

AValiação DO DESEMPENHO DE TINTAS PARA CONSTRUÇÃO CIVIL À BASE DE RESÍDUO DE GRANITO*

Márcia Maria Salgado Lopes¹
Rita de Cássia Silva Sant'Anna Alvarenga²
Leonardo Gonçalves Pedroti³
Fernando de Paula Cardoso⁴
Camila Starling Sousa Morais⁵
Beatryz Cardoso Mendes⁶
Verônica Silva Costa Medeiros⁷

Resumo

Este trabalho busca avaliar a utilização do resíduo de granito, como pigmento, em tintas para construção civil, que atendam aos requisitos de uma tecnologia social. Inicialmente, caracterizou-se o resíduo, para determinar a potencialidade de uso desse material em tintas. Para a produção das amostras de tintas, definiu-se um modelo experimental, baseado na variação das proporções dos componentes da mistura. Nesse modelo, as proporções de pigmento e resina foram definidas de acordo com a faixa de variação de *PVC* (*Pigment Volume Concentration*) esperada para uma tinta fosca. Já a proporção de água variou, de modo a se manter a viscosidade dentro de uma faixa que permitisse a boa aplicação da tinta. Em seguida, foram realizados ensaios de determinação do poder de cobertura e resistência à abrasão para cada uma das amostras. Verificou-se que, o resíduo de granito apresenta características que o habilitam a ser utilizado, como pigmento, em tintas. Notou-se ainda que foi possível produzir misturas com elevados teores de sólidos e que o *PVC* exerceu grande influência sobre o desempenho das tintas. Entretanto, os resultados dos ensaios de determinação de desempenho indicaram que em nenhuma das misturas produzidas foi possível atender simultaneamente aos requisitos estabelecidos pela ABNT NBR 15079:2011.

Palavras-chave: Resíduo de granito; Tintas; Tecnologia social; Desenvolvimento sustentável.

PERFORMANCE EVALUATION OF GRANITE WASTE BASED PAINT FOR BUILDINGS

Abstract

This work aims to evaluate the use of granite waste as a pigment for construction paints, that comply with the requirements of a social technology. Initially, the residue was characterized in order to determine the potential use of this material in paints. To produce the paint samples, an experimental model was defined by varying the proportions of the mixture's components. In this model, the proportions of pigment and resin were defined according to the range of *PVC* (*Pigment Volume Concentration*) expected for a matte paint. The proportion of water varied in each mixture, in order to maintain the viscosity within a range that ensures the good application of the ink. Then, tests were performed to determine the hiding power and abrasion resistance for each one of the samples. It was verified that, the granite waste presents characteristics that enable it to be used, as pigment, in paints. It was also noted that it was possible to produce mixtures with high solids content and that *PVC* significantly affects the performance of the inks. However, the results of the performance tests indicated that none of the produced paints meet all of the requirements established by ABNT NBR 15079: 2011.

Keywords: Granite waste; Paints; Social technology; Sustainable development.

* Contribuição técnica ao 72º Congresso Anual da ABM – Internacional e ao 17º ENEMET - Encontro Nacional de Estudantes de Engenharia Metalúrgica, de Materiais e de Minas, parte integrante da ABM Week, realizada de 02 a 06 de outubro de 2017, São Paulo, SP, Brasil.

- ¹ *Engenheira Civil, graduada, mestranda, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil.*
- ² *Engenheira Civil, doutora, professora, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil.*
- ³ *Engenheiro Civil, doutor, professor, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil.*
- ⁴ *Arquiteto, mestre, doutorando, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil.*
- ⁵ *Graduanda, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil.*
- ⁶ *Engenheira Civil, graduada, mestranda, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil.*
- ⁷ *Arquiteta, graduada, mestranda, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de São João Del Rei, São João Del Rei, Minas Gerais, Brasil.*

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o Brasil tem se destacado no grupo dos grandes produtores e exportadores mundiais do setor de rochas ornamentais. Dentre os estados brasileiros, o Espírito Santo evidencia-se como principal polo minerador e de beneficiamento de rochas ornamentais, principalmente de granito e mármore [1,2]. Isso implica em uma grande preocupação com o resíduo gerado neste setor industrial, pois a quantidade é extremamente significativa e ainda não se tem um estudo detalhado de todos os impactos que este resíduo pode causar quando lançado diretamente no meio ambiente [3].

