



18º Congresso Nacional de Geotecnia

Universidade de Évora, 14 - 17 | Maio | 2023



ESCOMBREIRAS E DEPÓSITOS DE LAMAS PROVENIENTES DA INDÚSTRIA DE ROCHAS ORNAMENTAIS CARBONATADAS

Caso de estudo de aplicação de “natas” na produção de ligantes à base de resina para a produção de compósitos pétreos

Afonso, P.^{a*}, Azzalini, A.^a, Lopes, L.^{a,b}, Faria, P.^{a,c}, Mourão, P.^d, Martins, R.^a, Pires, V.^e

^a Departamento de Geociências, Universidade de Évora

^b Instituto de Ciências da Terra, Polo de Évora, Universidade de Évora

^c GeoBioTec, Departamento de Geociências, Universidade de Aveiro

^d Departamento de Química e Bioquímica, CHANGE & MED, Universidade de Évora

^e Laboratório HERCULES, Universidade de Évora

* pafonso@uevora.pt



Introdução

A indústria de extração e processamento de rochas ornamentais carbonatadas produz grandes quantidades de resíduos posteriormente depositados em escombreliras e depósitos de natas.

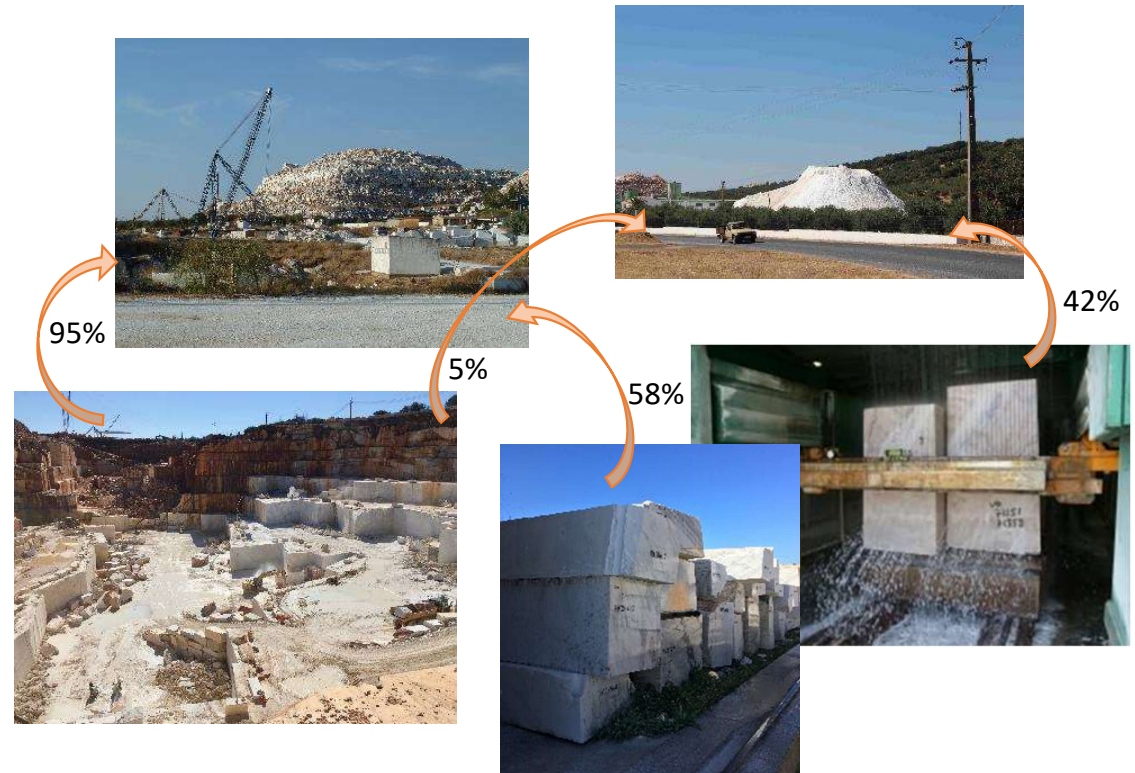
Tipos de resíduos:

1 – Nas pedreiras:

- Fragmentos de rocha – 95%;
- Nata carbonatada – 5%.

2 – Nas unidades de processamento:

- Fragmentos de rocha - 58%;
- Nata carbonatada - 42%.



Impactos ambientais inevitáveis:

- redução da cobertura vegetal;
- diminuição da atividade agrícola;
- impermeabilização do solo;
- alteração das linhas de água com redução significativa da sua qualidade;
- alteração de ecossistemas;
- diminuição da qualidade do ar;
- redução do processo fotossintético das plantas;
- impacte visual.



As pedreiras e a economia circular

Criação de novos produtos a partir de resíduos, provenientes da indústria extrativa e transformadora de rochas ornamentais carbonatadas.

Projeto Calcinata



Economia linear VS economia circular

Depósitos de natas

Depósitos a céu aberto;

- Sem aproveitamento industrial;
- Elevados graus de pureza do CaCO_3

Subproduto da indústria extrativa e transformadora de rochas ornamentais carbonatadas.



