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

Moagem em moinho atritor no estudo do comportamento de minerais presente em rocha ígnea fonolítica

Nikelli da Rosa Rabelo[1]; Michael Peterson[1]; Maykon Cargnin[1]; Ana Júlia Goulart Librelato[1]; Juliana Pavei Pizzolo[1]; Luana Milak Furmanski[1]

[1]Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC), Criciúma – SC, Brasil

Introdução

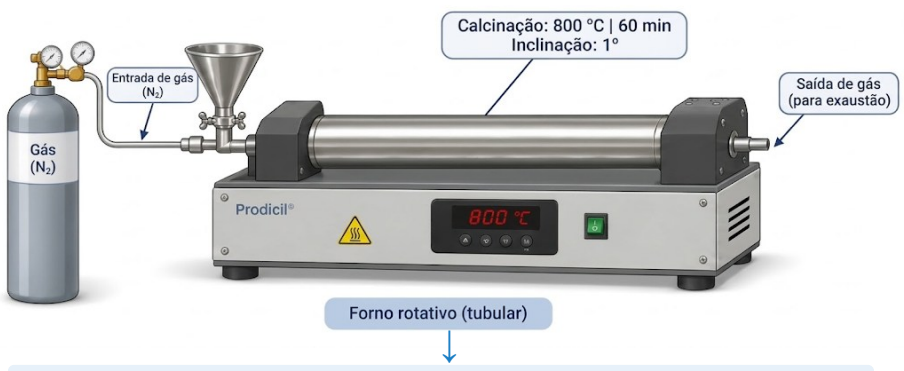
O fonolito é uma rocha alcalina com potencial fundente em revestimentos cerâmicos. Ferro e titânio podem comprometer a coloração de produtos claros. O ferro influencia a sinterização (Nodari *et al.*, 2025) e a composição da massa controla a vitrificação (Conte *et al.,* 2025). Este trabalho avalia calcinação e moagem úmida como etapas de beneficiamento.

Objetivos

Avaliar o efeito da atmosfera de calcinação, do tamanho das esferas e do tempo de moagem na granulometria e na composição química do fonolito.

Metodologia

01 CALCINAÇÃO • 800 °C • Ar Atmosférico / N_2



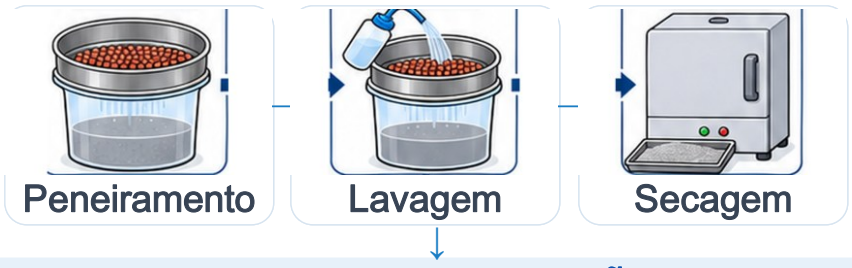
02 MOAGEM ÚMIDA • NETZSCH PE075



Vaso com agitador
20 g de fonolito
300 g de esferas
40 mL de água destilada

1.550 rpm • razão bola/pó 15:1 • tempos 30/60 min

03 PENEIRAMENTO → LAVAGEM → SECAGEM



04 CARACTERIZAÇÃO

DRX	FRX	DTP
D6 PHASER	S6 JAGUAR	SALD-2300

Bruker (DRX e FRX) • Shimadzu (DTP)

PLANEJAMENTO FATORIAL 2^3

- Atmosfera: ar atmosférico / N_2
- Esferas: 0,4 - 0,6 mm / 1,6 mm
- Moagem: 30 / 60 min

8 ensaios fatoriais + 3

Resultados e Discussão

Figura 1 - Difratograma de raios X do fonolito.

