

IMPORTÂNCIA DAS TÉCNICAS DE CARACTERIZAÇÃO DOS MATERIAIS PARA CONSTRUÇÃO CIVIL

Fabiana Ingrid Torres da Silva 1 (UFERSA) E-mail: fabiana.silva89276@alunos.ufersa.edu.br

Sâmea Valensca Alves Barros 2 (UFERSA) E-mail: sameavalensca@ufersa.edu.br

Resumo: *A indústria da Construção Civil no Brasil, nas últimas décadas, passa por transformações advindas da necessidade de se tornar ecologicamente correto, alcançando o Objetivo do Desenvolvimento Sustentável número 12, promovendo o consumo e a produção sustentável. Nesta perspectiva, esta pesquisa teve como objetivo demonstrar a importância das principais técnicas de caracterização dos materiais na confecção de materiais alternativos para atender as demandas deste setor, a partir da aplicação das principais técnicas na caracterização de resíduos de Scheelita e de vidro coletados no Rio Grande do Norte. Os procedimentos metodológicos adotados foram: beneficiamento do resíduo de vidro através da moagem e peneiramento; utilização do resíduo de Scheelita na granulometria fornecida e realização da caracterização física, química e mineralógica deles. Os resultados corroboram com os aspectos positivos identificados na revisão bibliográfica sobre o uso das técnicas de caracterização dos materiais para determinar as características dos resíduos para uso adequado em matrizes cimentícias, considerando as propriedades obtidas e a interação delas com o cimento Portland. À medida que as propriedades físicas, a composição química e mineralógica obtida demonstram a importância das técnicas na definição de qual uso será dado a estes resíduos nas matrizes cimentícias. Pois, as propriedades físicas e a composição química-mineralógica de determinado resíduo podem inviabilizar seu uso ou condicionar a escolha das demais matérias primas a dadas características, a exemplo da utilização de um cimento resistente aos ataques químicos caso na composição do resíduo seja encontrado componente reativo.*

Palavras-chave: Análise Granulométrica, FRX, DRX, Argamassas Alternativas, Concretos Alternativos.

IMPORTANCE OF MATERIAL CHARACTERIZATION TECHNIQUES FOR CIVIL CONSTRUCTION

Abstract: *The Civil Construction industry in Brazil, in recent decades, has undergone transformations arising from the need to become environmentally friendly, achieving Sustainable Development Goal number 12, promoting sustainable consumption and production. From this perspective, this research aimed to demonstrate the importance of the main material characterization techniques in the manufacture of alternative materials to meet the demands of this sector, based on the application of the main techniques in the characterization of Scheelite and glass waste collected in Rio Grande do Norte. The methodological procedures adopted were: processing of glass residue through grinding and sieving; use of Scheelite residue in the granulometry provided and carrying out their physical, chemical and mineralogical characterization. The results corroborate the positive aspects identified in the bibliographic review on the use of material characterization techniques to determine the characteristics of waste for appropriate use in cement matrices, considering the properties obtained and their interaction with Portland cement. As the physical properties, the chemical and mineralogical composition obtained demonstrate the importance of the techniques in defining which use will be given to these residues in the cement matrices. The physical properties and chemical-mineralogical composition of a given residue may make its use unfeasible or condition the choice of other raw materials to certain characteristics, such as the use of cement resistant to chemical attacks if a reactive component is found in the composition of the residue.*

Keywords: Granulometric Analysis, XRF, XRD, Alternative Mortars, Alternative Concretes.

1. Introdução

A construção civil é um dos principais setores econômicos responsáveis pelo grande consumo de recursos naturais e geração de relevante montante de resíduos sólidos, comportando-se como grande gerador de impactos ambientais (SANTOS *et al.*, 2023; BRASILEIRO & MATOS, 2015).

A reciclagem de resíduos sólidos se tornou uma estratégia de extrema importância quando se trata de promover a sustentabilidade do setor, contribuindo para minimizar os impactos ambientais causados pelo setor da construção civil. Portanto, a reutilização desses materiais, reduz a extração de recursos naturais, cujas reservas são frequentemente limitadas, além de diminuir os níveis de poluição atmosférica decorrentes da extração, processamento e transporte de matérias-primas (PAULINO *et al.*, 2022).