O resíduo em questão é obtido durante o processo de beneficiamento de rochas ornamentais de origem granítica e é constituído de partículas finas de granito, que se misturam à água, formando uma lama. Essa lama é, na maioria das vezes, dispostas em locais inadequados, podendo provocar danos à saúde humana e ao meio ambiente. Diante disso, as indústrias, que geram o resíduo, são forçadas a encontrar maneiras de reutilizar esse material não biodegradável [4].

Muitos trabalhos sobre o aproveitamento do resíduo de beneficiamento de rochas ornamentais em materiais de construção já foram desenvolvidos, podendo-se citar a produção de materiais cerâmicos [5,6], concretos [4,7], argamassas [8,9] e tijolos de solo-cimento [10]. Entretanto, a quantidade de resíduo reutilizado ainda é insignificante, o que torna necessária sua aplicação em outros projetos [4].

Acredita-se que uma das possibilidades de destinação para o resíduo de granito seja sua aplicação, como pigmento, em tintas manufaturadas e de baixo custo. Dessa forma, além de reduzir os impactos ambientais causados pela deposição inadequada desse resíduo, seria possível minimizar o problema da falta de pintura verificado na maioria das edificações periurbanas brasileiras, que advém do elevado custo dos produtos voltados para o acabamento e compromete a qualidade estética e a durabilidade das alvenarias [11].

Diante desse contexto, o objetivo deste trabalho é produzir e avaliar o desempenho de tintas para a construção civil com pigmentos de resíduo de granito, água e resina à base de PVA, que atendam os requisitos de uma tecnologia social. Isso significa que, os materiais utilizados nesta pesquisa são acessíveis e de baixo custo e os processos de fácil compreensão e replicação, adaptados à realidade da autoprodução.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia utilizada baseia-se em uma série de processos desenvolvidos para um contexto de autoprodução, cujas etapas estão detalhadas a seguir.

2.1 Seleção e tratamento do resíduo

O resíduo de granito utilizado nessa pesquisa foi coletado na região sul do estado do Espírito Santo. Esse material já havia passado pelo tratamento de perda de umidade no equipamento filtro prensa, apresentando uma umidade final entre 20 e 30%.

Em laboratório, o resíduo foi seco ao sol e destorroado. Em seguida, foi realizada a preparação do pigmento de resíduo de granito, com base no método desenvolvido por Cardoso *et al.* [11]. Esse método consiste na desagregação e dispersão mecânica das partículas em meio aquoso, até ocorrer a estabilização da viscosidade

da solução. Para tanto, utilizou-se o disco Cowles acoplado a uma furadeira com motor de 900 W, a 1500 rpm.

Por fim, foi realizado o peneiramento da mistura na peneira ASTM 80 mesh, com abertura de 0,18 mm. A utilização da referida peneira, é explicada pela correspondência de sua abertura com a das meias de nylon, facilitando, assim, a reprodução dessa tecnologia de caráter social.

2.2 Caracterização dos pigmentos

Realizou-se a caracterização do resíduo de granito após o tratamento descrito no item 2.1. Para a caracterização física, determinou-se a curva de distribuição granulométrica com base nas prescrições da ABNT NBR 7181 [12], a massa específica real dos grãos segundo a ABNT NBR 6508 [13] e a densidade das partículas, conforme Embrapa [14].

Para a caracterização química, realizou-se a Difração de raios X, por meio do Sistema de difração D8-Discover. Por fim, para caracterização morfológica realizou-se a microscopia eletrônica de varredura, com equipamento Leo 1430VP.

2.3 Estudos preliminares

Os estudos preliminares tiveram por objetivo obter os limites de consumo dos componentes a serem utilizados para a produção das amostras de tinta.

2.3.1 Estudo de viscosidade

Uma tinta deve ter uma viscosidade suficientemente alta para que não escorra do substrato, e ao mesmo tempo, uma viscosidade suficientemente baixa para que seja fácil de aplicar. Deverá ainda ter um bom rendimento de aplicação, pois o seu valor econômico é sempre um aspecto fundamental a levar em consideração [15].

Assim, foram produzidas amostras de tintas com o resíduo de granito, variando-se a quantidade de água presente na mistura. Mediu-se a viscosidade das amostras por meio do viscosímetro copo Ford de orifício número 4, seguindo a metodologia de ensaio da ABNT NBR 5849 [16]. As amostras de tinta foram, então, aplicadas em uma superfície e fez-se uma inspeção visual do aspecto geral da película de tinta.

