

USO DE RESÍDUOS DA MINERAÇÃO DE SCHEELITA EM ARGAMASSAS DE ASSENTAMENTO E REVESTIMENTO

Manoel Lindolfo Queiroz Neto*, Milány Kárcia Santos Medeiros, Francisco Djalton Cunha Florêncio, Paulo Leite Souza Júnior

* Universidade Federal Rural do Semi-Árido, queirozneto91@gmail.com

RESUMO

Nos últimos anos tem ocorrido crescente interesse na prevenção da poluição ambiental, minimização de resíduos, sobretudo no desenvolvimento de novos materiais. Desde a década de 1940, início da atividade da mina Brejuí, significante quantidade de rejeito é gerado no processo de extração da scheelita. Estudos anteriores revelaram um alto nível de riqueza de materiais misturados com o rejeito. Portanto o objetivo geral desse trabalho é verificar e analisar a utilização do rejeito da scheelita como agregado miúdo na argamassa simples. A metodologia aplicada foi o método de fracionamento do material, substituindo o agregado convencional (areia), pelo agregado miúdo (rejeito), de forma parcial, a fim de observar seu comportamento. Foram confeccionados três traços, um para referência com 100% de areia e os outros dois com 20% e 40% do resíduo de scheelita, respectivamente. Diante dos ensaios realizados em laboratório ocorreu mudança no comportamento da argamassa perante a substituição de parte do agregado miúdo pelo resíduo da scheelita. Foi observado que na medida em que aumenta a participação do resíduo de Scheelita no agregado miúdo ocorre um aumento no abatimento na argamassa. Todavia, o uso desse resíduo aplicado na argamassa se mostra importante para minorar os impactos ambientais.

PALAVRAS-CHAVE: Scheelita. Rejeitos. Argamassa simples.

INTRODUÇÃO

Localizada nos estados brasileiros do Rio Grande do Norte e Paraíba, a Província scheelitífera do seridó, é considerada a maior mina de scheelita da América do Sul. Esta iniciou sua atividade de exploração em meados dos anos 1940, período no qual a mineração chegou ao seu ápice.

No Brasil as minerações do mineral scheelita são exploradas no Rio Grande do Norte e do mineral wolframita nos estados de Roraima e no Pará. No RN a exploração da scheelita é realizada no subsolo, sendo extraída por métodos primitivos ou mecanizados onde nas minas subterrâneas a produção é obtida através de câmaras e pilares, frentes com armazenamento e frentes abertas (FERNANDES, 2011).

A partir da extração são gerados resíduos e rejeitos sólidos que são depositados em locais determinados pela indústria local, acarretando em crescentes entulhos. Entretanto, a utilização de resíduos minerais tem demonstrado demasia importância no desempenho dos materiais que possuem matrizes cimentícias, nas propriedades nos estados fresco e endurecido, bem como na questão da durabilidade. Portanto, a inserção de resíduos na produção desses materiais pode proporcionar economia de energia e contribuir para o desenvolvimento sustentável, utilizando-se de uma das formas de destinação correta do resíduo gerado, seja na produção de novos materiais ou em sua disposição (SILVA, 2005).

Os resíduos minerais geralmente são utilizados na construção civil como agregados em substituição parcial a algum dos componentes, buscando um resultado próximo ao do material substituído.

OBJETIVO

O trabalho tem como objetivo substituir parcialmente o agregado miúdo (areia) pelo resíduo da indústria da mineração de scheelita a fim de se descobrir as novas propriedades obtidas da argamassa.

DISCUSSÃO TEÓRICA

A preservação ambiental envolve diversos setores da sociedade. As constantes ameaças de esgotamento das matérias-primas e de degradação ambiental, que podem comprometer o desenvolvimento econômico, social e ambiental, têm levado à adoção de práticas de reutilização, redução e reciclagem dos resíduos. A construção civil, por se configurar em um dos setores industriais que mais consomem matérias primas e energia em seus processos produtivos, deve empenhar-

se em incorporar seus resíduos e também de outras indústrias, contribuindo, dessa forma, para o desenvolvimento sustentável e a redução dos custos (SALES et al, 2014).