O conhecimento da composição química e mineralógica dos materiais sejam convencionais ou alternativos é de extrema importância na definição do uso a ser dado a eles na produção de matrizes cimentícias (argamassas e concretos) para atender as demandas da construção civil. À medida que na confecção de argamassas e concretos a composição química e mineralógica interfere na durabilidade destas matrizes no estado endurecido, pois pode haver elementos reativos no agregado capazes de reagir com os álcalis presentes no Cimento *Portland* desencadeando reações deletérias que comprometem as estruturas ao longo de sua vida útil (BARROS *et al.*, 2016; OLIVEIRA NETO *et al.*, 2021).

Ademais, a análise da granulometria dos agregados sejam eles convencionam ou oriundos de resíduos a serem utilizados na produção de argamassas é importante para garantir homogeneidade da argamassa conferido a ela melhor trabalhabilidade e demais propriedades, logo, a areia (agregado miúdo) deve ficar dentro da zona utilizável, embora o desejado seja a zona ótima para se ter argamassas de melhor qualidade (TOKARSKY *et al.*, 2018).

Os agregados utilizados na produção de concretos e argamassas, conforme a ABNT NBR 7211 (2022) devem apresentar o tamanho de suas partículas dentro dos limites especificados na Tabela 1.

Tabela 1 - Limites da distribuição granulométrica do agregado miúdo

Peneira com abertura de malha (ABNT NBR ISSO 3310-1)	Porcentagem, em massa, retida acumulada			
	Limites inferiores		Limites superiores	
	Zona utilizável	Zona ótima	Zona ótima	Zona utilizável
9,5	0	0	0	0
6,3	0	0	0	7
4,75	0	0	5	10
2,36	0	10	20	25
1,18	5	20	30	50
0,6	15	35	55	70
0,3	50	65	85	95
0,15	85	90	95	100

NOTA 1 O módulo de finura da zona utilizável inferior varia de 1,55 a 2,20.

NOTA 2 O módulo de finura da zona ótima varia de 2,20 a 2,90.

NOTA 3 O módulo de finura da zona utilizável superior varia de 2,90 a 3,50.

Fonte: adaptado da ABNT NBR 7211:2022

A distribuição granulométrica do tamanho das partículas do agregado é uma ferramenta essencial para avaliar a adequação do material às normas técnicas, identificando a zona que o agregado se encontra (ótima ou utilizável). Além disso, a análise da curva granulométrica permite verificar se há necessidade de ajustes na composição do agregado para otimizar sua aplicação em concretos e argamassas, garantindo melhor desempenho mecânico e reológico da mistura (TOKARSKY *et al.*, 2018; BRAGAGNOLO; AKORF, 2020; BARROS *et al.*, 2016).

Nesta perspectiva, BARROS *et al.* (2016) e OLIVEIRA NETO *et al.* (2021) afirmam que é necessário conhecer as características e propriedades dos materiais e/ou resíduos para poder definir o uso adequado tecnicamente do mesmo na produção de matéria prima para construção civil. À medida que podem ser usados em matrizes cimentícias como pozolanas ou para promover o efeito *filler*.

De acordo com a ABNT NBR 12653 (2014), os materiais para serem considerados pozolanas devem possuir características específicas para garantir desempenho adequado em aplicações na construção civil (Tabela 2).

Tabela 2 - Requisitos químicos para um material ser considerado pozolânico

Propriedades	Classe de material pozolânico			Método de ensaio(*)
	N	C	E	
SiO ₂ + Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	≥70 %	≥70 %	≥50 %	ABNT NBR 22
SO ₃	≤4 %	≤5 %	≤5 %	ABNT NBR 16
Teor de umidade	≤3 %	≤3 %	≤3 %	ABNT NBR 24
Perda ao fogo	≤10 %	≤6 %	≤6 %	ABNT NBR 18
Álcalis disponíveis em Na ₂ O	≤1,5 %	≤1,5 %	≤1,5 %	ABNT NBR 25

(*) Os métodos de ensaios devem ser adaptados, substituindo-se o cimento *Portland* pelo material pozolânico.