Observou-se que para as tintas estudadas, a viscosidade cinemática ideal corresponde ao tempo de escoamento de 12 ± 1 segundos, medido pelo viscosímetro copo Ford de orifício número 4.

2.3.2 Estudo da quantidade de resina

A quantidade de resina foi definida de acordo com os valores de PVC esperados para uma tinta fosca, que variam entre 45-80% [17]. Este parâmetro pode ser calculado através da equação 1, onde, V_p é o volume de pigmento e V_v é o volume de veículo sólido (resina).

$$PVC (\%) = \frac{V_p}{V_p + V_v} \cdot 100 \quad (1)$$

Optou-se, então, por produzir amostras de tinta que apresentassem um teor de resina igual 20, 30, 40, 50 e 60% do teor de pigmentos da mistura, o que resultaria

em valores de PVC na faixa de 55-80%. Já que quanto maior o PVC, menor o custo da tinta, considerando que a resina é o componente mais caro da mistura.

2.4 Modelo experimental

As tintas produzidas foram compostas apenas por um pigmento, o resíduo de granito, um veículo ligante, o PVA e um solvente, a água. O uso da resina PVA se deve a duas razões: ser solúvel em água e facilmente encontrada no mercado [11]. Assim, foram produzidas cinco misturas, nas quais as proporções de pigmento e resina variaram, conforme determinado no item 2.3.2. Já a proporção de água de cada mistura foi definida de modo a se manter a viscosidade dentro de um intervalo constante, definido no item 2.3.1.

Na Tabela 1 são apresentadas as proporções dos componentes em cada amostra.

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

Amostra	Resíduo (g)	Resina (g)	Água (g)
1	400	80	296
2	400	120	306
3	400	160	330
4	400	200	344
5	400	240	372

2.5 Preparação das amostras de tinta

Para a preparação das amostras de tinta, o primeiro passo foi a determinação do teor de pigmentos presente na solução de resíduo diluído em água, produzida conforme o item 2.1. Para realizar essa determinação foram retiradas alíquotas da solução e estas foram pesadas antes e depois de serem secas na estufa.

A partir daí, realizou-se a mistura de certa quantidade da solução de pigmento de resíduo de granito com a resina PVA, de modo que a massa de pigmento e resina obedecesse às proporções definidas na Tabela 1. Para realização dessa mistura, utilizou-se o disco Cowles acoplado ao agitador mecânico, produzindo agitação por 10 minutos a 500 rpm.

Em seguida, fez-se a medição da viscosidade da mistura com o viscosímetro copo Ford, com orifício nº4. O tempo de escoamento definido para a passagem da mistura 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 que a mistura apresentasse o tempo de escoamento definido.

Após a preparação das amostras, foram retiradas alíquotas das tintas prontas. Tais alíquotas foram pesadas antes e após serem secas na estufa. Assim, foi possível determinar o teor de sólidos de cada mistura.

2.6 Ensaios de desempenho

2.6.1 Determinação do poder de cobertura da tinta seca

O poder de cobertura da tinta seca foi quantificado pelo parâmetro razão de contraste. Para tanto foi utilizada metodologia adaptada da ABNT NBR 14942 [18] por Cardoso *et al.* [19].

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

A análise das imagens se deu através da 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, conforme apresentado nas Figuras 1.

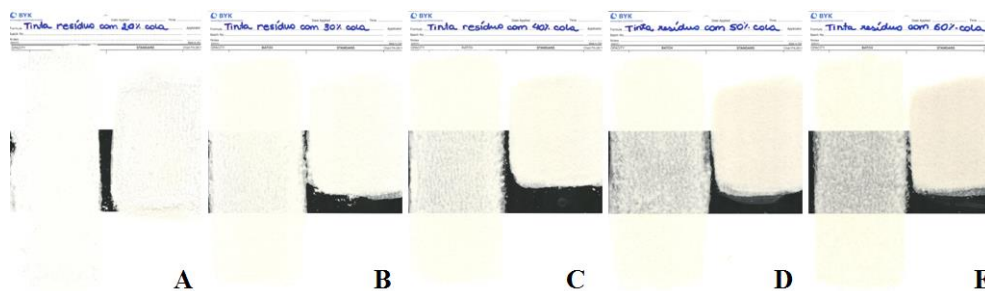


Figura 1. Imagens das amostras das tintas aplicadas nas cartelas: A- amostra 1; B- amostra 2; C- amostra 3; D- amostra 4; E- amostra 5.

