



# XI SGRONE

**Simpósio de Rochas Ornamentais do Nordeste**  
**12 a 15 de novembro de 2023**  
**Campina Grande - PB**



## LIVRO DE RESUMOS

**Organizadores:**

Nuria Fernández Castro  
Guilherme de Resende Camara  
Isabela Oliveira Rigão



**PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA**

LUIZ INÁCIO LULA DA SILVA  
Presidente

**MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO**

LUCIANA SANTOS  
Ministra de Estado

LUIS MANUEL REBELO FERNANDES  
Secretário Executivo

ISA ASSEF DOS SANTOS  
Subsecretária de Unidades de Pesquisa e Organizações Sociais

**CETEM – CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL**

SILVIA CRISTINA ALVES FRANÇA  
Diretora

MAURÍCIO MOUTINHO DA SILVA  
Coordenador de Administração - COADM

ANDRÉA CAMARDELLA DE LIMA RIZZO  
Coordenadora de Planejamento, Gestão e Inovação - COPGI

PAULO FERNANDO ALMEIDA BRAGA  
Coordenador de Processamento e Tecnologias Mineraias - COPTM

MARISA NASCIMENTO  
Coordenadora de Processos Metalúrgicos e Ambientais – COPMA

LEONARDO LUIZ LYRIO DA SILVEIRA  
Coordenador de Rochas Ornamentais - CORON

ARNALDO ALCOVER NETO  
Coordenador de Análises Mineraias - COAMI



# XI SRONE

**Simpósio de Rochas Ornamentais do Nordeste**  
**12 a 15 de novembro de 2023**  
**Campina Grande - PB**



**LIVRO DE RESUMOS**

**Organizadores:**

**Nuria Fernández Castro**  
**Guilherme de Resende Camara**  
**Isabela Oliveira Rigão**

**CETEM/MCTI**  
**Rio de Janeiro, 2024**

## Realização:



NÚCLEO  
NORDESTE



MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA  
E INOVAÇÃO



Universidade Federal  
de Campina Grande

## Patrocínio:



**PETROBRAS**



**MUTUA**  
CAIXA DE ASSISTÊNCIA DOS PROFISSIONAIS DO CREA



B R A Z I L  
P A R A I B A  
*m i n e*

## Apoio:



SECRETARIA DE ESTADO  
DA INFRAESTRUTURA E  
DOS RECURSOS HÍDRICOS  
DIRETORIA DE RECURSOS MINERAIS E HIDROGEOLOGIA - DRMH



**GOVERNO  
DA PARAIBA**



# LIVRO DE RESUMOS

## XI SIMPÓSIO DE ROCHAS ORNAMENTAIS DO NORDESTE

12 a 15 de novembro de 2023 - Garden Hotel Resort, Campina Grande - PB

### COMISSÃO ORGANIZADORA XI SRONE

Leonardo Luiz Lyrio da Silveira (CETEM/MCTI) - Presidente  
Elissandra N. de Moura Lima - UFCG  
Nuria Fernández Castro (CETEM-MCTI)  
Isabela Oliveira Rigão (CETEM/MCTI)  
Guilherme de Resende Camara (CETEM/MCTI)  
Francisco Wilson Hollanda Vidal (CETEM/MCTI)

Ludmila Bernardo Farias Pereira (SBG-NE) – Presidente da Comissão Organizadora 29º SGNE

### COMITÊ CIENTÍFICO

Antonio Augusto Pereira Sousa • Antonio Gilberto Costa • Antônio Pedro Ferreira Sousa •  
Eliane dal Lama • Irani Clezar Mattos • Juliano Tessinari Zagôto • Kayrone Marvila de  
Almeida • Luciana Boaventura Palhares • Marcelle Lemos Amorim de Cerqueda • Mariane  
Costalonga Aguiar • Marcos Aurélio de Oliveira Maia • Maria Heloisa Barros de Oliveira  
Frasca • Mônica Castoldi Borlini Gadioli • Rita de Cássia Pedrosa Santos • Roberto Carlos da  
Conceição Ribeiro • Rosanna Elisa Coppedê Silva • Thiago Motta Bolonini • Wana Favero  
Gaburo Dorigo

### SECRETARIA EXECUTIVA: CEJEM Eventos

**O conteúdo deste trabalho é de responsabilidade exclusiva do(s) autor(es)**

Organização: Nuria F. Castro, Guilherme R. Camara, Isabela O. Rigão  
Projeto Gráfico: André Luiz Costa Alves /Editoração Eletrônica: Nuria Fernández Castro

S612

Simpósio de Rochas Ornamentais do Nordeste (11: 2023: Campina Grande-PB)  
Livro de resumos do XI Simpósio de Rochas Ornamentais do Nordeste/  
Nuria Fernández Castro, Guilherme de Resende Camara, Isabela  
Oliveira Rigão (org.). – Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2024.  
64 p.

ISBN 978-65-5919-080-5

1. Rochas ornamentais. 2. Rochas e minerais industriais. 3. Evento.  
I. Centro de Tecnologia Mineral. II. Castro, Nuria Fernández (org).  
III. Camara, Guilherme de Resende (org.), IV. Rigão, Isabela Oliveira (org.)

CDD 552.4

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca do CETEM/MCTI  
Bibliotecário(a) Rosana Silva de Oliveira CRB7 – 5849

@ 2024 Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, Centro de Tecnologia Mineral.



Esta obra é disponibilizada nos termos da licença Creative Commons 4.0 — Atribuição não comercial — Compartilhamento pela mesma licença internacional 4.0. Permitida a reprodução total ou parcial, desde que citada a fonte.

# APRESENTAÇÃO

A realização do XI Simpósio de Rochas Ornamentais do Nordeste (XI SRONE), simultaneamente ao 29º Simpósio de Geologia do Nordeste (29º SGNE), entre os dias 12 e 15 de novembro de 2023, em Campina Grande — PB, foi resultado do esforço conjunto da Sociedade Brasileira de Geologia – Núcleo Nordeste (SBG-NE), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) e do Centro de Tecnologia Mineral (CETEM/MCTI). Nesta edição, comemoramos 25 anos desde a primeira edição do SRONE, realizada em Olinda - PE, sendo o mais antigo evento técnico-científico do país dedicado ao setor da pedra natural. Idealizado em 1998 pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM) e pela Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial do Ceará (NUTEC), a partir da iniciativa do pesquisador do CETEM, Francisco W. Hollanda Vidal, então Diretor da Divisão de Tecnologia Mineral.

Passados 25 anos, completamos 11 edições, todas organizadas por instituições governamentais e universidades locais. Sempre houve apoio, em maior ou menor medida, de Associações, Sindicatos e Empresas de Rochas Ornamentais das cidades de Olinda — PE (1998), Salvador — BA (2001), Recife — PE (2002), Fortaleza — CE (2003), Recife — PE (2005), Natal — RN (2007), Fortaleza — CE (2009), João Pessoa — PB (2016), Fortaleza — CE (2019) e Campina Grande — PB (2024). Embora regional no nome, o SRONE tem repercussão nacional, atraindo o interesse de universidades, instituições de pesquisa e profissionais do setor. Esse interesse motivou o CETEM e parceiros a criarem e organizarem o Congresso Nacional de Rochas Ornamentais (com quatro edições) e o Global Stone Congress, o Congresso Internacional de Rochas Ornamentais, cuja oitava edição será realizada em junho de 2025, na Grécia.

No XI SRONE foram apresentadas e discutidas inovações, linhas de pesquisa atuais e tendências futuras, evidenciando o amadurecimento da comunidade científica nas áreas de ciência e tecnologia relacionadas ao setor de rochas ornamentais. O evento contou com três minicursos oferecidos pelo CETEM: “Uso de resíduos de rochas ornamentais em diferentes aplicações”, ministrado pelo pesquisador aposentado Francisco W. Hollanda Vidal, com colaboração de pesquisadores do Núcleo Regional do Espírito Santo (NRES/CETEM); “Métodos não destrutivos de análise in loco de rochas ornamentais” e “Aspectos técnicos da rochagem com base na IN 5 do MAPA”, ministrados pelos pesquisadores Nuria Castro e Guilherme Camara, respectivamente. Representantes do setor empresarial, da academia e do governo participaram da mesa-redonda “Pedras no caminho das pedras”, discutindo as dificuldades para a sustentabilidade do setor. Além disso, foram oferecidas aos participantes duas palestras e diversos trabalhos científicos, apresentados em formato oral e pôster.

Ao final do evento, pudemos comprovar, com grande satisfação, o aumento da produção científica referente à pesquisa de rochas ornamentais na região Nordeste, que vem apresentando um grande crescimento nos últimos anos, tanto em termos de produção quanto de variedade. Outro momento de destaque foi a apresentação de mapas de potencialidades de rochas ornamentais pelo Serviço Geológico do Brasil. Estudos visando às melhorias dos processos de produção, qualidade dos produtos de rochas ornamentais brasileiras, orientações para sua aplicação e pesquisas sobre rochas utilizadas no patrimônio histórico do país foram apresentados neste evento. Diversos trabalhos também mostraram a evolução no desenvolvimento de soluções para a reinserção dos resíduos da produção de rochas ornamentais em outros setores econômicos. Neste livro, encontram-se 55 desses resumos, selecionados dentre os 79 recebidos inicialmente.

Agradecemos à SBG-NE pela acolhida, aos patrocinadores e apoiadores, à equipe da CEJEM Eventos pelo suporte, especialmente ao Rafael Lira, da Ser Digital, aos alunos da UFCG e à equipe da Coordenação de Rochas Ornamentais do CETEM (atuantes no Núcleo Regional do Espírito Santo — NRES e na sede do CETEM, no Rio de Janeiro) pelo apoio na organização e realização do evento.

O XII SRONE será realizado em Fortaleza - CE, em 2025, junto com o 30º Simpósio de Geologia do Nordeste, onde esperamos reunir novamente a comunidade das rochas ornamentais para continuar contribuindo no enfrentamento dos desafios técnico-científicos para o uso sustentável desse recurso da geodiversidade brasileira.

**Rio de Janeiro, novembro de 2023**

**Leonardo Luiz Lyrio da Silveira**

**Presidente da Comissão Organizadora do XI SRONE**

# SUMÁRIO

<b>ALTERAÇÕES FÍSICAS E MINERALÓGICAS DO MONUMENTO À JUVENTUDE BRASILEIRA</b> .....	10
Giovanna Oliveira dos Santos Consoli Louro, Rosana Elisa Coppedê Silva, Roberto Carlos da Conceição Ribeiro	
<b>ANÁLISE DA EVOLUÇÃO DOS REGIMES DE APROVEITAMENTO DE ROCHAS ORNAMENTAIS PELOS PRINCIPAIS PRODUTORES NO BRASIL NO PERÍODO PANDÊMICO</b> .....	11
Luana Pereira de Carvalho, Rafael Chagas Silva	
<b>ANÁLISE DA INFLUÊNCIA GRANULOMÉTRICA E DO TIPO DE RESINA NA FABRICAÇÃO DAS ROCHAS AGLOMERADAS</b> .....	12
Lahís Menon de Almeida, Monica Borlini Castoldi Gadioli, Mariane Costalonga de Aguiar, Rondinelli Moulin Lima, Alan Dutra Pedruzzi	
<b>ANÁLISE DA ROCHA DE EXTRAÇÃO DA BRITA NA RESISTÊNCIA FINAL DO CONCRETO</b> .....	13
Paulo Evson Soares da Silva, José Hugo Pereira do Nascimento, Margarete Helen Magalhães Oliveira, Mariana Farias Vital dos Santos, Camila Ferro de Oliveira Farias, Filipe Augusto Bastos Silva, Adenilma Maria de Menezes, Lorrany da Silva Gomes	
<b>ANÁLISE DAS PRINCIPAIS ROCHAS ORNAMENTAIS PRODUZIDAS NO ESTADO DO CEARÁ DE ACORDO COM O POTENCIAL DE MERCADO E CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS</b> .....	14
Francisco Wylhan Pereira dos Santos, Rafael Chagas Silva, Luana Pereira de Carvalho	
<b>APLICAÇÃO DA TÉCNICA DE ANÁLISE DE AGRUPAMENTOS EM ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA DE ROCHAS ORNAMENTAIS PORTUGUESAS UTILIZANDO O SOFTWARE LIVRE ORANGE</b> .....	15
Juliano Tessinari Zagôto, Daniel Vale, Antônio Luiz Pinheiro, Ana Paula Meyer, Thais Gualandi Faria, Gilberto Freire Rangel	
<b>APLICAÇÃO DA TÉCNICA DE ANÁLISE DE AGRUPAMENTOS K-MEANS EM ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA DE ROCHAS ORNAMENTAIS PORTUGUESAS UTILIZANDO O SOFTWARE LIVRE ORANGE</b> .....	16
Juliano Tessinari Zagôto, Daniel Vale, Antônio Luiz Pinheiro, Ana Paula Meyer, Thais Gualandi Faria, Gilberto Freire Rangel	
<b>APLICAÇÃO DO RESÍDUO DE ROCHA GRANÍTICA PROVENIENTE DO TEAR MULTIFIOS DIAMANTADO PARA CONFECCÃO DE ROCHAS AGLOMERADAS ARTIFICIAIS</b> .....	17
Evanizis Dias Frizzera Castilho, Monica Castoldi Borlini Gadioli, Vítor Pá Lopes, Matheus Estevão da Silva, Nicolas Matheus da Silva, Alan Dutra Pedruzzi	
<b>APLICATIVO DE ESPECIFICAÇÃO E UTILIZAÇÃO DE ROCHAS DE REVESTIMENTO</b> .....	18
Cid Chiodi Filho, Denize Kistemann Chiodi	
<b>ATLAS DE ROCHAS ORNAMENTAIS DO ESTADO DA BAHIA</b> .....	19
Edgar Romeo Herrera de Figueiredo Iza, Ana Cristina Franco Magalhães, Risale Neves Almeida	
<b>AVALIAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DO RESÍDUO DE ROCHA ORNAMENTAL COMO REMINERALIZADOR NA AGRICULTURA FAMILIAR: UM ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE NOVO ORIENTE, CEARÁ</b> .....	20
Bruno Anchieta Viana, Francisco Diones Oliveira Silva, Wollker Cunha Soares, Maria Gabrielle Araújo Silva, André Luis Araujo Oliveira, Antonio Álvaro Alves Xavier	
<b>AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DE PEÇAS CERÂMICAS OBTIDAS A PARTIR DO REJEITO DO GRANITO VERDE UBATUBA EM FUNÇÃO DOS PARÂMETROS DE PROCESSAMENTO</b> .....	21
Rafaella Cavalcante Regis, Evilaine de Oliveira Paiva, Ana Carolina Braga Miranda, Candido Jorge de Sousa Lobo, Ricardo Emílio Ferreira Quevedo Nogueira	
<b>AVALIAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DAS ROCHAS ORNAMENTAIS DO ESTADO DE SERGIPE: ESTUDO DE CASO DO QUARTZITO NA REGIÃO DE NOSSA SENHORA DAS DORES</b> .....	22
Greice Hellen dos Santos Silva, Adriane Machado	
<b>AVALIAÇÃO PROTETIVO PARA ROCHAS DO PATRIMÔNIO</b> .....	23
Felipe da Silva Leitão, Nuria Fernández Castro	

<b>AVALIAÇÃO TECNOLÓGICA DO MONUMENTO A PEDRO ALVÁRES CABRAL APÓS INCÊNDIO</b> .....	24
Roberto Carlos da Conceição Ribeiro, Juliana M. S. Santos, Rosana Elisa Coppedê Silva, Nuria Fernández Castro, Bruno Filgueiras Conde Piacesi	
<b>CARACTERIZAÇÃO DE CANTARIAS DO PAVILHÃO PAULO CÉZAR, SANTA CASA DE MISERICÓRDIA - RJ</b> .....	25
Nuria F. Castro, Millena Basílio da Silva, Rosana Elisa Coppedê Silva, Marcelle Lemos Amorim de Cerqueda, João Carlos Nunes	
<b>CARACTERIZAÇÃO PETROGRÁFICA DO GRANITO AZUL SUCURU, MUNICÍPIO DE SUMÉ-PB</b> .....	26
Radarany Jasmine Muniz dos Santos	
<b>CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E MINERALÓGICA DE ARGILAS E DE FINOS DO BENEFICIAMENTO DE ROCHAS ORNAMENTAIS PARA PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL DE CERÂMICA VERMELHA</b> .....	27
Maria Angelica Kramer Santana, Monica Castoldi Borlini Gadioli	
<b>CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA DA ESCULTURA “MULHER”, DE ADRIANA JANACÓPULOS DO PALÁCIO GUSTAVO CAPANEMA, RIO DE JANEIRO</b> .....	28
Roberto Carlos da Conceição Ribeiro, Hamanda M. N. Kuntz, Katia Leite Mansur, Nuria F. Castro	
<b>CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA DE AMOSTRAS DE QUARTZITO PARA UTILIZAÇÃO COMO ROCHA ORNAMENTAL</b> .....	29
Larissa Soares Silva, Elton Souza dos Santos, Kayrone Marvila de Almeida, Millena Basilio da Silva	
<b>CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA DE ROCHA PEGMATÍTICA OBJETIVANDO SUA APLICAÇÃO COMO ROCHA ORNAMENTAL</b> .....	30
Ailma Roberia Souto de Medeiros, Wanessa Fernandes Santos, Maria Clara Bezerra Carlos, Edson Arante da Costa Filho, Carlos Eduardo Silva Santos, Defsson Douglas de Araújo Ferreira	
<b>CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA DO GRANITO CINZA ANDORINHA, ROCHA ORNAMENTAL DA REGIÃO DE SERRA CAIADA-RN</b> .....	31
Moacir Eugênio Pinheiro Bezerra, Elissandra Nascimento de Moura Lima	
<b>CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA DO GRANITO CINZA SANTA CRUZ DA REGIÃO DE TANGARÁ – RN</b> .....	32
Alexandra Bernardo da Silva	
<b>CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA DO GRANITO CINZA SANTA CRUZ/RN PARA FINS DE ROCHA ORNAMENTAL</b> .....	33
Margarida Luciana Bezerra, Elissandra Nascimento de Moura Lima, Leonardo Luiz Lyrio da Silveira	
<b>CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA E PROPOSTA DE RESTAURAÇÃO DE ESCULTURA DE ANJO, PRESENTE NO CEMITÉRIO DO CATUMBI, RIO DE JANEIRO</b> .....	34
Roberto Carlos da Conceição Ribeiro, Vitória S. Freitas, Rosana Elisa Coppedê Silva	
<b>CENÁRIO DA SAÚDE E SEGURANÇA DO TRABALHO NO SETOR DE MINERAÇÃO NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO</b> .....	35
Rômulo Furtado Faria	
<b>CONFIGURAÇÃO DO ULTRASSOM PARA AVALIAR PEDRAS DO PATRIMÔNIO DO RIO DE JANEIRO: ESTUDO PRELIMINAR</b> .....	36
Bruno Filgueiras Conde Piacesi, Nuria Fernández Castro, Roberto Carlos da Conceição Ribeiro	
<b>DENSIDADE E POROSIDADE DE ROCHAS ORNAMENTAIS DAS REGIÕES DE SERRA CAIADA, TANGARÁ E SANTA CRUZ-RN</b> .....	37
Rodrigo Batista Perazzo Moraes, Costa, M.J.A., Santos, J.J.R., Moraes, R.B.P., Silva, A.B., Bezerra, M.L., Bezerra, M.E.P., Moura-lima, E.N.	
<b>DO GLAMOUR AO DESGASTE: A IMPORTÂNCIA DE CONHECER AS PROPRIEDADES DAS ROCHAS ORNAMENTAIS</b> .....	38
Vanessa Vida Fernandes Batista	
<b>EFEITOS DO TRATAMENTO TÉRMICO NA LIBERAÇÃO DE K DE PEGMATITOS DA PROVÍNCIA PEGMATÍTICA DA BORBOREMA</b> .....	39

Hênio Vitor Sobral Melo, Rodrigo Santana Macedo, Franklin Sales de Araújo, Jamile Bezerra Leite dos Santos, Emily Vitória Gomes Moreira, Leticia Moro, Kalline de Almeida Alves Carneiro, Antônio Augusto Pereira de Sousa	
<b>ESTUDO COMPARATIVO DE PARÂMETROS MECÂNICOS DE ROCHAS AGLOMERADAS COMERCIAIS POR MEIO DE ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA</b> .....	40
Alan Dutra Pedruzzi, Rondinelli Moulin Lima, Mariane Costalonga de Aguiar, Monica Castoldi Borlini Gadioli	
<b>GEOTURISMO URBANO: CONHECENDO AS ROCHAS DAS IGREJAS DO BAIRRO DA TIJUCA, NO RIO DE JANEIRO</b> .....	41
Rosana Elisa Coppedê Silva, Ana Rafaele Soalheiro V. P. Ribeiro	
<b>GERAÇÃO DE TIJOLOS ECOLÓGICOS CONSTITUÍDOS DE RESÍDUOS DE ARDÓSIAS E POLIURETANO</b> .....	42
Rosana Elisa Coppedê Silva, Roberto Carlos da Conceição Ribeiro, Michelle Teixeira C. Cassiano	
<b>GNAISSE FACOIDAL DAS FACHADAS DA SEDE DOS CORREIOS: AVALIAÇÃO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO</b> .....	43
Marcelle Lemos Amorim de Cerqueda, Nuria Fernández Castro, Rosana Elisa Coppedê Silva, Yanara Costa Haas, Roberto Carlos da Conceição Ribeiro	
<b>INCORPORAÇÃO DE RESÍDUOS DE ROCHAS ORNAMENTAIS EM PISOS CERÂMICOS INTERTRAVADOS</b> .....	44
Rafaella Cavalcante Regis, Magna Bocage Irineu, José Joabe de Andrade Silva, Kéren Pereira Lima, Rogério Cavalcante Regis, Candido Jorge de Sousa Lobo, Ricardo Emílio Ferreira Quevedo Nogueira	
<b>INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA E DO TEMPO DE SATURAÇÃO NA DETERMINAÇÃO DE PROPRIEDADES FÍSICAS DAS ROCHAS ORNAMENTAIS VISANDO À NORMA INTERNACIONAL</b> .....	45
Andrew Christian Oliveira dos Santos, Nuria Fernández Castro, Bruno F. C. Piacesi	
<b>INVENTARIAÇÃO DAS ROCHAS ORNAMENTAIS PESQUISADAS NO DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ</b> .....	46
Davi Henrick Veras Diogenes, Irani Clezar Mattos, Felipe Da Silva Aires	
<b>LAVRA DE ROCHAS ORNAMENTAIS NO RIO GRANDE DO NORTE</b> .....	47
Maria Carolina de Albuquerque Feitosa Amador, Sarah Lilith Moreira Galvão, Lucas da Silva Inácio	
<b>LEVANTAMENTO GEOLÓGICO ESTRUTURAL APLICADO À VIABILIDADE ECONÔMICA DE LAVRA DE ROCHA ORNAMENTAL DE MÁRMORE EM ITAOCA – ES</b> .....	48
Rafael da Silva Rodrigues, Ana Paula Meyer, Antônio Luiz Pinheiro, Daniel Vale, Juliano Tessinari Zagôto, Pedro Henrique Guimarães Cortat	
<b>MAPA DE POTENCIALIDADE DE ROCHAS ORNAMENTAIS DA REGIÃO DA SERRA DE JACOBINA, ESTADO DA BAHIA</b> .....	49
Edgar Romeo Herrera de Figueiredo Iza	
<b>MAPEAMENTO DA DETERIORAÇÃO DO CALCÁRIO LIOZ NO CONVENTO SANTO ANTÔNIO, RIO DE JANEIRO</b> .....	50
Lívia Manuela Gomes Caetano, Amanda Guimarães dos Santos Mozer, Nuria Fernández Castro, Kátia Leite Mansur	
<b>PATOLOGIA DAS ROCHAS ORNAMENTAIS EM MONUMENTOS PÚBLICOS NA CIDADE DE CAMPINA GRANDE, PB</b> .....	51
Wandenberg Bismarck Colaco Lima, Dwight Rodrigues Soares, Andrey Bispo Veiga	
<b>PATOLOGIAS EM SUPERFÍCIE DE ROCHA DE QUARTZITOS CAUSADAS POR SERICITIZAÇÃO E CAULINIZAÇÃO</b> .....	52
Luzia Suerlange Araujo dos Santos Mendes, Fátima Andréa Lima Girão, Joel Pedrosa Sousa, Irani Clezar Mattos, Wollker Cunha Soares, Eveline Cunha Lima	
<b>POSSIBILIDADES DE USO DE RESÍDUOS DE ROCHAS ORNAMENTAIS DEPOSITADOS EM ATERROS COMO MATÉRIA PRIMA INDUSTRIAL</b> .....	53
Beatriz Carvalheira Moreira, Mirna Aparecida Neves	
<b>PROCESSO DE FABRICAÇÃO INDUSTRIAL DE BLOCOS DE VEDAÇÃO COM RESÍDUOS DO BENEFICIAMENTO DE ROCHAS ORNAMENTAIS</b> .....	54

