



## **AVALIAÇÃO DA ABSORÇÃO DE ÁGUA POR CAPILARIDADE EM ARGAMASSAS DE ASSENTAMENTO COM INCREMENTO DE RESÍDUO DE SCHEELITA.**

**Kleidson Kauã Dias Martins, Jozilene de Souza, Veruska Kelly G. R. Avelino<sup>2</sup>, Leon Freitas Lopes<sup>4</sup>, Marliany Livia Gomes Soares<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Discente do curso técnico integrado em edificações – IFRN/Bolsista de Iniciação Científica do IFRN;

<sup>2</sup>Docentes dos cursos técnico integrado e dos cursos de Eng<sup>a</sup> Civil e Eng<sup>a</sup> Sanitária e Ambiental do IFRN.  
E-mail autor correspondente: martins.dias@escolar.ifrn.edu.br

Área de conhecimento/Subárea: área 3 – Engenharias (Engenharia Civil).  
ODS vinculado(s) – ODS15 – Vida Terrestre.

### **INTRODUÇÃO**

A construção civil é o setor responsável por um elevado consumo de recursos naturais, por este motivo, o desenvolvimento de matéria-prima alternativa que atenda o setor torna-se relevante como uma forma de redução de custos, impactos ambientais e absorção dos resíduos sólidos (Silveira, 2015). “Tendo em mente a grandiosidade da cadeia produtiva da indústria da construção civil, fica claro que não é possível alcançar o desenvolvimento sustentável sem que a indústria da construção também se torne sustentável” (Brasileiro, 2013).

No Brasil, os principais depósitos estratiformes de minério de scheelita estão localizados na Província Scheelitífera do Seridó, na região Seridó dos Estados do Rio Grande do Norte e da Paraíba, situada no nordeste brasileiro, detendo a maior reserva nacional (Brasil, 2017). Nesse contexto, tem-se a Mina Brejuí, situada no município de Currais Novos (RN/Brasil), a qual extrai a scheelita, gerando, após o beneficiamento de minérios, os mais variados resíduos, os quais podem ser estudados em traços de argamassa.

Na extração e beneficiamento do minério de scheelita, vários fatores ambientais são afetados, destacando-se: solo (erosões), flora (abertura de acessos e picadas), ar (britagem e detonações), poluição sonora (marteleiros pneumáticos), gases (ustulação da pirita) e alterações estéticas da paisagem (pilhas de rejeito) (Mineração Tomaz Salustino, 2019).

Sobre o tema, Rocha e Jonh (2003) relatam que, a importância do aproveitamento de resíduos na construção civil, se deve basicamente a possibilidade de desenvolvimento de materiais de baixo custo a partir de resíduos industriais, de mineração, ou da própria construção civil, disponíveis localmente, através da investigação de suas potencialidades e do uso de materiais e processos que causem mínimo impacto na cadeia produtiva.

Nessa apreensão, aparece os estudos de argamassas, as quais são materiais muito empregados na construção civil, sendo um dos seus principais usos no assentamento de alvenarias e revestimento de paredes e tetos. Elas possuem convencionalmente em sua composição: areia, cal, cimento Portland e, por vezes, aditivos para melhorar algumas das propriedades (Medeiros, 2016).

Portanto, o estudo de propriedades técnicas de argamassas com incorporação de resíduos traz diversos benefícios, sendo uma alternativa conveniente sob as óticas



econômica e ambiental. No caso desta pesquisa, a ideia é a incorporação do resíduo gerado na extração da scheelita, abundante na citada Região Seridó do Rio Grande do Norte/Brasil, com o objetivo de verificar o comportamento da absorção de água por capilaridade em argamassas de assentamento com substituição do agregado miúdo por resíduos de scheelita.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

A pesquisa é caracterizada como pesquisa experimental, uma vez que se baseou em coleta e análise de dados, tendo como objeto de estudo traços de argamassa com e sem inserção do resíduo de scheelita. Além disso, baseia-se como metodologia quantitativa, uma vez que se coletou dados, baseado na análise dos resultados adquiridos experimentalmente, conforme as seguintes etapas:

