DOI: 10.47094/COBRAMSEG2026.6/112

Reaproveitamento de Rejeito de Barragem de Minério de Ferro em Argamassas: Uma Solução Ecoeficiente para a Gestão de Resíduos

Mateus Vieira Marinho
Engenheiro Civil, Sonda Engenharia Geotécnica, Belo Horizonte, Brasil, mateusvmarinho@hotmail.com

Marcus Vinicius Teixeira Barbosa
Engenheiro Civil, G5 Engenharia, Belo Horizonte, Brasil, marcusbba5@gmail.com

Thais Fernanda Vasconcelos Moreira
Engenheira Civil, Sonda Engenharia Geotécnica, Belo Horizonte, Brasil, vasconcelosm.thais@hotmail.com

Douglas Lins Fernandes Filho
Engenheiro Civil Geotécnico, Coordenador de Laboratório, Sonda Engenharia Geotécnica, Belo Horizonte, Brasil, linsdouglas@outlook.com

RESUMO: A mineração é uma das atividades econômicas mais relevantes no Brasil, porém está associada à geração de grandes volumes de rejeitos. Os recentes desastres envolvendo barragens ressaltaram a necessidade de soluções técnicas para reduzir passivos ambientais, em consonância com a Resolução ANM nº 95/2022, que estabelece prazos e medidas regulatórias para a descaracterização dessas estruturas. Nesse contexto, o reaproveitamento de rejeitos na construção civil surge como estratégia alinhada aos princípios da geotecnia ambiental e da economia circular. Este estudo avalia o potencial de utilização de rejeito de barragem de minério de ferro (RBMF) como material alternativo em argamassas, investigando seus efeitos no desempenho mecânico e suas implicações para a gestão sustentável. Foram analisadas argamassas com substituições graduais de 5%, 10%, 15% e 20% de RBMF em relação à massa total do agregado miúdo (areia natural), com avaliação da resistência à compressão aos 7, 14 e 28 dias. Os resultados indicam que teores moderados de incorporação de RBMF melhoram o desempenho mecânico das argamassas, com destaque para substituições entre 10% e 15%, evidenciando a viabilidade técnica do material. Sob a perspectiva ambiental, o reaproveitamento pode contribuir para reduzir a demanda por agregados naturais e mitigar passivos associados à disposição de rejeitos.

PALAVRAS-CHAVE: Rejeito de barragem de minério de ferro, argamassas, desempenho mecânico, geotecnia ambiental, economia circular.

ABSTRACT: Mining is one of the most relevant economic activities in Brazil; however, it is associated with the generation of large volumes of tailings. Recent dam-related disasters have highlighted the need for technical solutions to reduce environmental liabilities, in accordance with ANM Resolution No. 95/2022, which establishes deadlines and regulatory measures for the decharacterization of these structures. In this context, the reuse of tailings in construction emerges as a strategy aligned with the principles of environmental geotechnics and the circular economy. This study evaluates the potential use of iron ore tailings (IOT) as an alternative material in mortars, investigating its effects on mechanical performance and its implications for sustainable management. Mortars with gradual replacement levels of 5%, 10%, 15%, and 20% of IOT relative to the total mass of fine aggregate (natural sand) were analyzed, with compressive strength evaluated at 7, 14, and 28 days. The results indicate that moderate incorporation levels of IOT improve the mechanical performance of mortars, with emphasis on replacement levels between 10% and 15%, demonstrating the technical feasibility of the material. From an environmental perspective, reuse can contribute to reducing the demand for natural aggregates and mitigating liabilities associated with tailings disposal.

KEYWORDS: Iron ore tailings, mortars, mechanical performance, environmental geotechnics, circular economy.

1 INTRODUÇÃO

A atividade mineradora desempenha papel fundamental no desenvolvimento econômico do Brasil, que se destaca entre os principais produtores e exportadores mundiais de minério de ferro. No ano de 2024, a produção nacional atingiu aproximadamente 447 milhões de toneladas, correspondendo a 18% da produção mundial e representando um aumento de 2,4% em relação ao ano anterior (ANM, 2025). Apesar de sua relevância econômica, o beneficiamento do minério de ferro está associado à geração de grandes volumes de rejeitos, cuja disposição ocorre predominantemente em barragens, estruturas que demandam monitoramento contínuo e apresentam riscos ambientais e sociais significativos (Ramos et al., 2024).