Fonte: adaptado da ABNT NBR 12653:2014

Enquanto, para um material ser utilizado para promover o efeito *filler* em matrizes cimentícias é necessário que ele seja classificado como pulverulento, ou seja, materiais cuja fração é passante na peneira ABNT de número 200 (Medeiros *et al.* (2021); OLIVEIRA NETO *et al.* 2021; BARROS *et al.*, 2016).

Medeiros *et al.* (2021) e Barros *et al.* (2016) destacam a necessidade de se investigar a reatividade dos materiais alternativos (resíduos beneficiados) nas matrizes cimentícias à medida que estes materiais podem ter componentes que reajam com os álcalis presentes no cimento *Portland*, e assim, desencadear reações químicas que inviabilizam o uso desses materiais na fabricação das matrizes cimentícias, denominadas reações álcalis-agregado. Ademais, Oliveira Neto *et al.* (2021) acrescentam que a penetração nas matrizes cimentícias dos íons de sulfato (SO₄²⁻) presentes em meios agressivos (a exemplo de ambientes industriais; marítimos, entre outros) gera reações químicas denominadas de ataques por sulfato, que ocasionam a deterioração de argamassas e concretos.

Logo, percebe-se nas pesquisas de Oliveira Neto *et al.* (2021); Medeiros *et al.* (2021) e

Barros *et al.* (2016) a importância do conhecimento das técnicas de caracterização dos materiais para o processo de produção e consumo sustentável na construção civil. Pois, segundo os autores, conhecendo as propriedades da microestrutura dos materiais garante o uso adequado deles que irá promover a qualidade da macroestrutura do setor da construção civil.

2. Materiais e Métodos

2.1. Materiais

Os materiais utilizados na pesquisa foram: resíduos de vidro coletados no município de Mossoró/RN e resíduos gerados na extração de Scheelita concedidos já na granulometria de agregado (areia fina) pela Empresa de Mineração Tomaz Salustino – Mina Brejuí, localizada no município de Currais Novos/RN.

Os resíduos de vidro foram beneficiados através dos processos de moagem em Abrasão *Los Angeles* e de peneiramento em peneira ABNT malha número 200 no laboratório de Laboratório de Misturas Asfálticas – LAMAF da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA.

2.2. Métodos

Os métodos utilizados foram as técnicas de caracterização dos materiais: caracterização física do resíduo de Scheelita através da análise granulométrica por peneiramento utilizando a série normal de peneiras da ABNT NBR 17054/2022 no LAMAF e do resíduo de vidro beneficiado na granulometria de pó fazendo uso de Granulômetro por difração a laser CILAS 1064 no Laboratório de Tecnologia dos Materiais - LTM da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG; a caracterização química por espectrometria de fluorescência de raios X (FRX) fazendo uso do equipamento EDX 720 da Shimadzu para determinação da composição química e a caracterização mineralógica utilizando a difração de raios X (DRX) no Difractômetro Shimadzu XRD-6000 com radiação $\text{CuK}\alpha$, tensão de 40kV, corrente de 30mA, modo de escaneamento por passos (fixed time scan), com passo de 0,02 e tempo de contagem de 0,6s, com ângulo 2θ percorrido de 5° a 60° . Estas duas últimas caracterizações foram realizadas no LTM da UFCG.

3. Resultados e Discussões

3.1. Caracterização física dos resíduos

3.1.1 Resíduos de Scheelita

A tabela 3 apresenta as propriedades físicas determinadas para o resíduo de Scheelita fornecido na granulometria de areia.

Tabela 3: Propriedades físicas do resíduo de Scheelita

Ensaio		Resíduo de Scheelita na granulometria de areia
Teor de materiais pulverulentos		1,4 %
Granulometria	Diâmetro máximo	2,37mm
	Módulo de finura	2,4 %

Fonte: Autoria própria (2025)

O teor de materiais pulverulentos encontrado nesta pesquisa foi de 1,4% (Tabela 3) que é considerado um valor baixo, fato que contribui para promover a qualidade das argamassas produzidas com ele. Pois, segundo Santos *et al.* (2023), baixos teores de materiais pulverulentos no agregado usado na confecção de argamassa proporciona melhor qualidade dela quanto a retenção de água.

