

# Perspectivas para o reaproveitamento de rejeitos da mineração de ferro como materiais de construção

Luana Caetano Rocha de Andrade  
Universidade Federal do Triângulo Mineiro

Eduardo Antonio Gomes Marques  
Universidade Federal de Viçosa

Ricardo André Fiorotti Peixoto  
Universidade Federal de Ouro Preto

## Resumo

Fatores como aumento da demanda mundial por minério de ferro, decréscimo da qualidade do minério extraído e uma maior consideração sobre os impactos associados à disposição final de rejeitos têm motivado estudos que visam o reaproveitamento dos materiais contidos em barragens de rejeito da mineração de ferro. Neste cenário, o presente trabalho tem como objetivo avaliar as perspectivas para o reaproveitamento de rejeitos da mineração de ferro como materiais de construção alternativos. Para tanto, apresenta-se a caracterização granulométrica e química de rejeitos da mineração de ferro do Quadrilátero Ferrífero, coletadas em três barragens, estabelecendo-se um paralelo com as características normalmente exigidas para alguns materiais na construção civil. Os resultados apontam que os rejeitos exibem características e propriedades semelhantes às requeridas para diferentes materiais de construção no Brasil. Os principais usos avaliados foram a incorporação no cimento, fabricação de concretos, argamassas e cerâmicas e utilização em obras de pavimentação, tendo sido constatado um cenário bastante propício para aplicação dos rejeitos da mineração de ferro como materiais da construção civil.

**Palavras-chave:** rejeitos da mineração de ferro; reaproveitamento; materiais de construção.

## Abstract:

*The increasing global demand for iron ore, in addition to a reduction in ore content and increasing attention to environmental impacts associated with the ore waste disposal have motivated studies about the reutilization of materials from tailings dams. In this context, this work aims to evaluate some existing alternatives to reuse tailings from iron mines as materials for civil construction. To accomplish this objective, a chemical composition and particle size distribution of different tailings was determined. This determination was done through laser particle size and X-ray microfluorescence analysis of material collected on three tailings dams within the Quadrilátero Ferrífero. The results show that the tailings have characteristics similar to some materials currently used in civil construction in Brazil. Based on these parameters, it was found that waste from these tailing dams could be incorporated to cement, concrete, mortar, ceramics and paving works. Therefore, the results of this work indicate that waste from iron ore mines is suitable to be used as material for civil construction, though, more studies are necessary.*

**Key-Words:** iron ore; tailings dams; construction materials..

luana@icte.ufm.edu.br  
emarques@ufv.br  
ricardofiorotti@em.ufop.br

## Introdução

Atualmente, o ferro ocupa o primeiro lugar na lista de exportações dentre os minerais explorados em território brasileiro, sendo responsável por, aproximadamente, 80% das rendas geradas pela exportação de minérios no país (IBRAM, 2012). Segundo o Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS, 2014) a produção de minério de ferro no Brasil foi estimada em 398 milhões de toneladas em 2013, equivalente a 13,5% do total global. Este número coloca o Brasil entre os maiores produtores de ferro do mundo, comparado somente à China e à Austrália. No que diz respeito às reservas de minério de ferro, o Brasil, com reservas estimadas em 31 bilhões de toneladas, fica atrás somente da Austrália, com 35 bilhões de toneladas (USGS, 2014).

A despeito da enorme importância da extração do minério de ferro para a economia brasileira e para sociedade moderna, esta atividade contribui também para inúmeros impactos ambientais negativos que são, muitas vezes, irreversíveis. Um dos principais aspectos ambientais relacionados à extração do ferro é o gerenciamento das grandes quantidades de rejeitos advindas do processo de beneficiamento do minério, para os quais a principal forma de disposição final é a barragem de rejeito.

Na maioria dos casos, o objetivo básico de uma barragem de rejeito é receber e armazenar os resíduos sólidos e efluentes advindos da usina de beneficiamento, sem afetar a estrutura e a funcionalidade do sistema fluvial. Entretanto, tais barragens ocupam grandes áreas e dão origem a inúmeros impactos ambientais aos meios físico, biológico e de ecossistemas naturais e socioeconômico de seu entorno. Além dos impactos ambientais associados a estas barragens, o risco de catástrofes, como um rompimento repentino, vêm despertando cada vez mais a preocupação dos órgãos ambientais e comunidades locais no Brasil e no exterior.