Nos últimos anos, os rompimentos de barragens de rejeitos ocorridos em Mariana (MG), em 2015, e Brumadinho (MG), em 2019, intensificaram o debate técnico e científico sobre a necessidade de aprimorar as práticas de gestão desses resíduos e reduzir a dependência de estruturas de armazenamento convencionais (Santamarina et al., 2019). Esses eventos evidenciaram os riscos associados às barragens de rejeitos e impulsionaram mudanças regulatórias e tecnológicas na indústria da mineração. Em resposta, a Agência Nacional de Mineração (ANM), por meio da Resolução nº 95/2022, consolidou o marco regulatório para a segurança de barragens de mineração no Brasil, estabelecendo prazos para a descaracterização total dessas estruturas (ANM, 2022).

Nesse contexto, a geotecnia ambiental vem se consolidando ao propor soluções capazes de integrar desempenho técnico, segurança e sustentabilidade na gestão de resíduos da mineração. Entre as principais alternativas, destaca-se o reaproveitamento de rejeitos em materiais de construção, estratégia que pode contribuir simultaneamente para a redução de passivos ambientais e para o uso mais eficiente de recursos naturais (Qi e Fourie, 2019; Chao et al., 2024). Pesquisas recentes têm investigado o potencial de utilização de rejeitos como substitutos de agregados naturais em compósitos cimentícios, indicando que sua incorporação pode aprimorar a distribuição granulométrica e o desempenho mecânico, desde que adotadas proporções adequadas de substituição (Amjad et al., 2025; Fajardo et al., 2025; Lara et al., 2025).

Os resultados experimentais utilizados neste estudo foram previamente apresentados na pesquisa conduzida por Santos et al. (2025). No presente trabalho, esses resultados são reinterpretados sob a perspectiva da geotecnia ambiental e da gestão sustentável de resíduos da mineração. Nessa nova abordagem, o reaproveitamento de rejeitos está alinhado com diversos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), em especial o ODS 9 (Indústria, Inovação e Infraestrutura), ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis), ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis) e ODS 13 (Ação Contra a Mudança Global do Clima) (ONU, 2026), evidenciando a contribuição desta pesquisa para o desenvolvimento de soluções mais sustentáveis na construção civil e na gestão de resíduos da mineração.

2 OBJETIVO

Este estudo tem como objetivo investigar o uso do rejeito de barragem de minério de ferro (RBMF), proveniente do rompimento da Barragem do Fundão, em Mariana (MG), como material alternativo na produção de argamassas, com base na análise de seu desempenho mecânico. A proposta busca reduzir a extração de recursos naturais e oferecer uma solução ecoeficiente para a gestão de rejeitos.

3 METODOLOGIA

3.1 Caracterização dos Materiais

Este trabalho apresenta uma reinterpretação dos resultados experimentais obtidos por Santos et al. (2025), sob uma nova abordagem, com foco na geotecnia ambiental e na sustentabilidade. Os materiais utilizados na formulação das argamassas foram rejeito de barragem de minério de ferro (RBMF), areia lavada de rio e cimento Portland CP II E 32, fornecidos pelo Laboratório de Materiais de Construção Civil da Universidade Federal de São João del-Rei.

Para a caracterização do RBMF, foram realizados ensaios de umidade higroscópica de acordo com a NBR 6457 (ABNT, 2024), massa específica dos sólidos conforme a NBR 17212 (ABNT, 2025a) e análise granulométrica por peneiramento e sedimentação, seguindo a NBR 7181 (ABNT, 2025d). Também foram

determinados os limites de liquidez e de plasticidade, conforme as NBR 6459 (ABNT, 2025b) e NBR 7180 (ABNT, 2025c), com o objetivo de avaliar o comportamento do rejeito quanto à consistência e plasticidade.

