

## CARACTERIZAÇÃO DO REJEITO DE MINÉRIO DE CASSITERITA DO GARIMPO BOM FUTURO EM ARIQUEMES – RO

**Giovane Lucas Peres** 

Engenheiro Civil pela Faculdade de Educação e Meio ambiente – FAEMA.  
E-mail: giovanelucas.eng@gmail.com

**Akaelle Dandrea Omitti** 

Graduanda em Engenharia Civil pelo Centro Universitário FAEMA – UNIFAEMA.  
E-mail: akaelledandrea@gmail.com

**Gabriele Vitória Gomes de Brito** 

Graduanda em Engenharia Civil pelo Centro Universitário FAEMA – UNIFAEMA.  
E-mail: gabrielevitoriagb@gmail.com

**Silênia Priscila da Silva Lemes** 

Mestre em Engenharia pela UNIPAMPA. Coordenadora e docente do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário FAEMA - UNIFAEMA.  
E-mail: s.pry@hotmail.com

**João Victor da Silva Costa** 

Engenheiro Civil pela Universidade Federal de Rondônia. Pós-graduado pelo IPOG e FASA. Docente do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário FAEMA - UNIFAEMA.  
E-mail: jvscosta@live.com

**Submetido:** 11 fev. 2022.

**Aprovado:** 16 fev. 2022.

**Publicado:** 06 abr. 2022.

**E-mail para correspondência:**  
s.pry@hotmail.com

Este é um trabalho de acesso aberto e distribuído sob os Termos da *Creative Commons Attribution License*. A licença permite o uso, a distribuição e a reprodução irrestrita, em qualquer meio, desde que creditado as fontes originais. Imagem: StockPhotos (Todos os direitos reservados).



Open Access

### Introdução

O presente trabalho tem como foco estudar os rejeitos provenientes das cassiteritas que estão localizadas no garimpo Bom Futuro, cerca de 95 km de Ariquemes (RO), descoberto em 1987 e considerado o maior a céu aberto do mundo na época <sup>(1)</sup>.

A mineração das cassiteritas pode ser muito prejudicial ao meio ambiente caso seus rejeitos sejam incorretamente destinados, principalmente se estes rejeitos entram em contato com a água afetando uma área ainda maior e se espalhando.

A construção civil é responsável por ser receptora dos materiais oriundos de mineração <sup>(2)</sup>, portanto pode aproveitar os recursos reutilizáveis da extração das cassiteritas, diminuindo a poluição e investindo em novas tecnologias e pesquisas que permitam utilizar estes materiais naturais para fabricação de concreto, por exemplo.

### Objetivos

- Objetivo primário

Caracterizar os rejeitos provenientes das cassiteritas do garimpo Bom Futuro.

- Objetivos secundários

Fazer a caracterização física dessas amostras, com os ensaios de granulometria, massa específica, massa unitária e volume de vazios, absorção de água e material fino presente.

Fazer a caracterização química dessas amostras, com os ensaios de impurezas orgânicas e de composição química do rejeito via fluorescência de Raio-X.

### Metodologia

Para a realização do estudo experimental foi feita uma divisão em três partes: Amostragem, Caracterização Física e Caracterização Química.

As amostragens foram coletadas em campo no garimpo Bom Futuro sendo elas retiradas de diferentes pontos das áreas abertas destinadas para armazenamento do rejeito proveniente dos processos de lavagem de mineração de cassiterita. O material passa por três tipos de lavagem, que são ambas armazenadas separadamente. Para o atual estudo as amostras foram classificadas pela qualidade de lavadas, sendo assim: Areia Lavada 1 e Areia Lavada 3. A coleta das amostras foi feita seguindo as recomendações da tabela 1 da NBR NM 26/2009 referente a quantidade de material.

Para a coleta dos dois materiais (Areia Lavada 1 e Areia Lavada 3) foi coletado amostras parciais de pontos diferentes do mesmo local para melhor representação do material.

No total, cerca de 300,00 kg de rejeito foram coletados, transportados e mantidos inicialmente em sacos plásticos que comportam até 50,00 kg, devidamente identificados por data e locais de coleta. As amostras foram reduzidas por quarteamento conforme a NBR NM 27/2001 para dar continuidade na realização dos ensaios laboratoriais.