Eventos recentes de rompimentos de barragens de rejeito exemplificam o grande risco inerente a estas estruturas. Em agosto em 2014, um desastre com uma barragem da empresa mineradora Imperial Metals Corp. na mina Mount Polley despejou 5 milhões de metros cúbicos de rejeitos da exploração de cobre e ouro nos cursos d'água Hazeltine e Cariboo, na província de British Columbia no Canadá, causando inúmeros impactos ambientais e afetando mais de 300 residências (BAKER et al., 2014).

No Brasil, em setembro de 2014, o rompimento de uma barragem de rejeito da mineração Herculano na mina de exploração de ferro Retiro do Sapecado no Quadrilátero Ferrífero/MG deixou mortos e feridos. Além disso, causou prejuízos econômicos e impactos ambientais na bacia hidrográfica do rio das Velhas, de onde é retirada a água que abastece a região metropolitana de Belo Horizonte/MG (CRUZ, 2014).

Ainda mais recente, em novembro de 2015, presenciou-se o rompimento da barragem de rejeito de Fundão, da mineradora Samarco, também no Quadrilátero Ferrífero/MG. Neste evento, foram lançados aproximadamente 60 milhões de metros cúbicos de rejeito da mineração de ferro no rio Gualaxo do Norte, afluente do Rio Doce. Além de mortes e prejuízos econômicos, este acidente causou graves impactos ambientais na bacia hidrográfica do Rio Doce, afetando dezenas de cidades na região leste de Minas Gerais até o litoral do Espírito Santo (D'AGOSTINO, 2015).

Devido ao fato de, por muitos anos, terem sido extraídos minérios de alto teor que foram beneficiados por técnicas com baixa eficiência, atualmente, é possível encontrar materiais em barragens de rejeito que superam o teor de ferro dos minérios extraídos por algumas empresas de mineração no Brasil. Diante do exposto, é de grande relevância que sejam estudadas alternativas de reaproveitamento para os rejeitos contidos nas barragens, principalmente para aquelas que se encontram inativas.

Os usos alternativos para os resíduos de barragens de rejeito estão diretamente ligados à sua composição, sendo determinante que se proceda ao levantamento de suas propriedades visando seu reaproveitamento. Coelho (2008), analisando a utilização de rejeitos de uma mina de ferro do Quadrilátero Ferrífero, constatou que os rejeitos da mineração de ferro constituem materiais potencialmente interessantes para a construção civil, desde que atendidas às premissas de melhoria de suas propriedades geotécnicas. Desta forma, os rejeitos da mineração de ferro podem ter usos diversos na construção civil.

As características químicas destes resíduos, por exemplo, são muito próximas às requeridas para fabricação de produtos de cerâmica. A fabricação de pavimento e substituição dos agregados para concreto são também opções para as quais a composição química não é muito rigorosa, tendo maior importância a granulometria e a resistência do material, e podem ser avaliados para utilização na construção civil. Por fim, entre outros usos, pode-se avaliar a aplicação dos rejeitos para fabricação do cimento, uma vez que o alto teor de ferro no cimento pode eliminar a incorporação do ferro em pó no cimento convencional (ZHANG et al., 2006).

Neste sentido, o presente trabalho tem como objetivo apresentar algumas perspectivas para o reaproveitamento de rejeitos, contidos em barragens de rejeitos inativas da mineração de ferro do Quadrilátero Ferrífero, como materiais alternativos da construção civil, tendo como base suas características químicas e granulométricas.

### Panorama geral das áreas de estudo

Foram consideradas áreas de estudo do presente trabalho três barragens de rejeito inativas do Quadrilátero Ferrífero, denominadas F1, F2 e F3, que são classificadas como classe III (alto risco ambiental), segundo classificação exposta na Deliberação Normativa COPAM n. 87/05 do Estado de Minas Gerais. Tais barragens localizam-se na bacia do rio das Velhas, próximas a centros urbanos relevantes, como, por exemplo, Conselheiro Lafaiete, Ouro Preto, Mariana, Itabirito e Belo Horizonte.

Estas barragens são compostas, praticamente, por rejeitos advindos do beneficiamento do itabirito e hematita, principais minérios de ferro do Quadrilátero Ferrífero. Estes minérios apresentam teor de ferro em torno de 50% e 60%, respectivamente, e originam rejeitos compostos, em sua grande, por sílica (SiO<sub>2</sub>) e óxidos de ferro remanescentes.

