ESTUDO DA DURABILIDADE DE TINTAS IMOBILIÁRIAS À BASE DE RESÍDUO DE GRANITO COM ADITIVOS BIOCIDA E DISPERSANTE POR MEIO DO TESTE DE INTEMPERISMO NATURAL.

Study of the durability of building paints based on granite waste with biocide and dispersant additives through natural weathering test

Hellen Regina de Carvalho Veloso Moura
Universidade Federal de Viçosa | Viçosa, Minas Gerais | hellen.moura@ufv.br

Leonardo Gonçalves Pedroti
Universidade Federal de Viçosa | Viçosa, Minas Gerais | leonardo.pedroti@ufv.br

José Maria Franco de Carvalho
Universidade Federal de Viçosa | Viçosa, Minas Gerais | josemaria.carvalho@ufv.br

Ricardo André Fiorotti Peixoto
Universidade Federal de Ouro Preto | Ouro Preto, Minas Gerais | ricardofiorotti@ufop.edu.br

Márcia Maria Salgado Lopes
Universidade Federal de Viçosa | Viçosa, Minas Gerais | marcia.salgado@ufv.br

Jean Carlos Bernardes Dias
Universidade Federal de Viçosa | Viçosa, Minas Gerais | jean.dias@ufv.br

Resumo

Este estudo avalia a utilização de resíduo de granito (RG) na fabricação de tintas imobiliárias, considerando os efeitos de aditivos biocidas e dispersantes na durabilidade. As tintas foram formuladas com RG, resina PVA e água, e diferentes teores de aditivos. A durabilidade foi avaliada por meio de ensaio de intemperismo natural. Os resultados mostraram que as tintas com RG apresentaram boa resistência aos agentes intempéricos, sem desenvolver patologias visíveis. Embora todas as amostras tenham apresentado variações de cor (ΔE) perceptíveis, estas estão dentro da faixa de variação de tintas comerciais. O aumento do teor de aditivo dispersante resultou em maior ΔE, possivelmente devido ao impacto no pH das tintas. Este estudo destaca o potencial do RG como matéria-prima sustentável para tintas imobiliárias, contribuindo para a redução de resíduos e o desenvolvimento de produtos mais duráveis e ecológicos e a necessidade do controle adequado dos aditivos para otimizar seu desempenho.

Palavras-chave: Tintas imobiliárias; Resíduo de granito; Aditivos; Durabilidade; Sustentabilidade.

ABSTRACT

This study evaluates the use of granite waste (GW) in the production of architectural paints, considering the effects of biocide and dispersing additives on durability. The paints were formulated with GW, PVA resin, and water, along with varying concentrations of additives. Durability was assessed through natural weathering tests. The results showed that the paints with GW demonstrated good resistance to weathering agents, without developing visible pathologies. Although all samples exhibited perceptible color variations (ΔE), these were within the range of commercial paints. The increase in dispersing additive content resulted in higher ΔE, possibly due to its impact on the pH of the paints. This study highlights the potential of GW as a sustainable raw material for architectural paints, contributing to waste reduction and the development of more durable and eco-friendly products, and emphasizes the need for proper additive control to optimize performance.

Keywords: Building paints; Granite waste; Additives; Durability; Sustainability.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil está entre os cinco maiores produtores e exportadores mundiais de rochas ornamentais, produzindo cerca de 10 Mt por ano. Entre a ampla variedade de rochas ornamentais beneficiadas no país, o granito lidera em volume, representando 38% do total (ABIROCHAS, 2024). O beneficiamento de rochas ornamentais gera grandes quantidades de resíduos sólidos, que podem acarretar sérios impactos ambientais e riscos à saúde humana (Leite *et al*., 2021). Estima-se que 41% em volume do bloco beneficiado seja convertido em resíduo, no Brasil em 2023, foram geradas quase 4 milhões de toneladas.

