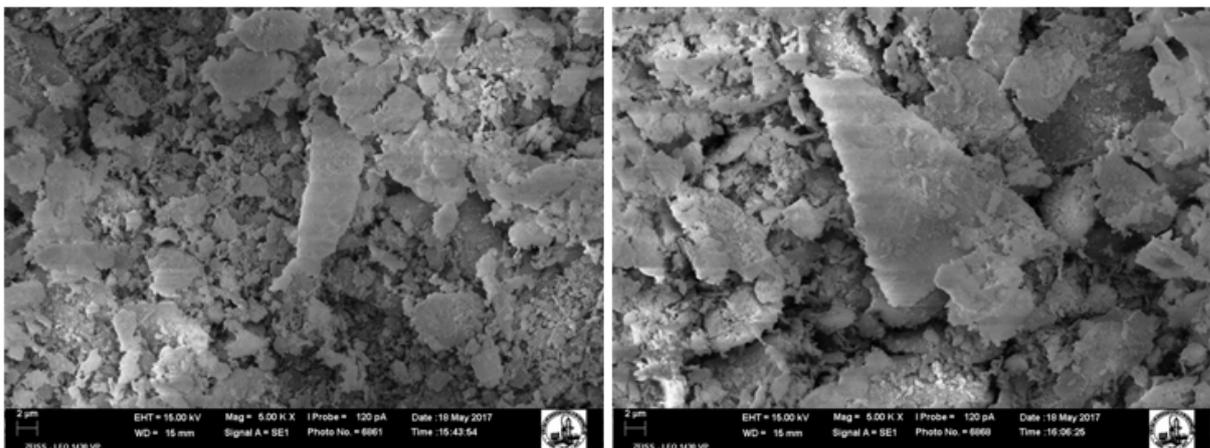


Figura 2. Morfologia do pigmento de solo amarelo com os aumentos de 5000 vezes

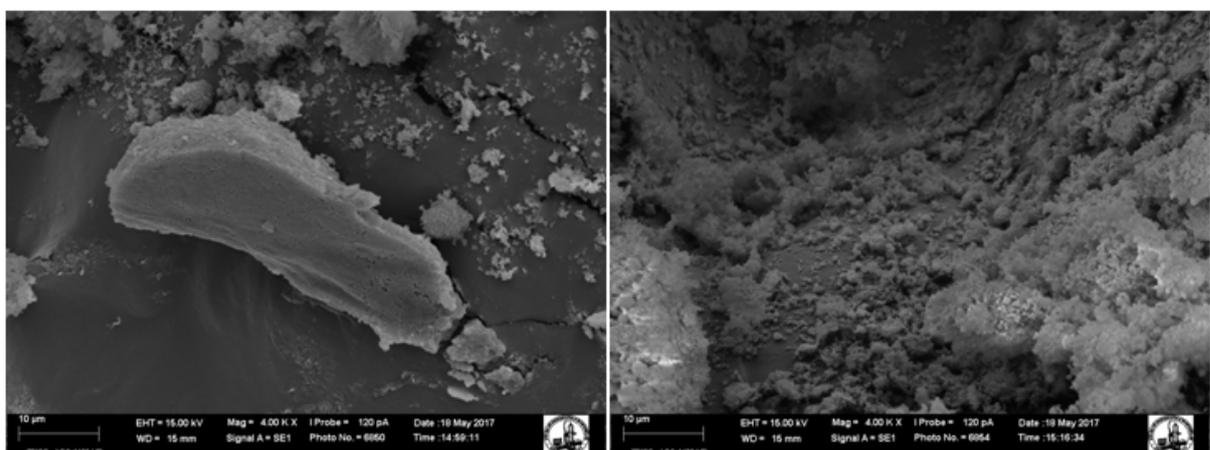


Figura 3. Morfologia do pigmento de solo vermelho com os aumentos de 4000 vezes

O resíduo de granito (Figura 1) é um material que possui distribuição variada do diâmetro, composto por partículas com morfologia irregular e cantos angulosos. Essa morfologia deve-se ao processo de corte/serragem dos blocos de rochas ornamentais (Rodrigues et al., 2011).

O solo amarelo (Figura 2) é constituído de partículas lamelares e granulares, de diferentes tamanhos, como caulinita e óxidos de ferro, respectivamente. Já o solo vermelho (Figura 3) possui algumas partículas maiores, porém a maior parte desse material é formado por partículas de dimensões muito pequenas (óxidos de ferro), que tendem naturalmente à floculação.

4.2 Desempenho das amostras de tinta

Nas Figuras 4 e 5 são apresentadas as imagens obtidas no ensaio de determinação do poder de cobertura das tintas.