Para a caracterização física foram adotados os ensaios referentes as seguintes NBR's:

- NBR NM 248 / 2003 (Agregados – Determinação da composição granulométrica)
- NBR NM 52 / 2009 (Agregado miúdo – Determinação da massa específica e massa específica aparente)
- NBR NM 45 / 2006 (Agregados – Determinação da massa unitária e do volume de vazios)
- NBR NM 30 / 2001 (Agregado miúdo – Determinação da absorção de água)
- NBR NM 46 / 2003 (Agregados – Determinação do material fino que passa através da peneira 75  $\mu$ m, por lavagem)

Para a realização do ensaio de determinação da granulométrica foram utilizadas as peneiras de série normal com abertura de malha 9,5 mm, 4,75 mm, 2,36 mm, 1,18 mm, 600  $\mu$ m, 300  $\mu$ m e 150  $\mu$ m e, também as de série intermediária com abertura de malha 12,5 mm e 6,3 mm, sendo este ensaio realizado nas amostras duas amostras analisadas.

Foi separado 500g de cada material e colocados em estufa a 105°C para secagem por 24h, esfriadas em temperatura ambiente e divididas em m1 e m2 para ser possível realizar uma média dos resultados.

Com as amostras secas e divididas, foram colocadas nas peneiras e inicialmente no agitador mecânico. Depois da agitação, o material retido em cada peneira foi pesado e contabilizado para identificar as porcentagens retidas. Dessa forma, foi encontrado também o Módulo de Finura e a Dimensão Máxima Característica.

A curva granulométrica pode ser obtida por meio dos dados apurados na granulometria, possibilitando enxergar se as amostras se encontram dentro das zonas utilizáveis ou zona ótima determinadas pela NBR 7211/2019.

Para que o agregado miúdo possa ser utilizado na produção de concretos de cimento Portland, deve atender os limites inferiores e superiores estabelecidos na NBR NM 7211/2019 e é esse resultado que se espera no fim do estudo.

Para a determinação da massa unitária, massa específica e volume de vazios foi empregado o método C. Seguindo a norma, amostras foram secas em estufa a 105° C. Foi realizada a calibração do recipiente através de placa de calibração em vidro. Assim, foi determinada a massa de água no recipiente, temperatura da água e encontrado o volume do

recipiente. Os resultados da massa unitária, massa unitária na condição Saturado Superfície Seca e volume de vazios foram obtidos através dos cálculos realizados com as fórmulas disponibilizadas na NBR NM 45/2006 utilizada para a realização deste ensaio.

Para a determinação da absorção de água foi seguido a NBR NM 30/2001 e foi utilizado os seguintes materiais: estufa, bandejas metálicas para colocação do material no processo de secagem, circulador de ar quente 31 para secagem do material, espátula de aço para manipulação, molde tronco-cônico e haste de compactação, além de balança e dessecador. Pelo fato do laboratório não possuir o molde tronco-cônico e haste de compactação previstas em norma, foi utilizado essas ferramentas com dimensões diferentes.

Foram tomadas amostras de 1,0 kg que passaram pelo processo de secagem inicial em estufa. Após isso, as amostras foram cobertas com água em recipientes de material em porcelana, sendo a água retirada depois de um descanso de 24h. Em sequência foi feito todas as etapas regidas pela norma utilizada para obtenção dos resultados quanto à absorção de água das amostras. Todos os procedimentos foram realizados na Areia Lavada 1 e na Areia Lavada 3.

Para a determinação do material fino presente nas amostras foi utilizado a NBR NM 46/2003 que traz a quantidade mínima de amostra de ensaio conforme a dimensão máxima nominal para a realização do ensaio, conforme Figura 01.

**Figura 01 – Massa mínima da amostra em função da dimensão máxima nominal das partículas**

Dimensão máxima nominal (mm)	Massa mínima (g)
2,36	100
4,75	500
9,5	1.000
19,0	2.500
37,5 ou superior	5.000

Fonte: ABNT NBR NM 46/2003 <sup>(3)</sup>

Para este ensaio foram utilizadas amostras de 500 g, assim sendo uma quantidade maior que a mínima estabelecida pela norma, considerando a dimensão nominal de 2,36 mm. Essa foi uma medida tomada com intuito de se ter melhor representatividade das areias e maior confiabilidade dos resultados.

A NBR NM 46/2003 menciona no item 7 sobre o procedimento a ser escolhido para a realização do ensaio de determinação do material fino, onde define que seja utilizado o procedimento “A”, a menos que haja especificação contrária ou quando é solicitado pelo interessado a escolha de outro procedimento dado pela mesma norma <sup>(3)</sup>. Dessa forma, se decorreu o procedimento “A”.