As barragens F1 e F2 entraram em operação em 1978 e 1988, respectivamente, e tiveram vida útil de aproximadamente dez anos. Atualmente, estão praticamente secas superficialmente, apenas com a formação de um pequeno espelho d'água na área da barragem F1, devido à presença de nascentes e de água proveniente da drenagem de águas pluviais. Já a barragem F3, que foi construída no ano de 1999, também com vida útil aproximada de dez anos, apresenta maior quantidade de água, com a formação de um lago na parte mais distante do corpo da barragem. Imagens destas barragens podem ser visualizadas na Figura 1 e informações técnicas destas barragens são apresentadas na Tabela 1.

Figura 1 (a) Praia formada pela barragem F1, com pequeno lago ao fundo. (b) Praia formada pela barragem F2. (c) Praia formada pela barragem F3.

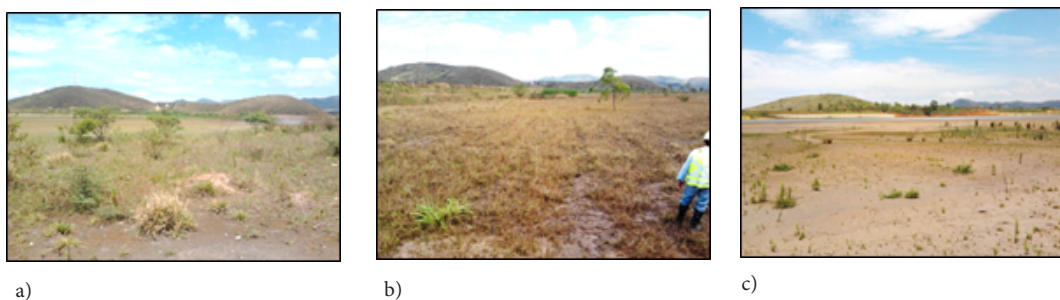


Tabela 1 Ainda que inativas estas barragens em estudo são fontes de relevantes impactos ambientais negativos, podendo-se salientar:

Barragem de rejeito	Altura da barragem (m)	Área atual da barragem (ha)	Volume Final do Reservatório da Barragem (m <sup>3</sup> )
F1	93	35	26.000.000
F2	88	45	24.000.000
F3	74	105	27.000.000

Ainda que inativas estas barragens em estudo são fontes de relevantes impactos ambientais negativos, podendo-se salientar:

- ✓ Impactos ao meio físico: alteração da paisagem, alteração da dinâmica hídrica e superficial, alteração da qualidade do ar e alteração da qualidade superficial e subterrânea;
- ✓ Impactos ao meio biológico e de ecossistemas naturais: alteração na dinâmica de ecossistemas aquáticos e alteração do metabolismo da vegetação do entorno; e
- ✓ Impactos ao meio socioeconômico: geração de riscos e incômodos decorrentes da presença do empreendimento.

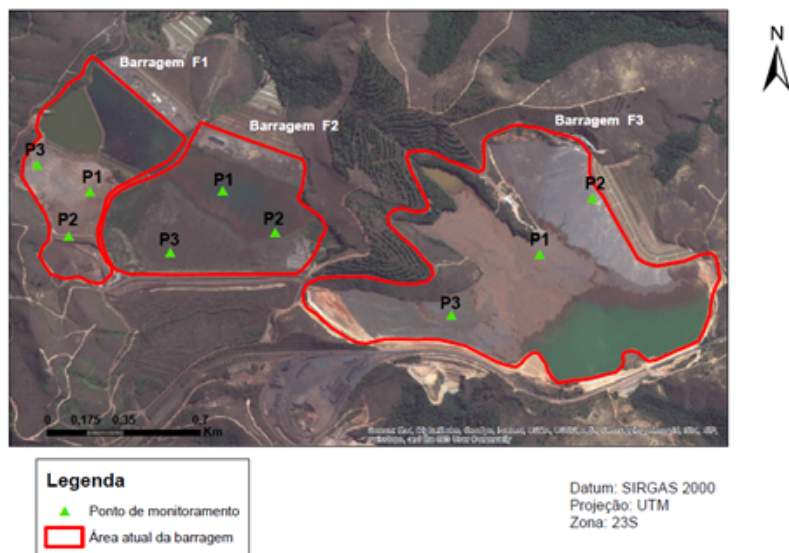
Desta forma, pode-se observar que a liberação das áreas ocupadas por estas barragens é de grande relevância. Além da existência dos impactos supracitados, há ainda nesta região uma alta demanda por áreas, devido à presença de grande quantidade de minério de ferro em seu subsolo. A estimativa é que ainda seja extraído minério de ferro por setenta anos no complexo minerário em que estas barragens estão inseridas. Tal fato é preocupante, uma vez que as áreas para construção de barragens e pilhas de estéril na região estão se esgotando. A liberação da área de barragem F3 tem importância, ainda, por se tratar de uma área localizada a montante de núcleos populacionais, o que aumenta o risco associado a esta estrutura.