Investigação



Projeto Calcinata



Materiais e Métodos

Campanha de amostragem:

A. Maciço Calcário Estremenho (Santarém)

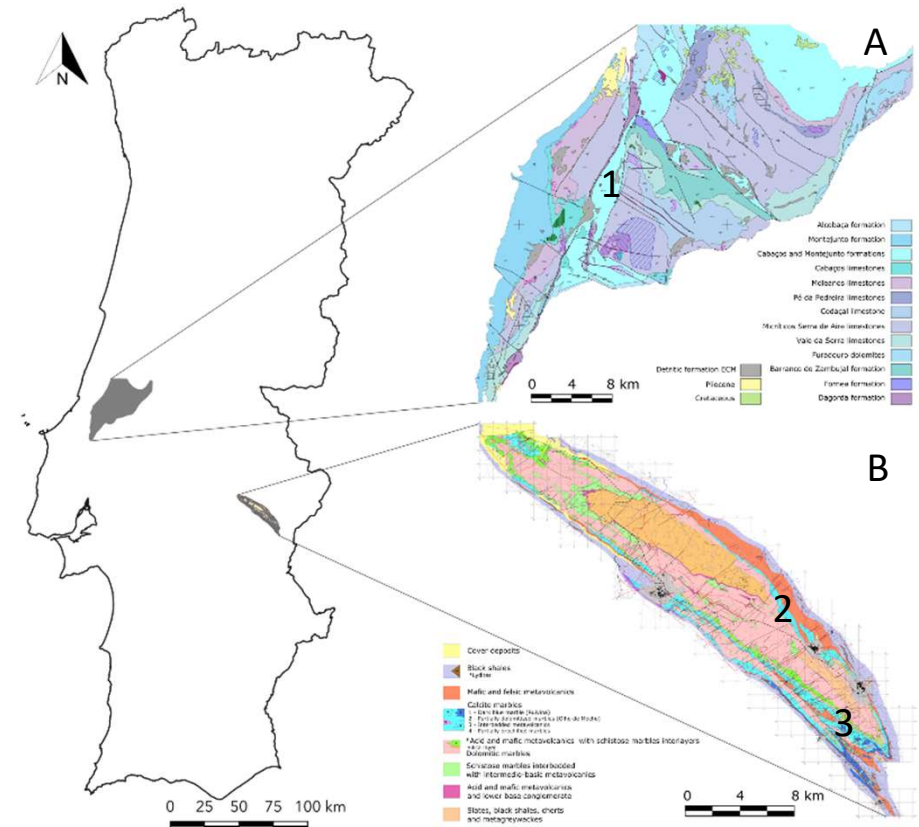
Natas carbonatadas calcárias:

- 1. C(S) – Solancis - Sociedade Exploradora de Pedreiras SA
- 1. C(MVC) – MVC - Mármore de Alcobaça Lda.

B. Anticlinal de Estremoz – *Triângulo do Mármore* (Estremoz, Borba e Vila Viçosa)

Natas carbonatadas marmóreas:

- 3. M(AGF) – António Galego & Filhos – Mármore SA
- 2. M(A) – A.L.A. de Almeida SA.



Materiais e Métodos

Secagem (temperatura ambiente);

Desagregação (moinho de maxilas);

Caracterização físicas e química;

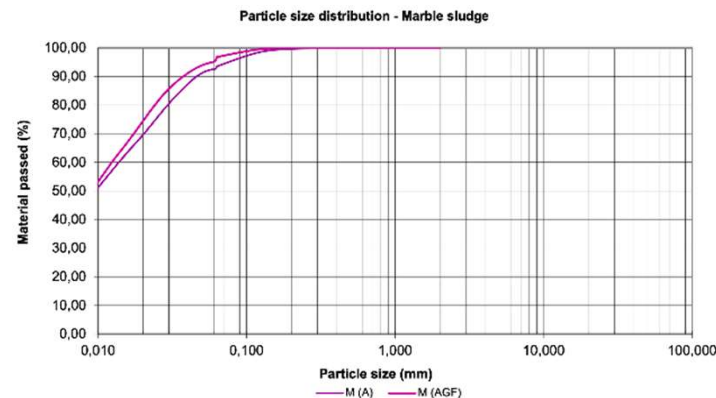
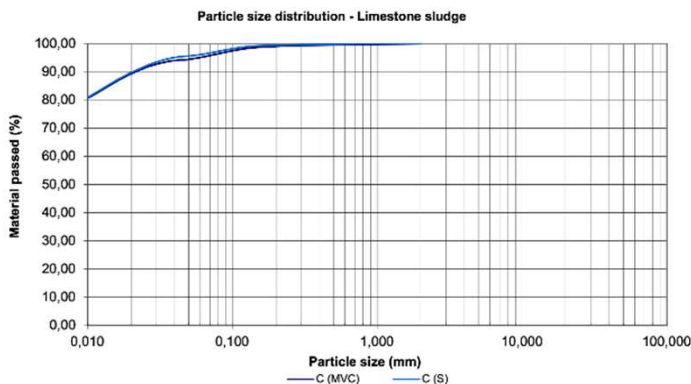
- Distribuição granulométrica;
- Determinação da massa volúmica;
- Composição química;
- Resistência à compressão uniaxial.