Kayrone Marvila de Almeida, Monica Castoldi Borlini Gadioli, Mariane Costalonga de Aguiar, Viviana Possamai Della Sagrillo, Francisco Wilson Hollanda Vidal

**PROCESSO DE NORMATIZAÇÃO PARA O APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DE ROCHAS ORNAMENTAIS EM CERÂMICA VERMELHA E PRODUTOS A BASE DE CIMENTO PORTLAND** .....55

Kayrone Marvila de Almeida, Francisco Wilson Hollanda Vidal, Monica Castoldi Borlini Gadioli, Geilma Lima Vieira, Mariane Costalonga de Aguiar, Maria Angélica Kramer Sant'anna

**PROGNÓSTICO DE EXTRUSÃO DE MASSAS CERÂMICAS ARGILOSAS COM INCORPORAÇÃO DE FINOS DO BENEFICIAMENTO DE ROCHAS ORNAMENTAIS**.....56

Maria Angelica Kramer Sant'ana, Mariane Costalonga de Aguiar, Monica Castoldi Borlini Gadioli

**QUARTZITOS DO SUL DE MINAS GERAIS: CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA PARA PRODUÇÃO DE CONCRETOS DE PÓS REATIVOS**.....57

Ivan Franklin Júnior, Rogério Pinto Ribeiro, Ivana Abreu Francklin

**REJEITOS DE QUARTZITOS DO SUDOESTE DE MINAS GERAIS: ESTUDO DA FRAÇÃO MIÚDA PARA A FABRICAÇÃO DE TIJOLO SOLO-CIMENTO** .....58

Fernanda Medeiros Dutra dos Reis, Rogério Pinto Ribeiro, João Carlos Reis, Maria José Reis, João Paulo Monticeli

**SALINIDADE DO EXTRATO SOLUBILIZADO DE RESÍDUOS DE ROCHAS ORNAMENTAIS E SUA INFLUÊNCIA NA CAPACIDADE DE INFILTRAÇÃO NO SOLO**.....59

Elton Souza dos Santos, Guilherme de Resende Camara, Mirna Aparecida Neves

**SAÚDE EMOCIONAL NOS PROFISSIONAIS DA MINERAÇÃO** .....60

Kaylanne da Silva Rocha

**SIMULADOR DE DESGASTE DE PÉROLAS DIAMANTADAS: O USO DE UM MÉTODO INOVADOR EM UM SISTEMA DE DESGASTE** .....61

Leonardo Luiz Lyrio da Silveira, Beatriz Carvalheira Moreira, Luan Lamon Machado

**UTILIZAÇÃO DO PLANEJAMENTO FATORIAL 2K PARA AVALIAR A INFLUÊNCIA DAS VARIÁVEIS OPERACIONAIS NA PRODUÇÃO DAS ROCHAS AGLOMERADAS** .....62

Leandro Marçal Fonseca Couto, Alan Dutra Pedruzzi, Monica Castoldi Borlini Gadioli, Mariane Costalonga de Aguiar, Rondinelli Moulin Lima

**UTILIZAÇÃO DO PLANEJAMENTO SIMPLEX-LATTICE PARA O DESENVOLVIMENTO DE ROCHAS AGLOMERADAS PRODUZIDAS COM RESÍDUO DE ROCHA ORNAMENTAL**.....63

Bruno Mardegan, Rondinelli Moulin Lima, Alan Dutra Pedruzzi, Mariane Costalonga de Aguiar, Monica Castoldi Borlini Gadioli

**UTILIZAÇÃO SUSTENTÁVEL DOS FINOS DO BENEFICIAMENTO DE ROCHAS ORNAMENTAIS NA PRODUÇÃO DE CERÂMICA VERMELHA** .....64

Matheus Moura Amorim, Mariane Costalonga de Aguiar, Monica Castoldi Borlini Gadioli, Kayrone Marvila de Almeida, Maria Angélica Kramer Sant'ana

# ALTERAÇÕES FÍSICAS E MINERALÓGICAS DO MONUMENTO À JUVENTUDE BRASILEIRA

Giovanna Oliveira dos Santos Consoli Louro<sup>1</sup>, Rosana Elisa Coppedê Silva<sup>2</sup>, Roberto Carlos da Conceição Ribeiro<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Centro de Tecnologia Mineral — CETEM/MCTI

<sup>1</sup>[giovanna.oliveira.louro@gmail.com](mailto:giovanna.oliveira.louro@gmail.com);

<sup>2</sup>[rosanacoppede@gmail.com](mailto:rosanacoppede@gmail.com);

<sup>3</sup>[rcarlos@cetem.gov.br](mailto:rcarlos@cetem.gov.br)

Criado em 1943, a antiga sede do Ministério da Educação e Saúde, atual Palácio Gustavo Capanema, é considerado uma das primeiras edificações modernistas do país abrigando obras de arte de diversos artistas brasileiros e europeus, como Bruno Giorgi. Dentre essas obras, destacam-se a escultura “Monumento à Juventude Brasileira”, de autoria de Giorgi, localizado nos jardins do andar térreo do Palácio. O prédio fica localizado no centro da cidade do Rio de Janeiro e próximo ao mar, permitindo o ataque de névoa salina e deposição de enxofre oriundo das emanações dos veículos. O objetivo desse trabalho foi realizar a caracterização da obra citada anteriormente, verificando as alterações físicas e mineralógicas causadas pela exposição às intempéries. Para tal, foram realizados ensaios de avaliação microscópica e macroscópica, identificação de poluentes por ICP-Plasma, determinação de absorção de água e porosidade, dureza, cor e brilho, difração e fluorescência de raios X. Os dados de densidade aparente, porosidade e absorção de água e petrografia foram obtidos no Catálogo de Rochas Ornamentais do Estado do Rio de Janeiro de 1999. O ensaio de dureza foi realizado com o auxílio de um durômetro eletrônico portátil do modelo Equotip 3 da marca Proceq, com sonda tipo C. A análise colorimétrica e de brilho foi realizada utilizando um espectrofotômetro portátil Spectroguide Sphere Gloss da marca BYK obtendo valores correspondentes às cores nos eixos a, b e L, além do brilho (G). No ensaio de MEV foi utilizado o equipamento TM3030Plus da marca Hitachi com o espectrômetro de raios-X por dispersão em energia acoplado da marca Bruker, modelo Quantax 70, usando 15kV. Os resultados dos índices físicos indicam valores de 2.700 kg/m<sup>3</sup> de densidade aparente, 0,7% de porosidade e 0,3% de absorção de água. Em relação aos resultados de dureza superficial verifica-se que a escultura apresenta em média 500 HLD de dureza. Já nos resultados de cor e brilho verifica-se uma distribuição de luminosidade (L) abaixo de 50. Em termos de padrões colorimétricos, a escultura apresenta leves tons de vermelho (a positivo) e amarelo (b positivo). Em termos de brilho (G), o resultado foi em torno de 0,5°. Os dados obtidos da petrografia indicam que a rocha é um biotita granito, composta por plagioclásio, microclina, quartzo, biotita, opacos, titanita e allanita, observada macroscopicamente na escultura, que é um mineral típico encontrado na rocha comercialmente conhecida como Granito Cinza Andorinha. No entanto, parte do monumento apresenta alterações de rugosidade, crostas negras e alteração cromática, causadas principalmente pela sua localização externa, recebendo constantemente raios solares e correntes de vento, principalmente na parte superior. Após as análises dos resultados obtidos, serão efetuados novos ensaios visando refinar as características da amostra.

**PALAVRAS-CHAVE:** Bruno Giorgi, Palácio Capanema, Granito Cinza Andorinha

# ANÁLISE DA EVOLUÇÃO DOS REGIMES DE APROVEITAMENTO DE ROCHAS ORNAMENTAIS PELOS PRINCIPAIS PRODUTORES NO BRASIL NO PERÍODO PANDÊMICO

Luana Pereira de Carvalho<sup>1</sup>, Rafael Chagas Silva<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Universidade Federal do Ceará — UFC

<sup>1</sup>luanacarvalho@alu.ufc.br;

<sup>2</sup>rafaelchagas.silva@gmail.com

Iniciada em 2020, a pandemia desestabilizou diversos setores da sociedade, dentre eles, o da mineração. Para a área de rochas ornamentais, por exemplo, no início deste período, observou-se que o requerimento de novos regimes de aproveitamento destas rochas reduziu-se. Porém, em 2021, ainda em período pandêmico, observou-se uma recuperação desta situação com a ocorrência de novos números destes processos minerários. Diante disso, este trabalho tem como objetivo investigar sobre os regimes de aproveitamento de rochas ornamentais, dos tipos licenciamento, autorização de pesquisa e concessão de lavra, no período de pandemia, no que se refere ao desenvolvimento do setor, de acordo com os principais estados produtores do Brasil, a saber Espírito Santo, Minas Gerais, Ceará e Bahia. Para tanto, será utilizada a plataforma SIGMINE para obtenção dos processos minerários de rochas ornamentais, em específico para os principais produtores nacionais, antecipadamente selecionados, para os anos de 2019 a 2022, período de pré-pandemia e de pandemia. Estes dados obtidos, serão posteriormente processados no programa Qgis, para melhor análise destes processos, além de inferir-se sobre os mais relevantes e prováveis fatores relacionados com o número dos regimes no período filtrado. À vista disso, espera-se, por meio da interpretação de gráficos e tabelas, investigar o panorama geral de rochas ornamentais entre os seus principais estados atuantes, no período analisado, conforme informações já obtidas sobre a participação na comercialização dessas rochas, por cada estado em que o Espírito Santo, manteve-se com exportações e importações estáveis na pandemia, com uma grande queda em 2021 e uma recuperação no ano de 2022; Minas Gerais, apresentou um aumento de importações e exportações entre os anos de 2020 e 2021, de aproximadamente, 18% e 19%, respectivamente; Ceará entre os anos de 2020 a 2022, apresentou um balanço comercial das exportações que superou as importações, com destaque para a queda de 35% de importações entre os anos de 2019 e 2020; e para a Bahia observou-se que a quantidade de rochas exportadas, manteve-se constante entre os anos de 2019 a 2021, com destaque para o ano de 2022, que registrou a maior participação no período. Assim, entre as informações obtidas, como a quantidade dos regimes de aproveitamento destas rochas, principalmente, em relação ao aumento do número de seus processos minerários, será possível estimar para os próximos anos o desenvolvimento do setor.

**PALAVRAS-CHAVE:** Pandemia, Rochas Ornamentais, Processos Minerários

# ANÁLISE DA INFLUÊNCIA GRANULOMÉTRICA E DO TIPO DE RESINA NA FABRICAÇÃO DAS ROCHAS AGLOMERADAS

Lahís Menon de Almeida<sup>1</sup>, Monica Borlini Castoldi Gadioli<sup>2</sup>, Mariane Costalonga de Aguiar<sup>3</sup>, Rondinelli Moulin Lima<sup>4</sup>, Alan Dutra Pedruzzi<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup>Centro de Tecnologia Mineral — CETEM/MCTI  
<sup>1</sup>lahismenon18@gmail.com; <sup>2</sup>mborlini@cetem.gov.br;  
<sup>3</sup>maguiar@cetem.gov.br; <sup>4</sup>rlima@cetem.gov.br;  
<sup>5</sup>apedruzzi@cetem.gov.br

A indústria de rochas ornamentais está em constante crescimento e possui grande produção no Brasil. Durante os períodos de janeiro a maio de 2023, suas exportações somaram-se US\$ 427,3 milhões e um volume de 703,8 mil toneladas. As rochas aglomeradas são produtos industriais fabricado a partir de uma mistura de agregados de vários tamanhos e naturezas (geralmente provenientes de pedras naturais), aditivos e aglutinantes. O uso dos resíduos para a fabricação das rochas aglomeradas surge como uma alternativa sustentável, proporcionando benefícios ambientais e econômicos. As exportações brasileiras de materiais rochosos aglomerados no período janeiro-maio de 2022, somaram 4,5 mil toneladas e US\$ 6,3 milhões, com variação de respectivamente 6,3% e 16,1% frente ao mesmo período de 2021. Dessa forma, o objetivo deste estudo foi avaliar a influência do tipo de resina das rochas aglomeradas produzidas com os resíduos do beneficiamento de rochas ornamentais (quartzito), por meio da tecnologia tear multifios, em uma distribuição granulométrica fina. Foram produzidas rochas aglomeradas com 85% em peso de resíduos (66,6% de partículas grossas, 16,66% de partículas médias e 16,66% de partículas finas) e 15% de resina. O resíduo foi peneirado para a obtenção de partículas grossas (0,063 mm de diâmetro até 0,053 mm) e médias (0,053 mm de diâmetro até 0,044 mm) e finas (diâmetro menor do que 0,044 mm). Foram fabricadas rochas aglomeradas de 200 x 200 x 20 mm com resinas poliuretana vegetal (PUV) e Epóxi e realizados ensaios de caracterização tecnológica a fim de compreender as suas propriedades físico-mecânicas e avaliar a sua qualidade e capacidade de uso. Os ensaios de caracterização tecnológica foram realizados seguindo as diretrizes da norma EN 14617. O ensaio de resistência à flexão foi executado com 18 corpos de prova nas dimensões de 200 x 50 x 20 mm, conforme a EN 14617-2. Já o ensaio de índices físicos foi realizado com 36 corpos de prova nas dimensões de 50 x 50 x 20 mm, seguindo as diretrizes da norma EN 14617-1. Os índices físicos analisados foram a densidade, absorção de água e porosidade. As rochas aglomeradas produzidas com resina PUV apresentaram densidade aparente de  $1,61 \pm 0,45$  g/cm<sup>3</sup>,  $3,00 \pm 0,47\%$  de absorção de água,  $5,00 \pm 0,73\%$  de porosidade e  $7,65 \pm 1,38$  MPa de resistência a flexão. Já para as rochas produzidas com resina Epóxi foram encontrados valores de  $1,65 \pm 0,54$  g/cm<sup>3</sup>,  $3,15 \pm 1,02\%$ ,  $5,16 \pm 1,58\%$  e  $6,26 \pm 1,45$  MPa, respectivamente. Nota-se que os resultados com a resina PUV e com a resina Epóxi foram semelhantes, indicando que o tipo de resina aparentemente não influencia nas propriedades físicas e mecânicas. Quando comparado com a literatura, os resultados encontrados foram inferiores. Entretanto, as rochas aglomeradas foram produzidas com uma granulometria mais fina, ou seja, apesar da diminuição da granulometria resultar em uma rocha aglomerada com um aspecto mais liso, a utilização de uma faixa granulométrica muito fina não é recomendada, uma vez que ocorre uma piora nas propriedades físico e mecânicas. A produção de rochas aglomeradas a partir dos resíduos de quartzito é uma alternativa ambientalmente adequada de destinação para estes resíduos, sendo possível obter um produto competitivo comercialmente.

**PALAVRAS-CHAVE:** Rochas Aglomeradas; Rochas Ornamentais; Caracterização Tecnológica

# ANÁLISE DA ROCHA DE EXTRAÇÃO DA BRITA NA RESISTÊNCIA FINAL DO CONCRETO

Paulo Evson Soares da Silva<sup>1</sup>, José Hugo Pereira do Nascimento<sup>2</sup>, Margarete Helen Magalhães Oliveira<sup>3</sup>, Mariana Farias Vital dos Santos<sup>4</sup>, Camila Ferro de Oliveira Farias<sup>5</sup>, Filipe Augusto Bastos Silva<sup>6</sup>, Adenilma Maria de Menezes<sup>7</sup>, Lorrany da Silva Gomes<sup>8</sup>

<sup>1,2,3,4,5,6,7,8</sup>Instituto Federal de Alagoas — IFAL

<sup>1</sup>pess3@aluno.ifal.edu.br; <sup>2</sup>jhp1@aluno.ifal.edu.br;  
<sup>3</sup>mhmo1@aluno.ifal.edu.br; <sup>4</sup>mfvs1@aluno.ifal.edu.br;  
<sup>5</sup>cfof1@aluno.ifal.edu.br; <sup>6</sup>fabs1@aluno.ifal.edu.br;  
<sup>7</sup>amm10@aluno.ifal.edu.br; <sup>8</sup>lsg1@aluno.ifal.edu.br

O concreto é um material composto essencialmente por aglomerante, agregado miúdo, agregado graúdo e água. O agregado graúdo, comumente referido como "brita", é constituído por rochas de granulometria específicas, extraídas da natureza. Estudos científicos demonstraram que a brita, devido à sua natureza resistente e dura, contribui significativamente para aumentar a resistência mecânica do concreto. Por exemplo, a adição de brita de granito, uma rocha ígnea composta principalmente por quartzo, feldspato e mica, e também de britas gnáissicas tem sido amplamente documentada como um fator-chave no aumento da resistência à compressão do concreto. Sua presença permite que o concreto suporte cargas e forças aplicadas, tornando-o adequado para uso em estruturas como lajes, vigas, pilares e fundações. Estudos de engenharia civil confirmam que a brita desempenha um papel fundamental na capacidade de suporte de carga das estruturas de concreto. Além disso, a brita proporciona economia em relação ao cimento, pois é um agregado menos dispendioso. Pesquisas na área de construção civil têm demonstrado consistentemente que a substituição parcial do cimento pela brita, quando viável, resulta em concreto mais econômico sem comprometer significativamente sua resistência ou durabilidade. A utilização da brita também apresenta outros benefícios cientificamente comprovados, como a redução de fissuras devido à sua natureza granular, que ajuda a minimizar a retração do concreto durante a cura, prevenindo a formação indesejada de fissuras no material endurecido. Estudos de materiais de construção destacam como a brita contribui para melhorar a coesão do concreto e reduzir o risco de fissuração. Além disso, a inclusão da brita pode diminuir a geração de calor de hidratação durante o processo de endurecimento do cimento, evitando problemas relacionados a altas temperaturas, como a deterioração prematura do concreto. Diversas pesquisas na área de termoquímica de materiais de construção corroboram essa influência da brita no controle da temperatura de hidratação do concreto. Portanto, os dados científicos respaldam a importância da brita na engenharia civil e na produção de concreto, destacando seus efeitos positivos na resistência, durabilidade e propriedades térmicas do material. É fundamental compreender esses aspectos científicos ao analisar a influência da origem da brita na resistência final do concreto, conforme proposto neste trabalho de revisão bibliográfica.

**PALAVRAS-CHAVE:** Brita; Análise; Resistência

# ANÁLISE DAS PRINCIPAIS ROCHAS ORNAMENTAIS PRODUZIDAS NO ESTADO DO CEARÁ DE ACORDO COM O POTENCIAL DE MERCADO E CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS

Francisco Wylhan Pereira dos Santos<sup>1</sup>, Rafael Chagas Silva<sup>2</sup>, Luana Pereira de Carvalho<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Universidade Federal do Ceará — UFC

<sup>1</sup>pereirawylhan@gmail.com;

rafaelchagas.silva@gmail.com;

<sup>3</sup>luanacarvalho@alu.ufc.br

O Ceará possui um condicionamento geológico e uma grande geodiversidade que favorecem a presença de rochas para fins ornamentais e de revestimento. Nos últimos anos, devido a diversidade de tipos de rochas com variadas tipologias existentes no território cearense, o estado tem se destacado como um dos principais polos de lavra e o terceiro maior exportador de rochas ornamentais do Brasil. No entanto, existe uma falta de informações com relação aos materiais que são produzidos no estado e suas características individuais. Nesse sentido, torna-se necessário o conhecimento das suas características e propriedades para possíveis estudos e projetos que contribuam para o desenvolvimento do setor. À vista disso, a presente pesquisa teve por objetivo analisar as principais rochas ornamentais produzidas no Ceará em conformidade com o potencial de mercado e características geológicas. Para tanto, o trabalho foi desenvolvido em três etapas, a primeira consistiu em selecionar as principais empresas produtoras de rochas ornamentais do Ceará. Na segunda etapa, analisou-se a participação de mercado dessas empresas e, por fim, a terceira fase da pesquisa buscou identificar e descrever os principais materiais comercializados por essas empresas. Verificou-se assim, através dos anuários de produção mineral do Ceará, entre os anos de 2014 a 2018, que as principais empresas produtoras de rochas ornamentais foram: Vermont Mineração, Granistone, Vulcano Export, Quartzblue Mineração e Mineração Agreste. Dentre essas empresas, a Vermont Mineração é a que registrou a maior participação no valor de comercialização da produção mineral do Ceará, ocupando mais de 50% do mercado de rochas ornamentais no estado. A Granistone, apesar de apresentar variações na participação do valor comercializado entre os anos de 2014 a 2018, representou aproximadamente 20% do mercado, além disso, em parceria com a Thor Stone passaram a ser Nissi Rochas no ano de 2019. A Vulcano Export embora tenha progredido de 0,68% em 2014 para 2,18% em 2015, obteve um declínio nos anos seguintes, chegando a 0,59% em 2018, participação menor do que a inicial, fechando com uma parcela de 8,13% do mercado de rochas. As empresas Quartzblue Mineração e Mineração Agreste obtiveram participações discretas, porém, gradativas entre os anos analisados, resgistrando uma média de 5,5% e 5,23% da representatividade no setor, respectivamente. Os principais materiais produzidos e comercializados são o Taj Mahal (Vermont Mineração), Perla Venata (Quartzblue Mineração) e Perla Santana (Mineração Agreste), ambas as rochas classificadas geologicamente como quartzitos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Geodiversidade; Participação de Mercado; Empresas Produtoras

# APLICAÇÃO DA TÉCNICA DE ANÁLISE DE AGRUPAMENTOS EM ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA DE ROCHAS ORNAMENTAIS PORTUGUESAS UTILIZANDO O SOFTWARE LIVRE ORANGE

Juliano Tessinari Zagôto<sup>1</sup>, Daniel Vale<sup>2</sup>, Antônio Luiz Pinheiro<sup>3</sup>, Ana Paula Meyer<sup>4</sup>, Thais Gualandi Faria<sup>5</sup>, Gilberto Freire Rangel<sup>6</sup>

<sup>1,2,3,4,5,6</sup>Instituto Federal do Espírito Santo — IFES

<sup>1</sup>tessinari@ifes.edu.br; <sup>2</sup>daniel.vale@ifes.edu.br;

<sup>3</sup>antonio.pinheiro@ifes.edu.br; <sup>4</sup>ana.meyer@ifes.edu.br;

<sup>5</sup>thais.gualandi@ifes.edu.br; <sup>6</sup>gilbertof@ifes.edu.br

A análise de agrupamentos é uma técnica de estatística multivariada utilizada para agrupar objetos semelhantes em grupos ou clusters por meio da identificação de padrões semelhantes entre si em um conjunto de dados, utilizando para isso medidas de distâncias (similaridades ou dissimilaridades). Essa técnica é frequentemente utilizada em ensaios de caracterização tecnológica de rochas ornamentais para classificar as amostras de rochas de acordo com suas propriedades físicas, mecânicas, tais como massa específica seca, porosidade, absorção de água, resistência à compressão uniaxial, resistência à compressão uniaxial após congelamento e degelo, resistência à tração por flexão, coeficiente de dilatação térmica linear e desgaste por abrasão e mineralógicas como a porcentagem de quartzo, micas, feldspatos, outros silicatos, minerais opacos e carbonatos. A caracterização tecnológica de rochas ornamentais é uma etapa essencial para comercialização e aplicação dessas rochas, pois permite avaliar sua qualidade e adequação para diferentes usos, principalmente na construção civil. Nesse contexto, aplicou-se a análise de agrupamento hierárquico em um banco de dados formado por 335 amostras retiradas de algumas publicações que contém os resultados dos ensaios de caracterização tecnológica de rochas ornamentais portuguesas e classificadas comercialmente como rochas carbonáticas, silicosas, silicáticas, xisto e ardósia. O banco de dados é formado por 4 amostras de xisto, 3 ardósias, 212 rochas carbonáticas, 63 rochas silicáticas e 53 rochas silicosas. Como resultado, foram gerados 4 agrupamentos (C1, C2, C3 e C4), sendo o agrupamento C1 formado por 114 amostras exclusivamente por rochas silicáticas e silicosas, o agrupamento C2 formado de 9 amostras praticamente pelas ardósias e xistos e os agrupamentos C3 (28 amostras) e C4 (184 amostras) exclusivamente formados por rochas carbonáticas. As variáveis mineralógicas (% de carbonatos e % de feldspatos) foram classificadas pelo software como as de maior relevância para separação entre os grupos C1 e C2 e C3 e C4. Já a variável coeficiente de dilatação térmica linear foi identificada como a de menor relevância. Essa técnica se mostrou uma ferramenta muito útil para a classificação das amostras de rochas de acordo com suas propriedades, permitindo uma melhor compreensão de suas características e um melhor aproveitamento desses materiais. A partir dos grupos formados, é possível realizar análises mais aprofundadas das características das amostras de rochas, identificando diferenças e semelhanças entre elas e obtendo informações relevantes para o processo de exploração e comercialização desses materiais além de possibilitar a identificação de amostras que apresentam problemas ou características indesejáveis, contribuindo para o desenvolvimento do setor de rochas ornamentais. O presente trabalho foi realizado com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (Fapes) – Termo de Outorga T.O n°762/2023.

