cbecimat26
26° Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais
22 a 26 de novembro de 2026
Costão do Santinho
Florianópolis-SC

Caracterização físico-química e microestrutural de rejeitos de fosfato visando sua aplicação como substituto parcial do cimento Portland na produção de concreto

Andrade, M. D.[1]; Campos, H. F.[2]
1. Universidade Federal do Paraná (UFPR); 2. Universidade Federal do Paraná (UFPR)

Introdução

A elevada emissão de CO_2 associada à produção de cimento Portland impulsiona a busca por alternativas sustentáveis na construção civil. Nesse contexto, o aproveitamento de rejeitos de mineração de fosfato surge como uma alternativa promissora, contribuindo para a redução de passivos ambientais relacionados à sua exploração e viabilizando a produção de matrizes cimentícias menos agressivas ao meio ambiente. Entretanto, a viabilidade de aplicação do rejeito depende da caracterização detalhada de suas propriedades físicas, microestruturais e químicas.

Objetivo

O objetivo deste trabalho é caracterizar físico, química e microestruturalmente os rejeitos de mineração de fosfato provenientes do Complexo Mineroquímico de Cajati (SP), avaliando o seu potencial de aproveitamento como substitutos parciais do cimento Portland na produção de concreto.

Metodologia

Foram estudados dois rejeitos, o seco (barragem B1) e o lama (barragem B2) provenientes do Complexo Mineroquímico de Cajati (SP), ambos secos em estufa (24h a 100°C) com destorroamento prévio da lama.

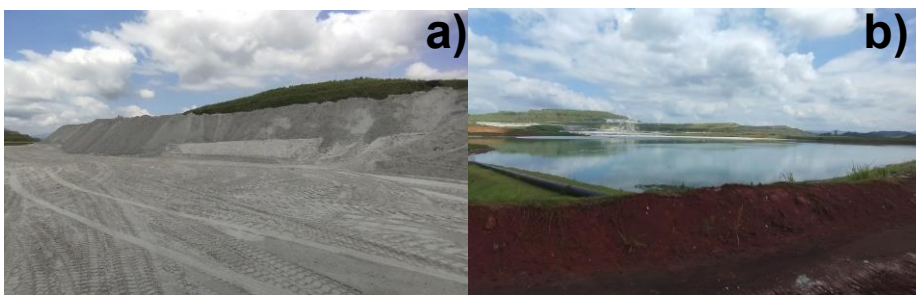


Figura 1. a) Barragem B1 b) Barragem B2

A caracterização envolveu os ensaios de massa específica (ABNT NBR 16605,2017), de atividade pozolânica com cal (ABNT NBR 5751, 2015), de índice de desempenho com cimento (ABNT NBR 5752, 2014) e granulometria a laser. A microestrutura e a composição química foram avaliadas por MEV (com recobrimento em ouro) e EDS. Adicionalmente, determinou-se o ponto de saturação do superplastificante (Cone de Kantro) e a densidade de empacotamento pelo método *Wet Packing* (Wong e Kwan, 2008).

Resultados e Discussão

Os resultados da caracterização física e reativa apresentam-se na Tabela 1 e Figura 2.

Propriedade Física	Rejeito Seco	Rejeito Lama	NBR 12653
Massa específica (g/cm³)	2,88	2,83	-
Atividade pozolânica com cal aos sete dias (MPa)	0,2	0,3	≥ 6MPa
Índice de desempenho com CP aos 28 dias (%)	54	62	≥ 90%

