

APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DA LAMA DE BARRAGEM DE MINERAÇÃO COMO PIGMENTO PARA TINTAS

**Reaproveitamento, Reutilização e
Tratamento de Resíduos**

Jorge David Alguiar Belido ¹

Aline Cristina da Silva ²

Clara de Oliveira Hespanhol ³

Jéssica Carolaine Vieira de Azevedo ⁴

Yasmim Ribeiro Meirelles ⁵

Resumo

Com o objetivo de mitigar os impactos ambientais ocasionados pelas barragens de minério de ferro, este trabalho avalia a viabilidade da aplicação destes rejeitos como pigmentos para a produção de tintas de solo. Foi utilizado como pigmento rejeito proveniente de barragem do quadrilátero ferrífero e PVA como resina para a confecção das tintas. Fixou-se a massa de pigmento e variou-se as quantidades de água, PVA e solução de NaOH (utilizada como dispersante) e tais composições foram definidas por meio de planejamento experimental de misturas. Em seguida, foram realizados experimentos para definir a viscosidade e a resistência à abrasão de cada mistura. Verificou-se que a resistência à abrasão foi diretamente relacionada com a quantidade de resina utilizada em cada ensaio, ou seja, um baixo percentual de resina contribui para resultados insatisfatórios de resistência à abrasão. Também foi observado que a viscosidade é controlada, principalmente, pela água e PVA, uma vez que níveis mais elevados de água promovem a diluição e, logo, a diminuição da viscosidade, no entanto, níveis mais elevados de PVA tendem a aumentar a viscosidade, dado que a resina possui alta viscosidade.

Palavras-chave: Pigmento; Rejeito; Sustentabilidade

¹ Prof. Dr. Universidade Federal de São João Del Rei – Departamento de Engenharia Química, jorgeb@ufsj.edu.br.

² Aluna do Curso de graduação em Engenharia Química, Universidade Federal de São João Del Rei, Departamento de Engenharia Química.

³ Aluna do Curso de graduação em Engenharia Química, Universidade Federal de São João Del Rei, Departamento de Engenharia Química.

⁴ Aluna do Curso de graduação em Engenharia Química, Universidade Federal de São João Del Rei, Departamento de Engenharia Química.

⁵ Aluna do Curso de graduação em Engenharia Química, Universidade Federal de São João Del Rei, Departamento de Engenharia Química, yasmim.meirelles@hotmail.com

INTRODUÇÃO

Durante todo o processo da extração do minério de ferro há geração de um volume na faixa de milhões de metros cúbicos de materiais extraídos e movimentados no processo de beneficiamento do minério. Sendo assim, a elevada produção dos rejeitos de minério torna viável a construção de diques para estocagem deste material formando então as barragens de rejeitos (Júnior *et al.*, 2018). A disposição dos rejeitos de mineração em barragens de rejeitos é uma atividade altamente impactante e não sustentável devido aos prejuízos imensuráveis para a população e o meio ambiente, no entanto é uma operação essencial à economia e à vida moderna pois fornece matéria prima para os demais setores da economia (Machado, 2018).

Estudos na área do aproveitamento dos rejeitos de barragens têm mostrado soluções factíveis para a utilização destes rejeitos. Estes podem se tornar matéria prima para outros setores produtivos, como os já estudados para composição de artefatos cerâmicos (Machado, 2018) e pigmento para confecção de tintas de solo (Galvão, 2017).

As tintas de solo, são compostas apenas por resinas (em geral PVA), pigmentos (argila local) e água. Esse processo de baixo custo e impacto ambiental mínimo, compreende produtos, técnicas e metodologias que visam à transformação social, sendo uma alternativa de geração de trabalho, renda, bem como fator de cidadania, apresentando-se como uma proposta inovadora de valorização do solo (VITAL *et al.*, 2018).

Tendo em vista os impactos ambientais, sociais e econômicos causados pelos rejeitos da mineração, o presente trabalho visa avaliar o aproveitamento de resíduos da lama de barragem de mineração como pigmento para tintas. O rejeito será utilizado como pigmento de baixo custo na composição típica das tintas de solo, visando ao emprego em edificações de diversos tipos, como solução sustentável para o meio ambiente e a população.

METODOLOGIA

A lama foi coletada na empresa Companhia Siderúrgica Nacional (CSN) na mina de Casa de Pedra no município de Congonhas, região do Quadrilátero Ferrífero. A polpa de minério foi preparada no laboratório de Engenharia Civil e Engenharia Química do Campus

Alto Paraopeba, Ouro Branco-MG seguindo três operações, sendo elas a secagem, moagem e peneiramento. O rejeito da barragem de mineração foi usado como fonte de pigmentos para a produção das amostras de tintas. Os demais componentes da mistura foram a água (solvente), a solução de NaOH $2,5 \text{ mol L}^{-1}$ (dispersante) e o PVA. As proporções de pigmento foram mantidas fixas em aproximadamente 30%, conforme definido por Cardoso (2015). Foi feito um teste preliminar onde os intervalos e proporções dos demais componentes foram definidos por meio de referências encontradas na literatura (Cardoso, 2015).

Elaborou-se um delineamento experimental de mistura utilizando o software Minitab 18. As variáveis analisadas neste estudo foram apenas a resina, solvente e dispersante. A confecção das amostras de tinta, a realização do teste de viscosidade e de resistência a abrasão foram realizados conforme as metodologias de Galvão (2017) e de Lopes e Colaboradores (2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o planejamento experimental, foram geradas 13 amostras de tintas com variações de pigmento, dispersante, solvente e resina. As tintas que possuíam maiores porcentagens de resina (PVA) apresentaram maior viscosidade e conseqüente melhora na resistência à abrasão. Pode-se observar também, que as tintas que apresentaram quantidades nulas de dispersante (1, 5 e 10) ocorreu o aparecimento de fungos em um período de 15 dias. Abaixo, na Tabela 1, encontram-se relacionados os resultados referentes ao teste de resistência à abrasão (número de ciclos) e viscosidade aplicados nas amostras de tintas.