**PALAVRAS-CHAVE:** Rochas Ornamentais; Análise de Agrupamentos; Caracterização Tecnológica

# APLICAÇÃO DA TÉCNICA DE ANÁLISE DE AGRUPAMENTOS K-MEANS EM ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA DE ROCHAS ORNAMENTAIS PORTUGUESAS UTILIZANDO O SOFTWARE LIVRE ORANGE

Juliano Tessinari Zagôto<sup>1</sup>, Daniel Vale<sup>2</sup>, Antônio Luiz Pinheiro<sup>3</sup>, Ana Paula Meyer<sup>4</sup>, Thais Gualandi Faria<sup>5</sup>, Gilberto Freire Rangel<sup>6</sup>

<sup>1,2,3,4,5,6</sup>Instituto Federal do Espírito Santo — IFES

<sup>1</sup>tessinari@ifes.edu.br; <sup>2</sup>daniel.vale@ifes.edu.br;

<sup>3</sup>antonio.pinheiro@ifes.edu.br; <sup>4</sup>ana.meyer@ifes.edu.br;

<sup>5</sup>thais.gualandi@ifes.edu.br; <sup>6</sup>gilbertof@ifes.edu.br

A análise de agrupamentos é uma técnica estatística que visa agrupar objetos semelhantes com base em suas características. Nesse contexto, os ensaios de caracterização tecnológica são realizados para avaliar as propriedades físicas, mecânicas e químicas das amostras de rochas. Esses ensaios geram uma série de resultados que podem ser armazenados e analisados por meio de métodos de agrupamento. Essa técnica é frequentemente utilizada em ensaios de caracterização tecnológica de rochas ornamentais para classificar as amostras de rochas de acordo com suas propriedades físicas, mecânicas e químicas como a densidade, a porosidade, a resistência à compressão, a absorção de água, entre outras. A caracterização tecnológica de rochas ornamentais é uma etapa essencial para comercialização e aplicação dessas rochas, pois permite avaliar sua qualidade e adequação para diferentes usos, principalmente na construção civil. Os agrupamentos não hierárquicos são uma abordagem comum na análise de agrupamentos, em que os objetos são agrupados em clusters sem uma estrutura hierárquica específica. O algoritmo K-means é uma das técnicas mais populares de agrupamento não hierárquico. Ele divide os objetos em K grupos de forma iterativa, buscando minimizar a distância média entre os objetos dentro de cada grupo. Esse algoritmo foi aplicado por meio do software livre Orange em um banco de dados elaborado formado por 335 amostras retiradas a partir de algumas publicações que contém os resultados dos ensaios de caracterização tecnológica de rochas ornamentais portuguesas e classificadas comercialmente como rochas carbonáticas, silicosas, silicáticas e xisto e ardósia. Como resultado, foram gerados 5 agrupamentos (C1, C2, C3, C4, C5 e C6), sendo o agrupamento C1 formado exclusivamente por rochas silicáticas e silicosas, o agrupamento C2 exclusivamente formados por rochas carbonáticas, o agrupamento C3 formado exclusivamente por rochas silicáticas e silicosas, C4 por rochas carbonáticas, o C5 por ardósias e xistos e o C6 por rochas carbonáticas. Essa técnica se mostrou uma ferramenta muito útil para a classificação das amostras de rochas de acordo com suas propriedades, permitindo uma melhor compreensão de suas características e um melhor aproveitamento desses materiais. A partir dos grupos formados, é possível realizar análises mais aprofundadas das características das amostras de rochas, identificando diferenças e semelhanças entre elas e obtendo informações relevantes para o processo de exploração e comercialização desses materiais além de possibilitar a identificação de amostras que apresentam problemas ou características indesejáveis, contribuindo para o desenvolvimento do setor de rochas ornamentais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Rochas Ornamentais; Análise de Agrupamentos não Hierárquicos; Caracterização Tecnológica

# APLICAÇÃO DO RESÍDUO DE ROCHA GRANÍTICA PROVENIENTE DO TEAR MULTIFIOS DIAMANTADO PARA CONFECCÃO DE ROCHAS AGLOMERADAS ARTIFICIAIS

Evanizis Dias Frizzera Castilho<sup>1</sup>, Monica Castoldi Borlini Gadioli<sup>2</sup>, Vítor Pá Lopes<sup>3</sup>, Matheus Estevão da Silva<sup>4</sup>, Nicolas Matheus da Silva<sup>5</sup>, Alan Dutra Pedruzzi<sup>6</sup>

<sup>1,3,4,5</sup>Instituto Federal do Espírito Santo — IFES

<sup>2,6</sup>Centro de Tecnologia Mineral — CETEM/MCTI

<sup>1</sup>evanizis1@gmail.com; <sup>2</sup>mborlini@cetem.gov.br;

<sup>3</sup>vitinplopes@gmail.com; <sup>4</sup>matheus19estevao@gmail.com;

<sup>5</sup>nicolasmatheusdasilva1@gmail.com;

<sup>6</sup>alanpedruzzi722@gmail.com

O setor de rochas ornamentais brasileiro vem crescendo e trazendo novas tecnologias para maior aproveitamento dos materiais rochosos destinados para revestimento na construção civil. Entretanto há um grande passivo ambiental deste setor, devido aos resíduos que são gerados em diferentes etapas do processo produtivo, que de forma geral, são destinados a aterros sanitários. A utilização destes resíduos para a fabricação de rocha aglomerada artificial é uma das alternativas para a produção de um material tecnicamente viável, visando a diminuição destes resíduos e de grande valor econômico. Ao longo dos últimos anos, o Brasil e o mundo vêm aumentando significativamente a produção de rochas aglomeradas artificiais, sendo aplicadas principalmente no acabamento da construção civil, devido à qualidade do produto final e também da sua versatilidade de aplicação. Este trabalho tem como objetivo produzir e caracterizar uma rocha aglomerada artificial com resíduo de rocha granítica conhecida comercialmente de Branco Fortaleza com variação no percentual da matriz epóxi. Foram utilizados resíduos provenientes do casqueiro e da lama gerada durante o processo do desdobramento do bloco em chapas no equipamento tear a fio diamantado. Os resíduos foram utilizados em três faixas granulométricas (grossa, média e fina) de acordo ABNT 16.483 (2020), onde determinou-se a composição granulométrica de maior empacotamento das partículas pelo método do Modelo Simplex Centróide. Os resíduos grossos e médios foram provenientes do casqueiro e o resíduo fino foi proveniente da lama gerada no desdobramento. Com relação à matriz epóxi, foram produzidas placas com 16% e 10% de resina. Para a produção das placas de rochas aglomeradas artificiais, foi realizada a mistura dos resíduos com a resina nas três proporções, e em seguida, utilizou-se a prensa hidráulica por vibro compressão à vácuo a uma temperatura de 90 °C durante 20 minutos. A pressão de compactação utilizada foi de 15 toneladas. Os resultados das propriedades tecnológicas com 16% e 10% de resina foram respectivamente: densidade aparente (2,19 g/cm<sup>3</sup> e 2,17 g/cm<sup>3</sup>), absorção d'água (0,26% e 1,48%), porosidade aparente (0,56% e 3,21%) e resistência à flexão três pontos (36,91 MPa e 24,51 MPa). Os valores encontrados nos ensaios com um percentual de 16% de resina, apresentam os melhores resultados e bem superiores aos estabelecidos pelas normas técnicas brasileiras ABNT 15844/2015, podendo ser aplicados de forma segura na construção civil.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resíduo de Rocha Granítica; Rocha Aglomerada Artificial; Resina Epóxi

# APLICATIVO DE ESPECIFICAÇÃO E UTILIZAÇÃO DE ROCHAS DE REVESTIMENTO

Cid Chiodi Filho<sup>1</sup>, Denize Kistemann Chiodi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ABIROCHAS - Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais;

<sup>2</sup>Kistemann & Chiodi Assessoria e Projetos

<sup>1</sup>cdchiodi@gmail.com; <sup>2</sup>dkchiodi@gmail.com

Todos os materiais de revestimento sofrem agressões químicas e físico-mecânicas em seus vários ambientes de aplicação nas edificações. Até os materiais rochosos naturais, mais resistentes, podem sofrer desgaste abrasivo, perda de resistência mecânica, manchamento e outros processos de degradação, designados como patologias dos revestimentos. Essas patologias não são usualmente decorrentes de problemas da própria rocha, mas de sua inadequação aos ambientes desejados e sobretudo de técnicas e produtos também inadequados de aplicação dos revestimentos. Existem, de fato, incontáveis variedades comerciais de rochas ornamentais e de revestimento oferecidas ao mercado consumidor. Para efeito de classificação, designação comercial e especificação, essas variedades podem ser divididas em três grandes grupos composicionais: rochas silicáticas, carbonáticas e silicosas. Rochas silicáticas e silicosas mostram-se mais adequadas que as carbonáticas para revestimentos externos, pisos em geral e áreas de serviço. Sob o mesmo prisma, as rochas carbonáticas seriam, por sua vez, idealmente especificáveis para ambientes internos, com restrições aos pisos de alto tráfego de pedestres, às áreas de serviço e às pias de cozinha. Em cidades litorâneas, reforça-se a inadequação das rochas carbonáticas para fachadas e pisos, pelo ataque do aerossol marinho, que contém ácido clorídrico e agride as fachadas, e pela abrasividade das areias de praia que se fixam no solado dos calçados e riscam os pisos. Até as rochas de um mesmo grupo composicional podem apresentar variações mensuráveis em suas características tecnológicas e propriedades físico-mecânicas. A avaliação dessas propriedades é requerida para efetuar a seleção das rochas mais adequadas às exigências dos ambientes de aplicação. No mesmo sentido, os diferentes tipos de rochas e ambientes demandam a seleção dos melhores produtos de assentamento, rejuntamento e tratamento de superfícies. A ABIROCHAS (Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais) elaborou um aplicativo para orientar usuários e especificadores tanto na tipificação de rochas preferenciais para os ambientes de aplicação, quanto na seleção dos produtos mais adequados para as rochas nos diferentes ambientes. O aplicativo desenvolvido inclui os seguintes guias: (1) Guia geral de qualificação das rochas de revestimento; (2) Guia de seleção simplificada de rochas para revestimento de pisos, paredes e tampos/bancadas; (3) Guia de especificação integrada para rochas de revestimento; (4) Guia dos tipos de produtos recomendados para fixação, rejuntamento e impermeabilização de revestimentos; (5) Guia de marcas de produtos selecionados para assentamento, proteção e limpeza de revestimentos, neste caso disponíveis no mercado brasileiro. Os guias 1, 2 e 3 são respectivamente entendidos, portanto, como guias de especificação de rochas, enquanto os guias 4 e 5 referem-se à aplicação de revestimentos rochosos naturais. O aplicativo está disponibilizado no site [www.abirochas.com.br/guias/](http://www.abirochas.com.br/guias/) e através de download do App ABIROCHAS no play store do celular.

**PALAVRAS-CHAVE:** Revestimentos; Especificação; Aplicativo

# ATLAS DE ROCHAS ORNAMENTAIS DO ESTADO DA BAHIA

Edgar Romeo Herrera de Figueiredo Iza<sup>1</sup>, Ana Cristina Franco Magalhães<sup>2</sup>, Risale Neves Almeida<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Serviço Geológico do Brasil — SGB-CPRM;

<sup>2</sup>Secretaria de Desenvolvimento Econômico do Estado da Bahia — SDE-BA;

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pernambuco — UFPE

<sup>1</sup>edgar.iza@sgb.gov.br;

<sup>2</sup>anacristina.magalhaes@sde.ba.gov.br;

<sup>3</sup>risaleneves@gmail.com

O estado da Bahia apresenta-se como um dos mais importantes da Federação em termos de produção mineral. A sua vocação mineira é reconhecida nacionalmente e nesse contexto, as rochas ornamentais são importantes, e contribuem para projetar o estado e o país no exterior. O segmento de rochas ornamentais da Bahia tem na produção e exportação das rochas silicáticas e silicosas o seu principal destaque (70%). Adicionalmente são produzidas rochas carbonáticas com destaque ao calcrete denominado de Bege Bahia. As principais jazidas de rochas ornamentais estão distribuídas por quase todo o território baiano, com as mais expressivas relacionadas a quartzitos, sienitos, sodalita sienitos, granitos e xistos. Nesse contexto se destacam, rochas consideradas comuns, as de "batalha" movimentadas, os clássicos (brancos, pretos, verdes e amarelos), os exóticos (conglomerados, quartzitos multicoloridos e pegmatitos amarelados), até os excepcionais quartzitos azuis e verdes, alguns dos quais translúcidos. O Serviço Geológico do Brasil - CPRM, juntamente com a Secretaria de Desenvolvimento Econômico do Estado da Bahia – SDE, percebendo a importância do segmento, resolveram atualizar o portfólio de rochas. Para tanto, foi criado e desenvolvido o projeto denominado Rochas Ornamentais do Estado da Bahia que teve como principais produtos o informe denominado Panorama do Segmento de Rochas Ornamentais da Bahia (2019), o Atlas de Rochas Ornamentais do estado da Bahia nas versões português e inglês, além do Mapa de Potencialidades de Rochas Ornamentais da Região da Serra de Jacobina (2023). O Atlas foi elaborado por equipe multidisciplinar composta pelas áreas de geologia, economia e arquitetura, com o intuito de proporcionar ao leitor uma visão ampla sobre as nuances do segmento. O principal objetivo do produto é divulgar a diversidade das rochas ornamentais do estado da Bahia, a fim de fomentar o mercado. Assim, além de disponibilizar dados e informações para arquitetos, engenheiros, geólogos, vendedores, produtores, profissionais da área de rochas ornamentais e interessados no tema, também será instrumento de atração para novos compradores e investidores. O Atlas está dividido em oito capítulos e, em termos gerais, abordou no capítulo 1 a introdução do trabalho. No capítulo 2 os aspectos geográficos e econômicos como também a importância das rochas ornamentais no mercado baiano. No capítulo 3 foram abordados os aspectos geológicos, dando destaque aos tipos de rochas e sua distribuição. No capítulo 4 as normas, definições e usos são discutidos evidenciando a necessidade do entendimento normativo e do correto uso das rochas. No capítulo 5 a lavra e o beneficiamento foram apresentados com foco no polo de extração e beneficiamento de Orolândia, área com maior concentração de teares (80%) e com maior densidade de frentes de lavras ativas do estado da Bahia. No capítulo 6 os aspectos relacionados à arquitetura também foram destacados com o intuito de mostrar a versatilidade das rochas e sua exuberância. No capítulo 7 foram realizadas as considerações finais. No capítulo 8 apresenta 128 pranchas, referentes a 118 materiais dos quais 10 são apresentados com retroiluminação. Nas pranchas são inseridos os respectivos dados petrográficos e tecnológicos, de acordo com a denominação utilizada pelas empresas produtoras.

**PALAVRAS-CHAVE:** Quartzito Translúcido, Retroiluminação

# AVALIAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DO RESÍDUO DE ROCHA ORNAMENTAL COMO REMINERALIZADOR NA AGRICULTURA FAMILIAR: UM ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE NOVO ORIENTE, CEARÁ

Bruno Anchieta Viana<sup>1</sup>, Francisco Diones Oliveira Silva<sup>2</sup>, Wollker Cunha Soares<sup>3</sup>, Maria Gabrielle Araújo Silva<sup>4</sup>, André Luis Araujo Oliveira<sup>5</sup>, Antonio Álvaro Alves Xavier<sup>6</sup>

<sup>1,2,3,4,5,6</sup>Universidade Federal do Ceará — UFC

<sup>1</sup>[bruno.anchieta@alu.ufc.br](mailto:bruno.anchieta@alu.ufc.br);

<sup>2</sup>[franciscodiones@crateus.ufc.br](mailto:franciscodiones@crateus.ufc.br); <sup>3</sup>[wollker@crateus.ufc.br](mailto:wollker@crateus.ufc.br);

<sup>4</sup>[mariagabriellearaujo74@gmail.com](mailto:mariagabriellearaujo74@gmail.com);

<sup>5</sup>[andrearaujor@alu.ufc.br](mailto:andrearaujor@alu.ufc.br); <sup>6</sup>[alvaroxavier1105@gmail.com](mailto:alvaroxavier1105@gmail.com)

O cenário internacional foi afetado no dia 24 de fevereiro de 2022, quando o exército russo invadiu a Ucrânia, as sanções impostas à Rússia pela comunidade internacional prejudicaram a comercialização de inúmeros produtos, afetando diretamente o mercado agrícola do Brasil, considerando que o país é o quarto maior importador de fertilizante do mundo e a Rússia a sua principal fornecedora. A falta do fornecimento dos fertilizantes atingiu diretamente as lavouras brasileiras, alavancando os preços dos produtos no mercado interno brasileiro. Tendo em vista isso, o presente trabalho objetivou avaliar a influência da adição de resíduos da lavra de rocha ornamental, nos plantios de capim do tipo BRS Capiapu para produção de ração animal e de Hortaliças tuberosas e herbáceas, que vão diretamente para a merenda escolar do município de Novo Oriente, Ceará. A rochagem é uma alternativa de baixo custo financeiro que utiliza a rocha moída que são adicionadas diretamente ao solo como fonte de nutrientes, uma vez que as rochas possuem em suas diferentes composições a presença de inúmeros minerais, que afetam a produtividade positivamente dentro de um período curto ou longo. A rocha utilizada no estudo tem o nome comercial de granito branco alpha, a caracterização indicou que a composição da rocha tem a predominância de albita, quartzo e mica da série da zinnwaldita, além de minerais acessórios como topázio, fluorita e apatita. Assim, o estudo se deu por meio de testes em condições de campo dentro da área do Assentamento Chaparral em Novo Oriente, Ceará. Desse modo, 2 áreas de estudos foram criadas, para produção de capim BRS Capiapu para produção de ração animal, e para a produção de hortaliças tuberosas e herbáceas respectivamente. Foi feito o plantio e realizada a comparação com fontes solúveis como a ureia. O teste foi realizado com base no período de colheita de cada cultura individualmente, no capim o período foi de 80 dias, hortaliças tuberosas 120 dias e das hortaliças herbáceas 60 dias. Ao final do período experimental foram avaliados os parâmetros de produção das culturas, na massa seca da planta e nos órgãos de consumo (grãos, frutos, folhas). No capim a maior produtividade foi observada onde o pó de rocha havia sido aplicado, sendo possível observar uma maior quantidade de umidade, devido a presença de argilominerais oriundos da alteração do feldspato, o que gera um maior tempo de águação, assim como uma maior quantidade e maior desenvolvimento de raízes em relação com a adubação convencional, as herbáceas que demandam um tempo menor de desenvolvimento obtiveram resultado semelhante ou levemente superior em relação à adubação convencional, apresentando uma boa quantidade de massa verde e apresentando um maior perfilhamento, as tuberosas por demandarem um maior período de desenvolvimento obtiveram os melhores resultados de crescimento, onde podemos relacionar com o período de tempo mais lento que o pó de rocha leva para liberar os nutrientes no solo. Desse modo, a aplicação do resíduo como remineralizador se mostrou satisfatória, produzindo assim alimentos mais naturais para as escolas do município de Novo Oriente, Ceará.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resíduo; Rocha Ornamental; Remineralizador

# AValiação DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DE PEÇAS CERÂMICAS OBTIDAS A PARTIR DO REJEITO DO GRANITO VERDE UBATUBA EM FUNÇÃO DOS PARÂMETROS DE PROCESSAMENTO

Rafaella Cavalcante Regis<sup>1</sup>, Evilaine de Oliveira Paiva<sup>2</sup>, Ana Carolina Braga Miranda<sup>3</sup>, Candido Jorge de Sousa Lobo<sup>4</sup>, Ricardo Emílio Ferreira Quevedo Nogueira<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup>Universidade Federal do Ceará — UFC

<sup>1</sup>rafaellacavalcanter@gmail.com;

<sup>2</sup>evilaine\_vivi@hotmail.com; <sup>3</sup>carolina.myranda@live.com;

<sup>4</sup>candidojslobo@ufc.br; <sup>5</sup>emilio@ufc.br

O setor de rochas ornamentais apresenta a cada ano um crescimento exponencial e participação ativa na economia brasileira. Por outro, essa atividade tem gerado grandes quantidades de resíduos provenientes do beneficiamento destes materiais que, quando descartado de forma inadequada, poluem o meio ambiente. Este é um assunto bastante discutido no contexto ambiental, surgindo a necessidade de encontrar alternativas para o seu melhor aproveitamento, empregando a reutilização desse material por meio da reciclagem, de modo a oferecer um final adequado, diminuindo danos em todas as suas etapas de produção. Diante disso, o presente trabalho tem como objetivo analisar a potencialidade do rejeito do granito Verde Ubatuba como matéria prima para produção de peças sinterizadas por meio do processamento cerâmico, através da investigação de suas propriedades físicas. O resíduo coletado, em formato de chapas, passou pelo processo de cominuição por meio de britagem e moagem e, em seguida, o material foi caracterizado através da densidade real do grão solto. Com o objetivo de analisar a influência da carga de compactação na temperatura de sinterização, os corpos de prova foram compactados a 20 kN, 40 kN, 60 kN e 80 kN e sinterizados às temperaturas de 1.130 °C, 1.140 °C e 1.150 °C. Em seguida, foram realizadas as análises de retração linear, absorção de água, densidade específica aparente e porosidade. Os resultados permitem concluir que às temperaturas de 1.130 °C e 1.140 °C houve insuficiência na saturação, cujas curvas de gresificação evidenciaram diminuição da absorção de água com o aumento da retração linear, ou seja, para que haja diminuição da porosidade, faz-se necessário maior carga de compactação e, conseqüentemente, maior consumo de energia. À temperatura de 1.150 °C evidenciou na curva de gresificação alta retração linear e baixa absorção de água, demonstrando uma curva satisfatória. Analisando a porosidade, os resultados mostraram que não houve variação estaticamente significativa, demonstrando que os corpos de prova atingiram a saturação de compactação e que a porosidade não depende da carga de compactação, sendo dependente somente da temperatura de sinterização. Uma possível aplicação para estas peças cerâmicas seria na indústria da construção civil, levando em consideração a beleza estética e regularidade da superfície obtida.