A areia natural, por sua vez, foi caracterizada quanto à granulometria por meio da NBR 17054 (ABNT, 2022), massa específica de acordo com a NBR 16916 (ABNT, 2021) e teor de umidade superficial conforme a NBR 9775 (ABNT, 2011). Essas normas especificam os métodos de ensaio para agregados miúdos destinados à produção de argamassas de cimento Portland.

3.2 Composição das Argamassas

As argamassas foram produzidas com base em uma amostra de referência normativa composta por uma parte de cimento (624 g) e três partes de areia (1872 g), em massa, mantendo-se constante a relação água/cimento, conforme estabelecido pela NBR 7215 (ABNT, 2025e). A Tabela 1 apresenta o quantitativo de materiais necessário para a moldagem de até seis corpos de prova.

Tabela 1. Quantitativo de materiais proposto pela NBR 7215 (ABNT, 2025e).

Material	Massa (g)
Cimento Portland	624 ± 0,4
Água	300 ± 0,2
Areia normal	
- fração grossa	468 ± 0,3
- fração média grossa	468 ± 0,3
- fração média fina	468 ± 0,3
- fração fina	468 ± 0,3

A amostra normativa é composta por 1872 g de areia, distribuídos em quatro frações granulométricas: grossa, média grossa, média fina e fina. Nesta pesquisa, o RBMF foi incorporado como fração adicional do agregado miúdo, promovendo a substituição parcial e proporcional em todas as frações de areia.

Foram desenvolvidas formulações com teores de substituição de 5%, 10%, 15% e 20% de RBMF em relação à massa total do agregado miúdo. A relação água/cimento foi mantida constante em todas as amostras, permitindo avaliar especificamente a influência da incorporação do rejeito no desempenho das argamassas. A Tabela 2 apresenta em detalhes as formulações adotadas.

Tabela 2. Formulações desenvolvidas por traço (medidas em g)

Traços	Cimento	Água	Areia grossa	Areia média grossa	Areia média fina	Areia fina	RBMF	% RBMF sob Σ agregados
REF	624	300	468	468	468	468	0	0%
R5	624	300	444,6	444,6	444,6	444,6	93,6	5%
R10	624	300	421,2	421,2	421,2	421,2	187,2	10%
R15	624	300	397,8	397,8	397,8	397,8	280,8	15%
R20	624	300	374,4	374,4	374,4	374,4	374,4	20%

3.3 Ensaio de Resistência à Compressão

As amostras foram confeccionadas em corpos de prova cilíndricos (50x100 mm), seguindo as orientações da NBR 7215 (ABNT, 2025e). Para cada formulação, foram produzidos 18 corpos de prova, sendo seis por idade de ruptura. Após 24 horas, os corpos de prova foram desmoldados e submetidos à cura em meio úmido até as idades de ruptura. Os ensaios de resistência à compressão foram realizados aos 7, 14 e 28 dias, com o objetivo de avaliar o desempenho mecânico das argamassas com diferentes teores de RBMF.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Propriedades Físicas dos Materiais

A Tabela 3 apresenta os resultados dos ensaios de caracterização realizados no RBMF e na areia natural.

Tabela 3. Resultados dos ensaios de caracterização do RBMF e da areia natural.

Ensaio	RBMF	Areia natural
Massa específica dos sólidos	3,241 g/cm³	2,575 g/cm³
Umidade higroscópica	0,88 %	0,13 %
Limite de liquidez	28,7 %	NL
Limite de plasticidade	17,9 %	NP
Índice de plasticidade	10,8 %	NP

Nota-se que o RBMF possui massa específica superior à da areia natural. Esse comportamento é consistente com as observações de Fontes et al. (2016), que atribuem a maior densidade do rejeito à sua elevada concentração de ferro. Além de aumentar a densidade aparente, a incorporação do RBMF pode reduzir os níveis de ar presente na mistura, aumentar a demanda de água e contribuir para a melhoria das propriedades mecânicas do compósito.

A Figura 1 apresenta as curvas granulométricas da areia natural, do RBMF e da amostra R20 (composta por 80% de areia e 20% de RBMF).