Observou-se que a resistência à abrasão foi diretamente relacionada com a quantidade de resina utilizada em cada ensaio, ou seja, um baixo percentual de resina contribui para resultados insatisfatórios de resistência à abrasão. De acordo com INMETRO (2008), quando o fabricante não utiliza a quantidade suficiente de resina na formulação da tinta, para economizar custos, por exemplo, a película formada não cobre adequadamente a superfície pintada. Isso ocorre quando é utilizada uma quantidade de resina menor que a suficiente para envolver todas as partículas de pigmentos, o que resulta na aglomeração das partículas e no surgimento de poros, que diminuem a opacidade da

película (CASTRO, 2009).

Tabela 1 – Resultados das análises de viscosidade e número de ciclos

Ensaio	Água	PVA	NaOH	Viscosidade (s)	Ciclos	Desejabilidade
1	55,000	45,000	0,00	10,935	90	0,000000
2	25,800	72,700	1,50	87,500	462	0,692299
3	53,500	45,000	1,50	11,450	46	0,134316
4	38,900	58,100	3,00	16,570	230	0,000000
5	40,400	59,600	0,00	17,270	68	0,110415
6	25,800	71,200	3,00	37,930	89	0,404926
7	47,325	51,925	0,75	14,465	37	0,065980
8	32,725	65,025	2,25	30,415	72	0,317534
9	45,825	51,925	2,25	13,725	244	0,054325
10	25,800	74,200	0,00	89,000	197	0,691813
11	39,650	58,850	1,50	19,850	45	0,207167
12	52,000	45,000	3,00	10,820	35	0,024747
13	32,725	66,525	0,75	54,000	180	0,423197

Constatou-se também que a viscosidade é controlada, principalmente, pela água e PVA, uma vez que níveis mais elevados de água promovem a diluição e, logo, a diminuição da viscosidade, no entanto, níveis mais elevados de PVA tendem a aumentar a viscosidade, dado que a resina possui alta viscosidade. Portanto, pode-se afirmar que as resinas PVA incrementaram a estabilidade das suspensões de pigmentos, agindo como emulsificantes. Segundo Cardoso (2015) ao elevar a viscosidade das misturas, as resinas diminuem as colisões entre partículas e retardaram a floculação e a sedimentação, o que é desejável para o caso das tintas.

O método Desirability foi utilizado para determinar as melhores condições de ajuste do processo (Lopes et al. 2019). Neste estudo, as melhores condições das respostas foram obtidas maximizando a viscosidade e o número de ciclos. Sendo assim, analisando-se a proporção ideal de tinta, ou seja, porcentagens ótimas de PVA, ÁGUA e NaOH, a formulação de tinta que apresentou maior desejabilidade foi com 73,5333 de resina PVA, 25,80% de água e 0,67% de NaOH. Tal amostra apresenta uma desejabilidade total superior a 73,46%, ou seja, atende em 73,46% as propriedades que a conferem qualidade técnica.

A figura 1 apresenta fotografia do resultado final da tinta quando pintada sobre superfície de placa cimentícia.



Figura 1 – Placa cimentícia coberta com a tinta desenvolvida.

CONCLUSÕES

A tinta de solo produzida a partir de rejeito de barragem de minério de ferro, utilizando PVA como resina e NaOH como dispersante, apresentaram um bom desempenho na cobertura das placas. O teste de resistência à abrasão realizado permitiu verificar que as tintas com maior percentual de resina obtiveram um melhor desempenho, enquanto que a viscosidade é controlada pela quantidade de solvente e PVA. Portanto, a tinta de solo utilizando rejeito de barragem de minério de ferro como pigmento é uma tinta com boa aplicabilidade e uma forma sustentável e alternativa ao uso das tintas comerciais, uma vez que o rejeito pode ser misturado direto à resina e ao solvente, após passar por secagem.

REFERÊNCIAS

- CARDOSO, F.P. Desenvolvimento de processos de produção e avaliação do desempenho de tintas para a construção civil manufaturadas com pigmentos de solos. Tese (Dissertação de mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2015.
- 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, 2019.
- CASTRO, C.D. Estudo da influência das propriedades de diferentes cargas minerais no poder de cobertura de um filme de tinta. 2009. 157 p. Tese 139 (Doutorado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2009.
- GALVÃO, J. L. B., Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Ouro Preto, 2017.
- INMETRO. Programa de análise de produtos. Relatório sobre análise em tintas imobiliárias látex econômicas. Rio de Janeiro, 2008. Disponível em <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/tintasImobiliarias.pdf>. Acesso em 16/10/2019.
- JUNIOR, T. F. SOUZA; MOREIRA, E. B.; HEINECK, K. S. Barragens de contenção de rejeitos de mineração no Brasil, *Holos*, v.5, p. 2-39, 2018.
- LOPES, M. M. S. SILVA, R. C. ALVARENGA, S. A. PEDROTIA, L. G. RIBEIRO, J. C. L. Influence of the incorporation of granite waste on the hiding power and abrasion resistance of soil pigment-based paints, *Construction and Building Materials*, Volume 205, 2019, Pages 463-474.
- MACHADO, M.S. M., Tese de Mestrado, Universidade Federal de Ouro Preto, 2018.
- VITAL, A. M. et al. Uso não agrícola do solo: a tinta de terra como inovação tecnológica e sustentável. *Brazilian Journal of Biosystems Engineering*, v. 12, p.144-151, 2018.