**PALAVRAS-CHAVE:** Rocha Ornamental, Propriedades Físicas, Granito Verde Ubatuba

# AVALIAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DAS ROCHAS ORNAMENTAIS DO ESTADO DE SERGIPE: ESTUDO DE CASO DO QUARTZITO NA REGIÃO DE NOSSA SENHORA DAS DORES

Greice Hellen dos Santos Silva<sup>1</sup>, Adriane Machado<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Universidade Federal de Sergipe — UFS

<sup>1</sup>greicehellenss@gmail.com;

<sup>2</sup>adrianemachado@yahoo.com.br

As rochas ornamentais e de revestimento compreendem os materiais geológicos naturais que podem ser extraídos em blocos ou placas, cortados em formas variadas e beneficiados por diversos meios. São utilizadas em diversos setores, incluindo peças isoladas (esculturas, tampos e pés de mesa, balcões, lápides e arte funerária em geral), quanto em edificações, destacando-se neste caso os revestimentos internos e externos (paredes, pisos, pilares, colunas, soleiras, dentre outros). Do ponto de vista comercial, são basicamente subdivididas em granitos e mármore: como granitos, enquadram-se genericamente as rochas silicáticas, enquanto os mármore englobam as rochas carbonáticas. Alguns outros tipos litológicos, como os quartzitos, serpentinitos, travertinos e ardósias, também são muito importantes setorialmente. O Brasil é um dos grandes produtores e exportadores mundiais de rochas ornamentais e de revestimento, principalmente com a crescente utilização dessas rochas como materiais de revestimento na construção civil. Devido a sua geologia, o estado de Sergipe é bastante favorável à exploração de rochas ornamentais, apesar de ser um estado de pequenas dimensões, sua superfície, abriga em seu substrato cristalino uma série de ocorrências de rochas potencialmente utilizáveis como pedras ornamentais, de padrões estéticos bastante variados. Na região de Nossa Senhora de Lourdes, apresentam rochas de composição granítica, na grande maioria, de colorações claras, avermelhadas ou acinzentadas, na região de Nossa Senhora da Glória, são descritas como escuras com pórfiros de variadas dimensões, já as claras e amareladas compreendem os municípios de Poço Redondo e Canindé do São Francisco. Há ainda mármore, quartzito e gabros. São rochas de padrões estéticos semelhantes às já existentes no mercado. Já no município de Nossa Senhora das Dores, existem ocorrências de quartzitos com potencial ornamental, e com isto, este trabalho visa fazer uma análise da área de estudo, através do mapeamento geológico de detalhe, assim como a avaliação e caracterização desses quartzitos da região, com base em amostras e dados coletados e disponíveis, utilizando pesquisa bibliográfica e exposição cartográfica; descrição mineralógica, registro de fotográfico e integração desse conjunto de dados científicos. Como resultados esperados, têm-se: compreensão da evolução geotectônica responsável pela gênese dos depósitos de quartzito; entendimento dos minerais predominantes das amostras coletadas e dos elementos geológicos e topográficos observados, e análise superficial com relação à determinação da viabilidade da jazida de quartzito no referente às suas características como rocha ornamental, para assim, fomentar a indústria na região e no estado.

**PALAVRAS-CHAVE:** Quartzitos; Sergipe; Potencial Ornamental

# AVALIAÇÃO PROTETIVO PARA ROCHAS DO PATRIMÔNIO

Felipe da Silva Leitão<sup>1</sup>, Nuria Fernández Castro<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Centro de Tecnologia Mineral — CETEM/MCTI

<sup>1</sup>contato.felipeleitao@gmail.com;

<sup>2</sup>nutriacastro@gmail.com

As rochas ornamentais constituem a parte mais exposta do patrimônio construído, sofrem degradação ao longo do tempo por agentes físicos, químicos e biológicos, levando à perda do valor histórico, artístico e cultural. O estudo das rochas do patrimônio histórico tem crescido no Brasil, especialmente no Rio de Janeiro, que possui muitos monumentos e construções deterioradas. Para evitar perdas, ações de conservação, como limpeza, proteção e consolidação, devem ser realizadas após diagnóstico adequado. A deterioração da pedra ocorre principalmente pelo aumento da porosidade, que resulta em desagregação dos minerais. A penetração de água nos poros da pedra é uma das principais causas de deterioração, pois carrega sais solúveis que cristalizam em seu interior e outros poluentes, assim como facilita a colonização biológica, pelo qual se faz necessário o uso de protetivos com efeito de repelência à água, para prevenir danos ao material e à edificação. Esses produtos devem transformar a superfície em hidrofóbica, reduzindo a absorção por capilaridade, sem alterar outras propriedades como a cor, o brilho e a permeabilidade ao vapor d'água. Apesar de existirem inúmeros produtos, eles não são muito acessíveis no Brasil e os restauradores somente podem usar aquilo disponível. É preciso estudar sua efetividade e aplicação adequada, já que o produto disponível não foi preparado para as rochas nem o clima brasileiros. Assim, buscou-se avaliar a eficácia de um protetivo comercializado no Brasil aplicado ao Leptinito e ao Gnaiss facoidal. Mas, primeiramente era preciso alterar essas duas rochas, para testar o produto em condições semelhantes as reais. Depois de escolher o método de alteração a utilizar, e antes de alterar, foi preciso caracterizar e medir os índices físicos das amostras (2 unidades cúbicas de cada), para ao fim dos ensaios comparar com a amostra sã. Com isso, ensaios de caracterização como: Dureza, Cor e Brilho, Densidade e Porosidade foram feitos previamente. O ensaio de alteração foi definido em aquecimento na MUFLA feito em 2 ciclos. Cada ciclo corresponde a uma amostra de cada rocha (Leptinito e Facoidal) sendo aquecida a 400 °C e o outro par aquecido a 600 °C, ambos foram colocados no forno assim que a temperatura determinada foi alcançada, permanecendo por 1 hora, o resfriamento foi feito a submersão em água. Após os dois ciclos serem concluídos, resultados superficiais já foram observados, como fraturas e perda de matéria nas amostras que passaram pela maior temperatura. Após a alteração todos os ensaios de caracterização feitos anteriormente foram refeitos e ao final mais um ensaio foi adicionado ao teste geral, o de absorção por capilaridade. A alteração foi comprovada visualmente e por parâmetros físicos, como diminuição da VPU e aumento da porosidade. Em seguida, o protetivo foi aplicado nas amostras por absorção capilar. Após a secagem, os ensaios foram repetidos, demonstrando a eficácia do protetivo na proteção das amostras. Houve drástica redução da absorção por capilaridade, a VPU aumentou significativamente e a porosidade e absorção diminuíram, confirmando a capacidade do produto de penetrar e transformar em hidrofóbica a superfície da rocha.

**PALAVRAS-CHAVE:** Protetivos; Pedras do Patrimônio; Ensaios

# AVALIAÇÃO TECNOLÓGICA DO MONUMENTO A PEDRO ÁLVARES CABRAL APÓS INCÊNDIO

Roberto Carlos da Conceição Ribeiro<sup>1</sup>, Juliana M. S. Santos<sup>2</sup>, Rosana Elisa Coppede Silva<sup>3</sup>, Nuria Fernández Castro<sup>4</sup>, Bruno Filgueiras Conde Piacesi<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup>Centro de Tecnologia Mineral — CETEM/MCTI  
<sup>1</sup>rcarlos@cetem.gov.br; <sup>2</sup>jnmachado0211@gmail.com;  
<sup>3</sup>rosanacoppede@gmail.com; <sup>4</sup>ncastro@cetem.gov.br;  
<sup>5</sup>bpiacesi@cetem.gov.br

Recentemente, o Brasil tem presenciado grandes incêndios em monumentos rochosos, como o acidental que danificou fortemente o Museu Nacional em 2018 e o incêndio provocado por vândalos no monumento a Pedro Álvares Cabral no Rio de Janeiro em 2021. Representando a tríade que “oficializou” a descoberta do Brasil, a escultura é composta por Pedro Álvares, Pero Vaz e frei Henrique Soares, a e foi inaugurada em 1900 para comemorar o quarto centenário da chegada do navegador luso e foi confeccionada por Rodolfo Bernadelli, composta por embasamento em gnaisse facoidal de 10 m de altura onde está fincada a escultura de bronze. A fim de conhecer a profundidade dos danos das rochas após os incêndios e orientar as ações de restauração, são necessários estudos aprofundados das alterações pós-incêndio dessas rochas. Dessa forma, este trabalho tem como objetivo identificar e descrever as alterações nas propriedades físico-mecânicas da pedra patrimonial comum do Rio de Janeiro, gnaisse facoidal, pela ação das altas temperaturas do fogo em todo o embasamento do monumento a Pedro Álvares Cabral situado no Largo da Glória no Rio de Janeiro que foram expostas a um incêndio. As análises laboratoriais das propriedades petrofísicas da rocha (lupa estereoscópica, densidade específica e aparente, porosidade, adsorção de água, dureza, velocidade do som ultrassônico e medição de cor) foram realizadas nas amostras do monumento, fornecidas pela Prefeitura do Rio, e comparadas com os resultados obtidos em amostras sãs. Os resultados indicaram que o Gnaisse Facoidal atingido pelo fogo foi desfragmentado pela ação da pressão e dilatação da alta temperatura, com mudança colorimétrica para rosa nos maiores cristais de feldspato e oxidação da biotita. Verificou-se drástica redução da dureza superficial de 800 para 450 HLD e da porosidade aparente que apresentou valor de 1,38%, superior em duas vezes ao valor de uma rocha sã. O mesmo ocorreu com a absorção de água que apresentou resultado de 0,52% e deveria estar na ordem de 0,2%. O valor da velocidade ultrassônica para o gnaisse facoidal são deve ser em torno de 3.000 m.s<sup>-1</sup> e as amostras submetidas ao fogo os valores encontrados foram de 500 m.s<sup>-1</sup> paralelo à foliação e 600 m.s<sup>-1</sup> perpendicular à foliação corroborando o acelerado processo de degradação. Pôde-se concluir que o Gnaisse Facoidal sofreu alterações significativas, indicadas pela ocorrência de fraturas subparalelas a superfície da rocha, depósito de fuligem, fumos e cinzas que não puderam ser removidos, perda de material nos cantos dos blocos de pedra e mudança colorimétrica causada pela oxidação das biotitas. As alterações foram tão intensas que a dureza da rocha reduziu-se em cerca de 50% e a velocidade ultrassônica reduziu-se de 3.000 m.s<sup>-1</sup> para 500 m.s<sup>-1</sup> indicando o acelerado processo de desagregação de deterioração do monumento. Recomenda-se o escoramento do monumento, limpeza com água destilada e a consolidação de setores do monumento e substituição de blocos de rochas em áreas onde a alteração é extremamente significativa causando riscos de quedas e acidentes.

**PALAVRAS-CHAVE:** Danos por Fogo; Gnaisse Facoidal; Incêndio

# CARACTERIZAÇÃO DE CANTARIAS DO PAVILHÃO PAULO CÉZAR, SANTA CASA DE MISERICÓRDIA - RJ

Nuria F. Castro<sup>1</sup>, Millena Basílio da Silva<sup>2</sup>, Rosana Elisa Coppedê Silva<sup>3</sup>, Marcelle Lemos Amorim de Cerqueda<sup>4</sup>, João Carlos Nunes<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup>Centro de Tecnologia Mineral - CETEM/MCTI

<sup>1</sup>nutriacastro@gmail.com; <sup>2</sup>mbasilio@cetem.gov.br;

<sup>3</sup>rosanacoppede@gmail.com;

<sup>4</sup>geomarccerqueda@gmail.com; <sup>5</sup>nunesjc.88@gmail.com

O conjunto arquitetônico da Santa Casa de Misericórdia, localizado no centro do Rio de Janeiro é um patrimônio nacional que engloba construções do período colonial ao século XIX. O prédio principal, construído em 1852, em estilo neoclássico, é constituído de hospital de dois pavimentos e três corpos ligados por uma galeria central e pavilhões anexos. Como em muitas outras edificações do século XIX no Rio, a pedra de cantaria utilizada nos embasamentos, colunas, cunhais e cercaduras, assim como todo o corpo central da fachada, reformada em 1868, é o Gnaisse Facoidal, a mais carioca das rochas, da qual há muitas reservas, mas nenhuma pedreira ativa. Um dos pavilhões anexos, o Pavilhão Paulo César, objeto de estudo deste trabalho, que se encontrava bastante descaracterizado, foi recentemente demolido para a construção de um estacionamento. Entretanto, a demolição foi autorizada pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional - Iphan sob a condição de que as cantarias fossem reservadas para o restauro de monumentos e pesquisas voltadas ao melhor conhecimento desse gnaisse, seus processos de degradação e resposta a métodos e produtos de conservação. Com isso, parte do material demolido (71 blocos de rocha, de 200 kg a três toneladas) foi encaminhado ao CETEM para uso nas próprias pesquisas e de instituições parceiras. Este trabalho apresenta a caracterização inicial desses blocos de cantaria, e consiste em sua descrição e identificação do estado de deterioração, e caracterização tecnológica inicial de um bloco considerado representativo da maioria, realizada no Núcleo Regional do Espírito Santo – NRES/CETEM. As cantarias encontram-se em aparente bom estado, apresentando alterações cromáticas (manchas de ferrugem e tinta), depósitos (de argamassa) e alguns elementos da construção como madeiras e ferragens. A análise macro e microscópica concluiu que a rocha é constituída de grandes cristais de microclina ~ 35%, pouco deformados e contornados por biotita ~ 30%, mineral este que também compõe a matriz de pequenos cristais junto com quartzo ~ 21%, e plagioclásio ~ 10%. Como acessórios encontraram-se opacos, zircão e granada. Foram observadas, no microscópio petrográfico, alterações incipientes na biotita e presença de sericita. A densidade aparente ( $2.650 \pm 15,34 \text{ kg/m}^3$ ), porosidade aparente ( $0,92\% \pm 0,20$ ) e absorção de água ( $0,35\% \pm 0,08$ ) determinadas mostraram que internamente a rocha se encontra em muito bom estado, apesar de ter permanecido, pelo menos um século no local. Esses resultados são corroborados pelos ensaios de resistência mecânica com valores iguais ou maiores aos da rocha sã de acordo à literatura, destacando-se a resistência à compressão (111 MPa perpendicular à foliação frente a 71-78 MPa, encontrados na literatura). A rocha é também muito mais anisotrópica quanto à resistência mecânica: resistência à compressão ( $111,50 \pm 36,26 \text{ MPa } \perp$  e  $84,57 \pm 28,10 \text{ MPa } \parallel$ ) e à flexão (módulo de ruptura  $4,68 \pm 0,49 \text{ MPa } \perp$  e  $8,9 \pm 2,25 \text{ MPa } \parallel$ ), o que poderia se dever ao maior conteúdo em biotita ~ 30% que a média ~ 10%.

**PALAVRAS-CHAVE:** Cantarias; Santa Casa da Misericórdia; Patrimônio

# CARACTERIZAÇÃO PETROGRÁFICA DO GRANITO AZUL SUCURU, MUNICÍPIO DE SUMÉ-PB

*Radarany Jasmine Muniz dos Santos*

*Serviço Geológico do Brasil — SGB-CPRM/Universidade  
Federal de Pernambuco — UFPE  
radaranymuniz@gmail.com*

Durante a execução do projeto de Rochas Ornamentais do Estado da Paraíba: Mapa de Potencialidades, do Serviço Geológico do Brasil - SGB, foi selecionada uma amostra do granito ornamental Azul Sucuru, com o objetivo de fazer a sua caracterização petrográfica. Esta rocha faz parte de um enxame de diques da Suíte Sucuru, resultante do último evento tectônico, progressivo, transtraccional tarde-ediocarano-cambriano. O enxame é formado, principalmente, por dacitos, riadacitos, riolitos e basaltos e possui direção geral N-S, atravessando os Complexos Sumé e Sertânia. O jazimento onde a amostra foi coletada está localizado a leste de Sumé, sob as coordenadas 7°40'44.8" S 36°46'36.5" W, e se trata de uma rocha cinza azulada com fenocristais de feldspato alcalino róseo, quartzo azulado e uma matriz fina cinza. Após seguir a metodologia padrão para confecção de seções delgadas, a lâmina foi descrita através do microscópio Olympus BX-51, no Laboratório de Microscopia da SGB, SUREG-RE. A análise microscópica apontou se tratar de um dacito, já que a seção é formada 45% por uma matriz microcristalina, felsítica, composta em sua maioria por plagioclásio junto a alguns cristais de quartzo; fenocristais de quartzo, feldspato alcalino e plagioclásio, que correspondem ao percentual de 19%, 23% e 6%, respectivamente; e 7% de minerais acessórios. Os fenocristais de plagioclásio variam de idiomórficos a subidiomórficos, de forma que suas bordas são retas em contato com a matriz. O quartzo tem as bordas mais arredondadas e, por vezes, apresenta textura glomeroporfírica com a articulação entre os cristais bastante irregular a serrilhada, é possível observar também que os cristais de quartzo geralmente são os mais fraturados da seção. Por fim, é importante salientar que os fenocristais de feldspato alcalino estão presentes em maior parte da seção, com um cristal chegando a 15 mm em seu eixo maior. O plagioclásio e o feldspato alcalino estão sericitizados e apresentam texturas peritíticas e antiperitíticas. Os minerais acessórios são opacos oxidados (2%) magnetita?, biotita (3%) bastante alterada para epidoto (1%) e clorita (1%). Há também alguns poucos cristais de allanita com zonação mineral. Levando em consideração a distribuição bimodal dos cristais, é possível propor uma hipótese para a petrogênese apenas com base nas análises texturais e petrográficas. Primeiramente, a cristalização dos fenocristais teria iniciado em uma câmara magmática hipoteticamente fechada com temperaturas ainda próximas da temperatura de fusão. A alta temperatura geraria uma baixa taxa de nucleação e alta taxa de crescimento gerando a textura porfírica. A próxima etapa seria um rápido undercooling, talvez causado por uma injeção de magma para a encaixante ou extravasamento em superfície que faria cair a taxa de crescimento, gerando a textura felsítica. E por fim, tendo em vista que o aumento do undercooling fornece uma força motriz para o crescimento de novas fases, neste processo teriam sido formados os minerais acessórios. Evidentemente, para embasar melhor esta hipótese serão necessários estudos mais aprofundados sobre a rocha e sua relação com as rochas adjacentes, no entanto, a petrografia apresentou resultados satisfatórios para o entendimento preliminar de sua gênese.

**PALAVRAS-CHAVE:** Blue Sucuru; Petrogênese; Mineralogia

# CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E MINERALÓGICA DE ARGILAS E DE FINOS DO BENEFICIAMENTO DE ROCHAS ORNAMENTAIS PARA PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL DE CERÂMICA VERMELHA

Maria Angelica Kramer Sant'ana<sup>1</sup>, Monica Castoldi Borlini Gadioli<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Centro de Tecnologia Mineral — CETEM/MCTI  
mariaangelicaks@gmail.com; <sup>2</sup>mborlini@cetem.gov.br

A indústria da cerâmica vermelha apresenta polos distribuídos por todo o país devido à sua ampla utilização na construção civil. No entanto, devido ao seu baixo valor agregado, não é comum comercializá-lo em grandes distâncias. A matéria-prima fundamental para essa indústria é a argila. Paralelamente, o crescimento na produção de rochas ornamentais, especialmente no Espírito Santo, levanta preocupações sobre a geração de resíduos. O Brasil figura entre os principais produtores mundiais de rochas ornamentais, sendo o setor de beneficiamento uma parte substancial do faturamento. Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo a caracterização química e mineralógica de dois tipos de materiais: as argilas empregadas na produção de cerâmica vermelha e os finos resultantes do beneficiamento de rochas ornamentais, denominados como FIBRO. Isto com objetivo de avaliar a viabilidade de utilizar esses materiais na produção de cerâmica vermelha, com abordagem mais sustentável, explorando matérias primas alternativas. A análise se concentra nas propriedades químicas e mineralógicas, utilizando fluorescência de raios-X (FRX) e difração de raios-X (DRX). Os resultados indicam que as argilas possuem como óxidos principais (maior teor) o  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$  e  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  com valores médios aproximados de 30%, 45% e 6%, respectivamente. Além de baixos níveis de óxidos alcalinos  $\text{Na}_2\text{O}$  e  $\text{K}_2\text{O}$ , respectivamente 0,2% e 1% aproximadamente, com predominância de quartzo e caulinita como fases cristalinas. Por sua vez, o FIBRO apresenta uma composição variada de acordo com o processo e insumos utilizados. O FIBRO analisado possui como principal óxido o de  $\text{SiO}_2$ , com média aproximada de 63%, com quantidades relevantes de óxidos alcalinos de  $\text{Na}_2\text{O}$  e  $\text{K}_2\text{O}$ , com valores aproximados de 4% e 3%, respectivamente, que contribuem para a fase fundente da cerâmica. As fases cristalinas mais encontradas no resíduo encontram-se na classe dos silicatos, que se trata de um grupo de minerais que possuem o grupo iônico  $[\text{SiO}_4]^{4-}$  e suas derivações ( $\text{Si}_2\text{O}_7$ ,  $\text{Si}_2\text{O}_6$ ,  $\text{Si}_2\text{O}_5$ ,  $\text{SiO}_2$ , entre outros), como ânion principal. Além disso, o FIBRO apresenta menor perda por calcinação nas análises químicas, o que pode influenciar positivamente nas propriedades dos materiais cerâmicos, como a diminuição da retração linear de queima, porosidade, absorção de água e aumento da resistência mecânica. Isso pode se dar por exemplo à redução das possíveis trincas causadas pela perda de massa. A caracterização detalhada desses materiais viabiliza a exploração de matérias-primas alternativas na cerâmica vermelha, com o intuito de aprimorar as propriedades dos produtos finais e adotar uma abordagem mais sustentável. Isso inclui a diminuição do desperdício dos finos do beneficiamento de rochas ornamentais, frequentemente destinados a aterros, bem como a redução da extração de matérias primas convencionais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Caracterização; Fibro; Argila

# CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA DA ESCULTURA "MULHER", DE ADRIANA JANACÓPULOS DO PALÁCIO GUSTAVO CAPANEMA, RIO DE JANEIRO

Roberto Carlos da Conceição Ribeiro<sup>1</sup>, Hamanda M. N. Kuntz<sup>2</sup>, Katia Leite Mansur<sup>3</sup>, Nuria F. Castro<sup>4</sup>

<sup>1,2,4</sup>Centro de Tecnologia Mineral — CETEM/MCTI;

<sup>2,3</sup>Universidade Federal do Rio de Janeiro — UFRJ

<sup>1</sup>rcarlos@cetem.gov.br;

<sup>2</sup>hamanda.monteiro@hotmail.com;

<sup>3</sup>katia@geologia.ufrj.br; <sup>4</sup>ncastro@cetem.gov.br

A escultura em granito rosa denominada Mulher, de Adriana Janacópulos, encontra-se no terraço-jardim do Palácio Gustavo Capanema no centro da cidade do Rio de Janeiro, construído entre 1937 e 1945 para abrigar o Ministério de Educação e Saúde. O projeto de Lúcio Costa baseou-se em um anterior de Le Corbusier e a construção do prédio foi supervisionada pelo próprio Ministro, Gustavo Capanema, que buscava um marco da arquitetura modernista no Brasil. Ele mesmo selecionou as obras de artistas que deviam decorar o prédio, como Cândido Portinari, Celso Antônio, Adriana Janacópulos, Bruno Giorgi e Jacques Lipchitz. Em 1938, o projeto da escultura Mulher, foi um dos selecionados e esculpido em dois anos. O ministro buscava obras representativas de "brasilidade" que trouxessem uma narrativa de nacionalidade e civilização, à época baseada no embranquecimento pela mestiçagem, a hierarquia de gêneros e a família. No entanto, os projetos apresentados e as esculturas mostram que os artistas entendiam a brasilidade de um outro ponto de vista. A escultura Mulher retrata essa dualidade. Por um lado, é uma mulher brasileira, obediente, a mãe saudável que geraria filhos fortes para a nação. Por outro, a mulher está na iminência de se levantar, em atitude ativa, indicando uma resposta audaciosa de Janacópulos, para o projeto conservador do ministro e um indício do empoderamento feminino. Neste trabalho avaliou-se o estado de degradação da estátua por meio de análise macroscópica, comparativa com outros granitos ornamentais semelhantes e estudo bibliográfico, buscando determinar sua origem. Além disso, utilizando-se equipamentos portáteis de velocidade ultrassônica, colorimetria e espectroscopia Raman, e analisando-se por ICP-plasma as águas de lavagem da rocha, pôde-se obter informações sobre a escultura e seu grau de alteração. Os resultados indicaram que a rocha é denominada comercialmente Granito Rosa Itupeva, proveniente do Estado de São Paulo, com boa integridade, sem danos internos, pois a velocidade de ondas ultrassônicas se encontra entre 4.500 e 6.000 m.s<sup>-1</sup> o que, de acordo com valores obtidos na literatura para granitos, é um valor considerado alto, visto que rochas muito danificadas internamente apresentam velocidades ultrassônicas menores. Foram verificadas alterações superficiais cromáticas por deposições de dejetos de animais, acúmulo de água e sujidades. Observou-se colonização biológica em pontos isolados e perdas de material nos blocos da base. Os principais poluentes encontrados são o NaCl e o enxofre, sendo este último o mais intenso, chegando a 200 mg.L<sup>-1</sup>, em locais de acúmulo de sujidades, como entre as pernas da escultura e base do monumento. O enxofre está associado ao cálcio, conforme observado na microscopia eletrônica de varredura - MEV, indicando que há formação de cristais de gipsita, que podem ser pontos de futura degradação da escultura. Conclui-se que a mesma se encontra em estado íntegro, mas devido às ações do spray salino, microrganismos e deposição de enxofre há pontos de alterações, inclusive com formações de gipsita, sendo necessária a adoção de medidas para geoconservação desse monumento pétreo. Para tal, sugere-se manter a escultura em local mais abrigado das intempéries ou manutenções constantes de limpeza sejam realizadas na escultura.