Com relação ao módulo de finura, o valor obtido foi 2,4% (Tabela 3), permitindo classificar o agregado estudado (resíduo de Scheelita) como areia de granulometria média à medida que o módulo de finura obtido para ela se encontra no intervalo $2,20 \leq MF < 2,90$. Este intervalo é característico da zona ótima do agregado miúdo, segundo a NBR ABNT 7211:2022 (Tabela 1).

De acordo com a literatura estudada, é importante a determinação destas propriedades físicas, pois a granulometria de cada tipo de agregado influencia diretamente na trabalhabilidade e na resistência dos materiais finais. Assim, a zona ótima definida pela NBR ABNT 7211:2022 é a desejada para o uso do agregado na fabricação de argamassas, pois esta granulometria de areia é bem graduada com diâmetros de partículas de tamanhos variados onde as de menor diâmetro preenche os espaços vazios entre as de maior diâmetro, tornado a matriz mais densa e evita a penetração.

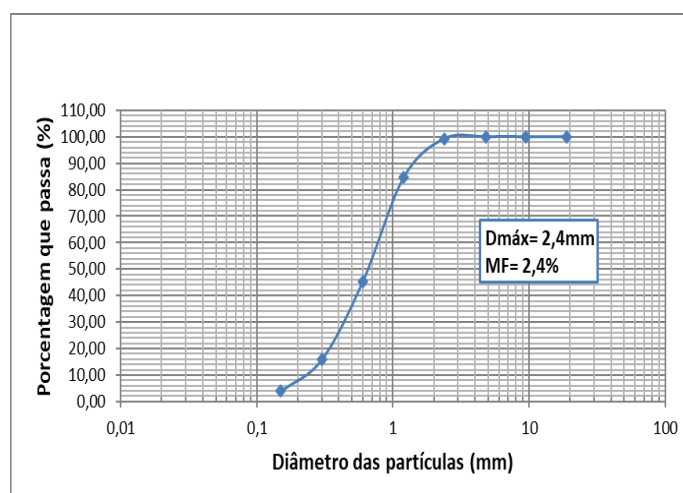


Figura 1 – Curva granulométrica obtida por peneiramento em série normal para resíduo de Scheelita na granulometria de areia

Fonte: Autores (2025)

A Figura 1 indica que o resíduo de Scheelita na granulometria de areia apresenta comportamento de areia bem graduada, sendo um agregado apropriado quanto as suas propriedades físicas para uso na confecção de argamassas.

3.1.2 Resíduos de vidro beneficiado

O resíduo de vidro foi beneficiado na granulometria de pó, isto é, o tamanho de suas partículas corresponde a fração passante na peneira número 200 da ABNT. A maior fração de partículas possuem diâmetros entre 2 e 20 μm , com 52,25% de volume acumulado nesta faixa (Figura 2).

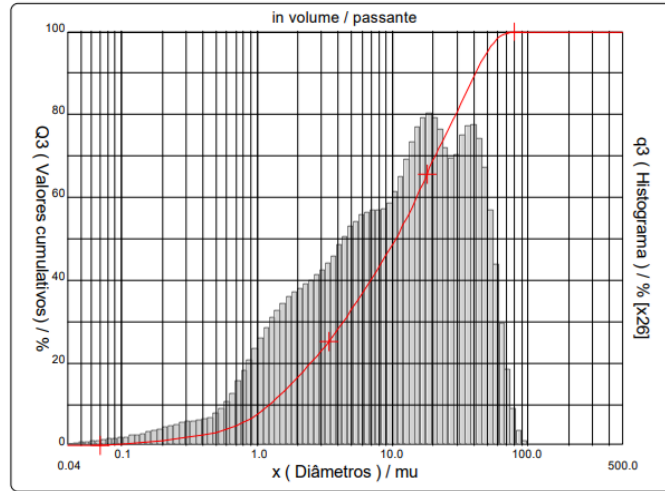


Figura 2 – Curvas de distribuição granulométrica obtida no Granulômetro CILAS 1064

Fonte: Autores (2025)

Logo, o pó de vidro resultante da moagem em Abrasão Los Angeles e peneiramento em peneira ABNT número 200 é um material classificado como pulverulento (Figura 2), que pode apresentar atividade pozolânica devido sua composição química (Tabela 5) e ao comportamento do seu difratograma (Figura 4).