Resultados

Distribuição granulométrica

Amostras de calcário e de mármore com dimensões máximas de 2 mm.



Massas volúmicas Natas carbonatadas

M(A)	2.537 g/cm ³
M(AGF)	2.559 g/cm ³
C(S)	2.490 g/cm ³
C(MVC)	2.493 g/cm ³

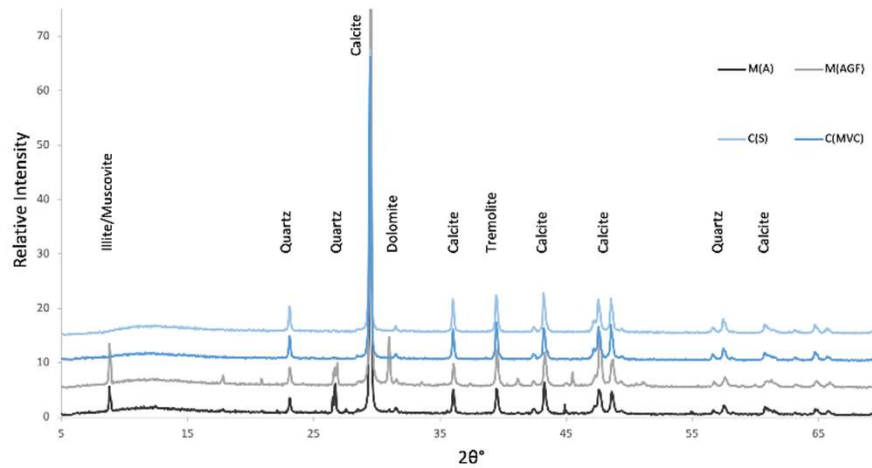
Composição química

Percentagem dos teores dos elementos maiores.

Amostras	Al ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	MnO	TiO ₂
M(A)	0.716	3.537	51.555	0.829	0.274	0.362	0.670	0.008	0.026
M(AGF)	0.545	2.549	45.504	3.156	0.228	0.253	0.564	0.030	0.017
C(S)	0.276	0.297	54.189	0.301	0.089	0.143	0.620	0.004	0.011
C(MVC)	0.278	0.357	52.580	0.337	0.089	0.092	0.583	0.004	0.006

Resultados

Composição mineralógica



Após o desmolde, os provetes permaneceram em cura ao ar a temperatura ambiente, tendo sido testados aos 7, 14 e 28 dias. Verificou-se um aumento da resistência à compressão uniaxial com o tempo, com valores máximos registados aos 28 dias.

Resistência à compressão uniaxial

Formulações	R (MPa)
ANM3 – 54.43%NM / 45.57%Res.	102.73
ANM4 – 50%NM / 50%Res.	98.35
ANM5 – 47%NM / 53%Res.	96.23
ANM6 – 52%NM / 48%Res.	106.37
ANC3 – 52.31%NC / 47.69%Res.	103.20
ANC4 – 50%NC / 50%Res.	102.12
ANC5 – 47%NC / 53%Res.	96.04



Escombrelras

Acumulação constante de pedra em escombrelras:

- Degradação paisagística;
- Potenciais fontes de pedra para a produção de agregado para aplicação na construção civil, rodoviária e ferroviária.

Zona de Pardais

Junho de 2019



Maio de 2023



Conclusões

A pedra natural pode tornar-se um recurso escasso nas próximas gerações, aumentando os constrangimentos já existentes no acesso aos materiais de construção e recursos naturais.

Reutilização das natas carbonatadas

- Granulometria semelhante, apesar de origens diferentes;
- Percentagens significativas de CaO em todas as matas carbonatadas;
- A mistura 50 % nata carbonatada calcária / 50 % resina, supera em 4 MPa os valores da mistura com nata marmórea;
- As misturas 47 % nata / 53 % resina, apresenta valores idênticos para ambas as natas;
- A mistura 52 % nata / 48 % resina apresentam os melhores desempenhos, contudo a mistura com nata marmórea apresenta um valor de resistência à compressão mecânica superior à mistura com nata calcária.

A substituição das resinas epoxídicas pelas resinas poliéster, apresentam vantagens económicas nos preços dos produtos finais.

Redução da quantidade de resina utilizada, devido à incorporação das natas nas mistura revela-se favorável.

Agradecimentos

Trabalho realizado no âmbito do projeto “CALCINATA – Produção de argamassa à base de cal a partir da calcinação de lamas carbonatadas provenientes da indústria das rochas ornamentais (mármore e calcários)” com a referência ALT20-03-0247- FEDER-072239. Projeto cofinanciado pelo Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional (FEDER) enquadrado no ALENTEJO 2020 (Programa Operacional Regional do Alentejo).

Os autores agradecem à Universidade de Évora, à Associação Cluster Portugal Mineral Resources, cogestora do projeto, ao Gabinete de Apoio aos Projetos da Universidade de Évora e ao Sr. Artur Calhau pela disponibilização das misturadoras.

Obrigada pela vossa atenção!!!