O panorama apresentado, apesar de específico, demonstra uma realidade bastante frequente nos sítios de exploração de minério de ferro: enormes extensões de áreas ocupadas por barragens de rejeitos e necessidade cada vez maior de áreas para armazenamento de rejeitos e material estéril, em função da redução dos teores.

### Metodologia para caracterização química e granulométrica dos rejeitos

Para obtenção das características químicas e granulométricas dos rejeitos foi analisado o material contido nas barragens F1, F2 e F3 anteriormente apresentadas. Para tanto, em cada barragem foram coletadas amostras em três pontos a 40 cm de profundidade, distribuídos de forma a abranger toda a área das barragens conforme pode ser observado na Figura 2. A fim de se constituir uma amostra representativa dos rejeitos ali contidos, as amostras obtidas em cada barragem foram homogeneizadas, obtendo-se apenas uma amostra composta por barragem, chamadas de amostras F1, F2 e F3.

Figura 2 Pontos de coleta nas barragens F1, F2 e F3.



Para identificação e quantificação dos componentes químicos presentes nas amostras procedeu-se à análise semi-quantitativa dos óxidos pelo método espectrométrico de microfluorescência de raios-X de comprimento de onda dispersivo ( $\mu$ EDX). A detecção de óxidos por este método se dá por meio da aplicação de raios-X na superfície da amostra e a posterior análise da fluorescência dos raios-X emitidos quando os íons contidos na amostra voltam ao seu estado fundamental.

Esta análise foi realizada no laboratório de Geoquímica do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa (UFV). As amostras, previamente preparadas e colocadas no formato de pastilhas prensadas, foram inseridas em um espectrômetro de microfluorescência de raios-X por energia dispersiva da marca Shimadzu, modelo  $\mu$ EDX-1300, utilizando a calibração de fábrica do instrumento. As condições instrumentais de medida utilizadas são apresentadas na Tabela 1.

A caracterização granulométrica dos rejeitos foi realizada pelo método de granulometria a laser, bastante indicado para determinação da granulometria de materiais com diâmetros de partícula inferiores à 500  $\mu$ m. Para tanto, foi utilizado um analisador de tamanho de partículas, marca CILAS, modelo 1090, empregando como meio água destilada, com tempo de dispersão de 60 segundos e detergente neutro como dispersante. Para cada análise foram inseridos no equipamento, aproximadamente 5 g de material, procedendo-se à leitura em uma faixa de 0,04 a 500  $\mu$ m. Esta análise foi realizada no laboratório de Ensaios Não Destrutivos do Departamento de Engenharia de Materiais do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG). Com base nos dados de granulometria pode-se determinar as frações de areia (0,075 a 2,0 mm) e silte-argila (<0,075 mm) presentes nos rejeitos, de acordo com a norma ASTM D 3282/04.

Tabela 3 Condições de operação para análise no  $\mu$ EDX.

Característica	Condição
Tubo de raios-X	Alvo de Ródio
Detector	Si(Li)
Distância de trabalho da amostra	1.5 mm
Resfriamento	N <sub>2</sub> líquido (-185°C)
Diâmetro analisado (irradiado)	50 $\mu$ m
Região espectral analisada	0.00–20.475; 0-40.950 keV
Pontos por espectro	4096 pontos
Atmosfera de medida	Ar atmosférico
Tensão elétrica	15 e 50 kV
Corrente elétrica (fixo)	100 e 25 $\mu$ A auto (25 % Dead time)
Tempo de medida ( <i>real time</i> )	300 s ponto <sup>-1</sup>
Método de quantificação	FP (Na-Sc e Ti-U)

### Caracterização química e granulométrica de rejeitos da mineração de ferro

Os resultados semi-quantitativos dos compostos químicos presentes nos rejeitos em análise são apresentados na Tabela 2.

Tabela 4 Resultados semi-quantitativos da fluorescência de raios-X (% em peso)

	Teor de Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	Teor de SiO <sub>2</sub> (%)	Teor de Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	Outros Óxidos (%)
<b>F1</b>	49,4869	44,4764	5,4921	0,5446
<b>F2</b>	33,9238	59,9638	5,6312	0,4812
<b>F3</b>	36,2726	58,1332	5,0096	0,5846

Por meio da fluorescência de raios-X pode-se verificar que a constituição básica dos rejeitos analisados é de óxidos de ferro, óxidos de silício e óxidos de alumínio. Nota-se uma distribuição bastante semelhante destes óxidos nas amostras F1, F2 e F3, que se deve ao fato destes rejeitos serem provenientes de minérios de ferro da mesma região, beneficiados por meio de processos semelhantes e, ainda, por estarem na mesma profundidade de coleta.