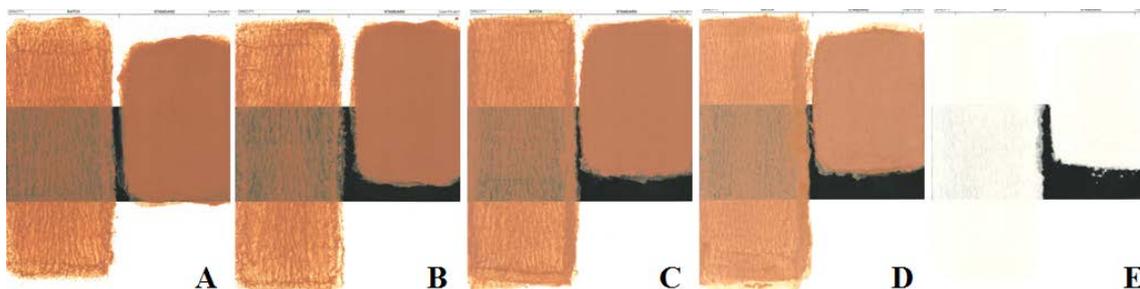


Figura 4. Tintas com pigmentos de solo vermelho aplicadas nas cartelas:
A- amostra 1; B- amostra 2; C- amostra 3; D- amostra 4; E- amostra 5.

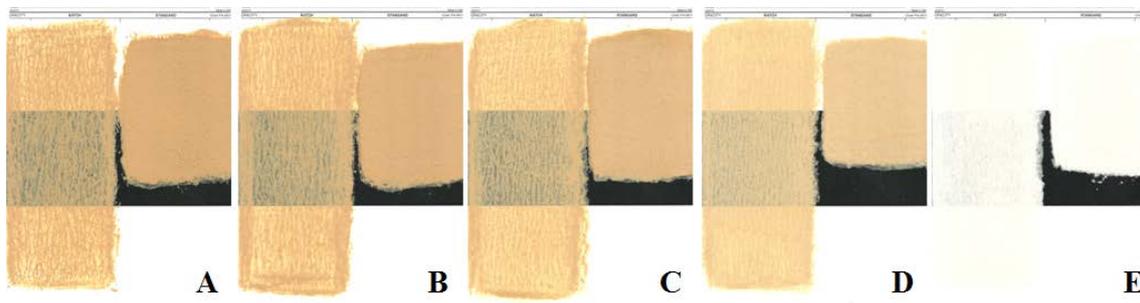


Figura 5. Tintas com pigmentos de solo amarelo aplicadas nas cartelas:
A- amostra 6; B- amostra 7; C- amostra 8; D- amostra 9; E- amostra 5.

Na Tabela 5 estão apresentados os resultados de teor de sólidos e razão de contraste das tintas produzidas, estando esses parâmetros relacionados com as adições de resíduo de granito de cada amostra.

Tabela 5. Teor de sólidos e razão de contraste das amostras de tinta produzidas.

Tintas com pigmentos de solo vermelho			
Amostra de tinta	Adições de resíduo (%)	Teor de sólidos (%)	Razão de contraste (%)
1	0	17,43	73,3
2	25	21,29	77,3
3	50	26,67	78,8
4	75	35,61	84,6
Tinta sem pigmentos de solos			
Amostra de tinta	Adições de resíduo (%)	Teor de sólidos (%)	Razão de contraste (%)
5	100	55,03	98,2

Tintas com pigmentos de solo amarelo			
Amostra de tinta	Adições de resíduo (%)	Teor de sólidos (%)	Razão de contraste (%)
6	0	20,49	79,4
7	25	24,73	83,6
8	50	30,77	84,7
9	75	39,59	92,3

Além disso, nas Tabelas 6 e 7 estão apresentadas as equações de regressão das respostas, explicadas pelo modelo estatístico para teor de sólidos e razão de contraste das séries de tintas com pigmentos de solo vermelho e amarelo, respectivamente.