3.2. Caracterização química dos resíduos

3.2.1 Resíduos de Scheelita

A composição química do resíduo de Scheelita na granulometria de areia (agregado miudo) é apresentada na Tabela 4.

Tabela 4: Composição química do resíduo de Scheelita na granulometria de areia

ÓXIDOS	(%)
SiO ₂	25,82
CaO	45,64
K ₂ O	0,65
P ₂ O ₅	-
Al ₂ O ₃	9,04
MgO	3,95
SO ₃	-
Fe ₂ O ₃	11,64
Outros óxidos	3,24

Fonte: autoria própria (2025)

Verifica-se na Tabela 4, a predominância do óxido de cálcio (45,64%) e da sílica (25,82%) na composição química do resíduo de Scheelita. E a presença de um teor de alumina presente na sua composição (9,04%) que sugere a necessidade de se verificar a ocorrência aos ataques químicos quando este resíduo é inserido em argamassas. À medida que a alumina presente no agregado usado na confecção de matrizes cimentícias, seja areia natural ou oriunda de resíduos, pode reagir com os álcalis presentes no cimento *Portland*.

Logo, não se deve levar apenas em consideração a caracterização física do agregado miúdo utilizado (resíduo de Scheelita), deve-se considerar os resultados da caracterização química e mineralógica. Ao passo que a presença de elementos reativos nele podem desencadear ataques químicos e assim ocasionar a deterioração das argamassas, invalidando seu uso caso não se adote na produção das matrizes cimentícias cimentos mitigadores dos ataques químicos.

3.2.2 Resíduos de vidro beneficiado

A composição química do resíduo de vidro beneficiado na granulometria de pó é apresentada na Tabela 5.

Tabela 5: Composição química do resíduo de vidro beneficiado na granulometria de pó

ÓXIDOS	(%)
SiO ₂	69,6
CaO	12,92
Na ₂ O	11,85
Al ₂ O ₃	3,79
K ₂ O	0,91
RuO ₂	0,58
SO ₃	0,22
Fe ₂ O ₃	-
TiO ₂	0,06
Outros óxidos	0,07

Fonte: Autoria própria (2025)

O resíduo de vidro beneficiado na granulometria de pó apresentou uma composição química rica em sílica (SiO₂) com 69,6% e esta é considerada amorfa em função do comportamento do difratograma obtido (Figura 4). Ademais, possui um teor moderado de óxido de cálcio (CaO) de 12,92% e baixo teor de óxido de alumínio (Al₂O₃) de 3,79%, que podem contribuir para a estabilidade química, porém, a presença significativa de óxido de sódio (Na₂O) e de óxido de potássio (K₂O) exige avaliação quanto ao risco de reação álcali-agregado quando usado na produção de argamassas com cimentos classificados como comuns.

Como a soma obtida para SiO₂ + Al₂O₃ + Fe₂O₃ é 73,39%; o teor de SO₃ (0,22%) foi ≤4 % e a sílica presente no pó de vidro é amorfa (Figura 4), de acordo com a ABNT NBR 12653:2015, estes parâmetros obtidos são indicativos que este material é pozolânico.

É importante destacar que embora o resíduo de vidro na granulometria de pó atenda alguns parâmetros químicos definidos pela ABNT NBR 12653:2015 (Tabela 2), fazendo-o ser considerado como material que apresenta características pozolânicas, e assim ter certo grau de mitigador das reações álcali-agregado, porém dependerá, também, da composição química do cimento Portland utilizado com o pó de vidro para confeccionar as matrizes cimentícias.

3.3. Caracterização mineralógica dos resíduos

3.3.1 Resíduos de Scheelita

O difratograma de raios-x obtido para o resíduo de Scheelita na granulometria de areia média (Figura 3) apresenta as seguintes fases mineralógicas: quartzo (SiO_2 , JCPDS 46-1045), mica ($\text{K}(\text{Mg}, \text{Fe})_3(\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_{10}(\text{OH})_2$, JCPDS 83-1808) e calcita (CaCO_3 , JCPDS 05-0586).