A presença de óxidos de alumínio nos rejeitos analisados é explicada pela geologia da região, rica em filitos com aluminossilicatos em sua composição, e pela possibilidade de haver a substituição isomórfica do ferro pelo alumínio nos óxidos de ferro. Segundo Gomes (2009), de uma forma geral, os óxidos de alumínio aumentam de teor nas frações mais finas dos rejeitos, o que significa que provavelmente estão associados às frações silte e argila.

Analisando-se resultados apresentados por Wolff (2009), em estudo realizado para determinação do teor total de ferro de rejeitos de minério de ferro de minas da VALE, por meio de análise de Espectrometria de Emissão Óptica com Plasma Indutivamente Acoplado (ICP-OES), observam-se concentrações que variam de 44,3 a 64,0%, em rejeitos de nove minas diferentes, conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 Resultados de análises teor de ferro total de diferentes amostras de rejeito de minério de ferro de minas da VALE.

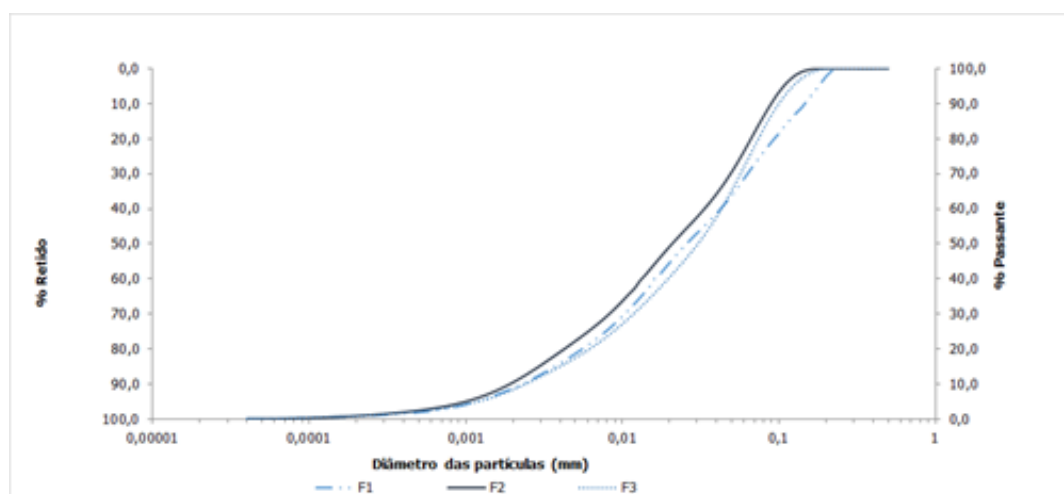
Amostra	Fe %
-	
1	44,8
2	56,3
3	46,5
4	44,3
5	45,6
6	53,4
7	51,8
8	48,6
9	64,0

Fonte: Wolff, 2009 (adaptado)

Gomes et al. (2011), também em caracterização dos finos de uma barragem de rejeito da mineração de ferro do Quadrilátero Ferrífero/MG, encontrou teores médios de 48,08% de  $Fe_2O_3$ , 20,58% de  $SiO_2$  e 3,16% de  $Al_2O_3$ , valores próximos aos resultados apresentados na Tabela 1. Acredita-se, portanto, a alta concentração de óxidos de ferro seja uma realidade em muitas barragens de rejeito da mineração de ferro já encerradas no Brasil, principalmente no Quadrilátero Ferrífero, onde grande quantidade de minérios com altos teores de ferro já foram extraídos e beneficiados por processos pouco eficazes.

A Figura 3 apresenta as curvas granulométricas dos rejeitos analisados obtidas pela granulometria a laser.

Figura 3 Curvas granulométricas dos rejeitos das barragens F1, F2 e F3.





Com base na análise granulométrica constatou-se que os rejeitos em questão são materiais bastante finos. A Tabela 3 apresenta a proporção de areia e materiais finos (silte e argila) presentes nas amostras analisadas.

Tabela 5 Percentual de areia e materiais finos (silte e argila) presentes nas amostras analisadas.