Nesse sentido, diversos estudos são encontrados na literatura objetivando a reinserção destes resíduos na cadeia produtiva, com destaque ao desenvolvimento de materiais de construção civil, como: matrizes cimentícias, geopoliméricas, asfálticas, vitrocerâmicas, materiais compósitos, entre outros (Abouelnour *et al.,* 2024; Luo *et al.,* 2024; Hao *et al.,* 2024; Wang *et al.,* 2024; Almada *et al.,* 2023). Estudos recentes buscaram investigar o emprego dos resíduos de rochas ornamentais, especialmente do resíduo de granito (RG), na fabricação de tintas imobiliárias. O RG possui atributos que o tornam uma matéria-prima promissora para a indústria de tintas, incluindo sua coloração, granulometria, dureza e baixa reatividade (Lopes *et al.,* 2019a, Lopes *et al.,* 2021b; Lopes *et al.,* 2024c; Veloso Moura *et al*., 2023). Essa abordagem é especialmente relevante no Brasil, um dos maiores produtores globais de tintas, destacando-se no mercado com uma produção significativa de 1,871 bilhão de litros em 2023 (Abrafati, 2024).

Diferentemente dos estudos que se concentraram na substituição parcial de pigmentos pelo resíduo de granito no sistema das tintas, este trabalho se destaca por incorporar, de forma inovadora, o uso combinado de aditivos - biocida e dispersante - com o objetivo de aprimorar a durabilidade das tintas imobiliárias. Essa abordagem amplia o escopo da reutilização de resíduos, ao mesmo tempo em que busca garantir a viabilidade técnica e a resistência do produto final, contribuindo para soluções mais sustentáveis na construção civil.

Os aditivos são essenciais para aprimorar a durabilidade das tintas, buscando equipará-las às tintas comerciais, que apresentam um sistema complexo, com uma variedade de aditivos para ajustar suas propriedades e garantir sua qualidade e longevidade (Silva, Uemoto, 2005; Fazenda, 2009). Aliado a isto, temos que as tintas imobiliárias representam o material de construção que mais consome energia em uma edificação com ciclo de vida de 50 anos, isso porque, quando comparadas a materiais comuns em construções como cerâmica, cimento e aço, as tintas frequentemente precisam ser substituídas devido a questões estéticas ou ao desgaste ao longo do tempo, o que destaca a necessidade de desenvolver tintas duráveis e resistentes às intempéries (Tavares, 2006; Aktas *et al.,* 2012). Diante do exposto, este estudo objetiva avaliar a influência de aditivos biocidas e dispersantes na durabilidade da película de tinta após aplicação no substrato, por meio do teste de intemperismo natural.

2 METODOLOGIA

2.1 MATERIAIS

Para a formulação das tintas deste estudo, foi utilizado como pigmento o RG fornecido pela empresa Decolores Mármores e Granitos, localizada no Espírito Santo. Para ser utilizado o RG foi peneirado em meio aquoso na peneira 400 mesh (abertura 0,037mm). Como solvente utilizou-se a água devido à sua economia, disponibilidade e à redução significativa na emissão de compostos orgânicos voláteis (Kustiawan et al, 2024). A resina utilizada foi a poliacetato de vinila (PVA) da marca *Cascorez*. Neste estudo, foram utilizados apenas dois tipos de aditivos: o aditivo biocida (AB), representado pela isotiazolinona da marca Koralone, e o aditivo dispersante (AD), composto por poliacrilato de sódio da marca Wana. No Quadro 1 estão apresentadas as características físico-químicas dos materiais.

Quadro 1: Caracterização dos materiais

Material	pH	Massa específica (g/cm³)	Teor de sólidos (%)	Diâmetro médio (µm)	Viscosidade (cP)
RG	8,89	2,60	-	6,3	-
PVA	4,00 – 5,00	1,05	45	-	6000 - 8000
Água	6,00	1,00	-	-	-
AB	1,80 – 2,60	1,02 – 1,03	-	-	-
AD	7,50	1,20	35,4%	-	1000

Fonte: Autor, 2024

2.2 MODELO EXPERIMENTAL

Para atingir o objetivo proposto neste trabalho, optou-se por um delineamento fatorial que permite avaliar os efeitos de diversos fatores e suas interações. Neste estudo foram avaliados dois fatores: teor de AD, variando entre os níveis 0%; 0,02%; 0,76% e 1,50% e teor de AB, com os níveis 0%; 0,05%. 0,225% e 0,40%. As concentrações dos aditivos foram calculadas sobre a massa total das misturas, conforme orientação dos fabricantes. As proporções de pigmentos RG, água e PVA foram mantidas constantes em 44,3%; 35% e 20,7%, respectivamente. No Quadro 2 estão apresentadas as formulações obtidas com o auxílio do software Minitab® 19.