Nos Estados Unidos, seu aproveitamento é realizado há mais de 30 anos, com intuito de produzir agregados artificiais; Já na Europa é uma questão de ordem cultural, a Holanda, possuindo mais de 40 usinas de reciclagem de entulho, recicla 70% de seus resíduos, enfim, a Alemanha, 30% (Coelho & Chaves, 1998).

Contudo, é percebido a importância da utilização dos resíduos gerados pelas indústrias. Esses resíduos não somente deverão ser destinados para aterros, mas sim para a produção de novos materiais realizados através de estudos e pesquisas, onde chegaremos a um produto final, por exemplo, na argamassa como agregado miúdo ou graúdo. A Lei Federal nº 12.305/2010 (Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS) preconiza a utilização de hábitos de consumo sustentável, dispondo de um conjunto de instrumentos a fim de proporcionar o aumento da reciclagem e reutilização dos resíduos sólidos, bem como a destinação ambientalmente correta dos rejeitos (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2015).

A NBR 7200/1998 define a argamassa inorgânica como a mistura homogênea de agregado(s) miúdo(s), ligante(s) inorgânico(s) e água, contendo ou não aditivos e adições, com propriedades de aderência e endurecimento. Na construção civil brasileira, a argamassa é amplamente utilizada para compor o sistema de vedação com intuito de proteger toda a estrutura da edificação.

O agregado miúdo é responsável por evitar variações volumétricas por secagem, serve como material de enchimento e melhora a resistência a abrasão. O material comumente utilizado é a areia de rio, porém, devido aos avanços tecnológicos, atualmente, é possível realizar estudos que visam a substituição parcial de parte desse material por resíduos da própria construção civil, resíduos da produção cerâmica e de outras atividades, como a mineração. Os resíduos minerais geralmente são utilizados na construção civil como agregados em substituição parcial a algum dos componentes, buscando um resultado próximo ao do material substituído, podendo-se utilizar o rejeito de mineração da scheelita.



Figura 1: Pilha de rejeito da mina Brejuí. Fonte: Fernandes (2008).

A amostra do trabalho em questão foi coletada na pilha de rejeitos da mineração Tomaz Salustino (Figura 1), mina Brejuí assim conhecida, uma das maiores minas de exploração de scheelita da América do Sul, grande exploradora mineral, localizada na cidade de Currais Novos, Rio Grande do Norte.

O município de Currais Novos está localizado na região central potiguar do estado do Rio Grande do Norte (Figura 2), limitando-se ao norte com Lagoa Nova e Cerro Corá, ao sul com a cidade de Acari e o estado da Paraíba, ao leste com as cidades de Campo Redondo e São Tomé e a oeste com as cidades de São Vicente e Acari, totalizando 864,34 km². equivalente a 1,67% da superfície estadual, com altitude de 341m, corresponde a uma distância de 172km em relação a capital. Compreendida entre os estados do Rio Grande do Norte e Paraíba, onde se encontra a Província Scheelitífera do Seridó, nome dado por se encontrar grandes reservas do minério scheelita (LIMAVERDE, 1979).