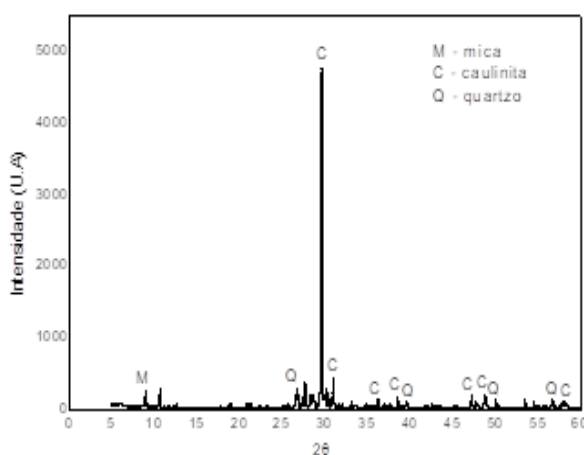


Figura 3 – Difratograma de raios X do resíduo de Scheelita na granulometria de areia

Fonte: Autores (2025)

O difratograma da Figura 3 é característico de materiais cristalinos, ou seja, com estrutura tridimensional ordenada. Corroborando com os resultados obtidos na caracterização química (Tabela 4) já que indica alto teor de óxido de cálcio (CaO), que pode ser atribuído a presença de calcita (CaCO_3) e a fase cristalina de quartzo.

Vale salientar, que a fase mineralógica de quartzo é indicativa do teor de sílica presente na composição química deste material, e o comportamento do difratograma indica que a sílica presente neste material não é amorfa, e sim cristalina.

3.3.2 Resíduos de vidro beneficiado

A Figura 4 apresenta o difratograma do resíduo de vidro beneficiado na granulometria de pó.

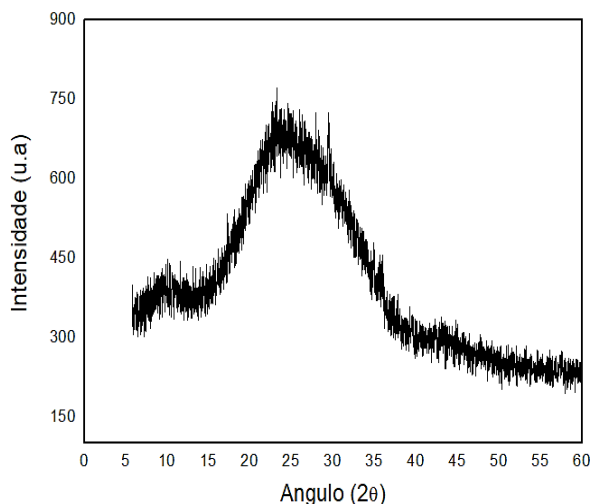


Figura 4 – Difratograma de raios X do resíduo de vidro beneficiado na granulometria de pó

Fonte: Autores (2025)

O difratograma da Figura 4 é característico de materiais amorfos, ou seja, com estrutura tridimensional desordenada. Isto é, a sílica presente é reativa e o material quase sempre tem propriedades pozolânicas. Afirma-se que é característico de material amorpho porque não há picos cristalinos, e sim a formação de um halo alargado.

4. Conclusões

Diante do estudo realizado, foi possível chegar as seguintes conclusões:

- A caracterização física do resíduo de Scheelita na granulometria de areia média permite a utilização deles na confecção de argamassas, pois apresentam distribuição granulométrica graduada com a presença das várias faixas de diâmetros que proporciona menor porosidade a estes materiais. Ademais, o módulo de finura obtido demonstra que confere boa trabalhabilidade e resistência aos materiais finais.
- A caracterização química-mineralógica do resíduo de Scheelita indica a necessidade da investigação da ocorrência aos ataques por sulfato e as reações álcalis-agregados quando estes são usados na produção de argamassas e concretos, pois há a presença de alumina na composição química que pode desencadear estas reações e comprometer a durabilidade das matrizes cimentícias fabricados com ele.
- A caracterização física do pó de vidro indica que este é um material classificado como pulverulento, podendo ser utilizado em argamassas e concretos para promover efeito *filler* em função do tamanho de suas partículas.
- A caracterização química-mineralógica do pó de vidro indica que este é um material que pode ser classificado de acordo com os parâmetros indicados pela ABNT NBR 12653:2015 como material que apresenta atividade pozolânica, sendo reforçado pela sua caracterização mineralógica que indica a presença da sílica amorfa em função da formação de um halo característico de material amorpho.
- As técnicas de caracterização dos materiais aplicadas na caracterização de resíduos beneficiados ou sem beneficiamento apresentam demasiada importância para o setor da construção civil conseguir alcançar com eficiência e eficácia o Objetivo do Desenvolvimento Sustentável número 12, promover o consumo e produção sustentável.