- Etapa 01 – Realização da coleta e caracterização do resíduo scheelita, na Mina Brejuí/Currais Novos-RN/Brasil.
- Etapa 02 – Aquisição e caracterização dos aglomerantes (Cimento Portland e cal), via comércio local. Obs.: De maneira geral, nas argamassas de assentamento para alvenaria não estrutural, podem ser usados cimentos dos tipos Portland comum, composto, pozolânico ou alto-forno. Nesta pesquisa foi empregado o CPII-E, disponível no comércio local.
- Etapa 03 – Determinação do fator água-cimento (fa/c): previamente, foram moldados vários traços de argamassa, com teores distintos, a fim de definir o fator água/cimento que ofereça melhor resistência à compressão simples (RCS) aos 7 dias de cura, de acordo com a NBR 7215:2019.
- Etapa 04 – Avaliação da consistência da argamassa no traço 1:0,5:6 (esse traço é o mais usual em obras, para assentamento de blocos/tijolos em alvenaria sem função estrutural), seguindo a norma técnica NBR 13276:2016 e de acordo com requisitos prescritos pela NBR 13281:2005.
- Etapa 05 – Moldagem dos corpos de prova de argamassa convencional (0%) e com 30%, 50% e 100% do resíduo de scheelita, sendo 4 cp por traço, seguido de cura por 28 dias.
- Etapa 06 – Proceder o ensaio de absorção de água por capilaridade, de acordo com o recomendado pela NBR 15259:2005 das argamassas convencionais e com resíduos.
- Etapa 07 – Determinação da resistência à compressão simples aos 28 dias de cura das argamassas convencionais e com resíduos de scheelita.
- Etapa 08 – Análise dos resultados.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

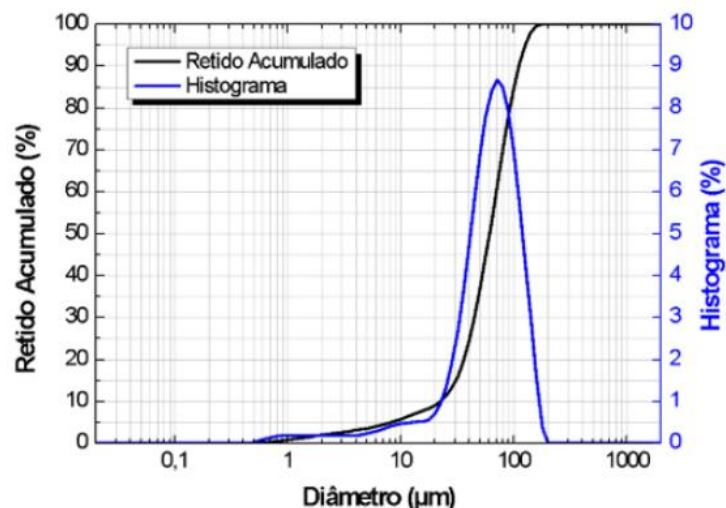
### **Caracterização dos materiais**

Todos os materiais empregados na pesquisa (agregado miúdo, cal, cimento e resíduo de scheelita) passaram por processo de caracterização. De acordo com o ensaio de granulometria, verificou-se que o diâmetro máximo característico é de 2,36mm, apresentando graduação fina, com módulo de finura de 2,14, que, de acordo com a norma, este agregado miúdo é adequado para aplicação em argamassas para reboco.

Para analisar a granulometria do resíduo de scheelita foi realizado a análise granulométrica a laser utilizando um difratômetro da marca Malvern em meio líquido

para a dispersão das partículas e contagem. A Figura 1 apresenta a curva de distribuição granulométrica mensurada por técnica de difração a laser do referido resíduo.