	<b>Percentual em peso de areia (0,075 a 2,0 mm)</b>	<b>Percentual em peso de silte e argila (&lt;0,075 mm)</b>
F1	25,48%	74,52%
F2	15,72%	84,28%
F3	19,71%	80,29%

### Perspectivas de reaproveitamento dos rejeitos como materiais de construção

No que diz respeito ao reaproveitamento dos rejeitos, as características químicas das amostras analisadas demonstram grande potencial tanto para o retorno de parte do material como produto da mineração de ferro, quanto para a aplicação na construção civil. Isto se deve ao alto percentual de óxidos de ferro e óxidos de silício encontrados. Entretanto, é de fundamental importância que a composição química esteja associada à granulometria e outras propriedades físicas e mecânicas dos rejeitos, para que se possa melhor avaliar a aplicação destes materiais na construção civil, bem como indicar melhor rota para o reprocessamento destes rejeitos.

Apesar de ser necessário se conhecer as demais propriedades do material, é possível afirmar que, de acordo com granulometria das partículas, os usos que mais se adequam ao perfil dos rejeitos analisados estão relacionados à:

- ✓ Incorporação ao cimento Portland;
- ✓ Produção de argamassas, concreto e materiais cerâmicos e
- ✓ Utilização em obras de infraestrutura de pavimentos para rodovias.

Analisando a incorporação de rejeitos ao cimento Portland e a utilização para fabricação de argamassas e concretos, a presença de óxidos de ferro é esteticamente indesejável, pois dá coloração avermelhada a estes materiais. Além disso, em grandes quantidades, pelo efeito da dilatação, podem influenciar no aparecimento de trincas e rachaduras. Entretanto, em pequenas porcentagens, podem ser úteis devido ao papel fundente e melhorar as propriedades dos materiais (BAUER, 2012).

A presença de grande quantidade de óxidos de ferro também pode inviabilizar a substituição, em grande escala, das argilas dos materiais cerâmicos. Entretanto, os rejeitos, ricos em óxidos de ferro, quando incorporados em pequenas quantidades nestes materiais cerâmicos, podem contribuir de maneira significativa com a queima destes materiais e manutenção da temperatura durante o resfriamento, evitando problemas e defeitos nas peças, e, ainda economizando energia nos fornos.

A presença de óxidos de ferro em agregados para fabricação de concreto, dá origem à concretos de alta densidade e resistência, também chamados de concretos pesados, podendo este ser um uso bastante nobre para os rejeitos da mineração de ferro. Tais concretos são destinados à absorção de radiação em usinas nucleares como escudos biológicos ou blindagens (ZHAO et al., 2014).

O elevado teor de finos encontrado nos rejeitos analisados (F=74,52%; F2=84,28%; e F3=80,29%) é indesejável quando se trata do uso como agregado para concreto. A norma da ABNT NBR 7211/09, que apresenta as especificações de agregados para concreto, estabelece que o material a ser utilizado para devido fim deve apresentar um valor máximo de material com diâmetro inferior a 0,075 mm, também denominado material pulverulento, entre 3 a 5%, dependendo da finalidade do concreto.

Um teor elevado de finos, contudo, é desejável para utilização como aditivo no concreto conforme preconizado por Bauer (2012) e Juenger et al. (2011); para fabricação de argamassas, uso testado por Aristimunho & Bertocini (2012) e Fontes et al. (2014); incorporação em materiais cerâmicos conforme resultados de Silva (2014), Chen et al. (2011), Souza et al. (2008), Vieira et al. (2006), Chaves (2009) e Nociti (2011); e utilização como filer para concentrados asfálticos conforme proposto por Bauer (2012) e Silva (2010). Além dos usos apresentados, vale ressaltar que estes materiais na forma bruta podem ter diferentes usos em obras de pavimentação.

Segundo Costa et al. (2014) a resistência característica à compressão dos bloquetes produzidos com rejeito da mineração de ferro apresentaram valores muito próximos às obtidas na produção de referência da indústria, constituindo-se aceno favorável para o desenvolvimento desta tecnologia.

Silva (2014) avaliou a aplicação de rejeitos da mineração de ferro para produção de pavers – blocos de concreto para pavimentação. A adição de rejeitos finos de concentração de minério de ferro pode dificultar a desmoldagem dos blocos de concreto quando utilizados como agregados, mas melhoram a resistência do material. Além disso, a adição dos rejeitos aos blocos de concreto não representa risco ao meio ambiente, quando submetidos às intempéries, fato comprovado por meio de ensaio de lixiviação.