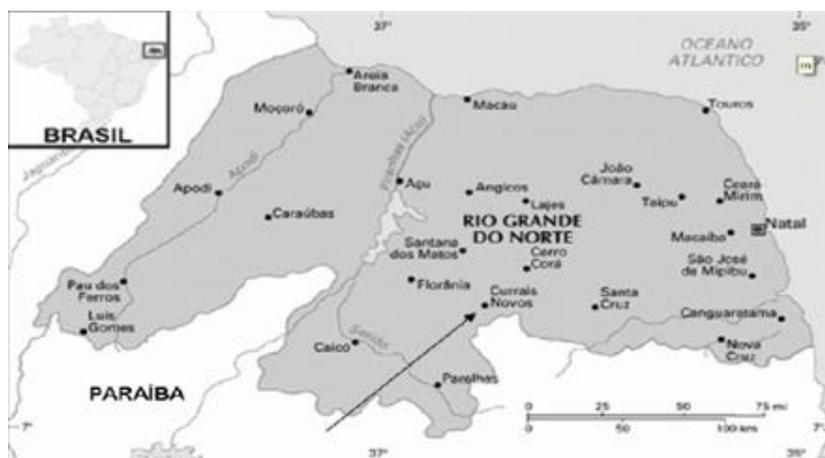


Figura 2 :Localização Geográfica da Cidade de Currais Novos-RN. Fonte: Fernandes (2008).

METODOLOGIA

A pesquisa consistiu na formulação e preparo de traços específicos com a substituição parcial do agregado miúdo (areia) pelo resíduo da scheelita extraído na mina Brejuí em Currais Novos RN. A argamassa foi confeccionada em três traços e seis corpos de prova cilíndricos, dois para cada traço, sendo um de referência sem substituição de resíduo e dois com adição de resíduo e diminuição de areia. A substituição obedeceu às proporções parciais de 20% e 40% do agregado miúdo (areia) por resíduo de scheelita. O traço foi confeccionado de acordo com os procedimentos da NBR 7215/1997 na proporção de 1:3:0,6, cimento Portland CP II – E - 32, agregado miúdo e água, respectivamente. Os ensaios foram realizados no laboratório de Materiais de Construção da UFC – Universidade Federal do Ceará.

DESCRIÇÃO DOS ENSAIOS

ENSAIO GRANULOMETRICO

O procedimento para realização do ensaio de granulometria dos agregados seguiu as prescrições da norma NBR NM 248/2003. Nesse ensaio o conjunto de peneiras utilizadas seguem as recomendações da norma NM-ISSO 3310/1997. Dessa forma procedeu-se a realização do ensaio na ordem da figura 3. Então, tivemos, de forma sequencial, as seguintes etapas: separar as peneiras a serem usadas (1), pesagem da amostra (2), inserção do material no conjunto de peneiras (3), agitação mecânica (4), pesagem do material retido em cada peneira (5), material passante em todas as peneiras, onde em seguida foi pesado (6). O ensaio foi realizado com uma amostra de 0,500 Kg de areia.



Figura 3 – Sequência da realização do ensaio de granulometria. Fonte: Os autores.

ENSAIO DE CONSISTÊNCIA DA ARGAMASSA

O ensaio de consistência é regido pela NBR 13276/2002. O princípio deste ensaio relaciona-se a preparação de argamassas frescas a serem usadas no ensaio de caracterização do material, o qual deve apresentar para cada mistura com água, 2,5Kg com aproximação de 1,0g mais próximo do material seco. Para argamassa confeccionada na obra, o procedimento para realização desse ensaio é o seguinte: preparar a argamassa de acordo com o proporcionamento definido pelo usuário; misturar em velocidade baixa por 90 s, após a mistura deixar em repouso por 15 min. Em seguida homogeneizar a argamassa manualmente com espátula por um período máximo de 30 s (NBR 13276/2002).

ENSAIO DE ABATIMENTO DA ARGAMASSA

O ensaio foi realizado de acordo com os procedimentos da NBR 7215/1997, A argamassa foi misturada e homogeneizada, sendo submetida ao ensaio de mesa de consistência observando todos os procedimentos da Norma NBR 13276/2002. Portanto, este ensaio foi realizado seguindo as seguintes etapas: (1) inserção da argamassa na fôrma do tronco de cone, (2) adensamento, (3) extração do excesso de argamassa da parte superior da fôrma, (4) retirada da forma e moldagem do corpo de prova, (5) batimento da mesa pelo operador, (6) espalhamento da argamassa na mesa e aferição do diâmetro.

