

# **CLME2022–VI CEM**

---

**Desafios da Engenharia na Cooperação  
para o Desenvolvimento e Combate às  
Alterações Climáticas**

## Patrocínios

---

Este livro e a organização do 9º Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia / VI Congresso de Engenharia de Moçambique, realizado em Maputo/Moçambique, de 28 de Agosto a 1 de Setembro de 2022, beneficiaram do patrocínio das seguintes empresas e instituições, cujas contribuições muito agradecemos:

*Abreu/PCO-Professional Congress Organizers*  
*Associação Portuguesa de Mecânica Experimental*  
*Comissão Portuguesa de Geotecnia nos Transportes*  
*Comunidade dos Países de Língua Portuguesa*  
*Consulado de Moçambique no Porto e Região Norte de Portugal*  
*Edgar Cardoso, Lda - Laboratório de Estruturas*  
*Electricidade de Moçambique*  
*Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto*  
*Faculdade de Engenharia da Universidade Eduardo Mondlane*  
*Grupo Visabeira*  
*Hidroeléctrica de Cahora Bassa*  
*Instituto de Ciência e Inovação em Engenharia Mecânica E Gestão Industrial*  
*Ordem dos Engenheiros de Moçambique*  
*Ordem dos Engenheiros de Portugal*



# **CLME2022–VI CEM**

---

## **Desafios da Engenharia na Cooperação para o Desenvolvimento e Combate às Alterações Climáticas**

**Editores**

---

*J.F. Silva Gomes, Carlos C. António  
Clito F. Afonso e António S. Matos*

**(2022)**

Publicado por  
INEGI-Instituto de Ciência e Inovação em Engenharia Mecânica e Gestão Industrial  
Rua Dr Roberto Frias, 4200-465 Porto - Portugal  
Telefone: +351 22 9578710; Email: [inegi@inegi.up.pt](mailto:inegi@inegi.up.pt)  
<http://www.inegi.up.pt/>

Agosto, 2022

ISBN: 978-989-54756-4-3  
Nº de Depósito Legal: 423742/22

Execução Gráfica: LusoImpress S.A.  
Rua Venceslau Ramos, 28 - 4430-929 Avintes, Portugal  
Tel:+351 22 787 73 20; Fax:+351 22 787 73 29  
[www.lusoimpress.com](http://www.lusoimpress.com)

---

*Reservados todos os direitos de harmonia com a lei.  
Nenhuma parte desta publicação poderá ser reproduzida, guardada pelo sistema "retrieval" ou transmitida por qualquer meio, seja electrónico, mecânico, gravação ou outros, sem autorização prévia por escrito dos editores*

	<b>SIMPÓSIO 4: RECURSOS GEOLÓGICOS</b>	281
17199	POTENTIAL OF CAFUMPE CLAY DEPOSITS FOR FLOOR RED BODY MANUFACTURING. Walid Hajjaji, Osvaldo Rupias, Fernando Rocha, Cristiana Costa.	283
17260	PEDREIRAS DE ROCHAS ORNAMENTAIS – EXPLORAÇÃO SUBTERRÂNEA VERSUS EXPLORAÇÃO A CÉU ABERTO. Ruben Varela Martins, Luís Lopes, Emanuel Branco.	285
17297	O PLANO NACIONAL DE INTERVENÇÃO NAS PEDREIRAS EM SITUAÇÃO CRÍTICA, ESTABILIDADE DE TALUDES E QUESTÕES DE SEGURANÇA NO TRABALHO NAS PEDREIRAS DO ANTICLINAL DE ESTREMOZ, PORTUGAL. Luis Lopes, António Pinho, Filomena Cavaco, Isabel Duarte, Nuno Bonito, Paula Faria, Ruben Varela Martins.	287
17389	MOLHABILIDADE POR ÁGUA E TEMPO DE INDUÇÃO DE DUAS AMOSTRAS DE CARVÃO DA CAMADA CHIPANGA – MOATIZE. Paulo A. Mandunde, Laurindo S. Filho, André S. Braga.	289
17416	DELIMITAÇÃO DAS BACIAS CARBONÍFERAS NA REGIÃO ORIENTAL DA PROVÍNCIA DE TETE, MOÇAMBIQUE, COM BASE EM CRITÉRIOS GEOLÓGICOS, TECTÓNICOS E ESTRUTURAIS. Denise Hele, Lopo Vasconcelos, Aristides Langa, João M. Marques.	291
17419	AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES QUÍMICAS, MINERALÓGICAS E GEOMECÂNICAS DE SOLOS PARA A CONSTRUÇÃO EM TERRA NO SUDOESTE DE ANGOLA. O CASO DA PROVÍNCIA DA HUÍLA. Piedade M. Wachilala, Isabel M.R. Duarte, António B. Pinho, José P. Mirão, Manuel S. Neto.	293
17449	CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DAS ROCHAS ENCAIXANTES DA CHAMINÉ KIMBERLÍTICA DE CATOCA (ANGOLA). Nelson C.C. Balão, António B. Pinho, Isabel M.R. Duarte.	295
18004	AS ARGILAS DE LUANDA COMO MATÉRIA-PRIMA PARA CERÂMICA. Walter F. Mateia, Cláudio R. Almeida, Fernando Rocha.	297
18182	O SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE EM LABORATÓRIO DE INSTITUIÇÃO UNIVERSITÁRIA – CASO DE ESTUDO DO LABORATÓRIO DE ENSAIOS MECÂNICOS DA UNIVERSIDADE DE ÉVORA. Vera Pires, Paula Faria.	299
19054	CARACTERIZAÇÃO GEOQUÍMICA DE ARGILA DE MAANDRUZE (DISTRITO DE DONDO) COM BASE NOS ELEMENTOS MAIORES VISANDO INFERIR A SUA PROVENIÊNCIA. Aleixo Hares, Ernesto D. Victorino, Osvaldo B.J. Rupias, José Dias, Manuel P.T. Simbe.	301
19066	ANÁLISE DE FÁCIES E MODELOS DE POSICIONAIS PARA CARACTERIZAÇÃO PALEOAMBIENTAL NA REGIÃO PORTUÁRIA DO BAIRRO DE MUNHAVA-BEIRA. Mitoxe O. Munhembye, Assane L. Pena, Mateus Manharage, Osvaldo Rupias.	303
19068	ANÁLISE DO PLANO DE FOGO DA MINERADORA PROMAC LDA, COM VISTA A OPTIMIZAÇÃO DO DESMONTE DE ROCHA E AUMENTO DA PRODUTIVIDADE. Vito F. Lemos, Manuel P.T. Simbe, Ubaldo G.O. Gemusse, Ernesto D. Victorino.	305