Tabela 6. Equações de regressão válidas para a série de tintas com pigmentos de solo vermelho

Requisito	Equação de regressão	R ² (%)
Teor de sólidos	$\hat{y} = 18,26a + 54,05b - 39,69ab$	99,04
Razão de contraste	$\hat{y} = 71,02a + 93,86b$	86,65

Legenda: a- pigmento de solo vermelho e b- pigmento de resíduo de granito

Tabela 7. Equações de regressão válidas para a série de tintas com pigmentos de solo amarelo

Requisito	Equação de regressão	R ² (%)
Teor de sólidos	$\hat{y} = 20,93a + 54,51b - 28,76ab$	99,67
Razão de contraste	$\hat{y} = 78,38a + 96,90b$	94,81

Legenda: a- pigmento de solo amarelo e b- pigmento de resíduo de granito

Nota-se que o teor de sólidos das tintas produzidas com pigmentos dos dois tipos de solos aumentou com as adições do resíduo de granito, mantendo-se uma viscosidade ideal para a aplicação das tintas. Segundo Silva e Uemoto (2005), o teor de sólidos das tintas látex PVA encontradas no mercado apresentam valores na faixa de 35,6-52%. Assim, com adições de 75% de resíduo de granito, é possível obter um teor de sólidos dentro da faixa de variação citada, para os dois tipos de tintas produzidas.

Com relação ao poder de cobertura das tintas, observa-se, através das Figuras 4 e 5 e a Tabela 5, que as razões de contraste aumentaram à medida que se adicionou o resíduo de granito. No entanto, de acordo com a ABNT NBR 14942:2012 e a ABNT NBR 15079:2011, para tintas da linha econômica, o poder de cobertura do produto deve ser tal que permita cobrir uma área mínima de 4 m²/l, apresentando uma razão de contraste de 98,5%. Observa-se que, após a aplicação de 3 demão das tintas produzidas, nenhuma das amostras cumpriu o requisito de razão de contraste estabelecido pela ABNT.

Observa-se ainda que os melhores valores de razão de contraste foram obtidos para as tintas produzidas com pigmentos de solo amarelo. Isso está relacionado, possivelmente, ao formato lamelar das partículas do solo amarelo e à menor tendência de floculação das partículas desse solo, quando comparadas com as partículas do solo vermelho. Estas são predominantemente constituídas pela fração de argila rica em óxido de ferro com alta tendência à floculação, o que dificulta a dispersão do material no meio e, por consequência, a homogeneidade das películas de tinta.

Por meio das equações de regressão para o teor de sólidos e a razão de contraste (Tabelas 6 e 7), é possível confirmar que estes são influenciadas positivamente pelo resíduo de granito, sendo os melhores resultados obtidos nas misturas que apresentaram as maiores proporções de resíduo.

O aumento do teor de sólidos e o consequente aumento no poder de cobertura devem-se às características do resíduo de granito, que pode ser considerado como um material inerte. Tal como a areia, o resíduo tem baixa área superficial e não apresenta cargas elétricas

superficiais, o que possibilita aumentar o teor de sólidos, sem alterar significativamente a viscosidade das misturas, pois se trata de um material que interage pouco com a água.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo foi realizado para explorar a utilização do resíduo de granito, como carga mineral, em tintas para construção civil à base de pigmentos de solos. Com base nos resultados dos ensaios experimentais, pode-se concluir:

- O resíduo de granito apresenta características que o habilitam a ser utilizado, como carga mineral, em tintas.
- A adição de resíduo nas tintas à base de pigmentos de solo influenciou positivamente o poder de cobertura. Isso se deve às características do resíduo de granito e ao alto teor de sólidos que se obteve nas misturas, mantendo-se a viscosidade dentro da faixa de aplicabilidade.
- No entanto, após a aplicação de 3 demãos das tintas produzidas, nenhuma cumpriu o requisito de razão de contraste estabelecido pela ABNT para tintas da linha econômica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas (2015). NBR 5849: Tintas - Determinação de viscosidade pelo copo Ford. Rio de Janeiro: ABNT.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (1984). NBR 6508: Grãos de solos que passam na peneira de 4,8 mm – Determinação da massa específica. Rio de Janeiro: ABNT.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (1984). NBR 7181: Solo – Análise granulométrica. Rio de Janeiro: ABNT.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (2012). 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: ABNT.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (2011). NBR 15079: Tintas para construção civil. Especificação dos requisitos mínimos de desempenho de tintas para edificações não industriais. Rio de Janeiro: ABNT.

Bahiense, A. V. (2011). Pavimentos intertravados de matriz cimentícia incorporados com lama do beneficiamento de rochas ornamentais. Tese (Doutorado em Engenharia e Ciência dos Materiais). Universidade Estadual do Norte Fluminense. Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro.

Cardoso, F. P. (2015). Desenvolvimento de processos de produção e avaliação do desempenho de tintas para a construção civil manufaturadas com pigmentos de solos. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Construção). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, Minas Gerais.