A determinação da razão de contraste da cobertura de três demãos e da cobertura total foi obtida através da leitura do fator B (Brilho) do padrão de cores HSB, por meio do software *Photoshop*. Isso porque o fator B considera a luminosidade ou o escurecimento relativo da cor, variando 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. A partir daí, obtém-se a razão de contraste, dada pela equação 2, onde, V_p é o valor de refletância obtido sobre a parte preta e V_b o valor de refletância obtido sobre a parte branca da cartela.

$$RC(\%) = \left(\frac{V_p}{V_b} \right) \cdot 100 \quad (2)$$

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 esse número estiver de 100%, mais próximo do padrão obtido na cobertura total chegou a cobertura obtida na terceira demão.

2.6.2 Determinação da resistência a abrasão úmida sem pasta abrasiva

A metodologia utilizada para determinação da resistência a abrasão úmida sem pasta abrasiva foi adaptada da ABNT NBR 15078 [20] por Cardoso *et al.* [21].

Tal metodologia consiste na aplicação das amostras de tintas produzidas em cartelas de PVC Leneta de dimensões de 432 mm por 165 mm, utilizando-se um extensor de barra com abertura de 175µm e largura de 150 mm.

Após 7 dias de secagem, as películas das tintas aplicadas sobre as cartelas foram atritadas com uma escova de cerdas naturais. Durante o ensaio, 30 gotas/minuto de uma solução de 1% de nonilfenol etoxilado, com 10 moles de óxido de eteno (EO), em água destilada foram vertidas sobre a película de tinta.

O resultado foi expresso em número de ciclos necessários para remover a película de tinta de 80% da área percorrida pela escova. Na Figura 2 são apresentadas as

cartelas de PVC antes e após o ensaio. Este ensaio foi realizado três vezes para cada amostra de tinta, sendo o resultado final dado pela média dos valores obtidos.

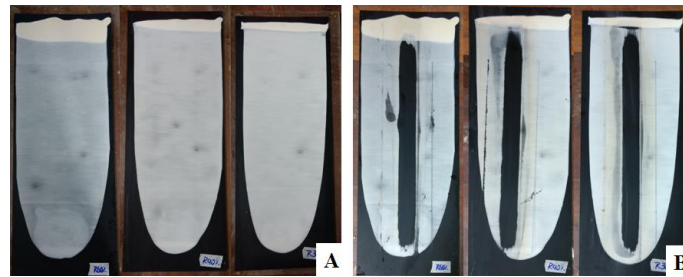


Figura 2. Cartelas de PVC com película de tinta estendida: A. antes; B. depois do ensaio.

2.7 Análise estatística

Após a obtenção das respostas de razão de contraste e resistência a abrasão para as amostras de tinta produzidas, realizou-se uma análise estatística através do ajuste de modelos polinomiais de mistura aos dados experimentais, respeitando-se a significância dos termos (p -valor $< 0,05$). Além disso, determinou-se também o coeficiente de determinação (R^2), para verificar o ajuste do modelo. Todas essas análises foram feitas no software estatístico Minitab 17.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização do resíduo de granito

3.1.1 Caracterização física

O resíduo de granito, após o processo de dispersão, possui massa específica de $2,68 \text{ g/cm}^3$, densidade de partículas de $2,56 \text{ g/cm}^3$ e pode ser classificado como um material muito siltoso, conforme Figura 3.