19072	ZONALIDADE DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DE POSTO ADMINISTRATIVO DE MAFAMBISSE. Augusto Mazezo, Assane L. Pena, José Arão.	307
19073	ANÁLISE COMPARATIVA DAS TÉCNICAS DE DESMONTE DO MACIÇO ROCHOSO (ESTUDO DE CASO – MINERADORAS PROMAC LDA E CHINA STAD LDA). Augusta C.D.S. Robertson, Assane L. Pena, Ernesto D. Victorino, Ubaldo G.O. Gemusse, Osvaldo Rupias.	309
	<b>SIMPÓSIO 5: ENERGIA, FLUIDOS E AMBIENTE TÉRMICO</b>	311
17086	ELECTRICAL ENERGY CONSUMPTION AND EFFICIENCY OF HEAT PUMPS. Clito F. Afonso.	313
17109	MAIAS: CONCEITO, METODOLOGIA E PROJECTO. Joaquim F. Monteiro, Alfredo Soares Ferreira, Olga S. Castro.	315
17396	ANÁLISE PREDITIVA DE ÓLEO ISOLANTE DE TRANSFORMADORES. José M. Costa.	317
17450	SENSAÇÃO TÉRMICA - EDIFÍCIOS DA BEIRA. Cesário José Cassamo.	319
17451	INFLUÊNCIA DE VÃOS INVIDRAÇADOS NO DESEMPENHO TÉRMICO DO EDIFÍCIO DA FCT DA UNIVERSIDADE ZAMBEZE -BEIRA. Cesário José Cassamo, Francisco J. Araújo.	321
	<b>SIMPÓSIO 6: ENERGIAS NÃO ASSOCIADAS A COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS</b>	323
17110	ELECTRIFICATION OF RURAL PLACES IN MOZAMBIQUE: SUSTAINABLE ENERGY SOLUTIONS. Miguel Meque Uamusse.	325
17136	DESENHO DE UM SISTEMA HÍBRIDO: FOTOVOLTAICO - ELÉCTRICO PARA O CENTRO COMUNITÁRIO MULTIFUNCIONAL DE ENERGIAS RENOVÁVEIS DA MUNHAVA - BEIRA. Manuel Alberto Mutende, Beatriz Reyes Collado.	327
17278	FLUXO DE CALOR, ALTURA DO GEÓIDE, E ESPESSURA DA LITOSFERA, EM MOÇAMBIQUE. Maria Rosa A. Duque.	329
17317	A GESTÃO URBANA E A PRODUÇÃO DE ENERGIA ELECTRICA. OS CASO DOS BAIROS PONTAGEA, MACURUNGO E MUNHAVA. Vasco M. Penente, Lígia Nunes.	331
17540	ESTUDO DE EFICIÊNCIA DO SISTEMA DE PRODUÇÃO DOBIO-GÁS APARTIR DE DEJECTOS HUMANOS E DE ANIMAIS. Stelio F.E. Moutinho, Leonildo M. Vaz.	333
18016	ESTRATÉGIAS PARA ELECTRIFICAÇÃO RURAL DE MOÇAMBIQUE ATÉ 2030. Casimiro W. Agostinho, Leonel J. Muthemba.	335
	<b>SIMPÓSIO 7: SUSTENTABILIDADE TÉCNICA, ECONÓMICA E AMBIENTAL DOS SISTEMAS DE SANEAMENTO BÁSICO</b>	337
17226	PROBLEMAS E DESAFIOS DE SANEAMENTO EM CIDADES COSTEIRAS DO NORTE DE ANGOLA. Filipa Ferreira, Rute Lopes, Rita V. Matos, Liliana Alves, Margarida Dolores, Paula Ferraz, José Saldanha Matos.	339