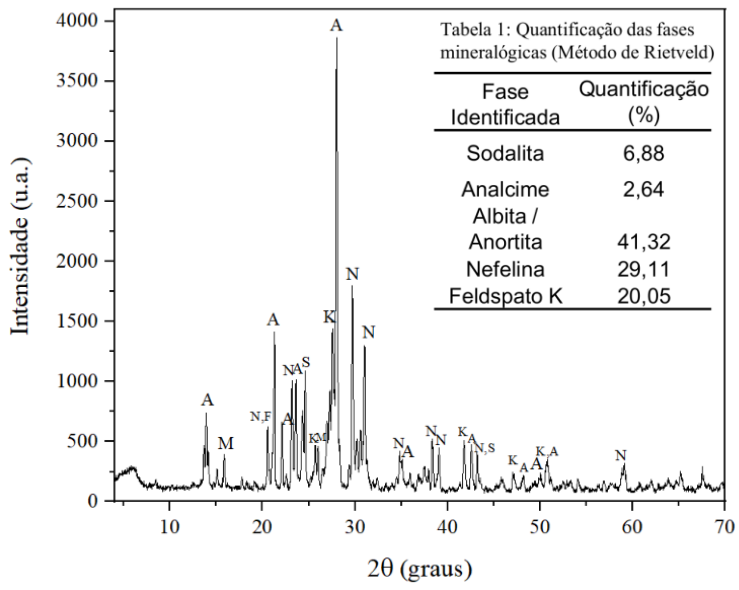


Tabela 1: Quantificação das fases mineralógicas (Método de Rietveld)

Fase Identificada	Quantificação (%)
Sodalita	6,88
Analcime	2,64
Albita / Anortita	41,32
Nefelina	29,11
Feldspato K	20,05

*A = Albita, Anortita , N = Nefelina, K = Feldspato K, M= Analcime, S= Sodalita

Tabela 1: Distribuição granulométrica (µm)

Amostra	D10 (µm)	D50 (µm)	D90 (µm)	D[4,3] (µm)
FP	2,197	28,926	157,579	56,792
AA60	3,228	33,943	210,446	71,587
AN60	3,194	36,732	179,752	65,647
AA30 EP	2,364	21,448	121,823	43,713
AA60 EP	1,946	19,815	88,585	33,884
AA30 EG	1,126	4,44	17,521	7,952
AA60 EG	1,088	3,993	20,326	9,37
AN30 EP	2,215	22,19	101,862	38,756
AN60 EP	2,629	24,647	140,033	50,125
AN30 EG	0,558	1,473	3,185	1,752
AN60 EG	1,176	5,239	56,264	18,343

D[4,3]: diâmetro médio volumétrico; FP: referência in natura.

Tabela 2: Análise Química por (FRX) - Óxidos (%)

Amostra	Na_2O (%)	Al_2O_3 (%)	SiO_2 (%)	K_2O (%)	CaO (%)	TiO_2 (%)	Fe_2O_3 (%)
FP	10,691	21,730	53,826	5,036	1,149	0,290	3,078
AN60	11,010	22,359	55,962	5,210	1,158	0,298	3,288
AA60	10,808	22,336	55,879	5,246	1,175	0,287	3,145
AA30EP	10,818	22,472	55,572	5,226	1,218	0,305	3,093
AN30EP	10,991	24,071	55,253	5,543	1,332	0,260	1,522
AA60EP	10,770	22,318	55,981	5,200	1,205	0,377	3,268
AA30EG	10,690	22,378	55,334	5,124	1,212	0,302	3,243
AN30EG	10,293	21,666	54,183	5,065	1,153	0,279	3,016
AA60EG	10,879	21,941	55,374	5,029	1,243	0,426	3,442
AN 60EG	10,646	21,968	55,232	5,042	1,181	0,376	3,367
Média (%)	10,744	22,339	55,329	5,177	1,196	0,318	3,053

Conclusões

As esferas de 1,6 mm produziram os menores D50 nas condições estudadas. O AN60 apresentou D50 de 36,732 µm (sem moagem), enquanto AN30 EG atingiu 1,473 µm. Não há evidências suficientes para atribuir as variações de Fe_2O_3 exclusivamente à atmosfera ou comprovar remoção seletiva.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC), ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência dos Materiais (PPGCEM), ao Laboratório de Reatores e Processos Industriais (LabRePI), ao Programa de Suporte à Pós-Graduação de Instituições Comunitárias de Educação Superior e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (PROSUC/CAPES).

Referências

NODARI, L. et al. Role of iron-rich clays on sintering of porcelain stoneware tiles. **Journal of the European Ceramic Society**, v. 45, n. 2, 116947, 2025.

CONTE, S. et al. Vitrification paths in porcelain stoneware**. Ceramics International**, v. 51, p. 36777–36789, 2025.

MOLINARI, C. et al. Zeolites as ceramic raw materials: chabazite-rich tuff as potential substitute for feldspars in porcelain stoneware tiles production. **Ceramics International**, v. 51, p. 43796–43805, 2025.