Relevância esta demonstrada, principalmente, com os resultados obtidos na caracterização do resíduo de Scheelita cuja caracterização física indica que se encontra na zona ótima de utilização na produção de argamassa, porém a caracterização química indica a presença de alumina que pode reagir com os álcalis do cimento *Portland*. Logo, demonstra que se deve investigar as reações químicas e escolher um cimento cuja composição química tenha elementos capazes de impedir as reações álcalis-agregado.

Referências

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.** *ABNT NBR 7211: Agregados para concreto – Requisitos.* Rio de Janeiro: ABNT, 2022. 14p.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.** *ABNT NBR 12653: Materiais pozolânicos - Requisitos.* Rio de Janeiro: ABNT, 2014. 10p.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.** *ABNT NBR 17054: Agregados - Determinação da composição granulométrica – Método de ensaio.* Rio de Janeiro: ABNT, 2022. 9p.
- BARROS, S. V. A.; MARCIANO, J. E. A.; FERREIRA, H. C.; MENEZES, R. R.; NEVES, G. A.** *Addition of quartzite residues on mortars: Analysis of the alkali aggregate reaction and the mechanical behavior.* *Construction & Building Materials*, v. 118, p. 344-351, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061816308042>. Acesso em: novembro de 2024.
- BRASILEIRO, L. L. & MATOS, J. M. E.** *Revisão bibliográfica: reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil.* *Cerâmica* 61, 178-189, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ce/a/8v5cGYtby3Xm3Snd6NjNdtQ/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: dezembro de 2024.
- BRAGAGNOLO, L. & KORE, E.P.** *Aplicação de resíduos na fabricação de concreto: como técnicas analíticas de caracterização podem auxiliar na escolha preliminar do material mais adequado?* *Revista Matéria*, v.25, n.1, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rmat/a/FXyxDhDgKKFmVwYzvjrJLQD/?lang=pt>. Acesso em: dezembro de 2024.
- MEDEIROS, B. L. DE A. V.; FERNANDES, J. V.; COSTA, F. P. da; BARROS, S. V. A.; RODRIGUES, A. M.; NEVES, G. A.** *Resistance to the alkali-aggregate reaction of sustainable mortars produced with scheelite tailings in replacing natural sand aggregates.* *Research, society and development*, v. 10, p. e567101422209, 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/22209>. Acesso em: janeiro de 2025.
- OLIVEIRA NETO, R. E.; CARTAXO, J. M.; RODRIGUE, A. M.; NEVES, G. A.; MENEZES, R. R.; COSTA, F. P.; BARROS, S. V. A.** *Durability Behavior of Mortars Containing Perlite Tailings: Alkali-Silicate Reaction Viewpoint.* *Sustainability*, v. 13, p. 9203, 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/16/9203>. Acesso em: janeiro de 2025.
- PAULINO, R. S.; LAZARI, C. H.; MIRANDA, L. F. R.; VOGT, V.** *Atualização do cenário da reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil: 2008-2020.* *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 23, n. 3, p. 83-97, Jul./Set. 2023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ac/a/QNNFCRvKbhfCRwx5sgNwxvM/>. Acesso em: janeiro de 2025.
- SANTOS, L. M.; CARVALHO JR, A. N. de; VITORINO, S. J.** *A influência do material pulverulento na retenção de água e no tempo de estabilização da argamassa estabilizada.* *Construindo*, Belo Horizonte, v. 15, n. 2, p. 1-14, Jul./Dez. 2023. Disponível em: <https://revista.fumec.br/index.php/construindo/article/view/9089>. Acesso em: dezembro de 2024.
- TOKARSKI, R.B.; MATOSKI, A.; CECHIN, L.** *Comportamento das argamassas de revestimento no estado fresco, compostas com areia de britagem de rocha calcária e areia natural.* *Revista Matéria*, v.23, n.3, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rmat/a/FZwQTgRmn3rGtnfPqVzmZFy/>. Acesso em: dezembro de 2024.