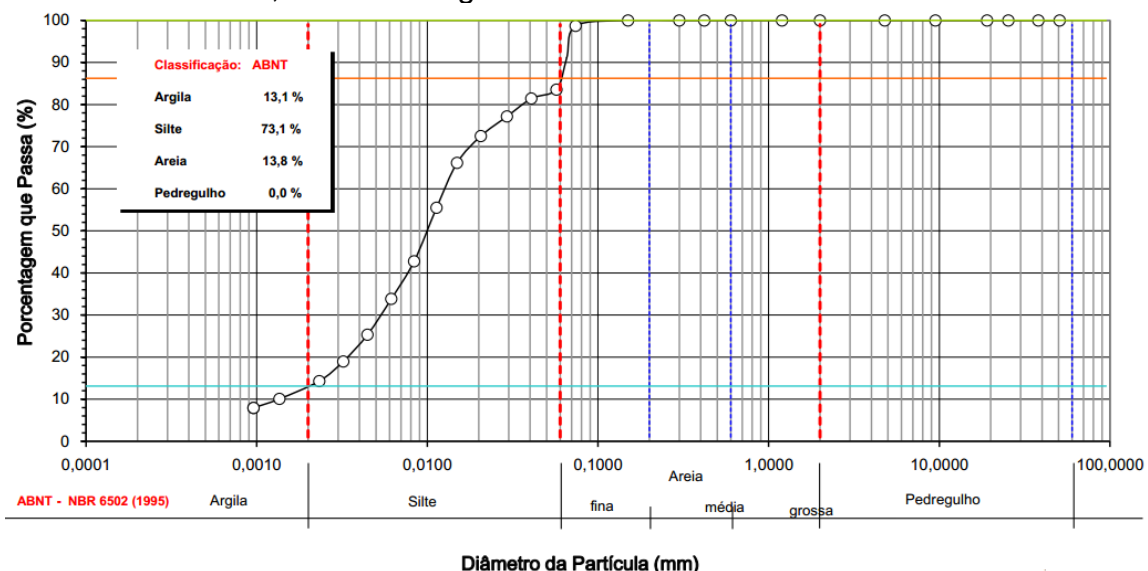


Figura 3. Curva granulométrica do resíduo de granito

Segundo Stoffer [22], o tamanho e a distribuição granulométrica das partículas interferem nas propriedades das tintas, tais como a cobertura, a viscosidade, a porosidade do filme e a demanda de resina.

Quanto menor o diâmetro das partículas, melhor o poder de cobertura do filme de tinta [23]. Entretanto, quanto menor o tamanho das partículas mais difícil se torna a dispersão o material no meio. 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 [24].

3.1.2 Caracterização química

A identificação das fases cristalinas do resíduo, por meio do difratograma de raios X, é mostrada na Figura 4.

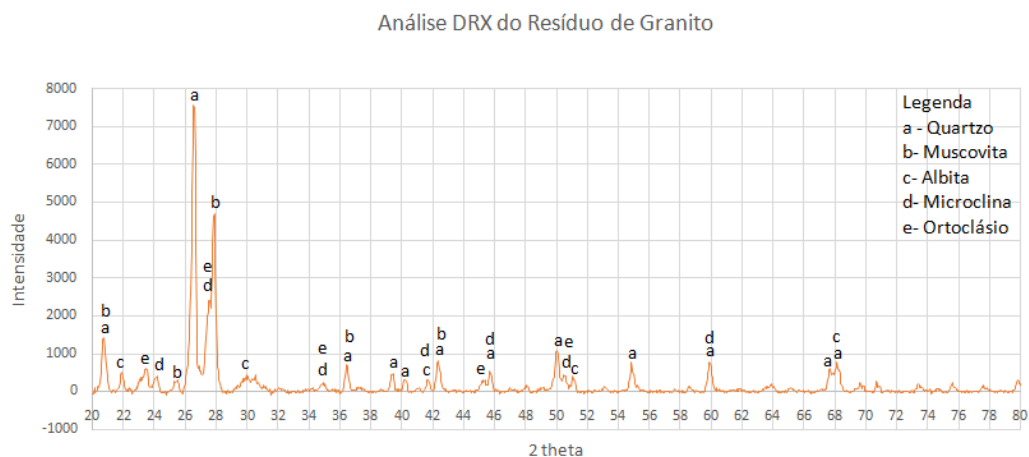


Figura 4. Difratograma de raios X do resíduo de granito

Verificam-se picos de difração característicos das fases cristalinas referentes ao quartzo (sílica- SiO_2), mica muscovita ($\text{KAl}_2\text{Si}_3\text{AlO}_{10}(\text{OH},\text{F})_2$), albita (feldspato sódico- $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$), microclina e ortoclásio (feldspato potássico- KAlSi_3O_8). A presença de quartzo no resíduo de granito provavelmente é responsável pela alvura do material e pode influenciar positivamente a abrasividade da tinta [23,25]

3.1.3 Caracterização morfológica

Na Figura 5 é apresentada a morfologia do resíduo de granito.