Quadro 2: Teores em massa dos aditivos gerados pelo software Minitab®19.

Identificação	Teor de biocida (%)	Teor de dispersante (%)
T1-0B-0D	0,000	0,00
T2-0,225B-1,50D	0,225	1,50
T3-0,50B-0,76D	0,050	0,76
T4-0,40B-0D	0,400	0,00
T5-0,40B-0,76D	0,400	0,76
T6-0,225B-0D	0,225	0,00
T7-0,225B-0,76D	0,225	0,76
T8-0,40B-0,02D	0,400	0,02
T9-0B-1,50D	0,000	1,50
T10-0,05B-0,02D	0,050	0,02
T11-0,05B-0D	0,050	0,00
T12-0B-0,02B	0,000	0,02
T13-0,225B-0,02D	0,225	0,02
T14-0B-0,76D	0,000	0,76
T15-0,40B-1,50D	0,400	1,50
T16-0,05B-1,50D	0,050	1,50

Fonte: Autor, 2024

2.3 PRODUÇÃO DAS TINTAS

Para a produção das tintas realizou-se inicialmente uma pré-mistura com os pigmentos de RG, água, AB e AD, obedecendo as proporções definidas no Quadro 2, com o auxílio de um disco *Cowles* acoplado ao agitador mecânico, a uma velocidade angular de 540 rpm por 5 minutos. Em seguida, adicionou-se a resina PVA, e a mistura foi dispersa por mais 10 minutos a 540 rpm. No Quadro 3 estão apresentadas as formulações finais de cada amostra.

Quadro 3: Composição das tintas em massa (g)

Identificação	Resíduo de granito	Resina PVA	Água	Biocida	Dispersante
T1-0B-0D	500,00	233,63	395,03	0,00	0,00
T2-0,225B-1,50D	500,00	233,63	395,03	2,54	16,93
T3-0,50B-0,76D	500,00	233,63	395,03	0,56	8,58
T4-0,40B-0D	500,00	233,63	395,03	4,51	0,00
T5-0,40B-0,76D	500,00	233,63	395,03	4,51	8,58
T6-0,225B-0D	500,00	233,63	395,03	2,54	0,00
T7-0,225B-0,76D	500,00	233,63	395,03	2,54	8,58
T8-0,40B-0,02D	500,00	233,63	395,03	4,51	0,23
T9-0B-1,50D	500,00	233,63	395,03	0,00	16,93
T10-0,05B-0,02D	500,00	233,63	395,03	0,56	0,23
T11-0,05B-0D	500,00	233,63	395,03	0,56	0,00
T12-0B-0,02B	500,00	233,63	395,03	0,00	0,23
T13-0,225B-0,02D	500,00	233,63	395,03	2,54	0,23
T14-0B-0,76D	500,00	233,63	395,03	0,00	8,58
T15-0,40B-1,50D	500,00	233,63	395,03	4,51	16,93
T16-0,05B-1,50D	500,00	233,63	395,03	0,56	16,93

Fonte: Autor, 2024

2.4 DETERMINAÇÃO DA DURABILIDADE

A durabilidade do filme seco das tintas foi avaliada por meio do ensaio de intemperismo natural conforme as diretrizes definidas pela norma G7 (ASTM, 2013). Para simular a aplicação convencional de tintas imobiliárias, as tintas foram aplicadas em um substrato de argamassa mista com dimensões 20 x 40cm x 3 cm e traço 1:1:6 (cimento, cal e areia). As tintas foram aplicadas em 3 demãos e em duplicata. As placas foram aleatoriamente fixadas em um aparato de madeira (Figura 1a) com orientação para o norte, além disso, para exposição máxima a radiação, foram posicionadas a uma inclinação de 20° em relação a vertical, considerando a latitude do Município de Viçosa. Para possibilitar a comparação entre a parte exposta ao

intemperismo e a parte protegida, as placas foram parcialmente cobertas com uma chapa metálica galvanizada (Figura 1b).