Cardoso, F. P.; Alvarenga, R. C. S. S.; Carvalho, A. F.; Mendes, T. S. G. (2016). A influência da superfície específica e do teor de pigmentos de solos sobre o poder de cobertura de tintas para a construção civil. 16º Seminário Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra. Assunção, Paraguai: FADA-UNA/PROTERRA/CEDES/hábitat

Castro, C. D. (2009). Estudo da influência das propriedades de diferentes cargas minerais no poder de cobertura de um filme de tinta. Tese (Doutorado em Engenharia de Minas, Metalurgia e Materiais). Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Rio Grande do Sul.

Çaglar, I. D.; Basturk, E.; Oktay, B.; Kahraman, M. V. (2013). Preparation and evaluation of linseed oil based alkyd. Progress in Organic Coatings, v.77, n.1, p. 81-86.

Dumitru, P.; Jitaru, I. (2010). Improving hiding power obtained by variation of fillers for interior emulsion paints. Revista de Chimie (Bucharest), v. 61, n. 5, p. 479-482.

Faria, F. C. (2015). Produção de tintas naturais para construção civil: testes de preparação, aplicação e avaliação do intemperismo acelerado. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Construção Civil). Universidade Federal do Paraná. Curitiba, Paraná.

Fazenda, J. M. R. (2009). Tintas e vernizes: Ciência e tecnologia. São Paulo: Edgard Blücher.

Genestar, C.; Pons, C. (2005). Earth pigments in painting: characterisation and differentiation by means of FTIR spectroscopy and SEM-EDS microanalysis. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, v. 382, p. 269–274.

Gil, S. F. A. P. (2013). Criação de uma base de dados destinada à formulação automática de cores para uma tinta de fachadas, aquosa e de formulação genérica, com uma gama nova de pastas corantes de base aquosa. Dissertação (Mestrado em Engenharia dos materiais). Universidade Nova de Lisboa. Lisboa.

Leite, L. V.; Pacheco, R. C.; Antunes, W. L. (2016). Avaliação do Processo de Produção de Tintas à Base de Argila. *Revista de Engenharias da Faculdade Salesiana*, v. 3, p. 2-9.

Oates, J. A. H. (2008). *Lime and Limestone: Chemistry and Technology, Production and Uses*. Buxton: Wiley-VCH.

Rodrigues, G. F.; Alves, J. O.; Tenório, J. A. S.; Espinosa, D. C. R. (2011). Estudo de resíduos de rochas ornamentais para a produção de materiais vítreos. *Tecnologia em Metalurgia, Materiais e Mineração*, v. 8, n. 3, p. 203-207.

Silva, J.; Uemoto, K. L. (2005). Caracterização de tintas látex para construção civil: diagnóstico do mercado do estado de São Paulo. *Boletim Técnico*. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Stoffer, J. (1997). Extender pigments. *American Paint & Coatings Journal*, p. 19-23.

Vijayalakshmi, M.; Sekar, A. S. S.; Ganesh Prabhu, G. (2013). Strength and durability properties of concrete made with granite industry waste. *Construction and Building Materials*, v. 46, p. 1-7.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq, pelo apoio financeiro, ao Laboratório de Materiais de construção (DEC/UFV), ao Laboratório de Difração de Raios-x (DPF/UFV) e ao Núcleo de Microscopia e Microanálise (UFV).

AUTORES

Márcia Maria Salgado Lopes, mestranda em engenharia civil pela Universidade Federal de Viçosa – UFV; engenheira civil pela mesma instituição. Currículo completo em <http://lattes.cnpq.br/8255196188939691>.

Fernando de Paula Cardoso, doutorando em engenharia civil pela Universidade Federal de Viçosa – UFV; mestre em engenharia civil pela mesma instituição; arquiteto pela UFV; pesquisador do projeto Cores da Terra, vinculado aos Departamentos de Solos e Engenharia Civil da UFV; membro das Redes TerraBrasil e PROTERRA. Currículo completo em <http://lattes.cnpq.br/0139431424276626>.

Rita de Cássia Silva Sant’Anna Alvarenga, Professora adjunta do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Viçosa – UFV; mestrado e doutorado em Engenharia Civil pela Universidade de São Paulo – USP; engenheira civil pela UFV. Currículo completo em <http://lattes.cnpq.br/4567947347922597>.

Leonardo Gonçalves Pedroti, professor adjunta do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Viçosa – UFV; doutorado em Engenharia e Ciências dos Materiais pela Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF; mestrado em Estruturas pela UENF; engenheiro civil pela UFV. Currículo completo em <http://lattes.cnpq.br/8770106216994640>.

Henrique Rios Mendes, graduando em engenharia civil pela Universidade Federal de Viçosa – UFV.