**PALAVRAS-CHAVE:** Escultura Mulher; Adriana Janacópulos; Rochas Ornamentais

# CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA DE AMOSTRAS DE QUARTZITO PARA UTILIZAÇÃO COMO ROCHA ORNAMENTAL

Larissa Soares Silva<sup>1</sup>, Elton Souza dos Santos<sup>2</sup>, Kayrone Marvila de Almeida<sup>3</sup>, Millena Basilio da Silva<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Centro de Tecnologia Mineral — CETEM/MCTI

<sup>1</sup>larisilvasoares@gmail.com;

<sup>2</sup>tompositivo@gmail.com; <sup>3</sup>kayronemarvila@gmail.com;

<sup>4</sup>millenabasilio@gmail.com

O Brasil é quarto produtor mundial de rochas ornamentais. Nesse contexto, o estado do Espírito Santo se destaca como maior no beneficiamento, sendo responsável por mais de 81% da exportação no país. Dentre as rochas mais exportadas, o quartzito se destaca, por ser uma rocha metamórfica amplamente conhecida por sua beleza natural e por sua resistência. Em geral, a determinação das propriedades das rochas é realizada por meio da execução de ensaios e análises normalizados, em laboratórios especializados, que objetivam a obtenção dos parâmetros petrográficos, físicos e mecânicos característicos, cuja análise permite a recomendação do uso mais adequado no revestimento de edificações, bem como subsidiar a elaboração de projetos arquitetônicos. No Brasil, os principais ensaios de caracterização tecnológica requeridos para as rochas que se destinam ao uso como materiais de revestimento de edificações estão normalizados através da ABNT NBR 15.845:2015. Com isso, o objetivo deste trabalho foi analisar as características de duas amostras de quartzito, denominadas comercialmente de Waya e Perla Santana, e comparar seus resultados com os valores preconizados pela ABNT NBR 15.844:2015, que especifica as características físicas e mecânicas requeridas para rochas designadas comercialmente como granitos, que inclui toda rocha silicática magmática ou metamórfica, não xistosa, portadora ou não de quartzo e passível de polimento, usada como revestimento de edificações ou como elemento ornamental. Foram realizados os seguintes ensaios: análise petrográfica, densidade aparente, porosidade aparente, absorção de água, resistência à compressão uniaxial, ao impacto de corpo duro e desgaste amsler. Os procedimentos adotados na realização dos ensaios seguiram o determinado por cada normativa. Na análise petrográfica, os minerais principais encontrados na amostra de quartzito Waya foram quartzo e ortopiroxênio, além de zircão, goethita e minerais opacos como minerais acessórios. Na amostra de quartzito Perla Santana, o mineral essencial foi o quartzo, com presença de minerais opacos, muscovita, zircão e rutilo como minerais acessórios. Ao comparar os resultados de caracterização tecnológica das amostras entre si, nota-se que a amostra de quartzito Waya apresentou valores superiores de resistência a compressão uniaxial, desgaste amsler e impacto de corpo duro, além de maior densidade aparente e menores valores de porosidade e absorção de água. Entretanto, ao comparar os resultados obtidos com a ABNT NBR 15.844:2015, percebe-se que ambas as amostras atenderam aos requisitos exigidos pela norma e, com isso, estão aptas a serem utilizadas como rochas com fins ornamentais como, por exemplo, em acabamentos de superfícies, especialmente em pisos, fachadas e em obras de construção civil. Vale ressaltar que, mesmo atendendo aos requisitos exigidos pela norma, antes de se fazer a aplicação das rochas nos locais desejados, deve se verificar o seu estado físico, pois caso apresente alguma alteração em sua superfície ou estrutura, haverá interferência nos valores e nas condições das rochas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Análise Petrográfica; NBR 15845

# CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA DE ROCHA PEGMATÍTICA OBJETIVANDO SUA APLICAÇÃO COMO ROCHA ORNAMENTAL

Ailma Roberia Souto de Medeiros<sup>1</sup>, Wanessa Fernandes Santos<sup>2</sup>, Maria Clara Bezerra Carlos<sup>3</sup>, Edson Arante da Costa Filho<sup>4</sup>, Carlos Eduardo Silva Santos<sup>5</sup>, Defsson Douglas de Araújo Ferreira<sup>6</sup>

<sup>1,2,3,4,5,6</sup>Instituto Federal da Paraíba — IFPB;

<sup>1</sup>ailma.medeiros@ifpb.edu.br;

<sup>2</sup>wanessa.fernandes@academico.ifpb.edu.br;

<sup>3</sup>maria.carlos@academico.ifpb.edu.br; <sup>4</sup>edsonarantepl@gmail.com;

<sup>5</sup>eduardocesscarlos@gmail.com; <sup>6</sup>defsson.ferreira@ifpb.edu.br

A definição de rocha ornamental estabelecida pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é o material rochoso natural, submetido a diferentes graus ou tipos de beneficiamento (bruta, aparelhada, apicoada, esculpida ou polida) utilizado para exercer uma função estética. A caracterização tecnológica é considerada uma etapa fundamental para a inserção de uma rocha ornamental de forma correta e segura no mercado. Neste trabalho foram determinadas as propriedades físicas, mecânicas e petrográficas de uma rocha ornamental pegmatítica extraída no município de Jardim do Seridó - RN, confrontando assim os parâmetros tecnológicos encontrados com aqueles definidos nas normas existentes, visando qualificar este material para fins ornamentais, de revestimento e para as mais variadas aplicações na construção civil. Com o objetivo de analisar as características intrínsecas do material pétreo pesquisado foram coletadas amostras da rocha pegmatítica no município de Jardim do Seridó - RN na tentativa de reproduzir em laboratório as condições às quais os materiais estarão expostos no ambiente de aplicação, foram realizados os ensaios de caracterização tecnológica de rochas. Esses ensaios possibilitam a obtenção de parâmetros comparativos que orientam o usuário sobre o melhor uso e são normatizados pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), os ensaios realizados foram os seguintes: análise petrográfica; determinação da densidade aparente da porosidade aparente e da absorção de água; determinação do coeficiente de dilatação térmica linear; determinação da resistência ao congelamento e degelos; determinação da resistência a compressão uniaxial; determinação do módulo de ruptura (flexão por carregamento em três Pontos); determinação da resistência a flexão por carregamento em quatro pontos e determinação da resistência ao impacto de corpo duro. De acordo com as análises macroscópica e microscópica, o material em estudo se trata de uma rocha pegmatítica, com textura macro em mosaico com contatos normalmente difusos entre os minerais, um pouco alterada e fragmentada, com tonalidade dominante mesclada entre gelo a esbranquiçada. Predominância de feldspatos e quartzo e como minerais acessórios turmalina negra (afrisita) e muscovita. A rocha analisada possui resistência à compressão simples mediana ( $63,66 \pm 15,71$ ), possui resistência à tração por flexão baixa ( $3,12 \pm 1,02$ ). Pelo índice resultante dos ensaios realizados (0,380 mm a 500 m e 0,793 mm a 1.000 m). Pelos resultados dos ensaios realizados conclui-se que os índices físicos apresentam valores de massa específica aparente seca mediana ( $2,633 \pm 0,018$ ) e índices de porosidade e absorção de água aparentes medianos a altos. Pelos resultados médios obtidos, fissuramento com altura de 0,45 m, lascamento com 0,50 m e ruptura com altura de 0,55 m, conclui-se que a rocha apresenta resistência ao impacto de corpo duro alta. A energia necessária para rompimento da rocha é de 7,36 J com desvio padrão de 0,87 J e um coeficiente de variação de 0,12 indicando a homogeneidade dos resultados. Os resultados obtidos nos ensaios de caracterização tecnológica foram comparados àqueles da norma ABNT NBR 15.845:2010, ABNT NBR 12.042/1992 e ASTM. Conclui-se que esta rocha, apresenta um padrão estético de grande aceitação (aspecto pegmatítico). Analisando globalmente os resultados pode-se concluir que o material ensaiado se presta a aplicações como rocha ornamental sem restrições, exceto para aplicações em balanço.

**PALAVRAS-CHAVE:** Caracterização Tecnológica; Pegmatito

# CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA DO GRANITO CINZA ANDORINHA, ROCHA ORNAMENTAL DA REGIÃO DE SERRA CAIADA-RN

Moacir Eugênio Pinheiro Bezerra<sup>1</sup>, Elissandra Nascimento de Moura Lima<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Universidade Federal de Campina Grande — UFCG  
<sup>1</sup>eugeniogeo@gmail.com; <sup>2</sup>elissandramoura@yahoo.com

Dados divulgados pela Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais (ABIROCHAS), que reúne empresas do setor, informa que “Apesar de um incremento de 9,2% no seu preço médio, as exportações brasileiras de rochas ornamentais registraram, no primeiro trimestre de 2023, um faturamento de US\$ 224,8 milhões e 364,3 mil de toneladas. Trata-se de um recuo de 20,5% na comparação com os primeiros três meses do ano passado, devido sobretudo à desaceleração do mercado imobiliário chinês.” Entretanto, ainda de acordo com a ABIROCHAS, “Existe grande espaço no mercado internacional para a comercialização de produtos acabados, capazes de levar nossas exportações até a fronteira de agregação de valor das rochas ornamentais, ao mesmo tempo viabilizando a manutenção ou até ampliação do mercado para os granitos clássicos mais tradicionais.” Dessa forma, considerando os cenários referentes a fatores econômicos e as questões de aplicabilidade das rochas, observa-se a importância de estudos para caracterização tecnológica de rochas ornamentais podendo indicar, para uma rocha específica, a utilização mais adequada, a qual deverá considerar seu valor técnico, estético e comercial mais elevado e evitar que sejam utilizadas rochas em circunstâncias para as quais não são recomendadas. Abordamos neste trabalho os ensaios que estão sendo desenvolvidos objetivando a caracterização tecnológica da rocha granítica comercialmente denominada de Granito Cinza Andorinha, que ocorre na região do município de Serra Caiada, estado do Rio Grande do Norte. Foram realizados os estudos para determinar o desgaste das rochas através do ensaio de Desgaste por Abrasão Amsler, a Resistência Uniaxial Superficial ou Esclerometria (Martelo de Schmidt) e Análise Petrográfica. Nessa primeira etapa como resultados parciais temos: O ensaio de desgaste abrasivo Amsler realizado em amostra da rocha estudada e de acordo com o que determina e especifica a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) Norma Brasileira (NBR)12042:2012, que apresentou desgaste inferior a 1,0 mm/1.000 m, o que conclui-se sua alta resistência ao desgaste abrasivo. Para o ensaio Resistência uniaxial superficial ou Esclerometria (Martelo de Schmidt), os dados já obtidos conforme dita a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) Norma Brasileira (NBR) 5738:2000, e estão sendo tratados para finalização da análise. Na análise petrográfica foi verificado K-feldspato, Plagioclásio, Quartzo, Biotita e traços de opacos, sendo uma rocha homogênea, equigranular, granulação fina, sem orientação e faturamento. Para conclusão da caracterização proposta, estão sendo realizados os ensaios que determinarão porosidade aparente, velocidade de propagação de ondas longitudinais, densidade aparente, módulo de ruptura, resistência a compressão uniaxial, coeficiente de dilatação térmica, teste de manchamento, resistência ao ataque químico e polimento. Com o resultado parcial citado, foi possível identificar alta resistência ao desgaste por abrasão, tornando viável seu uso como rocha com potencial ornamental até para revestimento de pisos em ambientes de alto tráfego. Após a realização dos demais ensaios esta caracterização tecnológica agregará valor ao produto abrindo possibilidade de inserção do mesmo no mercado consumidor como mais uma alternativa de produto de revestimento para a indústria de construção civil e como produto que poderá fazer parte das exportações brasileiras contribuindo assim para o crescimento econômico do setor.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ornamental; Granito; Caracterização

# CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA DO GRANITO CINZA SANTA CRUZ DA REGIÃO DE TANGARÁ – RN

Alexandra Bernardo da Silva

Universidade Federal de Campina Grande — UFCG  
eng\_alexandra.bernardo@hotmail.com

O uso da pedra pelo homem remonta aos tempos pré-históricos, quando foi utilizada para a confecção de utensílios domésticos, armas para caça, guerra e como objetos sacros. Posteriormente, por volta de 8.000 a.C., registra-se o seu uso como elemento construtivo nas edificações de habitações e de defesa da cidade, que surgia então como unidade política e social. Os primeiros registros de utilização da rocha como elemento estético e ornamental datam, entretanto, do terceiro milênio antes de Cristo, na região da Mesopotâmia e no Egito, onde eram utilizados basicamente dois tipos de materiais para perpetuar as figuras dos faraós, deuses e outras personalidades importantes na forma de grandes esculturas. No Brasil e na Região Nordeste, em particular, a produção e comercialização de granitos ornamentais e rochas similares vêm tendo um crescimento destacado no campo da mineração nacional, tanto na produção primária (blocos), como de produtos acabados (beneficiados). Devido à crescente utilização das rochas ornamentais como materiais de revestimento na construção civil e às exigências cada vez maiores do mercado consumidor quanto à segurança e durabilidade das construções, se tornaram de extrema importância para conhecimento tecnológico os estudos de caracterização das rochas ornamentais. O Rio Grande do Norte e a Paraíba são estados com bom potencial para exploração de rochas ornamentais. Entretanto muitas ocorrências ainda não são exploradas com esse fim. Este trabalho, em especial se dedica a estudar o “Granito Cinza Santa Cruz”, que ocorrem tanto no Rio Grande do Norte quanto na Paraíba. O material utilizado neste estudo é proveniente de Tangará-RN. Uma caracterização técnica foi realizada em corpos de prova, submetidos a ensaios previstos em normas ABNT. O principal objetivo é obter parâmetros mineralógicos, químicos, físicos e mecânicos de materiais que possibilitem o uso das rochas como revestimento na indústria da construção civil. Os ensaios de caracterização tecnológica incluem análises petrográficas, mineralógicas e químicas; determinações da densidade, absorção de água e porosidade, resistências à compressão, flexão 3 pontos e ao desgaste abrasivo. Trata-se de um gnaisse de textura lépido-granoblástica, com granulação média, bem orientada e homogênea, com grãos acentuadamente estendidos com coloração rosa acinzentada e de composição mineralógica caracterizada pelos minerais quartzos, plagioclásio, biotita, anfibólio e feldspato potássico. Para os ensaios de alterabilidade, as amostras são submetidas a ensaios de choque térmico, ensaios com soluções ácidas – ataque químico etc. Nesse estudo foram utilizados os ensaios de Determinação do desgaste por abrasão Amsler, Dilatação térmica linear, Velocidade de Propagação de ondas longitudinais, Análise Petrográfica, Esclerometria (Schmidt) – impacto de corpo duro, Determinação dos índices físicos, Resistência a Compressão Uniaxial e Flexão em 3 pontos. Para tanto, foi proposto um plano experimental de ensaios de caracterização tecnológica, cujo objetivo é o uso correto e apropriado das rochas ornamentais. Além disso, é importante na fase de extração conhecer a natureza da rocha, sua litologia e morfologia estrutural, através de análises petrográficas para avaliar o grau de dependência de suas propriedades em relação à sua estética, brilho e durabilidade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Rochas ornamentais; Revestimentos; Ensaios

# CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA DO GRANITO CINZA SANTA CRUZ/RN PARA FINS DE ROCHA ORNAMENTAL

Margarida Luciana Bezerra<sup>1</sup>, Elissandra Nascimento de Moura Lima<sup>2</sup>, Leonardo Luiz Lyrio da Silveira<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Universidade Federal de Campina Grande — UFCG;

<sup>3</sup>Centro de Tecnologia Mineral — CETEM/MCTI

<sup>1</sup>margaridabezerra80@gmail.com;

<sup>2</sup>enmouralima@gmail.com; <sup>3</sup>leolysil@cetem.gov.br

As rochas ornamentais são um bem mineral com diversas aplicações, devido à sua grande diversidade e versatilidade, desde peças isoladas e esculturas na arquitetura até a arte funerária em geral. Cabe mencionar que esse material representa um setor da economia que tem muita importância no mercado da construção civil e que apesar das dificuldades, o Brasil permanece como importante protagonista na produção e comercialização de rochas ornamentais. Em 2022, o Brasil figurou em 4º lugar, frente à performance no mercado internacional de rochas ornamentais. Apesar do declínio dessas exportações, no 1º trimestre de 2023 não perdeu sua posição no mercado. No acumulado já atingiu a marca dos US\$ 200 milhões. Na Paraíba, existem monumentos totalmente construídos em pedra calcária, devido à predominância e à abundância de jazidas dessa rocha, como é o caso da Igreja de Nossa Senhora da Guia que, além da fachada principal em cantaria, apresenta em seu interior elementos arquitetônicos e bens integrados de excepcional valor artístico, com destaque para o retábulo do altar-mor. O objetivo geral deste trabalho é caracterizar tecnologicamente a rocha de composição gnáissica com potencial ornamental aflorante no município de Santa Cruz no Estado do Rio Grande do Norte, através da obtenção de parâmetros petrográficos, físicos e mecânicos. Essa mesma tipologia rochosa está presente na geologia do Estado da Paraíba. Para a determinação dessas propriedades foram realizadas Análise Petrográfica, Desgaste Abrasivo Amsler e Resistência uniaxial superficial ou Esclerometria (Martelo Schmidt). A rocha em questão apresenta parâmetros bastante específicos com base nos ensaios realizados, classificada como um Hornblenda-biotita gnaiss, apresenta granulometria de fina a média, inequigranular, composta essencialmente de quartzo, plagioclásio, microclina, hornblenda, ortopiroxênio e biotita e apresenta pouca alteração e baixo grau de micro fissuramento. No desgaste abrasivo apresenta valores de 0,87 mm/500 m e 1,6 mm/1000 m. No ensaio de resistência uniaxial os valores obtidos para a rocha in natura foi de 79,9 MPa e para a superfície cortada foi de 80,24 MPa. O gnaiss faz parte do grupo dos “granitos” e apresenta composição mineralógicas com características específicas como dureza e resistência a abrasão, para o desgaste Amsler, o resultado obtido está além do limite que é  $\leq 1,0$  mm para percursos de 1000 m a fim de que as rochas sejam consideradas de boa qualidade e os valores obtidos de resistência uniaxial estão dentro da média padrão para esse tipo de rocha. Com esses parâmetros conclui-se que a rocha não é indicada para aplicação em piso com grande pisoteio, ou seja, fluxo alto de pessoas, sendo recomendada para ambientes sem tráfego ou de baixo tráfego, pisos de ambientes residenciais sem acesso para áreas externas, como revestimento de paredes, tampos e fachadas. A obtenção desses resultados não configura por si só a caracterização desse material rochoso, são necessários outros ensaios essenciais para classificar esse material segundo normas estabelecidas pelo mercado internacional, a fim de direcionar demais usos e aplicações desta rocha, garantindo qualidade e destinação correta, de forma a contribuir para uma maior satisfação do mercado de rochas ornamentais (consumidores e fornecedores).

**PALAVRAS-CHAVE:** Rochas Ornamentais; Caracterização; Mercado

# CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA E PROPOSTA DE RESTAURAÇÃO DE ESCULTURA DE ANJO, PRESENTE NO CEMITÉRIO DO CATUMBI, RIO DE JANEIRO

Roberto Carlos da Conceição Ribeiro<sup>1</sup>, Vitória S. Freitas<sup>2</sup>, Rosana Elisa Coppede Silva<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Centro de Tecnologia Mineral — CETEM/MCTI

<sup>1</sup>rcarlos@cetem.gov.br;

<sup>2</sup>freitasvitoria803@gmail.com;

<sup>3</sup>rosanacoppede@gmail.com

O uso de rochas em arte funerária remonta ao século XIX, período da construção do Cemitério São Francisco de Paula no bairro do Catumbi, Rio de Janeiro. Entretanto com a promulgação em 1828 da lei imperial que determinava o fim dos sepultamentos realizados no interior das igrejas, somado à superlotação devido a epidemia de febre amarela, efetuou-se a compra da chácara do Catumbi, onde o cemitério está abrigado até hoje. A presença deste tipo de patrimônio escultórico traz ícones como tochas, cruzes, mas principalmente estátuas de anjos, como é o foco deste trabalho. Dentro da análise iconográfica cada detalhe em uma escultura funerária possui significado para o todo, na estátua abordada as asas abertas representam a transição da alma até o céu, enquanto o inscrito em que se apoia na mão direita, a saudade. Porém, essas obras vêm sofrendo com diversos danos muitas vezes causados por roubos e furtos de metais para venda, que acabam danificando a parte pétreo dos monumentos, em conjunto com a exposição excessiva a intempéries como chuva ácida, depósito de poluentes, acarretando danos que, à primeira vista, podem parecer irreversíveis. A escultura é a representação da essência da arte tumular cumprindo seu objetivo de confortar aqueles que ali lamentam perdas, entretanto, os danos citados acarretam alterações diretas de suas instâncias estéticas e históricas, tendo sofrido especialmente com o desprendimento parcial de uma das asas, comprometendo seu significado. No desenvolvimento deste trabalho avaliou-se o estado de conservação e os níveis de degradação causados na estátua fazendo uso de análise macroscópica e utilizando-se equipamentos portáteis de dureza, rugosidade colorimetria e analisando-se por ICP-plasma as águas de lavagem da rocha. Os resultados indicaram que a escultura é composta por mármore de Carrara com diversos pontos de fragilidade, visto os resultados de dureza que deveriam estar na ordem de 600 HLD se encontram em muitos pontos entre 200 e 300 HLD indicando o estado de desagregação e fragilidade da escultura. Foram verificadas alterações superficiais cromáticas por deposições de dejetos de animais, crostas negras e sujidades. Observou-se colonização biológica em vários pontos. Os principais poluentes encontrados são o NaCl e o enxofre, sendo este último o mais intenso, ultrapassando a 120 mg.L<sup>-1</sup>. O enxofre associa-se ao cálcio da rocha formando cristais de gipsita, que são pontos mais frágeis e aceleram a degradação da escultura. A ação dos poluentes é tão intensa que os resultados de rugosidade se alteraram de 25 cm<sup>-1</sup> para regiões polidas para diversos setores superiores a 75 cm<sup>-1</sup> indicando o alto grau de alterabilidade. Conclui-se que a escultura de mármore de Carrara encontra-se em acelerado processo de degradação devido à poluição ambiental, formando gipsita em diversos pontos, ocasionando diminuição da dureza em mais de 50% do valor considerado ideal, aumento de rugosidade, perdas de massa e propagação microbiológica intensa formando crostas negras em boa parte da escultura. Sugere-se limpeza mecânica para retirada de crostas negras com bisturi, e logo após limpeza química geral da obra com solução surfactante a 1% seguida de escovação com náilon.