Figura 1: Amostras expostas o intemperismo: (a) antes da fixação da chapa metálica; (b) pós fixação da chapa metálica



Fonte: Autor (2024)

As amostras foram inspecionadas semanalmente, por um período de 6 meses, para verificar o surgimento de patologias. Ao final deste período, as chapas metálicas foram retiradas e realizou-se a comparação da diferença de cor entre a parte submetida às intempéries e a parte protegida. Esta comparação foi realiza por meio do método Delta-E (Colormine, 2018). As modificações observadas foram correlacionadas com os dados meteorológicos: temperatura, precipitação, velocidade do vento e radiação solar de Viçosa, obtidos na Estação Climatológica da UFV (2022).

3 RESULTADOS E ANÁLISES

Na Figura 2 estão apresentadas as amostras de tinta ao final dos 6 meses de exposição. Nenhuma patologia como: microfissuras, bolhas, eflorescência, descascamento ou bolores, foi observada, apesar das condições climáticas do período (Quadro 4). De acordo com Guerra et al. (2012), a umidade superior a 70% é um fator determinante para o surgimento e crescimento de bolores. As tintas produzidas com o RG apresentaram boa resistência aos agentes intempéricos, isso pode estar relacionado a característica físico-química do resíduo, que apresenta elevado teor de sílica e alumina, minerais inertes com estrutura cristalina (RELOSI et al., 2015).

Figura 2: Amostras de tinta após 6 meses de exposição ao intemperismo natural



Fonte: Autor (2024)

Quadro 4: Dados meteorológicos do período de análise

Id. mês	Temperatura máxima (°C)	Umidade (%)	Radiação (kJm²)	Precipitação máxima (mm)
1	30,70	73,62	1277,99	0,40
2	32,50	75,88	1163,20	13,40
3	31,50	78,07	1390,25	14,80
4	30,40	82,04	1317,56	38,60
5	29,20	81,08	1170,77	23,00
6	29,90	85,37	1226,19	43,60

Fonte: Autor, 2024

No Quadro 5 estão apresentados os resultados de variação de cor obtidos pelo cálculo do fator Delta-E e de pH da formulação final das tintas, obtido por meio do pHmetro da marca TECNOPON, modelo mPA-210. Segundo a Colormine (2018), para que as variações de cor não sejam perceptíveis ao olho humano o valor de ΔE deve ser < 2, observa-se que todas as amostras analisadas ficaram acima deste limite. Este comportamento também foi observado por Basso (2024), que avaliou a resistência ao intemperismo de oito tintas imobiliárias comerciais nos períodos de 4, 8 e 12 meses, destas 5 apresentaram ΔE > 2, após 8 meses de exposição. Este resultado pode estar relacionado com a intensidade das chuvas e da radiação solar durante o período de exposição.

A exposição prolongada do filme de tinta à chuva pode ocasionar a lixiviação de seus pigmentos, resultando em manchas e desbotamento. Em tintas imobiliárias aplicadas na posição vertical, o desbotamento influencia muito mais do que o acúmulo de sujeira nas alterações de cor, reforçando a importância de se considerar os efeitos da radiação solar e da umidade no desempenho visual das tintas ao longo do tempo (Dorneles; Caram, 2012). Adicionalmente, a radiação que atinge a superfície terrestre pode alterar as ligações químicas da tinta, iniciando processos de degradação por fotólise, os quais contribuem para seu envelhecimento (Enea *et al*., 2019; Fragata *et al.,* 2010).

