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

# Economia circular na cerâmica vermelha: valorização de resíduos finos do beneficiamento de carvão

Wagner Benedet Rebelo[1]; Alexandre Zaccaron[1,2]; Emily Saviatto[1]; Grasiele Amoriso Benedet[1]; Manuel J. Ribeiro[3]; Fabiano Raupp-Pereira[1]

1. PPGCEM/UNESC; 2. PPGCA/UNESC; 3. IPVC.

## Introdução

A mineração de carvão e a indústria de cerâmica vermelha são setores relevantes no Sul de Santa Catarina. O beneficiamento mineral gera frações finas que demandam destinação adequada, enquanto as cerâmicas consomem grandes volumes de argilas naturais. A utilização desses materiais como insumos alternativos pode promover a simbiose industrial, reduzir a disposição de resíduos e ampliar a circularidade mineral no polo de Morro da Fumaça.

## Objetivos

Avaliar o aproveitamento da fração fina residual do beneficiamento de carvão como substituto parcial de argilas naturais na produção de cerâmica vermelha, por meio da sistemática CPQvA.

## Metodologia




Figura 1. Representação esquemática do método CPQvA aplicado à avaliação do potencial de reutilização do material residual em formulações cerâmicas.

Foram caracterizadas argila plástica (C), argilito (A) e fração fina de carvão (R) por ensaios ambientais, FRX, DRX, ATD/TG e granulometria. As misturas foram extrudadas e queimadas a 750, 850 e 950 °C. Avaliaram-se plasticidade, retração, absorção de água e resistência à compressão.

Tabela 1. Formulações cerâmicas estudadas

| Matéria-prima (%) | STD | F1 | F2 | F3 |
|---|---|---|---|---|
| Argila C | 50 | 33,33 | 66,6 | 16,7 |
| Argilito A | 50 | 33,33 | 16,7 | 66,6 |
| Resíduo R | 0 | 33,33 | 16,7 | 16,7 |

## Resultados e Discussão

Tabela 2. Classificação do resíduo

| Parâmetro | Resultado |
|---|---|
| pH em água (1:1) | 8,33 |
| Sulfatos solubilizados | 291 mg/L |
| Limite para sulfatos | 250 mg/L |
| Classe ambiental | II-A (não inerte) |

Tabela 3. Composição química (% em massa)

| Óxido | Argila C | Argilito A | Resíduo R |
|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 68,2 | 61,3 | 52,7 |
| $Al_2O_3$ | 16,1 | 16,7 | 20,5 |
| $Fe_2O_3$ | 5,1 | 6,2 | 3,7 |
| $TiO_2$ | 1,6 | 0,8 | 1,0 |
| Perda ao fogo | 7,5 | 9,4 | 15,8 |

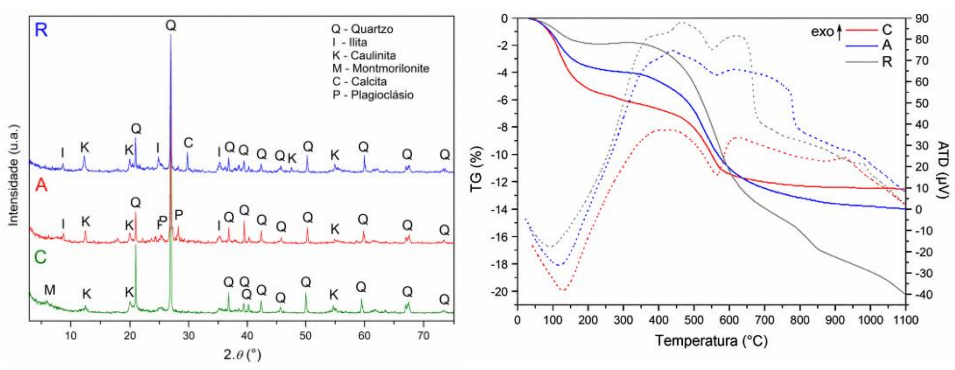



Figura 3. Análise por difração de raios X, térmica (ATD/TG) das amostras estudadas.

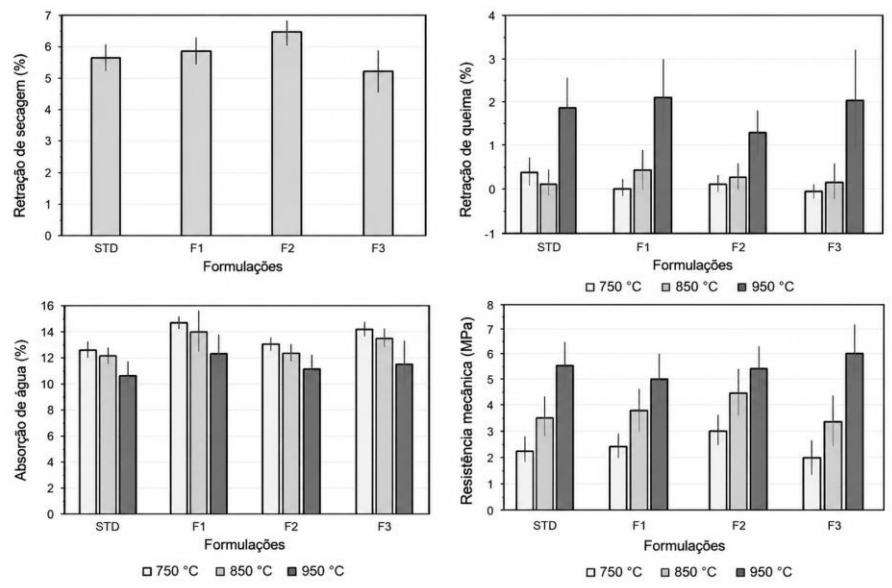



Figura 4. Propriedades tecnológicas das formulações.

## Conclusões

A fração fina do beneficiamento de carvão apresenta potencial de valorização em cerâmica vermelha, apoiado pela compatibilidade química e mineralógica com as argilas regionais. O método CPQvA permitiu integrar critérios ambientais, tecnológicos e logísticos.

## Agradecimentos

CNPq Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CAPES
fapesc Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina
SEBRAE
CTRede APL mineral
RIO DESERTO MINERAÇÃO

## Referências

ABNT. NBR 10004 - **Resíduos Sólidos - Classificação**. Rio de Janeiro, RJ, 2004.
ABNT. NBR 15270-1: **Componentes cerâmicos - Blocos e tijolos para alvenaria Parte 1: Requisitos**. Rio de Janeiro, RJ, 2023.
ABNT. NBR 15270-2: **Componentes cerâmicos - Blocos e tijolos para alvenaria Parte 2: Métodos de ensaios**. Rio de Janeiro, RJ, 2023.
RAUPP, Fabiano Pereira. **Valorização de resíduos industriais como fonte alternativa mineral: composições cerâmicas e cimentíceas**. 2006.
REBELO, Wagner Benedet *et al*. Mineral circularity of the fine residual fraction of coal tailings as a sustainable development strategy for the Morro da Fumaça (SC, Brazil) heavy clay ceramic cluster. **Open Ceramics**, v. 28, p. 101055, 2026.
REBELO, Wagner Benedet *et al*. Valorization of the Residual Fraction of Coal Tailings: A Mineral Circularity Strategy for the Clay Ceramic Industry in the Carboniferous Region of Santa Catarina, Southern Brazil. **Materials**, v. 17, n. 9, p. 2131, 2024.