**PALAVRAS-CHAVE:** Arte Funerária; Rochas Ornamentais; Conservação

# CENÁRIO DA SAÚDE E SEGURANÇA DO TRABALHO NO SETOR DE MINERAÇÃO NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

Rômulo Furtado Faria

Instituto Federal do Espírito Santo — IFES  
romulo.faria@ifes.edu.br

O Estado do Espírito Santo se destaca no setor mineral como principal exportador de rochas ornamentais do país. Apesar da importância do setor para a economia, observa-se uma carência de pesquisas científicas voltadas para esse setor. Diante desse contexto, o trabalho tem como objetivo principal analisar o perfil dos acidentes de trabalho ocorridos em atividades de mineração no Espírito Santo, de 2017 a 2021. Essa análise mostra-se relevante uma vez que pode servir de base para orientar estudos e ações futuras que incentivem boas práticas de saúde e segurança. A metodologia foi composta por um estudo dividido em etapas. A caracteriza como um estudo de caso ao qual foi baseado na coleta e análise do banco de dados das notificações de acidentes de trabalho por meio de dados públicos da plataforma SmartLab. A partir dos resultados da pesquisa, foi possível identificar: Distribuição Geográfica dos Acidentes de Trabalho, setores econômicos com mais notificações, lesões mais frequentes no setor de mineração, partes do corpo mais atingidas e principais grupos de agentes causadores. Por meio dos dados apresentados observa-se que as cidades com maior número populacional apresentaram também maior número de notificações de CAT. No entanto os setores ligados direta e indiretamente a mineração são os setores que apresentam maior número de óbitos. Aliado a esses dados há necessidade da intensificação de treinamentos para capacitação dos profissionais. Além da efetiva aplicação das normas de segurança para máquinas e equipamentos e, sempre que possível, a implementação de tecnologias voltadas para a automação e mecanização de máquinas e equipamentos. Outra consideração a ser ressaltada foi o tipo de lesão sendo as que apresentaram com maior frequência foram respectivamente fraturas que representam 23% seguido de corte laceração com 20% e contusão esmagamento com 11%. Ou resultado a ser destacado consistiu nas principais partes do corpo mais atingidas, dedos foram afetados foi de 28%, pernas 8% e mãos 6%. Por fim os grupos de agentes causadores na sequência: máquinas e equipamentos apresentou 25%, seguido de agente químicos 21% e queda de mesmo nível 10%. No intuito de propor algo de efetivo de fato por meio da análise desse cenário é necessários por parte das empresas e do governo propor cursos com um viés aplicado à saúde e segurança no trabalho na mineração no Estado, principalmente enfatizando os parâmetros e procedimentos da Norma Regulamentadora 11, Norma Regulamentadora 12 e a principal a Norma Regulamentadora 22. Enfim observou a necessidade de realizar ações e campanhas de conscientização com intuito de conscientizar a todos do setor afim de reduzir o número de acidentes no setor. O principal legado desta pesquisa consiste no despertar de uma maior conscientização por parte dos colaboradores da mineração no quesito saúde e segurança ocupacional. A mineração configura ainda como o setor da indústria que possui maior grau de risco, condição que leva a um número maior de fatalidades. Ressalta-se ainda que é fundamental novas pesquisas em torno do tema, pois consiste em uma temática pouco explorada e de grande relevância em termos de saúde pública.

**PALAVRAS-CHAVE:** Mineração; Acidentes; Segurança

# CONFIGURAÇÃO DO ULTRASSOM PARA AVALIAR PEDRAS DO PATRIMÔNIO DO RIO DE JANEIRO: ESTUDO PRELIMINAR

Bruno Filgueiras Conde Piacesi<sup>1</sup>, Nuria Fernández Castro<sup>2</sup>, Roberto Carlos da Conceição Ribeiro<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Centro de Tecnologia Mineral — CETEM/MCTI

<sup>1</sup>bruno01piacessi10@gmail.com; <sup>2</sup>ncaastro@cetem.gov.br;

<sup>3</sup>rcarlos@cetem.gov.br

Os prédios e monumentos históricos do Rio de Janeiro foram construídos com pedras locais, principalmente o Leptinito, um leucognaisse de grão fino, e o Gnaiss Facoidal (*augen gneiss*), um biotita gnaiss porfirítico. Devido à exposição relativamente longa às ações ambientais e antrópicas, apresentam deterioração variável. Os principais padrões de degradação são descamação, perdas de material, *hair-cracks*, crostas negras e abrasão, por isso sua integridade física deve ser avaliada para orientar ações de conservação. A medição da velocidade de pulso ultrassônico (VPU) é uma técnica não-destrutiva (END) amplamente utilizada no campo da conservação de rochas do patrimônio, pois equipamentos portáteis podem medir rapidamente a VPU para avaliar o grau de deterioração das pedras e a efetividade dos tratamentos de consolidação. A avaliação baseia-se no aumento do tempo de trânsito das ondas sonoras geradas pelo transdutor através da pedra devido à atenuação por absorção e, principalmente, espalhamento. Esse efeito aumenta com a progressão da degradação da pedra, portanto, quanto mais alterada, menor VPU, o que torna essa técnica tão valiosa para o campo de conservação. Transdutores de onda p de baixa frequência (20-80 kHz) são comumente usados para medir a VPU de rochas, pois o comprimento de onda é suficientemente grande em relação ao tamanho médio de grão para reduzir a atenuação. Medições laboratoriais em amostras frescas usando transdutores tradicionais (área de contato de 3-5 cm) são geralmente realizadas para comparar com as feitas em monumentos e avaliar a integridade destes últimos. Os chamados transdutores exponenciais são mais adequados para medições in situ devido à sua menor área de contato, mas geralmente fornecem velocidades mais baixas, mesmo com ampliações altas. Na tentativa de estabelecer o melhor ajuste do equipamento para medidas in situ, este trabalho teve como objetivo estudar a correlação, se houver, da VPU medida com transdutores tradicionais e exponenciais de onda p de 54 kHz, com diferentes ganhos (amplificação) utilizando um equipamento Proceq Pundit PL200 para os gnaisses mais típicos do Rio de Janeiro, Leptinito e Gnaiss Facoidal. A análise dos resultados de cerca de 7.000 medições diretas (metade com transdutores tradicionais e metade com transdutores exponenciais) em três amostras frescas dessas rochas confirmou a melhor estabilidade dos transdutores tradicionais, com amplificação de 5 ou 10 para ambos os tipos de gnaiss, e que deve ser usado sempre que a superfície do monumento permitir. Ganhos de 50-100 para o Leptinito e de 100-200 para o Gnaiss Facoidal com os transdutores exponenciais proporcionaram melhores resultados em termos de estabilidade e correlação com a VPU medida com os tradicionais ( $R^2 > 0,85$  tanto perpendicular quanto paralelo à foliação). Outras investigações estão sendo feitas, incluindo a realização do mesmo procedimento nas mesmas rochas em diferentes condições de alteração para estabelecer se esses resultados são replicados com o aumento esperado da anisotropia.

**PALAVRAS-CHAVE:** Velocidade de Pulso Ultrassônico; Rochas do Patrimônio; Transdutores

# DENSIDADE E POROSIDADE DE ROCHAS ORNAMENTAIS DAS REGIÕES DE SERRA CAIADA, TANGARÁ E SANTA CRUZ-RN

Rodrigo Batista Perazzo Morais<sup>1</sup>, Costa, M.J.A.<sup>2</sup>, Santos, J.J.R.<sup>3</sup>, Morais, R.B.P.<sup>4</sup>, Silva, A.B.<sup>5</sup>, Bezerra, M.L.<sup>6</sup>, Bezerra, M.E.P.<sup>7</sup>, Moura-lima, E.N.<sup>8</sup>

<sup>1,2,3,4,5,6,7,8</sup>Universidade Federal de Campina Grande — UFCG

<sup>1</sup>rodrigo.batista@estudante.ufcg.edu.br;

<sup>2</sup>marckson.josteny@gmail.com;

<sup>3</sup>joseane.jussara@estudante.ufcg.edu;

<sup>4</sup>rodrigo.batista@estudante.ufcg.edu.br;

<sup>5</sup>eng\_alexandra.bernardo@hotmail.com;

<sup>6</sup>margaridabezerra80@gmail.com;

<sup>7</sup>bezerraeugeniogeo@gmail.com;

<sup>8</sup>enmouralima@gmail.com

As rochas ornamentais têm papel importante na construção civil, proporcionando beleza estética e funcionalidade aos projetos arquitetônicos. No último mês de julho, o Brasil registrou na balança comercial do setor de rochas naturais para ornamentação e revestimento, um volume de exportação de 175.454.588 kg gerando um faturamento de US\$ 115.786.153 e alcançando no primeiro semestre de 2023 um volume de exportação acumulado em 1.090.746.907 kg e um montante de US\$ 664.819.109. O Brasil tornou-se conhecido pela sua excepcional “geodiversidade”, tendo comercializado no mercado internacional, ao longo dos últimos 30 anos, uma variedade de materiais maior do que toda a Europa nos últimos 500 anos. Nesse contexto, surge a necessidade de estudos para caracterização tecnológica de rochas ornamentais que indicarão as características técnicas dessas rochas, referentes a locais adequados a serem empregadas. Foram estudadas as rochas comercialmente denominadas de Cinza Andorinha (Amostra A - granito), Cinza Santa Cruz (Amostra B - gnaiss) e Cinza Santa Cruz (Amostra C granito), que afloram respectivamente nos municípios de Serra Caiada, Tangará e Santa Cruz no estado do Rio Grande do Norte. As amostras B e C são petrograficamente diferentes, no entanto receberam o mesmo nome comercial, segundo o Mapa de Potencialidades de Rochas Ornamentais do Rio Grande do Norte, da SGB-CPRM. Foram realizados ensaios tecnológicos para determinação da Densidade e Porosidade Aparente. Foi utilizado o equipamento UltraPorPerm 500 da fabricante Coretab, que obtém o valor da porosidade por método de expansão gasosa. O equipamento pertence no Laboratório de Petrofísica da Universidade Federal de Campina Grande (LabPetro UFCG). Foram obtidos os seguintes resultados: Amostra A: Densidade= 2,667 g/cm<sup>3</sup> e Porosidade= 6,542 %; Amostra B: Densidade= 2,777 g/cm<sup>3</sup> e Porosidade= 4,307 %; e C: Densidade= 2,67 g/cm<sup>3</sup> e Porosidade= 5,705 %. Estes ensaios forneceram informações sobre propriedades físicas e compõem o conjunto de testes necessários e que tornam possível a caracterização das rochas estudadas, que ajuda nas decisões de direcionar de forma segura sua melhor aplicabilidade como em ambientes externos ou internos, locais de alta ou pouca umidade. A rocha com maior porosidade foi a Cinza Andorinha do município de Serra Caiada, seguida da Cinza Santa Cruz do município de Santa Cruz, enquanto a com menor porosidade foi a Cinza Santa Cruz do município de Santa Tangará. Considerando esses resultados, dentre essas 3 amostras analisadas, a Cinza Andorinha do município de Serra Caiada seria a menos indicada para aplicação como revestimentos em áreas úmidas, enquanto a Cinza Santa Cruz do município de Santa Tangará, por ser menos porosa, seria mais apta a submeter-se a condições “molhadas”, já que tenderia a absorver menos fluidos. Todavia vale ressaltar que normalmente essas rochas não são utilizadas de forma bruta. Quando as suas placas são resinadas, a porosidade é substancialmente atenuada. Este é apenas um dos muitos ensaios de caracterização que podem ser feitos. Logo estes resultados não são definitivos para qualificar a rocha. Outras caracterizações devem ser consideradas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Rocha Ornamental; Rio Grande do Norte; Porosidade

# DO GLAMOUR AO DESGASTE: A IMPORTÂNCIA DE CONHECER AS PROPRIEDADES DAS ROCHAS ORNAMENTAIS

Vanessa Vida Fernandes Batista

Universidade Federal da Bahia — UFBA  
vanessavidafernandes@gmail.com

As rochas ornamentais desempenham um papel importante na indústria de construção e decoração, agregando beleza, e funcionalidade aos ambientes. Mármore, granito, quartzitos, ardósias e várias outras rochas são amplamente utilizadas em pisos, revestimentos, bancadas, pias, esculturas e diversas outras aplicações. No entanto, na maioria das vezes, não se tem conhecimento das suas propriedades específicas e acabam sendo utilizadas de maneira inadequada, o que pode resultar em problemas como desgaste acelerado, deterioração, manchas e desbotamento. Antes de utilizar as rochas ornamentais em projetos arquitetônicos e decorativos, é essencial compreender as suas características, a fim de garantir sua preservação a longo prazo, visto que um dos motivos da sua utilização, é justamente sua durabilidade. Posto isso, esse trabalho tem como objetivo destacar a importância de compreender as propriedades das rochas ornamentais, com particular enfoque no Bege Bahia, conhecido comercialmente como “Mármore Bege Bahia”. Abundante na região do Rio Salitre, trata-se de um travertino, um tipo de rocha calcária, da Formação Caatinga, resultante da alteração do calcário da Formação Salitre. Devido a sua beleza singular, vem sendo amplamente utilizado, porém muitas vezes de forma errônea, resultando em danos e perda de sua qualidade. Existem algumas considerações importantes ao utilizá-lo para decoração, sendo necessário entender sua composição mineralógica e propriedades físicas. Em geral, é uma rocha com estrutura relativamente macia, em comparação com outros tipos de rochas ornamentais, como o granito, o que a torna mais suscetível a arranhões, manchas e desgaste quando exposto ao atrito, certos tipos de produtos químicos e/ou altos níveis de umidade. Além disso, o Bege Bahia, como qualquer outra rocha ornamental, possui diferentes níveis de porosidade e absorção de água, e quando utilizado em aplicações como pisos ou pias, pode absorver líquidos e outras substâncias, causando manchas permanentes, ou até mesmo perda do seu material, prejudicando sua aparência e sua durabilidade. Portanto, recomenda-se evitar o seu uso em áreas de tráfego intenso, como pisos, especialmente em locais sujeitos a derramamentos frequentes de líquidos ou umidade excessiva. A impermeabilização adequada e a manutenção regular também são importantes para minimizar os efeitos do desgaste e garantir a durabilidade das rochas, sendo essencial conhecer suas propriedades específicas e escolher aquelas que são mais adequadas para cada aplicação, levando em consideração o seu uso e as características ambientais. Só assim será possível evitar problemas de desgaste, garantir seu glamour e sua longevidade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Rochas Ornamentais; Uso Inadequado; Bege Bahia

# EFEITOS DO TRATAMENTO TÉRMICO NA LIBERAÇÃO DE K DE PEGMATITOS DA PROVÍNCIA PEGMATÍTICA DA BORBOREMA

Hênio Vitor Sobral Melo<sup>1</sup>, Rodrigo Santana Macedo<sup>2</sup>, Franklin Sales de Araújo<sup>3</sup>, Jamile Bezerra Leite dos Santos<sup>4</sup>, Emily Vitória Gomes Moreira<sup>5</sup>, Leticia Moro<sup>6</sup>, Kalline de Almeida Alves Carneiro<sup>7</sup>, Antônio Augusto Pereira de Sousa<sup>8</sup>

<sup>1,2,3,4,5,8</sup>Universidade Estadual da Paraíba — UEPB;

<sup>6,7</sup>Instituto Nacional do Semiárido — INSA

<sup>1</sup>henio.melo@aluno.uepb.edu.br;

<sup>2</sup>macedors.rodrigo@gmail.com;

<sup>3</sup>franklin.araujo@aluno.uepb.edu.br;

<sup>4</sup>jamil.leite@aluno.uepb.edu.br;

<sup>5</sup>emily.moreira@aluno.uepb.br; <sup>6</sup>leticia.moro@insa.gov.br;

<sup>7</sup>kalline.carneiro@insa.gov.br;

<sup>8</sup>antonioaugusto@servidor.uepb.edu.br

Um dos grandes desafios da agricultura brasileira é a obtenção de produtos que ampliem a disponibilidade de macronutrientes primários, notadamente potássio. A considerável dependência de importação desse nutriente representa uma ameaça real a posição competitiva do agronegócio brasileiro. Como alternativa, tem se intensificado o uso de rochas e/ou minerais para fertilização de solos, prática denominada de rochagem, no qual o sucesso dessa técnica perpassa pelo entendimento da composição geoquímica e das fases minerais da rocha. Entretanto, um dos entraves à utilização desses materiais e seus subprodutos está relacionado a sua baixa solubilidade, tratamentos térmicos apresentam-se como uma técnica que promove a ruptura físico-química desses materiais, permitindo substituições isomórficas que podem aumentar a liberação de K da estrutura do mineral. O objetivo dessa pesquisa foi avaliar o potencial dos pegmatitos da Província Pegmatítica da Borborema (PPB) como fonte alternativa de potássio. As amostras utilizadas são provenientes de lavras de pegmatitos do município de Parelhas - RN. A disponibilidade de K foi avaliada em amostras de pegmatitos in natura (25°C) e submetidas à aquecimento à 800 °C e 1.100 °C. O K trocável foi extraído com solução Mehlich 1 (HCl 0,05 mol L<sup>-1</sup> + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,0125 mol L<sup>-1</sup>) e determinado por fotometria de chama. A identificação mineralógica das amostras foi realizada por Difractometria de raios X. Os principais minerais identificados no pegmatito foram quartzo (d = 0,423; 0,334; 0,181 e 0,154 nm), mica (d = 1,00 e 0,336 nm), ortoclásio (d = 0,402; 0,372 e 0,296 nm) e plagioclásio (d = 0,367 e 0,291 nm). Nossos resultados mostraram que os pegmatitos apresentam baixa solubilidade de K. Também não encontramos diferença significativa (p < 0,05) nos teores trocáveis de K (p < 0,05) nas amostras in natura e sob tratamento térmico. Provavelmente esse fato está relacionado à maior resistência de ortoclásios à dissolução e a ocorrência de K estrutural nas micas. O aumento de reflexos de baixa intensidade à 1.100 °C indica a formação de fases amorfas provavelmente em decorrência da vitrificação dos plagioclásios. O tratamento térmico não foi eficiente em aumentar a disponibilidade de K dos pegmatitos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Agrogeologia; Feldspato; Solubilização de K

# ESTUDO COMPARATIVO DE PARÂMETROS MECÂNICOS DE ROCHAS AGLOMERADAS COMERCIAIS POR MEIO DE ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA

Alan Dutra Pedruzzi<sup>1</sup>, Rondinelli Moulin Lima<sup>2</sup>, Mariane Costalonga de Aguiar<sup>3</sup>, Monica Castoldi Borlini Gadioli<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Centro de Tecnologia Mineral — CETEM/MCTI  
<sup>1</sup>alanpedruzzi722@gmail.com; <sup>2</sup>rlima@cetem.gov.br;  
<sup>3</sup>maguiar@cetem.gov.br; <sup>4</sup>mborlini@cetem.gov.br

As rochas aglomeradas ao longo dos anos vêm ganhando credibilidade no mercado brasileiro. No primeiro semestre de 2022 as importações desses materiais somaram US\$ 16,1 milhões num volume total de 25,8 mil toneladas, ultrapassando em mais de 51% as rochas naturais. Se tornando evidente uma crescente demanda desses materiais no mercado interno brasileiro. Pela definição da EN 14618, as rochas aglomeradas são compósitos formados por uma mistura de resina, agregados minerais e aditivos. Elas têm demonstrado ser uma forte concorrente das rochas naturais, por apresentarem aparência e propriedades texturais semelhantes. Na construção civil, a aplicação das rochas aglomeradas se dá principalmente como material de revestimento interno e também na confecção de pias e bancadas. Com intuito de ter um maior controle de qualidade do produto, se torna essencial a realização de ensaios com propósito de conhecer suas propriedades físicas e mecânicas. Com isso, este estudo teve como objetivo realizar os ensaios de resistência à flexão e resistência à compressão com duas rochas aglomeradas comerciais, de maneira a comparar se estatisticamente esses materiais apresentam propriedades mecânicas semelhantes. Os ensaios de caracterização tecnológica foram realizados utilizando rochas aglomeradas com diferentes granulometrias, conhecidas comercialmente como Branco Aldan e Branco Galaxy. O ensaio de resistência à flexão foi executado com 60 corpos de prova nas dimensões de 200x50x30 mm, conforme a EN 14617-2. Já o ensaio de resistência à compressão foi realizado com 50 corpos de prova nas dimensões de 50x50x50 mm, seguindo as diretrizes da norma EN 14617-15. Os ensaios foram efetuados numa prensa hidráulica Forney, modelo F-502F-CPILOT. Com finalidade de verificar se existe diferença significativa entre as rochas nos ensaios, foi também efetuada uma análise estatística para comparação de duas médias. Toda a análise foi realizada para um nível de significância de 5% ( $\alpha=0,05$ ). No ensaio de resistência à flexão, o Branco Aldan apresentou uma tensão de 56,82 MPa, superior em comparação com o Branco Galaxy de 40,57 MPa. Por meio da análise estatística, verificou-se que existe diferença significativa entre as rochas, uma vez que o valor-p encontrado foi de aproximadamente zero ( $p<10^{-4}$ ). Na resistência à compressão, ambas as rochas apresentaram resultados próximos, sendo 220,51 MPa do Branco Aldan e 216,46 MPa do Branco Galaxy, dado que, pela análise estatística o valor-p foi de 0,42. Em razão de este valor ser superior ao nível de significância (5%), pode-se concluir que as resistências à compressão das rochas analisadas são estatisticamente semelhantes. Portanto, rochas aglomeradas com diferentes granulometrias, podem estatisticamente apresentar propriedades mecânicas semelhantes ou diferentes de acordo com o ensaio que for realizado. Acredita-se que a distribuição e tamanho das partículas minerais em sua matriz polimérica podem influenciar suas propriedades mecânicas de acordo com o tipo de tensão que for aplicada.

**PALAVRAS-CHAVE:** Rochas Aglomeradas; Caracterização Tecnológica; Propriedades Mecânicas

# GEOTURISMO URBANO: CONHECENDO AS ROCHAS DAS IGREJAS DO BAIRRO DA TIJUCA, NO RIO DE JANEIRO

Rosana Elisa Coppedê Silva<sup>1</sup>, Ana Rafaela Soalheiro V. P. Ribeiro<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Centro de Tecnologia Mineral — CETEM/MCTI

<sup>1</sup>rosanacoppede@gmail.com;

<sup>2</sup>anarafaelesoalheiro@gmail.com

O geoturismo em igrejas, também conhecido como geoturismo eclesiástico, é considerado atualmente como uma área do geoturismo urbano, visto que nas construções de igrejas católicas foram utilizadas uma grande variedade e beleza de rochas de revestimentos. O patrimônio geológico construído e a divulgação geocientífica sobre os tipos litológicos encontrados também pode revelar informações sobre a história, arquitetura e cultura desses espaços. Em função disso, o presente estudo teve como objetivo descrever a litologia presente em 7 igrejas católicas do bairro da Tijuca, na cidade do Rio de Janeiro, criando uma proposta para um roteiro de geoturismo eclesiástico. As igrejas escolhidas para o roteiro foram: Basílica Santa Teresinha do Menino Jesus (Rua Mariz e Barros, 354), Santuário de Nossa Senhora das Graças da Medalha Milagrosa (Rua Dr. Satamini, 333), Santuário Basílica São Sebastião dos Frades Capuchinhos (Rua Haddock Lobo, 266), Paróquia de São Francisco Xavier do Engenho Velho (Rua São Francisco Xavier, 75), Paróquia de Santo Afonso (Rua Barão de Mesquita, 275), Paróquia dos Sagrados Corações de Jesus e Maria (Rua Conde de Bonfim, 474) e Paróquia de Nossa Senhora do Líbano (Rua Conde de Bonfim, 638). Desta forma, foram feitas pesquisas bibliográficas acerca das histórias destas igrejas e, in loco, realizou-se a descrição dos revestimentos pétreos dos templos, a identificação de seu estado de conservação e teste de cor e brilho nas rochas que apresentaram alteração. A partir da prospecção e descrição das rochas, foi possível identificar 34 litotipos (22 metamórficos, 5 ígneos e 7 sedimentares) e percebeu-se que os revestimentos, em geral, estavam muito bem conservados, tendo apenas o Mármore Vermelho Esperança presente na fachada do Santuário Basílica São Sebastião dos Frades Capuchinhos apresentado alteração em sua cor. Este mármore apresentou coloração diferente na fachada, quando comparado a bancos presentes na frente do templo. O teste de cor e brilho para os bancos resultou nas seguintes médias de índices: L: 40, a\*: 6, b\*: 5 e G: 8, indicando uma coloração mais escura e tendendo para as cores vermelha e amarela. Enquanto para a fachada as médias foram: L: 62, a\*: 5, b\*: 6 e G: 1, determinando tons avermelhados levemente mais fracos e amarelados um pouco mais fortes que o banco, diferenciando-se, de fato, pela coloração mais clara. O templo que mais apresentou variedades de rochas foi a Paróquia dos Sagrados Corações de Jesus e Maria (10 revestimentos pétreos diferentes) e os litotipos mais abundantes foram o Mármore Carrara e o Lioz (cada um presente em 5 igrejas). Portanto, a divulgação da geodiversidade presente nestes locais possibilita o acesso da população ao conhecimento geológico, promove a valorização dos patrimônios geológico, cultural e paleontológico e permite uma visão dos templos sob outra perspectiva.