**Figura 1 - Granulometria a laser do resíduo de scheelita.**



A distribuição das partículas está compreendida na faixa entre 0,6 a 200  $\mu\text{m}$ , tendo sua maior quantidade de partículas com tamanho médio de 90  $\mu\text{m}$ . Esse resíduo apresenta  $D_{10} = 22,509 \mu\text{m}$ ,  $D_{50} = 60,879 \mu\text{m}$  e  $D_{90} = 100,982 \mu\text{m}$ . Segundo a ABNT NBR 12653:2014, material é considerado pozolânico quando somente 20%, ou menos, da amostra fica retido em peneira com abertura de 45  $\mu\text{m}$ . No resíduo de scheelita, observa-se que, aproximadamente, 70% das partículas apresentam granulometria inferior a 45  $\mu\text{m}$ , ou seja, ficando retido cerca de 30%, superior à 20%, dando-lhe com isso características de material não pozolânico, no entanto outros ensaios são necessários para atestar esta propriedade. O material tem uma área superficial específica de 0,275  $\text{m}^2/\text{g}$ .

#### **Definição dos traços de argamassa com e sem resíduo**

Após a caracterização dos materiais decidiu-se pelo traço, em volume de 1:0,50:6,00, o qual foi transformado em massa, utilizando a propriedade de massa unitária de cada material, conforme dados apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2 - Traço em massa das argamassas.**

| <b>Traços</b>                                | <b>Traço em massa</b> |
|----------------------------------------------|-----------------------|
| Traço convencional                           | 1:0,42:8,23:00:a/c    |
| Traço com 30% de RSch                        | 1:0,42:5,76:2,47:a/c  |
| Traço com 50% de RSch                        | 1:0,42:4,11:4,12:a/c  |
| Traço com 100% de RSch                       | 1:0,42:0,00:8,23:a/c  |
| RSch = resíduo de scheelita (Mina Brejuí/RN) |                       |

Fonte própria: IFRN/CNAT (2022).

Os traços acima estão em massa, com substituição do agregado miúdo por 30%, 50% e 100% por resíduos de scheelita. Apesar da quantidade de cimento e do resíduo de scheelita serem variáveis, pois o traço é variável, optou-se por um fator água/cimento

fixo, estes valores foram validados com o ensaio de índice de consistência, com espalhamento estabelecido em 260mm.

### Análise da absorção de água por capilaridade (AbsC)

O ensaio de absorção por capilaridade tem por base a medição da massa de água que é absorvida, por unidade de área, e foi realizado conforme a NBR 9779:2012, com traço em massa previamente definido em 1:0,42:8,23 (cimento:cal:areia média) com diferentes porcentagens de resíduo de scheelita (sem scheelita, 0%, 30%, 50% e 100% de substituição parcial à areia). Foram moldados 04 corpos de provas (cp) para cada traço, de acordo com NBR 7215:2019 e postos em cura por 28 dias, após esse período, foram pesados e colocados na estufa por 24h em temperatura de 105°C, até constância de massa para posterior pesagem.

Após secos em estufa por 24 h, à temperatura de 105°C, os corpos de prova com 0%, 30%, 50% e 100% de RSch, foram pesados e colocados sobre lâmina d'água constante de 5mm para posterior pesagem de suas massas, em tempos de 3h, 6h, 24h, 48h e 72h, conforme prescreve a norma (Figura 2).

**Figura 2 – Corpos de prova antes da imersão em lâmina de água de 5mm.**



Fonte própria: IFRN/CNAT (2022).

A Tabela 3 apresenta o resultado da absorção por capilaridade média de todos os traços, após 3 h, 6 h, 24 h, 48 h e 72 h de contato com a lâmina de água de 5mm.

**Tabela 3 - Absorção média de água por capilaridade**

| Traço         |                                                 | 3h   | 6h   | 24h  | 48h  | 72h  |
|---------------|-------------------------------------------------|------|------|------|------|------|
| T0% de RSch   | AbsCap <sub>média</sub><br>(g/cm <sup>2</sup> ) | 0,95 | 1,14 | 1,80 | 1,98 | 2,01 |
| T30% de RSch  |                                                 | 1,60 | 2,25 | 2,58 | 2,65 | 2,65 |
| T50% de RSch  |                                                 | 1,33 | 1,97 | 2,72 | 2,74 | 2,74 |
| T100% de RSch |                                                 | 1,48 | 1,79 | 2,77 | 2,83 | 2,84 |

AbsCap – Absorção de água por capilaridade média.