Avaliando resíduos da mineração de ferro na produção de elementos de concreto para pavimentação, Toffolo et al. (2014) também encontraram resultados satisfatórios. O estudo comparativo das características físicas e mecânicas de blocos de concreto para pavimentação fabricados com substituição dos agregados artificiais pelos agregados naturais, em dosagens específicas, indica bons resultados de resistência à compressão, expansibilidade, absorção de água e aponta a viabilidade do emprego de agregados artificiais provenientes da reciclagem do rejeito de mineração para a fabricação destes blocos.

## Conclusões

O reaproveitamento de rejeitos da mineração de ferro é uma questão de grande relevância, principalmente no que diz respeito à redução de áreas impactadas e reaproveitamento de materiais que irão reduzir a demanda por recursos naturais primários. Neste contexto, o estudo realizado demonstrou a possibilidade, de um ponto de vista geral, de reaproveitamento dos rejeitos de barragens de mineração de ferro em um segmento em amplo crescimento, que é o caso da construção civil.

As análises apresentadas demonstram rejeitos de diferentes barragens com características químicas e granulométricas bastante semelhantes: grandes quantidades de óxidos de ferro e silício e um alto percentual de partículas finas.

Quanto ao potencial para aplicação na construção civil, as características químicas e granulométricas encontradas apontam para a possibilidade de alguns tipos de usos, tais como incorporação ao cimento Portland, produção de argamassas, concreto e materiais cerâmicos e utilização em obras de infraestrutura de pavimentos para rodovias. Além disso, existe a possibilidade de recuperar o material ferroso presente nas barragens, tendo em vista o seu retorno ao processo produtivo, devido ao alto teor de óxidos de ferro detectados.

É importante salientar que, apesar do bom cenário apresentado, estes são estudos preliminares e faz-se necessário também o conhecimento das características mineralógicas, morfológicas e físicas e realização de ensaios mecânicos de acordo com o uso requerido para os rejeitos analisados.

## Referências Bibliográficas

- ARISTIMUNHO, P. B.; BERTOCINI, S. R. Aplicação de lama de minério de ferro em forma de pó na presença de cimento portland. Rev. IBRACON Estrut. Mater., São Paulo, v. 5, n. 2, Apr. 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR-7211:2009. Agregados para concretos - especificações. Rio de Janeiro, 2009. 9 p.
- ASTM D3282 – 09. In: Annual Book of ASTM Standards. Standard Practice for Classification of Soils and Soil-Aggregate Mixtures for Highway Construction Purposes. ASTM, West Conshohocken (PA). 2009.
- BAKER, P. SWEENEY, M. S. MCELROY, J. Residents calling it an environmental disaster: tailings pond breach at Mount Polley Mine near Likely, BC. Globo News, Canada, 04 ago. 2014. Disponível em: < <http://globalnews.ca/news/1490361/tailings-pond-breach-at-mount-polley-mine-near-likely-bc/>> Acessado em: 09/11/2014.
- BAUER, L. A. F. NORONHA, M. A. A. FALCÃO BAUER, R. J. Uso de aditivos no concreto. In: FALCÃO BAUER, L. A. Materiais de Construção. Vol. 1. 5 ed. 35-63 p. 2012.
- CHAVES, L. F. M. Estudo da adição do resíduo proveniente da extração de minério de ferro em argilas do Rio Grande do Norte. 167 p. 2009. (Tese de Doutorado)
- CHEN, Y. ZHANG, Y. CHEN, T. et al. Preparation of eco-friendly construction bricks from hematite tailings. Construction and Building Materials. 2011. v. 25. 2107–2111 p.
- COELHO, E. F. F. Estudo do comportamento mecânico de rejeitos de minério de ferro reforçados com fibras sintéticas. 83 p. 2008. (Dissertação de Mestrado)
- COSTA, A. V.; GUMIERI, A. G.; BRANDAO, P. R. G. Piso intertravado produzido com rejeito de sinter feed. Rev. IBRACON Estrut. Mater. São Paulo, v. 7, n. 2, Apr. 2014.
- CRUZ, L. Deslizamento de terra em mina deixa vítimas e mobiliza bombeiros em Itabirito. Estado de Minas, Belo Horizonte, 10 set. 2014. Disponível em: <[http://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2014/09/10/interna\\_gerais,567542/deslizamento-de-terra-em-mina-deixa-vitimas-e-mobiliza-bombeiros-em-itabirito.shtml](http://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2014/09/10/interna_gerais,567542/deslizamento-de-terra-em-mina-deixa-vitimas-e-mobiliza-bombeiros-em-itabirito.shtml)> Acessado em: 09/11/2014.
- D'AGOSTINO R. Rompimento de barragem em Mariana: perguntas e respostas. Portal de notícias G1. Disponível em: < <http://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/2015/11/rompimento-de-barragens-em-mariana-perguntas-e-respostas.html>> Acessado em: 07/03/2016.
- FONTES, W. C. JANUZZI, R. V. BORGES, R. A. CURY, A. A. PEIXOTO, R. A. F. Resíduo da mineração de ferro como matéria-prima alternativa no desenvolvimento de argamassas de revestimento e assentamento. In: Anais do 56º Congresso Brasileiro Do Concreto - CBC2014 – 56CBC. 2014.
- GOMES, M. A. Caracterização tecnológica no aproveitamento do rejeito de minério de ferro. Ouro Preto: UFOP. 77p. 2009. (Dissertação de mestrado)
- GOMES, M. A.; PEREIRA, C. AL. PERES, A. E. C. Caracterização tecnológica de rejeito de minério de ferro. Rem: Rev. Esc. Minas [online]. vol. 64. n.2. 233-236 p. 2011.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO – IBRAM. Informações e análises da economia mineral brasileira. 7ª Edição. 2012. Disponível em: <<http://www.ibram.org.br>> Acessado em: 04/07/2014.
- JUENGER, M.C.G. WINNEFELD, F. PROVIS, J.L. IDEKER, J.H. Advances in alternative cementitious binders. Cement and Concrete Research. Vol. 41. 1232–1243. 2011. Disponível em: <<http://ees.elsevier.com/CEMCON/default.asp>> Acessado em: 04/07/2014.

