

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

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

Reaproveitamento, Reutilização e

Tratamento de Resíduos

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.