CARACTERIZAÇÃO DO RESÍDUO DE MINERAÇÃO DA SCHEELITA

Confeccionou-se, de acordo com os procedimentos da NBR 7215/1997, o traço de argamassa (1:3:0,6), sendo a sequência de cimento, agregado miúdo e água, com materiais disponíveis no laboratório de materiais da UFERSA (Campus Mossoró). Após a homogeneização da mistura, a argamassa foi submetida ao ensaio na mesa de consistência observada todos os procedimentos da NBR 13276/2002, a fim de garantir a coerência dos resultados.

A caracterização do material, objeto principal da pesquisa, foi realizada a partir de dois procedimentos: Difração de Raio X (DRX) e Florescência de Raio X (FRX), que são descritas a seguir.

A matéria-prima foi caracterizada através de análises de difração de raios-X, no equipamento DRX – D2 Phaser Bruker da marca Siemens, modelo D5000, operando com radiação Cu K α , 30kV e 10 mA, com varredura de 2 θ entre 5° e 60° com passo de 0,02 °/s. A Figura 4 acima mostra o padrão difratométrico da amostra, a presença de picos no difratograma sem presença de halos dar uma indicação que o material possui uma natureza cristalina. Foi observado que a amostra é constituída de Quartzo (SiO₂), Akermanite (Ca₂Mg(Si_{0,99}Cr_{0,01})₂O₇), Ephesite (Na₂Al₂(Al₂Si₂)O₁₀OH₂) e o Magnesium Calcite (Mg_{0,06}Ca_{0,094} (CO₃)) fases cristalinas encontrados no difratograma.

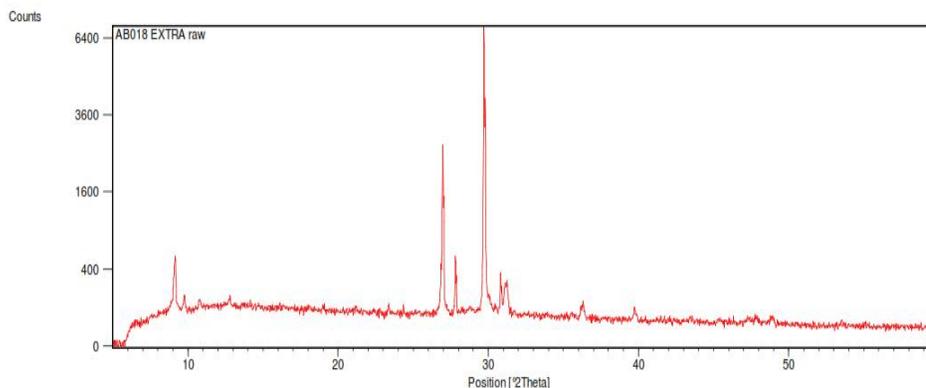


Figura 4 – Resultado da Difração de Raio X do resíduo de Scheelita. Fonte: Os autores.

A tabela 1, a seguir, mostra a composição da amostra conforme o método da análise por fluorescência de raios X. Este método faz análise elementar qualitativo e quantitativo que se aplica à identificação de praticamente todos os elementos. O princípio do método é muito simples. Utiliza-se uma fonte de radiação X para ionizar os níveis internos dos átomos constituintes da amostra, por efeito fotoelétrico.

Tabela 1. Resultado do FRX do resíduo de Scheelita – Fonte: Os autores.

Componente	Resultado (%)
CaO	40,19
SiO ₂	35,4
Al ₂ O ₃	9,86
Fe ₂ O ₃	5,96
Outros	4,64

Observa-se uma maior composição de óxido de cálcio e óxido de Sílica.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA DO RESÍDUO

A distribuição granulométrica do agregado miúdo mostrado na Tabela 2, a seguir, indica que nas peneiras de malhas 0,6mm e 0,3mm há maior retenção de massa e consequentemente uma maior porcentagem. Este resultado determinará o tipo de distribuição granulométrica do agregado.