Quando se refere a caracterização química de um determinado material por meio dessa caracterização é possível se ter conhecimento minucioso sobre as propriedades benéficas ou prejudiciais contidas nos agregados que estão sendo estudados. Nesse estudo foi realizado dois ensaios de caracterização química: Fluorescência de Raio-X (FRX) e Agregado miúdo – Determinação de impurezas orgânicas.

## Resultados e Discussões

A Areia Lavada 1 e 3 possuem um D.M.C de 2,36 mm e um M.F, respectivamente, de 1,77 e 2,50.

Suas curvas granulométricas se encontram dentro dos limites determinados pela NBR 7211/2019, mas a Areia Lavada 3 apenas entra na zona ótimo a partir dos grãos de 6,0 mm. A massa unitária, massa específica do agregado e volume de vazios na Areia Lavada 1 foi de, respectivamente, 1,91 g/cm<sup>3</sup>, 4,46 g/cm<sup>3</sup> e 57%. Já na Areia Lavada 3 foi de 1,18 g/cm<sup>3</sup>, 2,93 g/cm<sup>3</sup> e 35,57%. Através destes dados é possível concluir que os grãos da Areia Lavada 3 são maiores, e a Areia Lavada 1 é mais densa. Assim, a Areia Lavada 1 é classificada como agregado pesado e a Areia Lavada 3 como agregado normal.

A absorção de água para ambas as amostras é de 1,5%.

O material fino (pulverulento) na Areia Lavada 1 foi igual a 3,52% e na Areia Lavada 3 foi igual a 1,64%.

A análise química por fluorescência de raio-x determinou que há metais pesados nas duas amostras, como o Al, Fe, Ti, Pb, Zn e o Cr. Estes metais influenciam nas misturas cimentícias. O Al chega a quase 25% em cada amostra, seguida do Fe e Ti. Por isso é necessário e importante realizar as análises das propriedades químicas.

As impurezas orgânicas possuem agentes nocivos que podem causar problemas nas argamassas e concretos, influenciando diretamente na resistência destes e há possibilidade de interferir no processo de hidratação deles.

## Conclusão

O trabalho estava com foco nos estudos dos rejeitos provenientes das cassiteritas, e de acordo com os ensaios realizados notou-se que a composição granulométrica possui uma diferença nos módulos de finura e que estes estão relacionados a quantidade de vezes em que os grãos foram submetidos a lavagens. E de acordo com a NBR 7211/2019 ambas as amostras estão enquadradas na zona ótima.

As massas específicas também são diferentes devido a quantidade de vezes que foram lavadas. E como a Areia Lavada 3 tem menos teor de fino ela tende a absorver menos água nas misturas.

A massa unitária possui pouca diferença e há uma desproporção no volume de vazios, chegando à conclusão de que a Areia Lavada 1 possui um alto volume de vazios pelos seus grãos irregulares, e possui uma massa unitária elevada devido ao número de meios em sua estrutura.

A absorção de água dos agregados naturais possui baixo teor nas areias estudadas.

O teor do material fino (pulverulento) das areias estão dentro do limite da NBR 7211/2019 a fim de serem utilizadas em concretos protegidos do desgaste superficial. Mas a Areia Lavada 1 apresenta um teor de finos maior do que o permitido pela norma.

O ensaio de fluorescência de Raio-X mostrou que há muitos metais pesados e estes podem alterar o processo de hidratação. E sobre as impurezas orgânicas, não há em nenhuma das duas amostras apresentadas.



Conclui-se que as areias dos rejeitos das cassiteritas estão aptas a serem utilizadas na construção civil, mas deve ter muito atenção nas propriedades químicas pois influenciam na resistência e hidratação das misturas. A Areia lavada 3 seria a melhor opção para concretos a ser utilizada pois possui grãos maiores, e a Areia Lavada 1 seria melhor para argamassas.

**Palavras-chave:** Areia Lavada. Lavagem. Garimpo.

### Referências

- 1 Zan RA, et al. O garimpo bom futuro como ferramenta para o ensino de química e da educação ambiental. Revista Monografias Ambientais, v. 7, n. 7, p. 1657-1669, 2012.
- 2 Souza MM, Silva ALO, Pina LVG. Caracterização de agregado miúdo fornecido na microrregião do agreste potiguar, popularmente denominado “areia barrada”. HOLOS, v. 4, p. 395-407, 2017.
- 3 Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR NM 46: Agregados – Determinação do material fino que passa através da peneira 75  $\mu\text{m}$ , por lavagem. 2003.