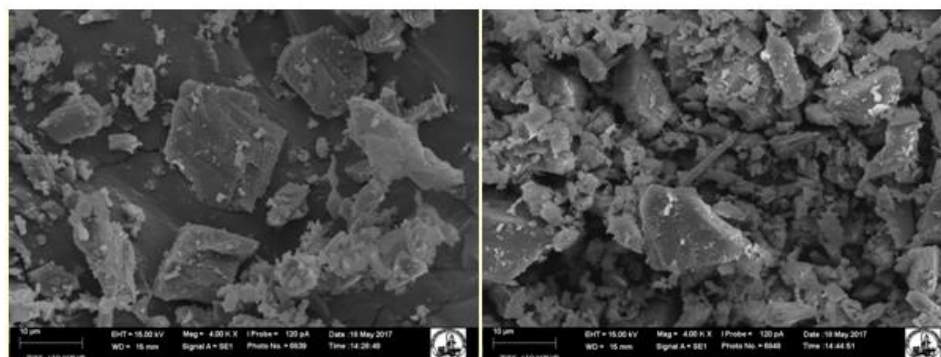


Figura 5. Imagens da morfologia do resíduo de granito com os aumentos de 4000 vezes

Nota-se que o material possui distribuição variada do diâmetro das partículas, porém com predominância de dimensões menores (silte e argila), conforme também exposto na distribuição granulométrica da Figura 3.

Além disso, o formato das partículas interfere no empacotamento das mesmas e conseqüentemente, no poder de cobertura do filme da tinta [22]. De acordo com a Figura 5, observa-se que o resíduo é composto por partículas com morfologia irregular e cantos angulosos. Resultado do processo de corte/serragem dos blocos de rochas ornamentais [26].

3.2 Desempenho

Na Tabela 2 são apresentados os resultados de PVC e teor de sólidos para cada uma das amostras produzidas. São apresentados ainda os resultados dos ensaios de desempenho das tintas, isto é, o poder de cobertura, quantificado pelo parâmetro razão de contraste, e a resistência à abrasão.

Tabela 2. Resultados dos ensaios de desempenho das tintas produzidas.

Amostra de tinta	PVC (%)	Teor de sólidos (%)	Razão de contraste (%)	Resistência a abrasão (ciclos)
1	80,4	56,70	99,7	30
2	73,22	55,66	97,7	47
3	67,22	53,91	93,7	67
4	62,13	52,95	88,7	77
5	57,76	51,38	82,6	101

Na Figura 6, são relacionados os resultados de resistência à abrasão e razão de contraste com os valores de PVC.

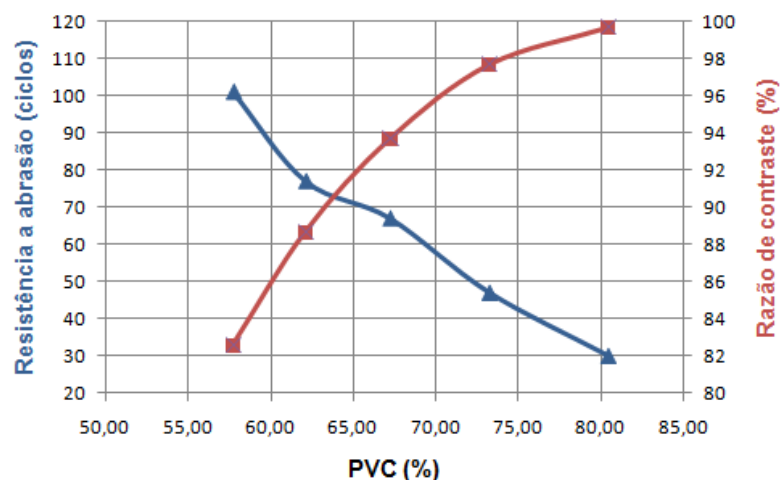


Figura 6. Resistência a abrasão e razão de contraste *versus* o PVC das tintas produzidas

Além disso, na Tabela 3 são apresentadas as equações de regressão das respostas explicadas pelo modelo estatístico para a razão de contraste e a resistência à abrasão.

Tabela 3. Equações de regressão válidas para as tintas de resíduo de granito produzidas.

Requisito	Equação de regressão	R ² (%)
Razão de contraste	$\hat{y} = 87,8a - 188,0b + 415,6ab$	99,9
Resistência a abrasão	$\hat{y} = -30,22a + 310,13b$	97,9

Legenda: a- pigmento de resíduo de granito e b- resina PVA.

Conforme Tabela 2, o teor de sólidos médio das amostras de tintas produzidas varia de 51,4-56,7%, enquanto as tintas látex PVA encontradas no mercado apresentam uma faixa de variação de 35,6-52,0% [27]. Observa-se, assim, que a utilização do resíduo de granito, como pigmento, em tintas permitiu alcançar altos teores de sólidos, mantendo-se uma viscosidade ideal para a aplicação das tintas.