Tabela 2. Distribuição granulométrica em massa retida nas peneiras – Fonte: Os autores.

Peneira	Massa retida (g)	Massa retida em %
4,8 mm	7	1,4%
2,4 mm	22	4,4%
1,2 mm	75	15,1%
0,6 mm	144	28,9%
0,3 mm	154	30,9%
0,15 mm	91	18,3%
FUNDO	5	1,0%
Total em massa (g)	498	100%

Com os valores contidos nesta Tabela pode-se construir um gráfico mostrado na Figura 5, que representa a curva de granulometria do agregado em massa.

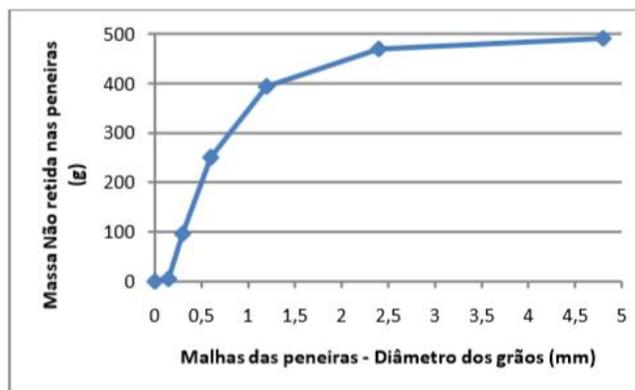


Figura 5 – Curva de distribuição granulométrica do agregado miúdo em massa. Fonte: Os autores.

RESULTADO E ANÁLISE DA ARGAMASSA SIMPLES COM RESÍDUO DE SCHEELITA

Após os ensaios de abatimento realizados na argamassa simples obteve-se o resultado mostrado na tabela 3 a seguir. D1, D2 e D3 representam os diâmetros medidos no abatimento para cada argamassa, que é diferenciada pela quantidade de resíduo que substitui parte do agregado miúdo em sua composição.

Essa tabela mostra que ocorre um aumento no abatimento na medida em que ocorre a substituição da areia por resíduo da Scheelita no agregado miúdo, em média este valor passa de 16,7cm (Argamassa sem resíduo de Scheelita) para 18,9cm (argamassa com 40% de resíduo de Scheelita no agregado miúdo).

Tabela 3. Diâmetros, em cm, da argamassa espalhada nas direções D1, D2 e D3 do ensaio de consistência, e a média destas medidas – Fonte: Os autores.

Percentual de resíduo	D1	D2	D3	Média
0%	16,5	16,8	16,7	16,7
20%	17,8	17,6	18	17,8
40%	18,5	18,9	19,3	18,9

A Figura 6, a seguir, mostra a linha de tendência linear nos ensaios de abatimento na argamassa, onde quanto maior a adição de scheelita na argamassa maior será seu diâmetro de abatimento.

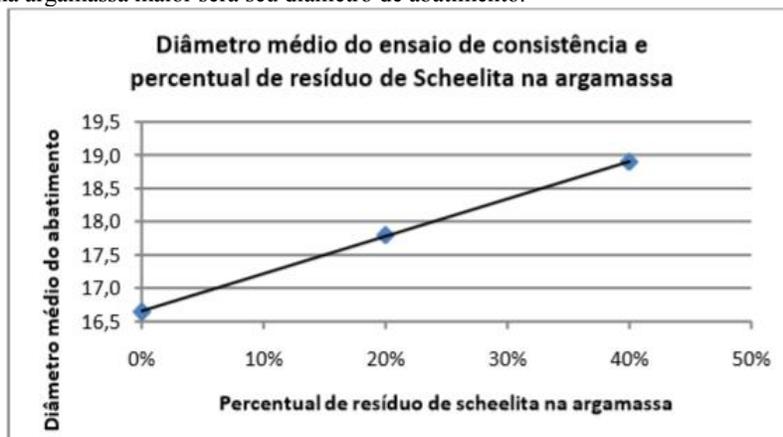


Figura 6 – Diâmetro médio, em cm, da argamassa espalhada na mesa de abatimento. Fonte: Os autores.