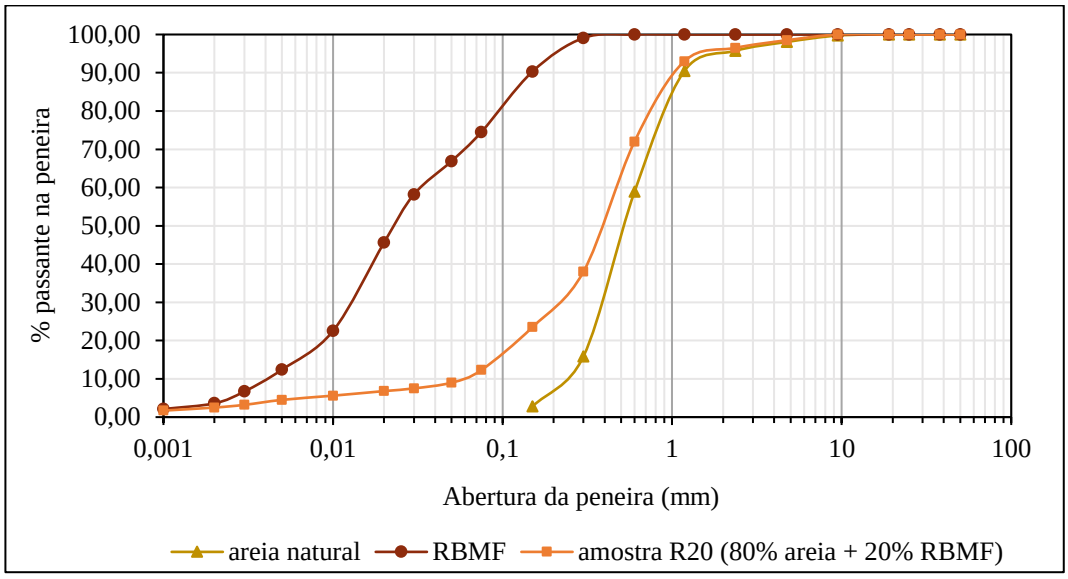


Figura 1. Curvas granulométricas da areia natural, do RBMF e da amostra R20.

A análise granulométrica evidencia diferenças significativas entre a areia natural e o RBMF, permitindo avaliar a distribuição das partículas ao longo de toda a faixa granulométrica e os efeitos da incorporação do rejeito. Para fins comparativos, foi analisada a amostra R20 (80% areia + 20% RBMF), considerada a condição mais representativa por apresentar o maior teor de substituição.

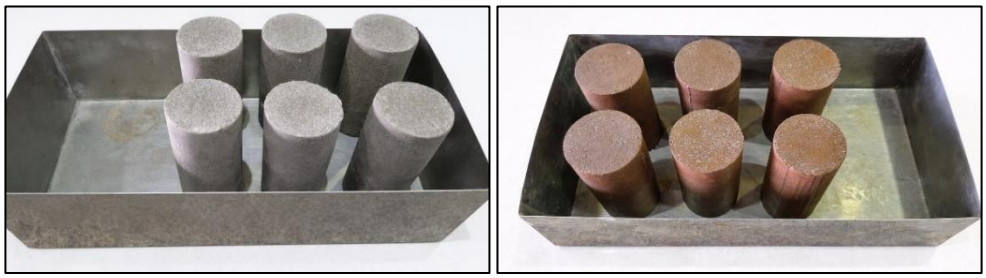
A areia natural apresenta predominância nas frações média fina e média grossa, com ausência de material passante na peneira #200, sendo classificada como uniforme (curva C). O RBMF, por sua vez, apresenta elevada fração fina, com cerca de 75% de material passante na #200, caracterizando material de granulometria contínua (curva A) (Wang et al., 2022; Caputo, 2015).

A amostra R20 apresenta um comportamento intermediário entre os materiais de origem e distribuição granulométrica contínua, com aumento do teor de finos e melhor graduação. Os coeficientes de uniformidade (Cu) e de curvatura (Cc) corroboram essas observações. A areia natural apresentou Cu = 2,67 e Cc = 1,10, caracterizando material uniforme. O RBMF apresentou Cu = 8,21 e Cc = 1,24, indicando ampla distribuição de partículas. A amostra R20 apresentou Cu = 8,58 e Cc = 1,66, evidenciando melhor graduação, com distribuição contínua ao longo da faixa granulométrica.