Uma possível explicação para isso pode ser obtida com base nas interações das partículas de resíduo. Isso porque o resíduo pode ser considerado um material inerte. Logo se trata de um material que interage pouco com a água e que não mostra problema de aglomeração, isto é, não há atração eletrostática entre as partículas.

Outro parâmetro importante é o PVC. Na indústria de tintas, o PVC é usado para definir o aspecto final da pintura. Quanto maior for o PVC, menor será a quantidade de ligante da tinta. Assim, maior será a rugosidade, a opacidade e a permeabilidade da película [23]. Tal comportamento é observado no gráfico da Figura 6, isto é, quando maior o PVC, maior a razão de contraste e menor a resistência à abrasão.

Com relação ao poder de cobertura das tintas, observa-se que foi possível obter valores altos de razão de contraste, mesmo sem utilizar nenhum tipo de aditivo. Isso pode ser explicado pelo alto teor de sólidos das misturas e pelas características do resíduo de granito, já discutidas no item 3.1.

De acordo com a Tabela 3, observa-se que a razão de contraste é influenciada positivamente principalmente pela interação entre o pigmento e a resina, sendo que os melhores resultados são obtidos para quantidades maiores de pigmento e menores de resina.

De acordo com a ABNT NBR 14942 [18] e a ABNT NBR 15079 [28], 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, apenas a amostra 1 cumpre o requisito de razão de contraste estabelecido por norma.

No que se refere à resistência à abrasão, a ABNT NBR 15079 [28] prescreve que tintas da linha econômica devem suportar no mínimo 100 ciclos no ensaio de resistência à abrasão úmida sem pasta abrasiva. Daí, nota-se que apenas a amostra 5 cumpre o requisito estabelecido por norma.

Conforme Tabela 3, verifica-se que a resistência a abrasão é influenciada, quase totalmente, pela quantidade de resina presente na mistura, isto é, as características do resíduo de granito não afetam significativamente a resistência a abrasão das tintas.

De acordo com relatório elaborado pelo Inmetro [29], apenas 46% dos fabricantes de tintas imobiliárias látex da categoria econômica estão em conformidade quanto ao desempenho, sendo a resistência à abrasão úmida sem pasta abrasiva, o aspecto mais crítico.

Além do Inmetro, Cardoso *et al.* [11], que estudou tintas manufaturadas à base de pigmento de solo, também observou que em nenhuma de suas séries experimentais foi possível obter formulações que atendessem a todos os requisitos de desempenho simultaneamente.

4 CONCLUSÃO

Este estudo foi realizado para explorar a utilização do resíduo de granito, como pigmento, em tintas para construção civil. Com base nos resultados dos testes experimentais, podem ser feitas as seguintes conclusões:

- O resíduo de granito apresenta características que o habilitam a ser utilizado, como pigmento, em tintas.
- As tintas produzidas apresentaram bom poder de cobertura, que foi quantificado pelo parâmetro razão de contraste. 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 de uma faixa ideal para a boa aplicabilidade do produto.
- O PVC exerceu grande influência sobre os resultados de razão de contraste e resistência a abrasão. Quanto maior o PVC, menor a quantidade de ligante na mistura, menor a resistência à abrasão e maior a razão de contraste (maior teor de sólidos).
- Em nenhuma das tintas produzidas foi possível atender aos requisitos definidos pela ABNT de poder de cobertura e resistência a abrasão, simultaneamente.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq (Processo: 132073/2016-1), 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).