Observa-se que ocorreu um aumento no diâmetro na argamassa espalhada na mesa de abatimento quando da realização do ensaio de consistência. Coincidentemente a evolução indica uma linearidade no aumento do resultado deste ensaio.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho indica que na medida em que aumenta a participação do resíduo de Scheelita no agregado miúdo ocorre um aumento no abatimento na argamassa, ou seja, modifica sua consistência e plasticidade tornando-a mais fluida, isso indica que esse fenômeno pode ter sua origem na composição mineralógica do resíduo utilizado. No entanto, em outro trabalho dos mesmos autores há uma indicação da conservação das propriedades mecânicas da argamassa utilizando esse material. Como esse resíduo é gerado em um processo industrial que ocorre muito deslocamento e rolagem do material extraído da mineração até o produto final, o mesmo se apresenta com granulometria uniforme e arredondada o que pode reter maior quantidade de água provocando uma maior plasticidade na argamassa. Mesmo com essas observações há grandes possibilidades de utilização do material estudado em fabricação de artefatos e produtos para construção civil que poderia ser comprovado em pesquisas experimentais em blocos e pré-moldados. Assim, esse trabalho constata a granulometria adequada a uso como parte do agregado miúdo e possibilidade de uso em argamassa em regiões de abundância dos resíduos, ou seja, nos centros urbanos próximos às mineradoras provocando a sustentabilidade ambiental nesse aspecto da cadeia produtiva da construção civil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7200**: Execução e revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas. - Procedimento - Rio de Janeiro, 1998.
2. _____. **NBR NM ISO 3310-2**: Informação e documentação - Citações em documentos - Apresentação. Rio de Janeiro, 2002b.
3. _____. **NBR 6024**: Peneiras de ensaio – Requisitos técnicos e verificação – Parte 2: Peneiras de ensaio de chapa metálica perfurada. Rio de Janeiro, 1997.
4. _____. **NBR 7215**: Cimento Portland: Determinação da resistência à compressão. Rio de Janeiro, 1997.
5. _____. **NBR 13276**: Informação e documentação – Referências – Elaboração. Rio de Janeiro, 2002.
6. _____. **NBR NM 248**: Agregados – Determinação da composição granulométrica – Rio de Janeiro, 2003.
7. COELHO, P.E.; CHAVES A.P. **Reciclagem de entulho - Uma opção de negócio potencialmente lucrativa e ambientalmente simpática**. Areia e Brita, São Paulo, v. 2, n. 5, p. 31-35, 1998.
8. FERNANDES, B. R. B. **Aproveitamento dos Finos de scheelita Utilizando Concentração Centrífuga e Lixiviação Ácida**. Dissertação(mestrado). Recife, Universidade Federal de Pernambuco. 2011. 89 p.
9. LIMAVERDE, J. A. **O Setor Mineral do Nordeste**. Série Estudos Econômicos e Sociais, vol. 8, Fortaleza, 1979, p. 103-104.
10. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/pol%C3%ADtica-de-res%C3%ADuos-s%C3%B3lidos>> Acesso em: 10 Nov 2015

11. SALES, Angela Teresa Costa; SÁ, Bárbara Ramos Carvalho de; SANTOS, Débora de Góis. **Argamassas com substituição parcial do agregado miúdo por pó de mármore**. ENTAC XV – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Maceió, 2014, p. 2472 – 2481.
12. SILVA, G. J. B. **Estudo do comportamento do concreto de cimento Portland produzido com adição do resíduo de polimento do porcelanato**. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2005, 92p.