Essa melhoria granulométrica tende a favorecer o empacotamento das partículas, com redução de vazios pelo efeito filler, contribuindo para o aumento da compacidade e da resistência mecânica (Chang e Chao, 2024; El-Husseiny, 2019).

4.2 Potencial de Aplicação

A incorporação de RBMF na formulação das argamassas conferiu uma coloração avermelhada nos corpos de prova, sendo mais pronunciada nas amostras com maiores teores de substituição, em função da composição química do material. O rejeito proveniente da Barragem do Fundão é predominantemente constituído por óxidos de ferro, responsáveis pela pigmentação característica (Coura, 2018). A Figura 2 compara o aspecto visual entre a amostra de referência e a amostra R20.



(a) (b)

Figura 2. Aspecto visual: (a) amostra de referência; (b) amostra R20.

Essa coloração natural amplia o potencial de aplicação das argamassas em diferentes soluções construtivas, como revestimentos, pavimentações e elementos paisagísticos, dispensando o uso de pigmentos artificiais. Estudos recentes revelam que materiais cimentícios com incorporação de rejeitos ricos em óxidos de ferro podem atuar simultaneamente como material estrutural e elemento estético (Lara et al., 2025).

Sob a perspectiva da geotecnia ambiental, a produção de argamassas pigmentadas por rejeito representa uma solução alinhada ao desenvolvimento de infraestruturas mais sustentáveis e resilientes, além de promover o avanço da economia circular no setor mineral.

4.3 Desempenho Mecânico

A Figura 3 apresenta os resultados de resistência à compressão nas três idades de ruptura.

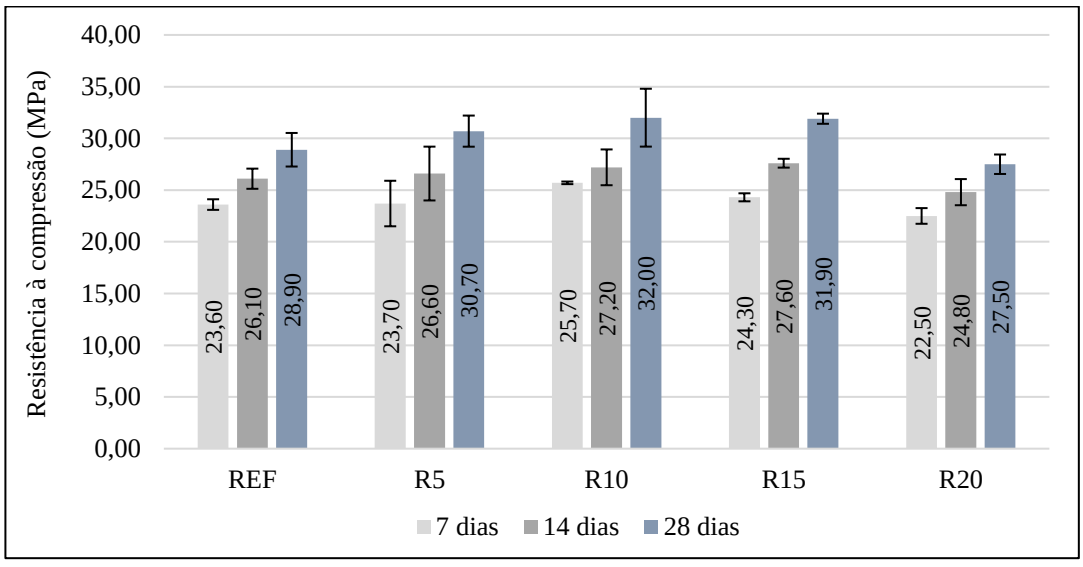


Figura 3. Resistência à compressão das amostras.

A Tabela 4 resume os valores de resistência à compressão obtidos nos ensaios, bem como o ganho de resistência ao longo das idades analisadas.

Tabela 4. Resultados obtidos no ensaio de resistência à compressão.