Quadro 5: Variação de cor da película de tinta (Delta-E)

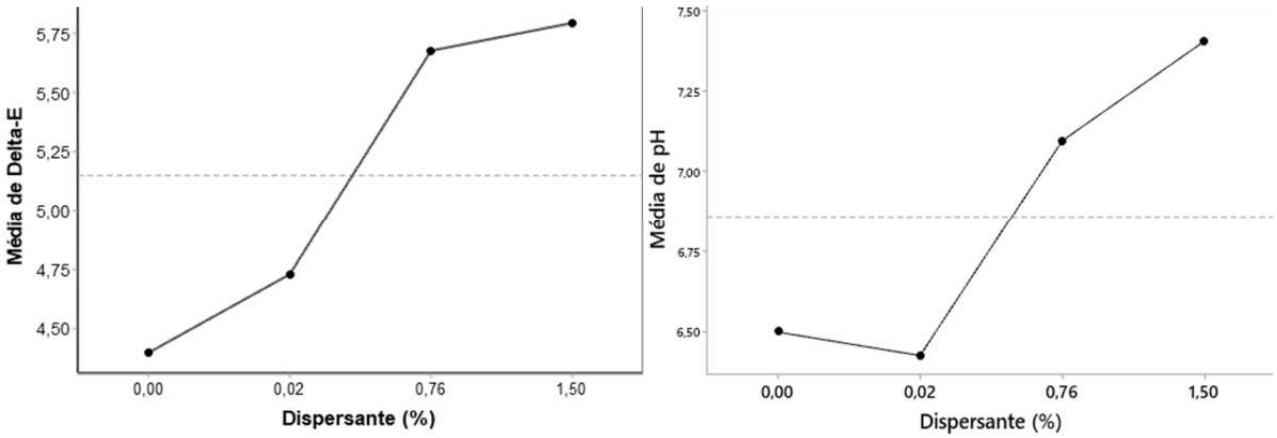
Identificação	pH	Delta-E
T1-0B-0D	6,63	3,50
T2-0,225B-1,50D	7,38	6,85
T3-0,05B-0,76D	7,12	5,43
T4-0,40B-0D	6,41	4,83
T5-0,40B-0,76D	6,90	5,47
T6-0,225B-0D	6,44	3,42
T7-0,225B-0,76D	7,06	5,38
T8-0,40B-0,02D	6,30	4,18
T9-0B-1,50D	7,47	5,08
T10-0,05B-0,02D	6,42	4,14
T11-0,05B-0D	6,52	5,84
T12-0B-0,02B	6,68	5,41
T13-0,225B-0,02D	6,31	5,18
T14-0B-0,76D	7,30	6,43
T15-0,40B-1,50D	7,33	5,50
T16-0,05B-1,50D	7,44	5,75

Fonte: Autor, 2024

Conforme apresentado no Quadro 5 as amostras T1-0B-0D e T6-0,225B-0D apresentaram a menor variação de cor (ΔE), ambas amostras não possuíam o AD em sua composição. Na Figura 3 é possível observar que na medida em que se aumentou a concentração de AD, houve um incremento nos valores de ΔE. Esse comportamento pode estar relacionado ao pH básico do aditivo, o qual elevou o pH do sistema das tintas (Figura 4), o que pode ter influenciado na capacidade de ligação da resina PVA, cuja faixa ideal de trabalho ocorre em pH mais ácido (Quadro 1). O pH mais elevado, de caráter alcalino, compromete a eficácia da resina PVA, pois intensifica a sua solubilidade (Faria *et al,* 2024). De acordo com Cardoso (2015), a resistência ao intemperismo é controlada principalmente pela resina, o que reforça a importância de manter as condições ideais para o desempenho da PVA no sistema.

O AB não afetou significativamente os valores de ΔE, as variações médias de ΔE entre o teor mínimo e máximo foi de aproximadamente 0,30%. Acredita-se que em períodos de exposição mais longos, o biocida afete significativamente os valores de ΔE, especialmente devido à sua capacidade de prevenir a degradação biológica, o que pode prolongar a estabilidade e a integridade das propriedades físicas, como a cor, ao longo do tempo (Galhardo, 2012).