# **CLME2022 – VI CEM**

## **Desafios da Engenharia na Cooperação para o Desenvolvimento e Combate às Alterações Climáticas**

### **SIMPÓSIO - 4**

#### **RECURSOS GEOLÓGICOS Caracterização, Avaliação, Exploração e Aplicação**

##### **Coordenadores**

**Isabel M.R. Duarte<sup>(\*)</sup>, António B. Pinho<sup>(\*)</sup>, Luis Lopes<sup>(\*)</sup>, Ruben Martins<sup>(\*)</sup>**  
DGECT/Universidade de Évora  
Évora, Portugal

---

<sup>(\*)</sup>Editores Associados para os artigos deste Simpósio

ARTIGO Nº 17260

## **PEDREIRAS DE ROCHAS ORNAMENTAIS – EXPLORAÇÃO SUBTERRÂNEA VERSUS EXPLORAÇÃO A CÉU ABERTO**

**Ruben Varela Martins<sup>(\*)</sup>, Luís Lopes, Emanuel Branco**

Universidade de Évora, Escola de Ciências e Tecnologia, Departamento de Geociências – Évora, Portugal

<sup>(\*)</sup>*Email:* rubenvm@uevora.pt

### **RESUMO**

No presente artigo pretende-se fazer uma análise sobre as vantagens e desvantagens dos dois métodos tradicionais de exploração de pedreiras de rochas ornamentais: exploração subterrânea e exploração a céu aberto. Qual a opção tomar e quando e como se deve reconverter um método noutro.

**Palavras-chave:** rochas ornamentais, exploração subterrânea, exploração a céu aberto.

### **INTRODUÇÃO**

A exploração subterrânea de rochas ornamentais (dimension stones) tem as suas especificidades conforme o tipo de rocha a ser explorada e as características geológicas do maciço. Por razões económicas e de segurança, a opção pela exploração subterrânea só deve ser tomada se for completamente impossível a exploração a céu aberto.

Os principais factores a favor de uma exploração subterrânea de rocha ornamental são os seguintes:

- rocha de elevado valor e excelente qualidade ornamental por baixo de uma grande massa estéril;
- impossibilidade de alargamento da pedreira e de remoção das camadas superficiais;
- forte pressão ambiental e exploração desenvolvida em áreas de grande valor ecológico;
- regiões de relevos acentuados;
- regiões de condições climáticas adversas.

Independentemente do tipo de exploração que se opte, a decisão passará sempre por uma análise detalhada de diversos factores. No caso da exploração subterrânea os estudos adquirem particular importância atendendo às características específicas de um espaço confinado. Assim, apontam-se como fundamentais o estudo geológico, a avaliação das características estruturais da jazida, a avaliação das características geomecânicas do maciço, o estado da tensão in situ, as dimensões possíveis para a cavidade, a previsão do rendimento a obter ao longo da exploração e a continuidade a 3D da jazida. Na exploração subterrânea adquire particular importância o dimensionamento dos pilares e seu incremento à medida que se baixa de piso e as medições dos deslocamentos diferenciais com sinais luminosos ou acústicos, medições extensiométricas e geofísicas.

Em resumo, como uma exploração subterrânea de rocha ornamental se pode considerar de carácter definitivo, as preocupações de segurança a ter são muito semelhantes às que se verificam na construção de túneis. Assim, as características geomecânicas dos maciços rochosos permitem-nos definir o método de desmonte subterrâneo que deverá garantir um equilíbrio delicado de três factores fundamentais para o sucesso de uma exploração: factor económico, redução da indução da fracturação à medida que se avança na exploração e a garantia da estabilidade da cavidade durante a exploração.

## **RESULTADOS E CONCLUSÕES**

Actualmente, a lavra subterrânea de rochas ornamentais tem-se desenvolvido em diversos países como Itália, Espanha, Portugal, Croácia, Grécia, França, Eslovénia, Turquia e USA. A maior pedreira subterrânea do mundo localiza-se em Vermont, USA (Vermont Marble Company) encontrando-se em laboração há mais de 200 anos. Possui 6 níveis de extracção, tendo sido montada uma unidade de transformação dentro da pedreira.

Em Portugal, no Anticlinal de Estremoz, onde se localiza uma das mais importantes jazidas marmóreas da Europa, predominam as explorações a céu aberto, sendo escassas as iniciativas de exploração subterrânea. Na faixa lousífera de Valongo, tradicionalmente a exploração durante décadas foi desenvolvida em subterrâneo, porém gradualmente tem-se optado pela reconversão das explorações para céu aberto, necessitando de um plano cuidado e metuculoso para o aproveitamento integral da jazida, com uma exploração realizada em segurança e rentável.

## **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem às empresas António Galego & Filhos – Mármore, Bloco B - Mármore, Inertes E Construção, Lda, Empresa De Lousas De Valongo, S.A. e ao Sr. Engenheiro Simões Cortez.