**PALAVRAS-CHAVE:** Geoturismo; Igrejas; Tijuca

# GERAÇÃO DE TIJOLOS ECOLÓGICOS CONSTITUÍDOS DE RESÍDUOS DE ARDÓSIAS E POLIURETANO

Rosana Elisa Coppede Silva<sup>1</sup>, Roberto Carlos da Conceição Ribeiro<sup>2</sup>, Michelle Teixeira C. Cassiano<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Centro de Tecnologia Mineral — CETEM/MCTI  
<sup>1</sup>rosanacoppe@gmail.com; <sup>2</sup>rcarlos@cetem.gov.br;  
<sup>3</sup>michellecassiano@gmail.com

O Brasil é reconhecido como um dos principais produtores e detentores de reservas de ardósia no mundo, com uma produção anual próxima a 500.000 toneladas. A maior concentração dessa produção está localizada em Minas Gerais. No mercado global, o Brasil ocupa a segunda posição como exportador de ardósia logo após a Espanha. No entanto, a seleção dos melhores produtos para exportação gera uma grande quantidade de resíduos, correspondendo a aproximadamente 80% do material extraído, que são depositados nas áreas de produção. Estima-se que, ao longo de mais de 25 anos, tenham se acumulado entre 80 e 90 milhões de toneladas desses resíduos. No sul do Brasil, em Santa Catarina, também há uma região de produção de varvitos, uma rocha sedimentar localmente conhecida como "ardósia" devido à sua aparência semelhante. Essa ardósia regionalmente vendida em forma de lajotas e outros produtos de construção de maior porte, como concorrente dos pré-fabricados de concreto, apresenta características químicas semelhantes à ardósia tradicional. No entanto, seu valor de mercado na região é muito baixo, e os resíduos acumulados representam um problema tanto ambiental quanto produtivo. O objetivo deste trabalho foi verificar a viabilidade técnica da utilização de resíduos de ardósia como carga no setor polimérico para geração de tijolos ecológicos. Para tal, realizou-se a caracterização de dois resíduos de ardósias, um do Estado de Minas Gerais e um do Estado de Santa Catarina, por meio de FRX, DRX e avaliação do tamanho de partícula dos resíduos, tanto em seu estado natural como expandidos a 120 °C. Utilizou-se o poliuretano de mamona como polímero de agregação. Os resultados de análise química indicaram a presença de 60% de SiO<sub>2</sub> e a presença de picos intensos de quartzo em ambos os resíduos. Tal mineral é responsável pelo aumento da abrasão do processamento de incorporação na matriz polimérica, principalmente no que tange a extrusão e injeção, que limitava o uso de carga mineral em até 15%. Dessa forma, optou-se o processamento utilizando-se a compressão em prensa Haak onde foram preparados compósitos 70/30 (resíduo/PU) que apresentou resistência à compressão de 60 MPa (3.000% superior à exigida pela norma), seguida por 80/20 (55 MPa), 85/15 (42 MPa) e 90/10 (26 MPa). Pôde-se concluir a viabilidade da aplicação de resíduos de ardósias em matrizes poliméricas, especificamente poliuretano, variando-se a concentração de 70 a 90%, em massa, de resíduo, produzindo-se tijolos com alta resistência mecânica proporcionando benefícios à biodiversidade local devido a mitigação do impacto ambiental.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ardósias; Resíduos De Rochas; Tijolos Ecológicos

# GNAISSÉ FACOIDAL DAS FACHADAS DA SEDE DOS CORREIOS: AVALIAÇÃO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO

Marcelle Lemos Amorim de Cerqueda<sup>1</sup>, Nuria Fernández Castro<sup>2</sup>, Rosana Elisa Coppede Silva<sup>3</sup>, Yanara Costa Haas<sup>4</sup>, Roberto Carlos da Conceição Ribeiro<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,5</sup>Centro de Tecnologia Mineral — CETEM/MCT;

<sup>4</sup>Restauro Carioca

<sup>1</sup>geomarccerqueda@gmail.com;

<sup>2</sup>ncastro@cetem.gov.br; <sup>3</sup>rosanacoppede@gmail.com;

<sup>4</sup>restaurocarioca@gmail.com; <sup>5</sup>rcarlos@cetem.gov.br

Inaugurado em 1877, o prédio na rua Primeiro de Março, 64 foi construído para sediar a Diretoria Geral e, em 1889, a Agência Central dos Correios e Telégrafos. É uma edificação de interesse histórico, preservada pelo Corredor Cultural e pelo IPHAN. Passou por obras de remodelação das fachadas, por volta de 1906, quando muitas portas das fachadas laterais do prédio foram transformadas em janelas e o fechamento foi efetuado com a mesma pedra original, o Gnaissé Facoidal. No presente trabalho analisou-se o estado de conservação da pedra do pavimento térreo. A avaliação da pedra foi realizada através da observação visual, a olho nu e com lupa de mão, assim como alterações (cromáticas, texturais, danos, entre outros), e coleta de amostras de sujidades, de sais extraídos por uma profissional de restauro e de uma pequena lasca que se despreendeu do paredão. As amostras coletadas foram submetidas às análises por lupa binocular, difratometria de raios-X (DRX), espectroscopia de emissão atômica por plasma acoplado indutivamente (ICP-OES) e microscopia eletrônica de varredura com sistema de análise por energia dispersiva de raios X (MEV-EDS). O Gnaissé Facoidal mostrou destacamento pelicular, lascas, erosão diferencial, pitting dos feldspatos, depósitos de cor cinza e castanhos com aparência de resina, eflorescências aparentemente causadas pelo rejunte e acúmulo de sujidade. As alterações antrópicas manifestam-se através do escurecimento da fachada voltada para a Rua Primeiro de Março, com circulação de veículos automotores e a presença de fantasmas (descoloração) no gnaissé produzidos por pichações pretéritas. Documentos comprovam uma grande e intensa reforma no prédio, ocorrida entre 1992 e 1994, quando jato d'água com cloro e apicoamento sobre pichação foram utilizados como método de limpeza. As análises por DRX mostraram uma composição mineralógica caracterizada por feldspato, quartzo, mica, caulinita, microclina e magnetita, condizente com os elementos químicos Mg, Al, K, Ti, Ca, Mg e F obtidos através do MEV-EDS. A extração de sais efetuada na rocha in situ mostrou uma composição predominante de 47,3 mg L<sup>-1</sup> de sódio (Na<sup>+</sup>), 20,8 mg L<sup>-1</sup> de enxofre total (S), 20 mg L<sup>-1</sup> de potássio (K), 12,6 mg L<sup>-1</sup> de cloreto (Cl<sup>-</sup>), 10 mg L<sup>-1</sup> de magnésio (Mg<sup>2+</sup>), 0,10 mg L<sup>-1</sup> de ferro total (Fe) e 2,1 mg L<sup>-1</sup> de fósforo (P). Dos elementos não constituintes da rocha, a presença de enxofre reflete o efeito dos poluentes da combustão dos veículos, a salinidade no local manifesta-se pela concentração de íon cloreto e o fósforo pode se relacionar aos dejetos de pássaros no local. Os resultados mostram que o gnaissé da fachada necessita de ações de conservação no que se refere à limpeza, dessalinização e proteção com hidrofugante para evitar a cristalização dos sais no interior da rocha e retardar o destacamento pelicular que pode ser produzido tanto pelo acúmulo de sais na subsuperfície (subeflorescência) quanto pela continuada molhagem/secagem devido ao clima. Conclui-se que identificação das alterações naturais e antrópicas possibilita que sejam efetuadas medidas para mitigar os danos na edificação.

**PALAVRAS-CHAVE:** Gnaissé Facoidal; Fachadas; Conservação

# INCORPORAÇÃO DE RESÍDUOS DE ROCHAS ORNAMENTAIS EM PISOS CERÂMICOS INTERTRAVADOS

Rafaella Cavalcante Regis<sup>1</sup>, Magna Bocage Irineu<sup>2</sup>, José Joabe de Andrade Silva<sup>3</sup>, Kéren Pereira Lima<sup>4</sup>, Rogério Cavalcante Regis<sup>5</sup>, Candido Jorge de Sousa Lobo<sup>6</sup>, Ricardo Emílio Ferreira Quevedo Nogueira<sup>7</sup>

<sup>1,2,3,4,5,6,7</sup>Universidade Federal do Ceará — UFC

<sup>1</sup>rafaellacavalcanter@gmail.com;

<sup>2</sup>magnabocage@gmail.com;

<sup>3</sup>joabyandrade@hotmail.com;

<sup>4</sup>kerenpereiralima@alu.ufc.br;

<sup>5</sup>rogeriocregis@hotmail.com; <sup>6</sup>candidojslobo@ufc.br;

<sup>7</sup>emilio@ufc.br

A indústria de cerâmica vermelha se destaca como um dos setores de grande importância na economia, responsável por fornecer diversos produtos empregados na construção civil. Nesse contexto, é essencial que a adoção de novas tecnologias de produção seja considerada para viabilizar a fabricação de produtos inovadores e distintos. No Brasil, é pouco frequente o uso de pavimentos intertravados que tiram proveito das características naturais da cerâmica vermelha (adoquins), entretanto, é um produto amplamente empregado no mercado exterior. Este trabalho tem como objetivo avaliar a potencialidade da incorporação de resíduo de rochas ornamentais na formulação de massas cerâmicas com a finalidade de produzir um produto inovador denominado de piso intertravado cerâmico. Foram preparados corpos de prova com a incorporação de 0, 10, 20 e 30% de resíduo de rocha ornamental em forma de pó do granito rosa Iracema na massa argilosa cerâmica. As formulações de massas foram umedecidas com 8% de água destilada e compactados pelo processo de prensagem em matrizes metálicas nos formatos de disco e barra, submetidos a uma carga de compactação de 30 kN e sinterizados a temperatura de 1.000 °C e permanência de duas horas no patamar de sinterização. Em seguida, os corpos de prova foram avaliados quanto às seguintes propriedades físicas e mecânicas: as barras foram avaliadas quanto à massa específica aparente e retração linear de queima, e os discos quanto à resistência à compressão axial e dureza Hockwell B. Os resultados indicam que a incorporação de resíduo de rocha ornamental na massa, de acordo com o processo de sinterização estabelecido, reduz a retração linear e a massa específica aparente, devido à redução do fator de empacotamento oriundo da baixa variabilidade do tamanho de partículas. A dureza apresenta uma tendência de diminuição decorrente da redução da resistência à compressão mediante a adição do resíduo. Portanto, de acordo com as normas estrangeiras dos Estados Unidos e Colômbia para produção de adoquim cerâmico, os resultados indicam a viabilidade da utilização do resíduo do granito Rosa Iracema em até 30% na formulação de massa para a produção de adoquins destinados ao tráfego leve, de acordo com o parâmetro de resistência a compressão.

**PALAVRAS-CHAVE:** Adoquim; Rocha Ornamental; Cerâmica Vermelha

# INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA E DO TEMPO DE SATURAÇÃO NA DETERMINAÇÃO DE PROPRIEDADES FÍSICAS DAS ROCHAS ORNAMENTAIS VISANDO À NORMA INTERNACIONAL

Andrew Christian Oliveira dos Santos<sup>1</sup>, Nuria Fernández Castro<sup>2</sup>, Bruno F. C. Piacesi<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Centro de Tecnologia Mineral — CETEM/MCTI  
<sup>1</sup>andrew-santos@live.com; <sup>2</sup>ncastro@cetem.gov.br;  
<sup>3</sup>bpiacesi@cetem.gov.br

No escopo de desenvolvimento de normas para rochas ornamentais da Organização Internacional de Normalização (ISO), o comitê técnico correspondente, TC327, do qual o CETEM participa está elaborando a do método de ensaio para a determinação de densidade aparente, porosidade aparente e absorção de água de rochas ornamentais. Trata-se de um ensaio bem estabelecido e com procedimentos similares nas normas de diversos países, incluindo o Brasil, mas busca-se verificar a possibilidade de flexibilização de alguns requisitos do ensaio de forma agilizar sua execução. O ensaio é realizado pelo método hidrostático que consiste na saturação das rochas por 48 h e posterior secagem em estufa a 70 °C por 24h. As relações entre peso saturado, submerso e seco permitem obter os parâmetros buscados. O ensaio é simples, mas os tempos necessários para a execução das várias etapas, obrigam que sejam iniciados nas segundas ou terças feiras, já que a maioria dos laboratórios não trabalha nos finais de semana. Por outro lado, alguns estudos indicam alguns materiais carbonáticos como calcários sofrem alterações na secagem a 70 °C e que para esses materiais a secagem deveria ser a menor temperatura. Assim, este projeto teve como objetivo comparar os valores de densidade, porosidade e absorção de água de rochas ornamentais, obtidos de acordo aos procedimentos da proposta de norma ISO, variando a temperatura de secagem e os tempos de saturação dos corpos de prova. Os ensaios foram executados em sete tipos de rochas sendo elas: dois diferentes tipos de quartzito, dois diferentes tipos de mármore, um metarenito, um calcário e um biotita-gnaiss. Para cada tipo de rocha utilizaram-se seis corpos de prova cúbicos com arestas entre 5 e 6 centímetros. Inicialmente, foram executados ensaios alterando a temperatura de secagem das amostras após o processo de saturação sendo o primeiro ensaio com a secagem a 40 °C, o segundo a 50 °C, o terceiro a 60 °C e o quarto a 70 °C. Os ensaios seguintes foram feitos todos a uma temperatura de secagem de 40 °C sendo alterado apenas o tempo de saturação das amostras para 72 e 96 horas de saturação, com a finalidade de utilizar os finais de semana para a realização dessa etapa do ensaio. Após esses testes, foram feitas comparações das propriedades físicas analisadas e foi observado um aparente aumento da porosidade e absorção de água com o aumento de temperatura para o calcário. No entanto, foi realizada uma análise estatística pela comparação de variâncias (ANOVA) que mostrou que as diferenças encontradas dentro de um mesmo grupo de amostras, para umas determinadas condições de ensaio, eram maiores que as diferenças devidas à modificação da temperatura ou do tempo de saturação. Pode se concluir que, para as amostras ensaiadas, não se pode afirmar que a variação dos tempos de saturação e secagem afete os resultados. Este resultado indica a possibilidade de se otimizar o fluxo de trabalho no laboratório. Porém, é recomendável aumentar o número de corpos de prova para aumentar a potência da análise estatística, assim como ensaiar outros materiais, para obter a confirmação do resultado.

**PALAVRAS-CHAVE:** Rochas Ornamentais; Caracterização; Propriedades Físicas

# INVENTARIAÇÃO DAS ROCHAS ORNAMENTAIS PESQUISADAS NO DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

Davi Henrick Veras Diogenes<sup>1</sup>, Irani Clezar Mattos<sup>2</sup>, Felipe Da Silva Aires<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Ceará — UFC  
<sup>1</sup>davihenrick@gmail.com; <sup>2</sup>irani.mattos@ufc.br;  
<sup>3</sup>felipeaires460@alu.ufc.br

O estado do Ceará é o maior produtor e exportador de rochas ornamentais do nordeste brasileiro, onde sendo favorecido pela sua diversidade geológica e cenário econômico, apresenta perspectivas positivas de crescimento no setor. Tal amadurecimento desse ramo da economia estadual também se encontra embasado na contínua formação de profissionais capacitados e na produção técnico-científica desenvolvida em parceria com a academia. O Departamento de Geologia da Universidade Federal do Ceará possui um extenso histórico de produção científica voltada à caracterização de rochas ornamentais, tendo sido elaborado durante anos na forma de bolsas de iniciação científicas, TCCs, Dissertações e Teses. Contudo muitos desses materiais não se encontram publicados e não estão disponíveis em um lugar ou plataforma única. Dessa forma, o presente trabalho visou identificar e inventariar todas as rochas ornamentais estudadas no Departamento, a fim de disponibilizar todos os dados produzidos em uma plataforma de acesso rápido e fácil, proporcionando agilidade a quem busca as informações geradas pela universidade. Para tanto, primeiramente foi realizada uma pesquisa bibliográfica, identificando e localizando os trabalhos relacionados à descrição de rochas ornamentais. Todos os dados produzidos pelos trabalhos foram compilados com a utilização do software Excel em um banco de dados, que contou com três seções específicas sendo elas as de Caracterização Petrográfica, Ataque químico e Caracterização Tecnológica. Cada uma das três seções possui subdivisões próprias, então na etapa seguinte, os aspectos voltados à caracterização tecnológica e descrição passaram do banco de dados a um catálogo online. O catálogo foi elaborado a partir de domínios gratuitos sem a presença de anúncios, com o objetivo de fornecer uma boa experiência ao leitor, mesmo com um baixo custo. Ele foi dividido em três seções principais, as de rochas ígneas, metamórficas e sedimentares, contendo 32 rochas no total. A plataforma possui uma utilização fácil e interativa, sendo disponibilizada por meio de link, dispensando a necessidade de download de grande quantidade de dados e imagens. O desenvolvimento do presente trabalho evidenciou a necessidade de agilizar o acesso e atualizar as informações relacionadas às rochas ornamentais, em um cenário onde os catálogos físicos são de difícil alcance devido ao seu alto custo de produção e distribuição, a elaboração de produtos digitais tem a possibilidade de democratizar o acesso ao conhecimento produzido tanto na indústria quanto na academia. Link do catálogo: <https://inventory-managementz209.glide.page>.

**PALAVRAS-CHAVE:** Geociências; Rochas Ornamentais; Inventário

# LAVRA DE ROCHAS ORNAMENTAIS NO RIO GRANDE DO NORTE

Maria Carolina de Albuquerque Feitosa Amador<sup>1</sup>, Sarah Lilith Moreira Galvão<sup>2</sup>, Lucas da Silva Inácio<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Instituto Federal de Rio Grande do Norte — IFRN

<sup>1</sup>maria.feitosa@ifrn.edu.br; <sup>2</sup>sarahlmgalvao@gmail.com;

<sup>3</sup>lucasibanacio@gmail.com

As rochas são genericamente definidas como corpos sólidos naturais, formados por agregados de um ou mais minerais cristalinos. Notadas pela diversidade e beleza de seus padrões estéticos, as rochas ornamentais e de revestimento vêm se consagrando na história da humanidade não apenas ao princípio da aparência, mas também pela notória resistência, durabilidade e trabalhabilidade. O objetivo principal deste trabalho é realizar uma breve revisão bibliográfica de modo a apresentar o grande potencial de riquezas minerais presentes no RN, que acabam por não receberem a atenção e investimento necessários. A metodologia da pesquisa se deu por meio de consultas a sites, relatórios técnicos, e dissertações. A mineração de rochas ornamentais é de extrema importância para o cenário socioeconômico do país, uma vez que é usado na construção civil para o revestimento de áreas internas e externas, contribui para arrecadação de impostos, gera emprego e renda à população e permite o aproveitamento de áreas não agricultáveis no semiárido potiguar, por exemplo. No estado do Rio Grande do Norte, a lavra é desenvolvida a céu aberto, podendo ocorrer em maciços rochosos ou matacões. As lavras de maciços rochosos são mais comuns e utilizadas por desenvolver maiores reservas, e consequentemente, uma maior produção. Um problema que acontece muito frequentemente nas pedreiras é o abandono ou encerramento devido ao material abundante e extraído no local não ser mais tendência para o mercado consumidor, acontecendo excepcionalmente o desligamento da jazida devido ao esgotamento de suas reservas. Há casos também da carência de estudos geotécnicos que considerem os fatores estruturais e de tensões da rocha comprometerem a viabilidade técnica e consequentemente financeira. O Rio Grande do Norte encontra-se em quinto lugar de produção de rochas ornamentais e exportação do país, mesmo apresentando uma baixa cultura de valorização da rocha ornamental em torno do Estado. Os principais fatores que prejudicam a produção de rochas ornamentais e de outros minérios no RN é a falta de investimentos, estudos adequados, planejamento condizente com os interesses, métodos de lavra e beneficiamento melhores dirigidos as peculiaridades do relevo e profundidade do(s) minério(s) em questão, prevendo sempre um baixo desgaste do meio ambiente local; e o agravante caso de pedreiras paralisadas ou abandonadas devido a problemas de infraestrutura, crise econômica, altas taxas e falta de tecnologias.

**Palavras-Chave:** Beneficiamento; Lavra; Rocha Ornamental

# LEVANTAMENTO GEOLÓGICO ESTRUTURAL APLICADO À VIABILIDADE ECONÔMICA DE LAVRA DE ROCHA ORNAMENTAL DE MÁRMORE EM ITAOCA – ES

Rafael da Silva Rodrigues<sup>1</sup>, Ana Paula Meyer<sup>2</sup>, Antônio Luiz Pinheiro<sup>3</sup>, Daniel Vale<sup>4</sup>, Juliano Tessinari Zagôto<sup>5</sup>, Pedro Henrique Guimarães Cortat<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal do Espírito Santo — IFES  
<sup>1</sup>rafasilvareal@gmail.com; <sup>2</sup>ana.meyer@ifes.edu.br;  
<sup>3</sup>antonioluizpinheiro1@gmail.com;  
<sup>4</sup>daniel.vale@ifes.edu.br; <sup>5</sup>tessinari@ifes.edu.br;  
<sup>6</sup>pedrocortat@hotmail.com

No polo produtor e exportador de rochas, ao sul capixaba, distrito de Itaoca, município de Cachoeiro de Itapemirim / ES, localiza-se a pedreira em estudo, que assim como várias da região, apresenta descontinuidades, ligadas à sua formação geológica e por ações relacionadas à métodos de lavra. Mapear a geometria e distribuição espacial dos diferentes tipos de descontinuidades presentes na lavra da pedreira da IMIL - Indústria de Mármore Itálva, a fim de definir fatores condicionantes da extração e comercialização dos diversos materiais explorados na pedreira é a finalidade da presente pesquisa. A priori, a rocha carbonática aflorante na pedreira é explorada como rocha ornamental sob diversos tipos de mármore comerciais, tais como: Celeste, branco clássico, fantasi brown, dentre outros, classificados por sua variação cromática e composicional. Os materiais rochosos de composição carbonática não destinados para o uso e aplicação como rocha ornamental, são aplicados para a indústria química, sendo extraídos da pedreira como pedra marroada, ou ainda submetida à produção de “bolinha” por meio da britagem para uso e aplicação de ornamentação de jardins. Especificamente em uma das frentes de lavra da pedreira da IMIL - Indústria de Mármore Itálva, na cava 10, as atitudes das descontinuidades coletadas em campo, estão em análises por meio de softwares específicos, a exemplo: Dips, Stereonet, Excel e Qgis, que proporcionam o estudo das atitudes categorizando-as em famílias, nas quais apresentam direções preferenciais e interseções formadas por planos de descontinuidades, apresentando, inclusive em campo, iminência de rupturas em cunha. Analisar esses dados possibilita a sua correlação com dados estruturais regionais e possíveis descontinuidades locais geradas pelo método de lavra empregado. Pela quantidade de fraturas presentes na rocha, à lavra foi parcialmente interrompida, motivo pelo qual, desenvolve-se o presente estudo. As descontinuidades apresentam padrões variados, a princípio interpretados como sendo por processos de alívio de tensão da própria lavra, e também orogênicos. Analisar a geometria e distribuição espacial das fraturas se torna necessário para a manutenção do avanço de lavra seguro, sabendo que uma ruptura de talude pode acarretar graves consequências ao empreendimento, tanto civis, financeiras e ambientais. Logo, é imprescindível trabalhar dentro do fator de segurança na estabilidade de taludes, a fim de proporcionar economicidade e segurança para o empreendimento.