Figura 3: Gráfico de efeitos principais para (a) Delta-E; (b) pH



(a) (b)

Fonte: Autor, 2024

4 CONCLUSÃO

Considerando os resultados obtidos, conclui-se que as tintas produzidas com o RG não apresentaram patologias ao final dos 6 meses de exposição. Apesar das amostras apresentarem variações de cor perceptíveis, estas são condizentes com as variações de tintas comerciais. As tintas que apresentaram menor variação não possuíam AD em sua composição. O AD contribuiu para o aumento de ΔE, que pode estar associado a sua influência na resistência à hidrólise da PVA. O AB não afetou significativamente a variação de cor no período investigado.

5 AGRADECIMENTOS

Os autores expressam sua gratidão à CAPES, à UFV e ao PPGEC pelo suporte fundamental durante o desenvolvimento e a execução deste trabalho, especialmente pelo financiamento da pesquisa, pela disponibilização de recursos e pelo apoio técnico e humano. Agradecem também ao Laboratório de Materiais de Construção Civil e ao grupo de pesquisa SICon-CNPq/UFV pelo suporte técnico e científico prestado.

REFERÊNCIAS

ABIROCHAS. **Balanço do setor brasileiro de rochas ornamentais e de revestimentos em 2023.** 2024. Disponível em: https://abirochas.com.br/wp-content/uploads/2024/03/Informe-01_2024-Balanco-2023.pdf. Acesso em: 16/01/2025.

ABRAFATI. **O setor de tintas no Brasil**. 2024. Disponível em: https://abrafati.com.br/dados-do-setor/. Acesso em: 20/01/2025.

ABOUELNOUR, M. A.; EL-AZIZ, M. A.; OSMAN, K.M.; FATHY, I. N.; TAYEH, B. A.; ELFAKHARANY, M. E. Recycling of marble and granite waste in concrete by incorporating nano alumina. **Construction and Building Materials**, v. 411, p. 134456, jan. 2024.

AKTAS, Can B.; BILEC, Melissa M. Impact of lifetime on US residential building LCA results. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 17, p. 337-349, 2012.

ALMADA, B. S.; MELO, L. D.; SILVA, G. J.; SANTOS, W. J.; AGUILAR, M. T. Effect of the waste ornamental rocks on the hydration and life cycle of Portland cement composites. **Construction and Building Materials**, v. 395, p. 132353, set. 2023

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIALS. **ASTM G7- G7M-13** – Standard Practice for Atmospheric Environmental Exposure Testing of Nonmetallic Materials. ASTM International, West Conshohocken, PA, 2013.

BASSO, M. M. S. L. **Evaluation of the performance and durability of building paints produced with waste from granite and marble processing**. 2024. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2024

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

COLORMINE. **Delta-E Calculator**. ColorMine.org, 2018. Disponível em: <http://colormine.org/delta-e-calculator/>. Acesso em: 15 de janeiro de 2025.

DORNELLES, K. A.; CARAM, R. M. Impactos da Exposição ao Intemperismo Natural Sobre as Refletâncias de Tintas Para Cobertura de Edifícios. **ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO**, v. 14, 2012.

ENEA, D.; BELLARDITA, M.; SCALISI, P.; ALAIMO, G.; PALMISANO, L. Effects of weathering on the performance of self-cleaning photocatalytic paints. **Cement and Concrete Composites**, v. 96, p. 77-86, 2019.

FARIA, Fernanda Cardoso de; SCHMID, Aloísio Leoni; MIRANDA, Isabela Pagani Heringer de. Avaliação das características e resistência à abrasão de tintas imobiliárias formulados com pigmento de Curcuma Longa L. **Ambiente Construído**, v. 24, p. e124650, 2024.

FAZENDA, J. R**. Tintas e vernizes: Ciência e tecnologia**. 4. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2009, 1146 p.

FRAGATA, F.; AMORIM, C. C.; ORDINE, A. P. Desempenho de tintas de acabamento frente às radiações ultravioleta, UVA e UVB, e condensação de umidade. **Corrosão e Proteção de Materiais**, v. 29, n. 3, p. 91-98, 2010.