Tabela 1. Propriedades dos rejeitos

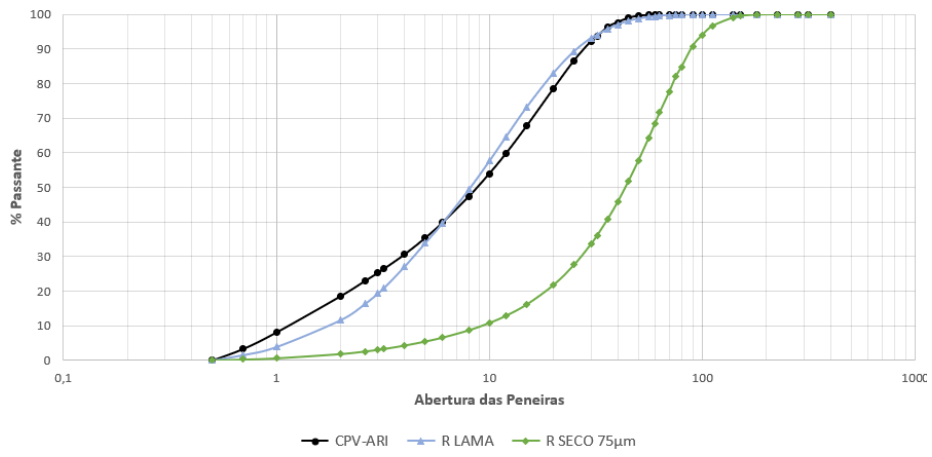


Figura 2. Granulometria dos rejeitos

As análises por **MEV** revelaram **morfologia irregular e fragmentada** em ambas as amostras, com **grãos angulosos e rugosos no rejeito seco e partículas finas e pulverulentas no rejeito lama**. A espectroscopia por **EDS** apontou a predominância de **oxigênio, cálcio e carbono**, com baixos teores de elementos deletérios como o magnésio. No ensaio de mini cone de Kantro, definiu-se o ponto de saturação do aditivo em 1,50% para o rejeito seco e em 0,90% para o rejeito lama. E a densidade máxima de empacotamento dos dois materiais é apresentada nos gráficos da Figura 3.

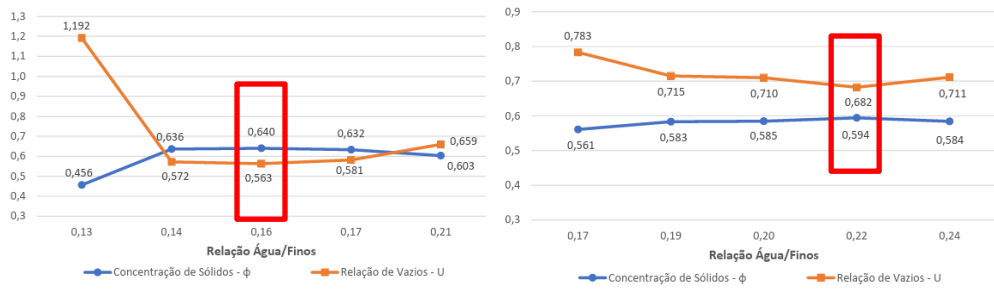


Figura 3. Densidade de empacotamento

Conclusões

Os rejeitos estudados apresentaram-se como materiais predominantemente inertes, com propriedades que revelam um elevado potencial para sua aplicação como fíler em matrizes cimentícias. O emprego do rejeito lama e da fração fina do rejeito seco pode contribuir de maneira efetiva para a redução do consumo de cimento Portland e para a mitigação de passivos ambientais de barragens de mineração.

Referências

ABNT NBR 5751: Materiais pozolânicos - Determinação da atividade pozolânica com cal aos 7 dias. Rio de Janeiro, 2015.
ABNT NBR 5752: Materiais pozolânicos - Determinação do índice de desempenho com cimento Portland aos 28 dias. Rio de Janeiro, 2014.
ABNT NBR 16605: Cimento Portland e outros materiais em pó — Determinação da massa específica. Rio de Janeiro, 2017.
KANTRO, D. Influence of water-reducing admixtures on properties of cement paste: a miniature slump test. Cement, Concrete and Aggregates, v. 2, p. 95–102, 1980.
WONG, H. H. C.; KWAN, A. K. H. Packing density of cementitious materials: part 1 – measuring using a wet packing method. Materials and Structures, v. 41, n. 4, p. 689-701, 2008.