Amostra	Resistência média à compressão (MPa)			Ganho de resistência mecânica (%)		
	7 dias	14 dias	28 dias	7 - 14	14 - 28	7 - 28
REF	23,6	26,1	28,9	10,59	10,73	22,46
R5	23,7	26,6	30,7	12,24	15,41	29,54
R10	25,7	27,2	32,0	5,84	17,65	24,51
R15	24,3	27,6	31,9	13,58	15,58	31,28
R20	22,5	24,8	27,5	10,22	10,89	22,22

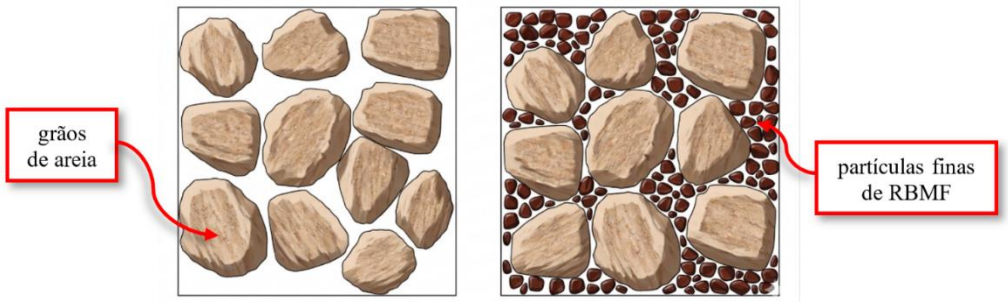
Os resultados indicam que a incorporação de RBMF influenciou diretamente o desempenho mecânico das argamassas, com variações em função do teor de substituição. De modo geral, as amostras com menores teores (R5, R10 e R15) apresentaram desempenho semelhante ou superior à amostra de referência, especialmente nas idades mais avançadas.

Aos 7 dias, os valores de resistência variaram entre 22,5 MPa (R20) e 25,7 MPa (R10), com destaque para a amostra R10, que obteve o maior valor entre as amostras. Observa-se uma tendência de crescimento da resistência para todas as amostras aos 14 dias. Nessa idade, as amostras com RBMF mantêm desempenho equivalente ou superior à referência, demonstrando comportamento consistente ao longo do processo de cura.

Ao final do período de cura (28 dias), as amostras R10 e R15 alcançaram os maiores valores de resistência, de 32,0 MPa e 31,9 MPa, respectivamente, superando a amostra de referência. Por outro lado, a amostra R20 apresentou redução na resistência (27,5 MPa), indicando que teores elevados de substituição podem comprometer o desempenho mecânico.

Esse comportamento pode ser explicado pelo efeito de preenchimento (filler) promovido pelas partículas finas do RBMF, que contribuem para a melhoria do empacotamento granular e redução dos vazios na matriz cimentícia. Como consequência, há aumento da compacidade e da resistência mecânica, conforme relatado por Amjad et al. (2025).

A Figura 4 ilustra esse efeito, no qual é possível observar que a incorporação de partículas finas do RBMF promove o preenchimento dos vazios entre os grãos maiores da areia natural, resultando em uma estrutura mais densa.



(a) (b)

Figura 4. Representação do efeito filler: (a) estrutura com partículas grossas e presença de vazios; (b) preenchimento dos vazios por partículas finas.

O ganho de resistência ao longo do tempo foi progressivo em todas as amostras, com destaque para a R15, que registrou o maior ganho acumulado entre 7 e 28 dias (31,28%). Essa amostra apresentou o melhor equilíbrio entre desempenho mecânico e reaproveitamento de resíduo, evidenciando seu potencial ambiental.

5 CONCLUSÃO

Este estudo investigou o uso do RBMF proveniente do rompimento da Barragem do Fundão, em Mariana (MG), como material alternativo na produção de argamassas de cimento Portland. Os resultados demonstram a viabilidade técnica do RBMF como substituto parcial da areia, especialmente em teores moderados de incorporação. As amostras com substituições entre 5% e 15% obtiveram desempenho mecânico superior à amostra de referência, evidenciando o potencial do material em aplicações construtivas.