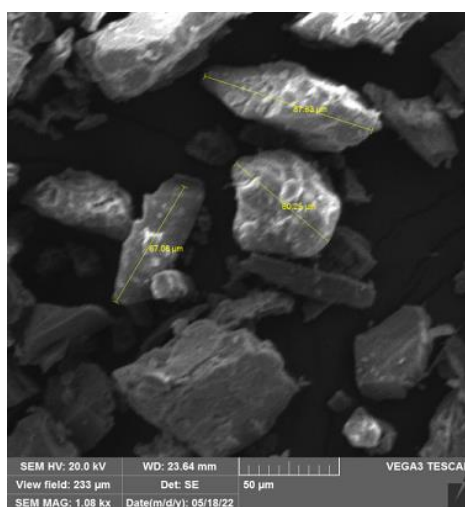
Analisando a Tabela 3, observa-se que a máxima absorção, para os 4 tipos de argamassa, ocorre em 72 h, com e sem adição de resíduo de scheelita. Notou-se, também, que quanto maior a adição de RSch, maior a absorção capilar, conforme Figura 3, fato também constatado conforme Medeiros (2016).

**Figura 3 - Corpo de prova T0% e T100% após 72h de imersão em lâmina de água.**



Os resultados demonstram que com o aumento de substituição do agregado miúdo por percentuais de RSch, ocorre um aumento de poros permeáveis. Já Libelarino *et al* (2020), em estudo análogo, porém com sílica ativa, constatou um decréscimo na absorção por capilaridade em argamassas de revestimento, quando comparados ao traço sem adição, provavelmente o resíduo de scheelita absorve mais água, uma vez que constatou-se na microscopia eletrônica de varredura, uma estrutura semelhante à de flocos, conforme Figura 4.

**Figura 4 - Microscopia eletrônica de varredura do resíduo de scheelita.**



## CONCLUSÕES

Os resultados obtidos indicaram que a inserção do resíduo de scheelita aumentou a absorção de água por capilaridade das argamassas alternativas em 65%, 71% e 92% nos traços com 30%, 50% e 100% de substituição do resíduo por agregado miúdo. No entanto, destaca-se que o traço convencional, ou seja, com 0% de resíduo, apresentou um aumento na absorção por capilaridade de 112%, valor superior aos traços alternativos. Atribui-se o fato da absorção por capilaridade ser inferior nos traços com resíduos de scheelita, em virtude deste resíduo ter sido caracterizado como areia fina, contendo um teor significativo de finos, ocasionando a diminuição dos vazios. Diante do exposto,



constatou-se que é viável o uso de resíduos de scheelita em traços de argamassas para assentamento, porém deve-se analisar outros parâmetros, não avaliados nesta pesquisa.

### **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos ao órgão de pesquisa do IFRN/PROPI (Pró-reitoria de Pesquisa e Inovação Tecnológica) pela oportunidade, através dos editais de pesquisa, para que pudéssemos participar do processo de iniciação científica.

### **REFERÊNCIAS**

BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. Sumário Mineral 2017.

BRASILEIRO, L.L. Utilização de Agregados reciclados Provenientes de RCD em Substituição ao Agregado Natural no Concreto Asfáltico [Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Piauí], 2013.

LIBELARINO, V. P. S. L.; CAVALCANTE Da Costa, V. G.; CUNHA, D. G. A.; SOUZA, J. & AVELINO, V. K. G. R. Avaliação da absorção por capilaridade em argamassas de revestimento com adição de sílica ativa. Anais do 62º Congresso Brasileiro de Concreto/IBRACON – setembro de 2020, ISSN 2175- 8182, 2020.

MEDEIROS, M. Estudo de argamassas de revestimento com resíduo de scheelita [Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Norte], (2016). <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/22457>

MINERAÇÃO TOMAZ SALUSTINO S.A. História. <https://minabreju.com.br/historia/>

ROCHA, J. C. & JOHN, V. M. Utilização de Resíduos na Construção Habitacional. Coletânea Habitare, v.4., 2003.

SILVEIRA, M. D. Utilização de resíduos da mineração na construção civil. (Especialização). Universidade Federal de Minas Gerais, 29 f., 2015.