GALHARDO, C. M. **Biocidas em preparações pigmentárias: Biodeterioração de tintas e a importância do uso de biocidas.** [*s. l.*], p. 35, 2012

GUERRA, F. L.; CUNHA, E. G.; SILVA, A. C. S. B.; KNOP, S. Análise das condições favoráveis à formação de bolor em edificação histórica de Pelotas, RS, Brasil. **Ambiente Construído**, v. 12, p. 7-23, 2012.

HAO, G.; HE, M.; LIM, S. M.; ONg, G. P.; ZULKATI, A.; KAPILAN, S. Recycling of plastic waste in porous asphalt pavement: Engineering, environmental, and economic implications. **Journal of Cleaner Production**, v. 440, p. 140865, fev. 2024.

KUSTIAWAN, H.; BOONTANON, S. K.; BOONTANON, N. Utilization of sanitaryware waste product (SWP) as an admixture ingredient for eco-cooling paint. **Waste Management**, v. 190, p. 1-11, 2024.

LEITE, F. R.; ANTUNES, M. L. P.; SILVA, D. A. L.; RANGEL, E. C.; CRUZ, N. C. An ecodesign method application at the experimental stage of construction materials development: A case study in the production of mortar made with ornamental rock wastes. **Construction and Building Materials**, v. 293, p. 123505, 2021.

LOPES, M. M. S.; ALVARENGA, R. C.; PEDROTI, L. G.; RIBEIRO, J. C. L.; CARVALHO, A. F.; CARDOSO, F. P.; MENDES, B. C. Influence of the incorporation of granite waste on the hiding power and abrasion resistance of soil pigment-based paints. **Construction and Building Materials**, v. 205, p. 463‑474, abr. 2019.

LOPES, M. M.; PEDROTI, L. G.; OLIVEIRA, A. F.; RIBEIRO, J. C. L.; CARVALHO, J. M. F.; CARVALHO, A. F.; CARDOSO, F. P.; NALON, G. H.; LIMA, G. E. Optimization of performance of sustainable paints using granite waste through the variation of particle size and pH. **Journal of Cleaner Production**, v. 326, p. 129418, dez. 2021.

LOPES, M. M. S.; PEDROTI, L. G.; CARVALHO, J. M. F.; RIBEIRO, J. C. L.; NALON, G. H.; VELOSO MOURA, H. R. C. Optimization of performance of building paints using granite and marble waste**. Ambiente Construído**, v. 24, 2024.

LUO, Y.; BAO, S.; LIU, S.; ZHANG, Y.; LI, S.; PING, Y. Enhancing reactivity of granite waste powder toward geopolymer preparation by mechanical activation. **Construction and Building Materials**, v. 414, p. 134981, fev. 2024.

RELOSI, N.; RECKZIEGEL, A. Z.; ZATTERA, A. J.; PIAZZA, D.; RODRIGUES, K. S.; KUNST, S.R.; BIRREL, E. J. Congresso internacional de tintas trabalho Nº: 100. **Efeito da adição de mica muscovita nas propriedades mecânicas de uma tinta em pó a base de epóxi/poliéster**. 2015. Disponível em: http://abrafati2019.com.br/2015/Dados/PDF/Paper_100.pdf. Acesso em: 13/01/2025.

SILVA, J. M. DA; UEMOTO, K. L. **Caracterização de tintas látex para construção civil: diagnóstico do mercado do estado de São Paulo.** 2005. Disponível em: <http://www.pcc.usp.br/files/text/publications/BT_00420.pdf>. Acesso em: 14/01/2025.

TAVARES, S. F. **Metodologia de análise do ciclo de vida energético de edificações residenciais brasileiras**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2006.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. Departamento de Engenharia Agrícola. Estação Climatológica Principal de Viçosa**. Boletim meteorológico 2022**. Viçosa, MG: UFV, 2022.

WANG, P.; TENG, Z.; ZENG, S.; CHEN, C.; FENG, W.; ZHOU, X. The mechanical properties and chemical durability of granite wastes based glass-ceramics for immobilization of high-level nuclear wastes. **Ceramics International**, p. S0272884224014597, abr. 2024.