A amostra R15, em particular, destacou-se por apresentar o melhor equilíbrio entre desempenho mecânico e reaproveitamento de resíduo, configurando-se como a condição mais eficiente entre as amostras analisadas.

Sob a perspectiva da geotecnia ambiental, os resultados indicam que o reaproveitamento de RBMF em argamassas representa uma alternativa ambientalmente promissora, contribuindo para a redução da demanda por agregados naturais e para a mitigação de passivos associados à disposição de rejeitos.

Além de avaliar o potencial técnico do RBMF como insumo para a construção civil, o estudo reforça a importância da reutilização sustentável de resíduos de mineração, alinhando-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e às práticas ESG (Environmental, Social and Governance), ao promover o avanço da economia circular no setor mineral.

A realização de ensaios de lixiviação não foi contemplada neste estudo, uma vez que o foco esteve direcionado à avaliação do desempenho mecânico das argamassas. No entanto, a composição química do RBMF, predominantemente constituída por óxidos de ferro e sílica, indica baixa solubilidade e reduzido potencial de mobilização de contaminantes. Além disso, a incorporação do rejeito em matriz cimentícia promove o encapsulamento das partículas finas, reduzindo a exposição ao meio e, consequentemente, a possibilidade de lixiviação de eventuais constituintes. Recomenda-se, para trabalhos futuros, a realização de ensaios de solubilização, a fim de ampliar a confiabilidade de aplicação do RBMF em larga escala.

AGRADECIMENTOS

Expressamos nossa gratidão, primeiramente, a Deus, pela força, sabedoria e perseverança ao longo do desenvolvimento deste trabalho. Agradecemos à equipe técnica do Laboratório de Materiais de Construção Civil da Universidade Federal de São João del-Rei por fornecer os subsídios e materiais necessários para a elaboração deste trabalho. Estendemos nossos agradecimentos à Sonda Engenharia Geotécnica pelo apoio prestado na revisão técnica dos resultados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agência Nacional de Mineração (ANM). (2022). *Resolução ANM nº 95, de 07 de fevereiro de 2022*. Disponível em:<https://www.gov.br/anm/pt-br/assuntos/barragens/legislacao/resolucao-no-95-2022.pdf/view>. Acesso em: 09 de jan. de 2026.

Agência Nacional de Mineração (ANM). (2025). *Sumário Mineral 2025: Ano-Base 2024.* Superintendência de Regulação Econômica e Governança Regulatória. Disponível em: <https://www.gov.br/anm/pt-br/assuntos/economia-mineral/publicacoes/sumario-mineral>. Acesso em: 09 de jan. de 2026.

Amjad, H.; Abd-Elaal, E. S.; Ma, X.; Benn, T.; & Fisher, M. (2025). A critical review of iron ore tailings as cement and aggregate substitutes for robust infrastructure: Mechanical, durability, eco-economic, and social impacts. *Journal of Cleaner Production*, 492, 144853. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2025.144853

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). (2011). NBR 9775: *Agregado miúdo - Determinação do teor de umidade superficial por meio do frasco de Chapman - Método de ensaio*. Rio de Janeiro, RJ.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). (2021). NBR 16916: *Agregado miúdo - Determinação da densidade e da absorção de água*. Rio de Janeiro, RJ.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). (2022). NBR 17054: *Agregados - Determinação da composição granulométrica - Método de ensaio*. Rio de Janeiro, RJ.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). (2024). NBR 6457: *Solos - Preparação de amostras para ensaios de compactação, caracterização e determinação do teor de umidade.* Rio de Janeiro, RJ.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). (2025a). NBR 17212: *Solos - Determinação da massa específica dos sólidos da fração passante na peneira com abertura de 2,0 mm.* Rio de Janeiro, RJ.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). (2025b). NBR 6459: *Solo - Determinação do limite de liquidez.* Rio de Janeiro, RJ.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). (2025c). NBR 7180: *Solo - Determinação do limite de plasticidade.* Rio de Janeiro, RJ.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). (2025d). NBR 7181: *Solo - Análise granulométrica.* Rio de Janeiro, RJ.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). (2025e). NBR 7215: *Cimento Portland - Determinação da resistência à compressão de corpos de prova cilíndricos*. Rio de Janeiro, RJ.