- NOCITI, D. M.  
Aproveitamento de rejeitos oriundos da extração de minério de ferro na fabricação de cerâmicas vermelha. Guaratinguetá: UNESP. 101 p. 2011. (Dissertação Mestrado)
- SILVA, F. L.  
Aproveitamento e reciclagem de resíduos de concentração de minério de ferro na produção de paívers e cerâmica. Ouro Preto: REDMAT. 109 p. 2014. (Dissertação de Mestrado)
- SILVA, F. L.  
Aproveitamento e reciclagem de resíduos de concentração de minério de ferro na produção de paívers e cerâmica. Ouro Preto: REDMAT. 109 p. 2014. (Dissertação de Mestrado)
- SILVA, R. G. O. Estudo laboratorial do desempenho mecânico de misturas asfálticas com resíduos industriais de mineração de ferro. 132 p. 2010. (Dissertação de Mestrado)
- SOUZA, C. C.; VIEIRA, C.M.F.; MONTEIRO, S.N. Alterações microestruturais de cerâmica argilosa incorporada com rejeito de minério de ferro. Rio de Janeiro:Revista Matéria. v. 13, n. 1, p. 194 – 202. 2008.
- TOFFOLO, R. V. M. SANT'ANA, F. J. N. BATISTA, J. O. S. SILVA, S. N. CURY, A. A. PEIXOTO, R. A. F.. Viabilidade técnica de elementos de concreto para pavimentação produzidos com rejeito de barragem de minério de ferro. In: Anais do 56º Congresso Brasileiro Do Concreto - CBC2014 – 56CBC. 2014.
- U.S. Geological Survey - USGS. Mineral commodity summaries 2014: U.S. Geological Survey. 196 p. 2014. Disponível em: <<http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/mcs/2014/mcs2014.pdf>> Acessado em: 04/07/2014.
- VIEIRA, C.M.F., SOUZA, C. C. MONTEIRO, S.N. Efeito da incorporação de resíduo de minério de ferro nas propriedades e microestrutura da cerâmica argilosa. In: 17º Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais, 112-023, Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil. 2006.
- WOLFF, A. P. Caracterização de rejeitos de minério de ferro de minas da VALE. Ouro Preto: Universidade Federal de Ouro Preto. 107 p. 2009. (Dissertação Mestrado)
- ZHANG, S. XUE, X. LUI, X. DUAN, P. YANG, H. JIANG, T. WANG, T. LIU, R. Current situation and comprehensive utilization of iron ore tailing resources. Journal of Mining Science. Vol 42. N. 4. 2006.
- ZHAO, S. FAN, J. SUN, W. Construction and Building Materials. Construction and Building Materials. Vol.50. 540–548 p. 2014. Disponível em: <[www.elsevier.com/locate/conbuildmat](http://www.elsevier.com/locate/conbuildmat)> Acessado em 04/07/2014.