REFERÊNCIAS

- 1 Sardou Filho, R; Matos, GMM; Mendes, VA; Iza, ERHF. Atlas de rochas ornamentais do estado do Espírito Santo. Brasília: UNIKA Editora; 2013.
- 2 ABIROCHAS - Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais. Balanço das Exportações e Importações Brasileiras de Rochas Ornamentais em 2016. 2016 [acesso em 2 maio 2017]. Disponível em: http://www.abirochas.com.br/noticia.php?eve_id=4062.
- 3 Silva, AAA. Gestão de resíduos na indústria de rochas ornamentais, com enfoque para a lama abrasiva. VII Congresso Nacional de Excelência em Gestão. 2011.
- 4 Vijayalakshmia, M; Sekar, ASS; Ganesh prabhu, G. Strength and durability properties of concrete made with granite industry waste. Construction and Building Materials. 2013; v. 46: 1-7.
- 5 Aguiar, MC; Gadioli, MCB; Babisk, MP; Candido, V S; Monteiro, SN; Vieira, CMF. Clay ceramic incorporated with granite waste obtained from diamond multi-wire sawing technology. Materials Science Forum. 2014, 775-776: 648-652.
- 6 Lima, RCO; Lira, HL; Neves, GA; Silva, MC; França, KB. Study of the influence of granite residue in different compositions to prepare ceramic membranes. Materials Science Forum. 2014; 798-799: 542-547.
- 7 Bacarji, E; Toledo Filho, RD; Koenders, EAB; Figueiredo, EP; Lopes, JLMP. Sustainability perspective of marble and granite residues as concrete fillers. Construction and Building Materials. 2013; v. 45:1-10.
- 8 Mármol, I; Ballester, P; Cerro, S; Monrós, G; Morales, J; Sánchez, L. Use of granite sludge wastes for the production of coloured cement-based mortars. Cement and Concrete Composites. 2010; v. 32: 617-622. .
- 9 Ramos, T.; Matos, A. M.; Schmidt, B.; Rio, J.; Coutinho, J. S. Granitic quarry sludge waste in mortar: Effect on strength and durability. Construction and Building Materials. 2013; v. 47: 1001-1009.
- 10 Ribeiro, SV; Holanda, JNF. Soil-Cement Bricks Incorporated with Granite Cutting Sludge. International Journal of Engineering Science and Innovative Technology. 2014,3(2): 401-408.

- 11 Cardoso, FP; Alvarenga, RCSS; Carvalho, AF; Fontes, MPF. Processos de produção e avaliação de requisitos de desempenho de tintas para a construção civil com pigmentos de solos. Ambiente construído [online]. 2016, 16(4): 167-183.
- 12 Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 7181: Solo – Análise granulométrica. Rio de Janeiro: ABNT, 1984.
- 13 Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6508: Grãos de solos que passam na peneira de 4,8 mm – Determinação da massa específica. Rio de Janeiro: ABNT, 1984.
- 14 EMBRAPA. Manual de Métodos de Análises de Solos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1997.
- 15 Alua, PMNC. Otimização da opacidade de tintas aquosas. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Técnica de Lisboa. 2012.
- 16 Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 5849: Tintas - Determinação de viscosidade pelo copo Ford. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.
- 17 Patton, TC. Paint flow and pigment dispersion. Segunda edição. USA: Wiley-Interscience Publication, 1979.
- 18 Associação Brasileira de Normas Técnicas. 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, 2012.
- 19 Cardoso, FP; Alvarenga, RCSS; Carvalho, AF; Mendes, TSG. A influência da superfície específica e do teor de pigmentos de solos sobre o poder de cobertura de tintas para a construção civil. 16º SIACOT. 2016.
- 20 Associação Brasileira de Normas Técnicas. 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, 2004.
- 21 Cardoso, F; Carvalho, A.; Fontes, M. Resistência à abrasão de tintas imobiliárias produzidas com pigmentos obtidos por dispersão mecânica de solos. Congresso Luso-Brasileiro de Materiais de Construção Sustentáveis. 2014.
- 22 Stoffer, J. Extender pigments. American Paint & Coatings Journal. 1997; 19-23.
- 23 Castro, CD. Estudo da influência das propriedades de diferentes cargas minerais no poder de cobertura de um filme de tinta. Tese (Doutorado em Engenharia) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalurgia e Materiais, Escola de Engenharia - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2009.
- 24 Gil, SFAP. 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. 2013.
- 25 Ciullo, PA; Robinson, S. Functional silicate fillers: basic principles. Paint & Coatings Industry Magazine. 2002 [acesso em 1 maio 2017]. Disponível em: <http://www.pcimag.com/articles/84909-functional-silicate-fillers-basic-principles>.
- 26 Rodrigues,GF; Alves, JO; Tenório, JAS; Espinosa, DCR. Estudo de resíduos de rochas ornamentais para a produção de materiais vítreos. Tecnol. Metal. Mater. Miner. 2011, 8(3): 203-207.
- 27 Silva, J; Uemoto, KL. 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; 2005.
- 28 Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15079: Tintas para construção civil. Especificação dos requisitos mínimos de desempenho de tintas para edificações não industriais. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.
- 29 INMETRO. Programa de análise de produtos. Relatório sobre análise em tintas imobiliárias látex econômicas. 2008 [acesso em 1 maio 2017]. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/tintasImobiliarias.pdf>.