Caputo, H. P.; & Caputo, A. N. (2015). *Mecânica dos solos e suas aplicações: Fundamentos* (7ª ed.). Rio de Janeiro: LTC, 2015.

Chang, C. S.; & Chao, J. (2024). A review of particle packing models and their applications to characterize properties of sand-silt mixtures. *Geotechnics*, 4, 1124–1139. https://doi.org/10.3390/geotechnics4040057

Chao, X.; Han, C.; Shao, C.; Wang, C.; Wen, P.; & Wang, C. (2024). Recent advances in properties and application progress of cement-based materials with iron tailing. *Sustainability*, 16, 10631. https://doi.org/10.3390/su162310631

Coura, I. R. (2018). *Avaliação do processamento de compósitos baseados em polietileno de alta densidade e rejeito de mineração de ferro*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação Multicêntrico em Química, Departamento de Química, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG). Disponível em: <https://sig.cefetmg.br/sigaa/verArquivo?idArquivo=2365408&key=f48e35d9cd70051c8176201bc7248747>. Acesso em: 05 de jan. de 2026.

El-Husseiny, A. (2019). Improved packing model for functionally graded sand-fines mixtures - Incorporation of fines cohesive packing behavior. *Applied Sciences*, 10, 562. http://dx.doi.org/10.3390/app10020562

Fajardo, A. A.; Souza, S. R.; Prado, D. F. do; Macedo, J. G. de; Lanna, V. F.; Aguilar, M. T. P.; Garcia, D. C. S.; Barbosa, M. T. G.; Almeida, F. do C. R.; & Santos, W. J. dos. (2025). Evaluation of high-strength cementitious composite with iron ore tailing and gneiss waste as mineral admixture. *Ambiente Construído*, v. 25, e145457, ISSN 1678-8621. http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212025000100915

Fontes, W. C.; Mendes, J. C.; Silva, S. N.; & Peixoto, R. A. F. (2016). Mortars for laying and coating produced with iron ore tailings from tailing dams. *Construction and Building Materials*, 112, 988-995. http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.03.027

Lara, L. F. S.; Resende, L.; & Bezerra, A. C. S. (2025). Inovação sustentável: Rejeito de minério de ferro para produção de mobiliário urbano. In *IX Encontro Nacional de Aproveitamento de Resíduos na Construção - ENARC*, Belo Horizonte. v. 9, p. 1-7. https://doi.org/10.46421/enarc.v9i1.7396

Organização das Nações Unidas (ONU). (2026). Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em 09 de jan. de 2026.

Qi, C.; & Fourie, A. (2019). Cemented paste backfill for mineral tailings management: Review and future perspectives. *Minerals Engineering*, 144, 106025. https://doi.org/10.1016/j.mineng.2019.106025

Ramos, L. T. S.; Azevedo, R. C.; Bezerra, A. C. S.; Amaral, L. M.; & Oliveira, R. D. (2024). Iron ore tailings as a new product: A review-based analysis of its potential incorporation capacity by the construction sector. *Cleaner Waste Systems*, 7, 100137. https://doi.org/10.1016/j.clwas.2024.100137

Santamarina, J. C.; Torres-Cruz, L. A.; & Bachus, R. C. (2019). Why coal ash and tailings dam disasters occur. *Science*, 364, 526-528. https://doi.org/10.1126/science.aax1927

Santos, A. R.; Marinho, M. V.; Marques, V. R.; Mattos, E. L. S.; & Faria, A. C. (2025). Argamassas de cimento portland utilizando rejeito de barragem de minério de ferro como substituto parcial das frações de areia. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, v. 19, p. 1-17, e011969. https://doi.org/10.24857/rgsa.v19n4-077

Wang, Y.; He, Y.; Zhan, J.; & Li, Z. (2022). Identification of soil particle size distribution in different sedimentary environments at river basin scale by fractal dimension. *Scientific Reports*, 12, 10960. https://doi.org/10.1038/s41598-022-15141-6