

Potencialidade do uso de serragem de rochas ornamentais como Material cimentício Suplementar – Estudo de caso do Granito e do Calcário de alta densidade

Elnatan L. Costa (IFPB, Campus Campina Grande), Klederman N. Camilo (IFPB, Campus Campina Grande), Eduardo C. Teixeira (IFPB, Campus Campina Grande), Gelmires A. Neves (UFCG, Departamento de Engenharia de Materiais).

E-mails: elnatan.costa@ifpb.edu.br, klederman.camilo@academico.ifpb.edu.br, eduardo.teixeira@ifpb.edu.br, gelmiresneves@gmail.com.

Área de conhecimento (Tabela CNPq): 3.00.00.00-9 Engenharias / 3.01.00.00-3 Engenharia Civil.

Palavras-chave: sustentabilidade; material cimentício suplementar; resíduos; construção civil; calcário; granito.

1. Introdução

O acelerado crescimento populacional e a urbanização intensiva vêm impulsionando uma demanda crescente por infraestrutura e habitação, o que intensifica o uso de materiais de construção, especialmente o cimento Portland. Sendo o segundo material mais consumido no mundo, atrás apenas da água (Ferreira, Perez, Cappellozza, 2025), sua produção requer temperaturas elevadas, consumo intensivo de energia e grande volume de recursos naturais não renováveis, resultando na emissão significativa de poluentes. Estima-se que cada tonelada de cimento Portland produzido libere aproximadamente uma tonelada de CO₂, além de outros poluentes atmosféricos como SO₃, NO_x e partículas de poeira (Güllü, 2019 e Mahmoud *et al.*, 2024), impactando tanto o meio ambiente global quanto a qualidade do ar em nível regional. Esse contexto evidencia a necessidade urgente de tecnologias mais limpas e alternativas ambientalmente sustentáveis para a indústria cimenteira (Dong *et al.*, 2024 e Rojo-Lopez *et al.*, 2024).

2. Materiais e métodos

Este trabalho consiste em uma revisão bibliográfica com foco na caracterização físico-química, mineralógica e na aplicação de resíduos de serragem de granito e calcário de alta densidade como materiais cimentícios suplementares (SCMs) na construção civil no estado natural ou após tratamento térmico. A seleção das fontes considerou estudos publicados entre 2008 e 2024, abrangendo experimentos com substituições parciais do cimento ou do agregado miúdo, com avaliações do desempenho mecânico, composição química e propriedades físicas dos resíduos.

3. Resultados e discussão

3.1 Granito

O uso deste resíduo associado a compostos cimentícios em outras regiões foram caracterizados quimicamente utilizando a Fluorescência de Raio X (FRX) que identifica as quantidades dos óxidos presentes em cada material (tabela 1). Foi identificado que os resíduos de granito são compostos majoritariamente por SiO₂ (acima de 66,5%).

Tabela 1 – Óxidos presentes no Resíduo do Granito.

Autor	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	SO ₃	K ₂ O	MgO	Outros
HOU <i>et al.</i> , 2024	72,04	14,42	1,22	1,82	-	4,12	0,71	3,69
ROJO-LÓPEZ <i>et al.</i> , 2024	70,4	15,2	2	1	-	5,5	0,35	3,7
REDDY <i>et al.</i> , 2024	72,04	14,42	1,68	1,82	-	-	0,71	0,42
MAHMOUD <i>et al.</i> , 2024	66,50	14,7	3,22	2,84	0,09	6,16	0,83	5,36
HUANG <i>et al.</i> , 2024.	70,36	14,56	2,41	2,18	-	5,37	1,22	2,51

Na caracterização física e mineralógica (tabela 2) foi identificado aspectos físicos através de ensaios de granulometria, absorção de água, resistência à compressão, índice de atividade pozolânica e Difração de Raio X (DRX). Foi evidenciado que o granito quando utilizado como material cimentício suplementar pode acarretar em características benéficas ao compósito em porcentagens entre 6% e 30% em substituição ao cimento, implicando em menor absorção, ou seja, menor número de vazios e maior resistência mecânica devido a densificação do material, mesmo este não

apresentando atividade pozolânica.

Tabela 2 – Caracterização física e mineralógica.

Autor	Componente substituído	Teor ideal de Substituição	D50 (µm)	Absorção	RC7	RC28	DRX	Atividade Pozolânica
HOU et al., 2024	Ag. Miúdo	20%	23,4	Menor	Maior	Maior	Quartzo, Feldspato e Biotita	Não contém
ROJO-LÓPEZ et al, 2024	Cimento	-%	21,2	Menor	-	-	-	Não contém
REDDY et al, 2024	Cimento	30%	20	Menor	-	Menor	-	-
MAHMOUD et al., 2024	Cimento	30%	-	Menor	Maior	Maior	-	-
HUANG et al., 2024.	Cimento	6%	2,5	-	-	-	Quartzo, Feldspato e Biotita	Não contém

3.2 Calcário de Alta Densidade

O resíduo foi caracterizado quimicamente por Fluorescência de Raio X (FRX), que identificou altos teores de óxido de cálcio (CaO > 90%) nos resíduos de calcário de alta densidade (Tabela 3)..

Tabela 3 – Óxidos presentes no Resíduo do Calcário de Alta Densidade.

Autor	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	SO ₃	K ₂ O	MgO	Outros
MOURA, LEITE, BASTOS, 2013	1,37	-	1,33	95,27	1,26	-	-	0,76
SILVA et al., 2008 (Nova Olinda - CE)	1,1	0,29	0,40	96,4	-	0,05	0,75	0,04
SILVA et al., 2008 (Santana do Cariri - CE)	0,44	0,09	0,48	97,3	-	0,02	0,78	0,08
GARCIA, 2019	1,37	-	1,33	95,27	1,26	-	-	0,76

A caracterização física e mineralógica (Tabela 4) incluiu ensaios de granulometria, absorção de água, resistência à compressão, índice de atividade pozolânica e DRX. Os resultados indicam que o calcário de alta densidade pode substituir até 25% do cimento ou do agregado miúdo, com absorção igual ou menor e maior densificação do material, mesmo sem apresentar atividade pozolânica..

Tabela 4 – Caracterização física e mineralógica.

Autor	Componente substituído	Teor ideal de Substituição	D50 (µm)	Absorção	RC7	RC28	DRX	Atividade Pozolânica
MOURA, LEITE, BASTOS, 2013	Cimento	10%	5,23	Igual	Menor	Menor	Calcita	Não contém
SILVA et al., 2008 (Nova Olinda - CE)	Cimento	15%	-	-	Menor	Menor	-	-
SILVA et al., 2008 (Santana do Cariri - CE)	Ag. Miúdo	5%	-	-	Menor	Menor	-	-

GARCIA, 2019	Ag. Miúdo	25%	4,5	Menor	Maior	Maior	Calcita	-
--------------	-----------	-----	-----	-------	-------	-------	---------	---

4. Considerações finais

Os dados deste estudo demonstram que o uso dos resíduos de granito e calcário de alta densidade como material cimentício suplementar é viável e reduz o impacto ambiental gerado pelo descarte indevido desses resíduos, sendo um produto mais sustentável. De modo geral, o uso dos resíduos inertes associados a matriz cimentícia densificou mais os compósitos, o que pode ser associado a ganhos futuros de resistência e durabilidade evitando ação de agentes patogênicos na construção civil.

Agradecimentos

Agradecemos ao Instituto Federal da Paraíba (IFPB) pelo apoio institucional ao projeto.

Referências

- DONG, J. et al. **Investigação sobre a ativação alcalina de escória de lítio: uma alternativa sustentável ao cimento convencional com propriedades mecânicas otimizadas.** *Construction and Building Materials*, [S.l.], v. 416, p. 135022, 2024. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061824001636?casa_token=XhEP8xdS338AAAAA:Saraygi203QJn6DMG2Tzm1sahyL4dJuTZP8DM9cRAkNjr9gWHyOYDQpRFbTFIq7u0k_9h12ixcM
- FERREIRA, A. L.; PEREZ, G.; CAPPELLOZZA, A. **Design science research para digitalização do atendimento em uma indústria de cimento.** *Revista Linceu On-Line*, [S.l.], v. 15, n. 1, 2025. Disponível em: https://liceu.emnuvens.com.br/LICEU_ON-LINE/article/view/1960. Acesso em: 26 jun. 2025.
- GARCIA, P. H. N. **Análise da adição de resíduo de serragem da pedra Cariri como filler na produção de argamassa.** 2019. 75 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Materiais) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/50371>. Acesso em: 26 jun. 2025.
- GÜLLÜ, H. et al. **Sobre a reologia do uso de geopolímero para rejuntamento: um estudo comparativo com rejunte à base de cimento incluindo cinza volante e cinza volante aglomerada a frio.** *Construction and Building Materials*, [S.l.], v. 196, p. 594–610, 2019. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061818328277?casa_token=2QhW_QBuF7EAAAAA:rUTf0m4-mvIkJmTMDBSKGT_JEz-Nnai838EB240Ym5HLT_H8DAOjVidOMfTiqLIE5T0sBCEDOs. Acesso em: 26 jun. 2025.
- HOU, W. et al. **Sustainable reusing marble powder and granite powder in cement based materials: a review.** *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, [S.l.], v. 12, n. 7, p. 2484–2510, 2024. Disponível em: https://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/acssuschemeng.3c06670?casa_token=3W2Rv9ZBXocAAAAA%3Avam4M4RVNa8z7u85KGBmmAjhh6z1PsNSzqmPS2007t52UCEHPv8oFtGsvD4VnophzvF3oB4Ra5xnHSFI. Acesso em: 26 jun. 2025.
- MAHMOUD, A. A. et al. **Influence of sustainable waste granite, marble and nanoalumina additives on ordinary concretes: a physical, structural, and radiological study.** *Scientific Reports*, [S.l.], v. 14, n. 1, p. 22011, 2024. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41598-024-72222-4>. Acesso em: 26 jun. 2025.
- MOURA, W. A.; LEITE, M. B.; BASTOS, A. J. O. **Avaliação do uso de resíduo de serragem de pedra Cariri (RSPC) para produção de concretos convencionais.** *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 13, p. 07–24, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ac/a/tMCTXBXcdFs84b9q4sY8gQ/?lang=pt>. Acesso em: 26 jun. 2025.
- REDDY, B. C. K. et al. **Effect of granite slurry powder on characterization of geopolymer concrete.** In: *JOURNAL OF PHYSICS: CONFERENCE SERIES*. [S.l.]: IOP Publishing, 2024. p. 012036. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/2779/1/012036/meta>. Acesso em: 26 jun. 2025.
- ROJO-LÓPEZ, G. et al. **Genetic programming to understand the influence of new sustainable powder materials in the fresh performance of cement pastes.** *Journal of Building Engineering*, [S.l.], v. 88, p. 109186, 2024. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S235271022400754X>. Acesso em: 26 jun. 2025.
- SILVA, A. D. A. da et al. **Aproveitamento de rejeito de calcário do Cariri cearense na formulação de argamassa.** 2008. 131 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2008. Disponível em: https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFPE_3337fea7fbbe80652950f2791d202816. Acesso em: 26 jun. 2025.