**PALAVRAS-CHAVE:** Mapeamento Estrutural; Mármore; Rocha Ornamental

# MAPA DE POTENCIALIDADE DE ROCHAS ORNAMENTAIS DA REGIÃO DA SERRA DE JACOBINA, ESTADO DA BAHIA

Edgar Romeo Herrera de Figueiredo Iza

Serviço Geológico do Brasil — SGB-CPRM  
edgar.iza@sgb.gov.br

A área de estudo está localizada na porção centro-norte do estado da Bahia. Possui aproximadamente 24.000 km<sup>2</sup> distribuídos ao longo da Serra de Jacobina-BA e adjacências. Nela ocorrem recursos minerais importantes, tais como, cromo, ouro, esmeralda e rochas ornamentais. Neste último caso há destaque para importantes reservas e minas de quartzito verde translúcido, conglomerado e outras rochas silicáticas. O Serviço Geológico do Brasil atento aos movimentos do setor mineral baiano, em especial a este segmento, percebeu a necessidade de promover essa importante região mineira com mais um bem mineral de destaque. O Mapa de Potencialidade para Rochas Ornamentais da Região da Serra de Jacobina tem como objetivo destacar as áreas potenciais para a ocorrência de rochas ornamentais e sua hierarquia de acordo com diversas variáveis, sejam geológicas, que incluem, modo de ocorrência, cor, fraturamento, homogeneidade, estrutura, dureza, assim como, fatores de localização e infraestrutura. Assim, o produto proporcionar ao mercado em geral um direcionamento para pesquisa e posterior extração de rochas ornamentais, conforme o estágio atual do conhecimento da geologia da região de Jacobina e adjacências. O referido mapa constitui-se no primeiro produto deste tipo dedicado ao tema rochas ornamentais em toda a história de atuação do Serviço Geológico do Brasil (SGB-CPRM) na Bahia. Em termos gerais, a área de estudo possui excelente potencial para materiais exóticos tipo exportação. O domínio central, especialmente na porção centro-sul e adjacências de Pindobaçu e Carnaíba, onde a imagem gamaespectrométrica apresenta tons escuros (preto a marrom-escuros), representados por baixos valores de K, eTh e eU, constitui-se como alvo prospectivo mais promissor da área. Nesse setor, as ocorrências de rochas ornamentais estão relacionadas a quartzitos verdes, conglomerados e veios de quartzo branco e/ou translúcido. No geral, essas litologias têm forte apelo estético e podem apresentar a apreciada propriedade de translucidez. O potencial do domínio oeste da área de estudo ainda não foi totalmente explorado. Esse é o caso dos arenitos e dos calcários/mármore pretos. Essas rochas, por vezes, apresentam texturas exóticas com calcita recristalizada e translucidez. Atualmente, há grande quantidade de frentes de lavra dedicadas a materiais de cor verde e/ou, translúcidos, como quartzo e quartzito na região da Serra de Jacobina. Esse fenômeno de adensamento de frentes de lavras por km<sup>2</sup> é apenas observado em raros exemplos nacionais, tais como no Espírito Santo, Minas Gerais e Ceará. Assim sendo, nos próximos anos, há necessidade de planos de ordenamento territorial e incentivo à produção, com o intuito de garantir a sustentabilidade e a geração de emprego e renda nessas regiões. Adicionalmente as prefeituras municipais e o governo do estado da Bahia devem buscar mecanismos de incentivo para que os blocos de rochas ornamentais sejam transformados em chapas ainda em território baiano com o objetivo de agregar ainda mais valor ao processo produtivo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Quartzito Verde; Calcário

# MAPEAMENTO DA DETERIORAÇÃO DO CALCÁRIO LIOZ NO CONVENTO SANTO ANTÔNIO, RIO DE JANEIRO

Livia Manuela Gomes Caetano<sup>1</sup>, Amanda Guimarães dos Santos Mozer<sup>2</sup>, Nuria Fernández Castro<sup>3</sup>, Kátia Leite Mansur<sup>4</sup>

<sup>1,3</sup>Centro de Tecnologia Mineral — CETEM/MCTI

<sup>1,2,4</sup>Universidade Federal do Rio de Janeiro

<sup>1</sup>liviscamanu@gmail.com; <sup>2</sup>amandagmozer@gmail.com;

<sup>3</sup>ncaastro@cetem.gov.br; <sup>4</sup>katia@geologia.ufrj.br

O Convento de Santo Antônio está localizado no Largo da Carioca, no centro do Rio de Janeiro, Brasil, no denominado Morro de Santo Antônio. O Convento foi objeto de um dos primeiros tombamentos do país e se deu no ano de 1938, pelo atual Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (Iphan) e é um dos mais antigos e importantes conjuntos coloniais remanescentes no Rio de Janeiro. Diversas rochas foram utilizadas na construção do Convento, destacando-se o Calcário Lioz, um calcário cretáceo microcristalino que ocorre na região de Lisboa, em Portugal, amplamente utilizado em revestimentos internos, em pisos e ornamentos e externos, e nos pórticos da Igreja. O Lioz ostenta o título de Pedra do Patrimônio da União Internacional de Ciências Geológicas (IUGS) pela sua importância para a cultura mundial, sendo utilizado desde o Império Romano até os dias atuais em Portugal e grande número de países, destacando-se em monumentos, edificações e ornamentações das suas ex-colônias ultramarinas, como o Brasil. É extremamente rico em fósseis e tal disposição fossilífera imprime à rocha padrões únicos que colaboram para sua aplicação ornamental. Seu conteúdo fossilífero é composto majoritariamente por Rudistas Bivalves, Gastrópodes e Thalassinoides, indicando que se formou em águas rasas, quentes e claras, típicas de ambiente recifal. Essa rocha apresenta diferentes colorações e recebeu diferentes nomes comerciais ao longo do tempo. Os mais famosos são o Lioz clássico (bege) e o Encarnadão (rosa/avermelhado). O Lioz bege é o mais resistente, já o Encarnadão possui maior concentração de minerais argilosos e óxidos de ferro, o que diminui a resistência dessa variedade, principalmente quando é empregado em ambientes externos. A área estudada até o momento consiste na sala do lavabo, na sacristia e no pátio interno. Nesses cômodos, essa rocha foi utilizada no piso, parapeitos, cercaduras de portas bem como em estruturas ornamentais como em uma fonte e uma mesa. Na sacristia o Lioz bege e o Encarnadão compõem o mosaico do revestimento do piso, junto com Mármore de Estremoz, Mármore Azul de Sintra (conhecido como calcário, mas que é um mármore) e detalhes de Calcário Amarelo Negrais e Calcário Negro de Mem Martins. Durante levantamentos no sítio histórico, foram observadas diversas alterações na rocha nos diferentes pontos do convento, seja pela ação do intemperismo ou por ações antrópicas. Na mesa e na fonte esculpidas em Lioz presentes na sala do lavabo foram observados fissuras, colonização biológica, danos de origem mecânica, lascagem, sujidade, aspecto brilhante, além de recomposição em resina. Na sacristia, as maiores alterações são observadas nas janelas, mais expostas às variações climáticas, e em partes do piso onde há maior circulação de pessoas. Nas janelas foram observadas perdas de matriz em pontos do peitoril, aumento da rugosidade, lascagem, riscas e abrasão; já no piso há aspecto brilhante, perda de matriz, riscas, lascagem, assim como recomposição em resina em pontos onde houve provavelmente perda de matriz. No piso do pátio, composto majoritariamente pelo Encarnadão, foi observada intensa perda de matriz. Assim, a pesquisa em desenvolvimento dialoga acerca da degradação de Calcário Lioz nas dependências do convento e no mapeamento de suas deteriorações. Este mapeamento é muito importante para identificar os agentes de deterioração atuantes e assim auxiliar na tomada de decisão durante uma ação de conservação o restauro.

**PALAVRAS-CHAVE:** Calcário Lioz; Rochas Ornamentais; Convento Santo Antônio

# PATOLOGIA DAS ROCHAS ORNAMENTAIS EM MONUMENTOS PÚBLICOS NA CIDADE DE CAMPINA GRANDE, PB

Wandenberg Bismarck Colaco Lima<sup>1</sup>, Dwight Rodrigues Soares<sup>2</sup>, Andrey Bispo Veiga<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Instituto Federal da Paraíba — IFPB

<sup>1</sup>wandenberg.lima@gmail.com;

<sup>2</sup>dwright.soares@ifpb.edu.br;

<sup>3</sup>andreybispoveiga@gmail.com

As rochas ornamentais e de revestimentos, pela sua durabilidade e enorme variedade de cores e padrões texturais/estruturais, são muito utilizadas nos revestimentos de interiores e exteriores de edificações, tanto em pisos, detalhes, como fachadas. Observa-se, que muitos fatores influenciam a susceptibilidade e taxa do intemperismo físico e químico em rochas, seja de forma natural ou provocadas. Os mais importantes fatores responsáveis por essas alterações, são: tipos de rocha, presença de fraturas e/ou fissuras (“porosidade”) e o clima (variação da temperatura e intensidade das chuvas). E, adicionalmente, há a ação dos poluentes atmosféricos, nos ambientes urbanos, o emprego de processos inadequados para o assentamento e o uso de produtos químicos de limpeza ou conservação dessas rochas. Sabe-se que a ação dos agentes intempéricos muitas vezes provoca a deterioração da superfície exposta da rocha, seja através da modificação de seu aspecto estético (perda de brilho e alteração cromática), seja pela danificação da rocha (escamação, manchamentos etc.) ou por problemas no assentamento (falta de elementos de sustentação e principalmente os tipos de argamassa inadequadas). A deterioração, numa definição simples, é o conjunto de mudanças nas propriedades dos materiais de construção no decorrer do tempo, quando em contato com o ambiente natural e implica na degradação, no declínio na resistência e na aparência estética. Neste período provocam mudanças físicas e químicas do material, desde as alterações relativamente benignas até às esfoliações e escamações. Os termos deterioração e intemperismo podem ser empregados, no caso das rochas ornamentais, praticamente como sinônimos. Portanto, baseada nos estudos de patologia das rochas ornamentais de revestimento, foi realizado um estudo em alguns logradouros públicos da cidade de Campina Grande, com o intuito de identificar o tipo de material empregado, quais aos agentes patogênicos estão causando a deterioração das rochas aplicadas como revestimento, como também a identificação do tipo de rocha. Para tanto, foram visitados pontos importantes da cidade tais como: a praça dos Três Pandeiros (granito vermelho capão bonito), Praça da Bandeira (granito Banco Cristal), Sede dos Correios (granito preto São Gabriel), Praça João Rique (mármore cinza esbranquiçado) e Teatro Municipal Severino Cabral (mármore beje Bahia e granito vermelho capão Bonito), praça Coronel Antônio Pessoa (granito Vermelho). Nestes locais visitados, foram identificados o tipo de rocha aplicada e a forma de aplicação, sendo tudo registrado através de fotografias. Pode-se durante a visita, identificar vários problemas de alterações ou falhas de assentamentos e, principalmente, a ação de vandalismo com a pichação dos monumentos. Os principais problemas encontrados foram: processos de oxidação, eflorescência provocada pela argamassa de assentamento, rachaduras, manchamento, perda de brilho e infiltrações, pichação dos monumentos. Conclui-se que, além da ação dos agentes intempéricos naturais, existe a falta de manutenção por parte do poder público em procurar conservá-los e/ou mitigá-los, evitando a total ou parcial degradação do material, limpeza dos monumentos, principalmente os que sofreram vandalismo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Rocha Ornamental; Patologias; Monumentos Públicos

# PATOLOGIAS EM SUPERFÍCIE DE ROCHA DE QUARTZITOS CAUSADAS POR SERICITIZAÇÃO E CAULINIZAÇÃO

Luzia Suerlange Araujo dos Santos Mendes<sup>1</sup>, Fátima Andréa Lima Girão<sup>2</sup>, Joel Pedrosa Sousa<sup>3</sup>, Irani Clezar Mattos<sup>4</sup>, Wollker Cunha Soares<sup>5</sup>, Eveline Cunha Lima<sup>6</sup>

<sup>1,2</sup>Núcleo de Tecnologia e Qualidade Industrial do Ceará — NUTEC;

<sup>3,4,5,6</sup>Universidade Federal do Ceará — UFC

<sup>1</sup>luzia.santos@nutec.ce.gov.br; <sup>2</sup>andreagirao@gmail.com;

<sup>3</sup>joelppedrosa1@ufc.br; <sup>4</sup>irani.mattos@ufc.br;

<sup>5</sup>wollkercunhasoares@gmail.com;

<sup>6</sup>evelineclima@yahoo.com.br

As rochas utilizadas em revestimentos estão sujeitas a diversas solicitações de uso, que provocam as patologias em sua quase totalidade, devido a fatores como inadequação do material às condições de utilização, poluição, chuvas ácidas, problemas de assentamento e manutenção ou ainda patologias derivadas das características do próprio material pétreo apresentadas pela própria rocha. As rochas ornamentais são submetidas a diversos tipos de adversidade desde a sua extração, passando pelo beneficiamento, até a sua aplicação e uso. O quartzito é uma rocha metamórfica, composta majoritariamente por quartzo. Sua origem está relacionada com a ação de processos metamórficos desenvolvidos principalmente sobre rochas sedimentares ricas em quartzo. O estado do Ceará apresenta uma ampla variedade de rochas ornamentais, dentre essa diversidade, os quartzitos despontam como os mais requisitados e valorizados. O objetivo desse estudo foi analisar uma amostra de quartzito resinado e outra natural, extraídas da região norte noroeste do Ceará, com intuito de investigar as causas do destacamento de fragmentos ao longo das fraturas e alterações nas superfícies da rocha. Para tanto, foram realizadas análises de solo, água, cloretos, perda ao fogo, análises petrográficas e Microscopia Eletrônica de Varredura – MEV. As análises de solo, cloreto e água não indicaram nenhuma contribuição para alteração do quartzito. O ensaio de perda ao fogo demonstrou a presença de uma pequena presença de argilominerais na rocha. Nas análises petrográficas foram observados preenchimentos de fraturas por cristais de quartzo recristalizados. Já nas regiões mais alteradas, onde ocorreram os destacamentos foi possível observar, através de análise EDS/Mapping, um preenchimento por material argiloso, identificado como caulinita e sericita. Nas análises de MEV sobre as amostras do quartzito, foi observado a superfície de um poro acompanhado de fraturas irradiadas preenchidas por  $Al_2O_3$ . A superfície da amostra apresenta composição predominante de óxido de Silício  $SiO_2$  por volta de 97% com a presença de álcalis como  $NaO$ ,  $K_2O$ ,  $MgO$  e  $Al_2O_3$ , enquanto que na região preenchida por resina o teor de  $SiO_2$  declina para 11,60%. Conclui-se, portanto que há uma concentração maior de óxido de alumínio hidratado nas microfaturas, com tendência de “caulinitização e sericitização” formada a partir de ações intempéricas. Na amostra resinada foi possível observar o preenchimento dos poros, no entanto entre um poro e outro não houve percolação da resina. Nas amostras naturais foram observadas regiões fraturadas onde, preferencialmente, ocorre o destacamento de micropedaços da placa, causando a “esfoliação ou escarificação” na superfície do quartzito. As alterações observadas são muito comuns nos quartzitos, tendo sido causadas pela associação entre os processos intempéricos e a dificuldade em se realizar uma resinagem uniforme.

**PALAVRAS-CHAVE:** Patologia; Quartzito ornamental; MEV/EDs

# POSSIBILIDADES DE USO DE RESÍDUOS DE ROCHAS ORNAMENTAIS DEPOSITADOS EM ATERROS COMO MATÉRIA PRIMA INDUSTRIAL

Beatriz Carvalheira Moreira<sup>1</sup>, Mirna Aparecida Neves<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centro de Tecnologia Mineral — CETEM/MCTI

<sup>2</sup>Universidade Federal do Espírito Santo — UFES

<sup>1</sup>bia\_cmoreira@hotmail.com; <sup>2</sup>mirnaan@gmail.com

O aproveitamento dos resíduos gerados a partir do descarte da Lama de Beneficiamento de Rochas Ornamentais (LBRO) pode trazer benefícios do ponto de vista ambiental e econômico. Vários trabalhos testaram aplicações desses materiais em diversos produtos, mas geralmente as coletas de amostras são realizadas dentro do parque de beneficiamento das empresas ou por meio da segregação da lama usada no processamento de litotipos específicos. Contudo, no processo rotineiro de descarte, os resíduos são misturados, conduzidos para aterros industriais e armazenados sem segregação ou triagem. Porém, uma pergunta que surge é se a variabilidade composicional dos resíduos depositados influenciará negativamente nas propriedades dos produtos. Portanto, o objetivo deste trabalho foi estudar a composição química dos resíduos da LBRO armazenados em aterros e comparar sua constituição com as determinações encontradas na literatura, em trabalhos que já testaram sua aplicação em diversos tipos de produtos. Foram coletadas 70 amostras de resíduos em oito depósitos no município de Cachoeiro de Itapemirim/ES, utilizando trados mecânico e manual para perfurar furos de sondagem que atravessaram a profundidade total dos depósitos. A composição química principal dos resíduos foi lida por espectrometria de fluorescência de raios-x e os resultados foram comparados com dados de 60 trabalhos publicados em periódicos indexados, que obtiveram resultados positivos para o uso da LBRO na fabricação de cerâmica vermelha, concreto, cimento e argamassa, tijolos e vidrados. Dentre os trabalhos consultados, 18 testaram o uso em cerâmica vermelha, 29 em concreto, cimento e argamassa, 8 na fabricação de tijolos e 5 em vidrados. Os resultados mostram que a composição química principal dos resíduos da LBRO coletados em aterros é de  $\text{SiO}_2$  com teor médio de 53 %, seguido de  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (12 %),  $\text{CaO}$  (10 %),  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (6 %),  $\text{MgO}$  (4,5 %),  $\text{K}_2\text{O}$  (3,45 %) e  $\text{Na}_2\text{O}$  (2,64 %). O  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , que seria um fator limitante a diversos usos por induzir ferruginação e pigmentação nos produtos, não aparece nas amostras dos depósitos de forma muito diferente dos teores medidos nos materiais testados. Para o uso em vidrados, considerado o mais restritivo em termos composicionais, seria necessária a seleção de resíduos provenientes de teares de fios diamantados ou multifios para permitir tal aplicação. Os usos em concreto, cimento, argamassa e tijolos são os menos restritivos quanto à composição química, ou seja, a variabilidade de teores nos produtos testados é maior do que aquela encontrada nos depósitos estudados. Entretanto, o teor de  $\text{MgO}$  é um ponto restritivo para o uso em concreto, já que este componente, ao ser hidratado, pode se expandir e gerar porosidade no produto final. Assim, a separação de resíduos provenientes da serragem de rochas silicáticas (“granitos”) e carbonáticas (mármore), é um critério mínimo de segregação de resíduos visando à garantia de possibilitar seu uso futuro. Outrossim, os resíduos com baixo ferro, ou seja, os de fios diamantados ou multifios, não deveriam ser misturados com os provenientes de teares convencionais. Conclui-se, portanto, que uma segregação prévia antes da estocagem será necessária para garantir o controle de qualidade da matéria-prima, com consequente agregação de valor.

**PALAVRAS-CHAVE:** Lama abrasiva; Rocha Ornamental; Uso de resíduos

# PROCESSO DE FABRICAÇÃO INDUSTRIAL DE BLOCOS DE VEDAÇÃO COM RESÍDUOS DO BENEFICIAMENTO DE ROCHAS ORNAMENTAIS

Kayrone Marvila de Almeida<sup>1</sup>, Monica Castoldi Borlini Gadioli<sup>2</sup>, Mariane Costalonga de Aguiar<sup>3</sup>,  
Viviana Possamai Della Sagrillo<sup>4</sup>, Francisco Wilson Hollanda Vidal<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,5</sup>Centro de Tecnologia Mineral — CETEM/MCTI

<sup>4</sup>Instituto Federal do Espírito Santo — IFES

<sup>1</sup>kayronemarvila@gmail.com; <sup>2</sup>mborlini@cetem.gov.br;

<sup>3</sup>maricostalonga2@gmail.com; <sup>4</sup>viviana@ifes.edu.br;

<sup>5</sup>fwhollanda@gmail.com

As rochas ornamentais desempenham um papel de destaque na movimentação do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro, alcançando aproximadamente US\$ 58 bilhões no ano de 2021. Esse fato evidencia a relevância da produção e exportação desses materiais no país. No entanto, o processo de extração e beneficiamento dessas rochas resulta na geração de grandes quantidades de resíduos diariamente. Estima-se que cerca de 26% do bloco serrado se transforme em resíduos finos durante o beneficiamento. Esses resíduos, muitas vezes, são depositados em aterros, causando impactos ambientais negativos. Para lidar com esse desafio ambiental e promover uma abordagem mais sustentável, uma das alternativas eficazes é o aproveitamento dos resíduos na criação de novos produtos. A utilização desses resíduos na incorporação e formulação de massas cerâmicas destaca-se como uma opção viável, principalmente na fabricação de blocos de vedação de cerâmica vermelha. Dessa forma, o objetivo deste trabalho é realizar e estudar o processo de fabricação industrial de blocos de vedação utilizando resíduos provenientes do beneficiamento de rochas ornamentais. A proposta visou promover a redução significativa da deposição desses resíduos em aterros, ao mesmo tempo em que agrega valor a esses materiais por meio de sua aplicação na indústria cerâmica. O processo de fabricação dos blocos de vedação com resíduos do beneficiamento de rochas ornamentais envolveu etapas específicas. Primeiramente, os resíduos foram coletados e direcionados para a indústria cerâmica. No estudo apresentado, foi utilizado o método de incorporação, adicionando-se 10% e 20% do resíduo à massa cerâmica com a ajuda de um dosador. A matéria-prima passou pelo processo de desagregação, laminação, extrusão e corte. Por fim, os blocos de vedação foram submetidos a um processo de secagem e, posteriormente, passaram por uma etapa de queima em fornos cerâmicos, adquirindo sua resistência e características finais. O material fabricado apresentou eficiência no processamento. Ao utilizar os resíduos de rochas ornamentais na fabricação de blocos de vedação, além de reduzir a quantidade de resíduos depositados em aterros, há uma redução na extração de matérias-primas naturais, contribuindo para a preservação dos recursos naturais e a diminuição dos impactos ambientais associados à mineração. Portanto, o aproveitamento dos resíduos do beneficiamento de rochas ornamentais na fabricação de blocos de vedação de cerâmica vermelha representa uma alternativa sustentável e viável para minimizar a deposição desses resíduos em aterros e promover uma economia circular no setor. Essa prática contribui para a redução do impacto ambiental, o aumento da eficiência na utilização dos recursos naturais e a valorização desses materiais, gerando benefícios tanto econômicos quanto ambientais para a indústria de rochas ornamentais e cerâmica vermelha no Brasil.

**PALAVRAS-CHAVE:** Cerâmica Vermelha; Resíduos; Rochas Ornamentais

# PROCESSO DE NORMATIZAÇÃO PARA O APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DE ROCHAS ORNAMENTAIS EM CERÂMICA VERMELHA E PRODUTOS A BASE DE CIMENTO PORTLAND

Kayrone Marvila de Almeida<sup>1</sup>, Francisco Wilson Hollanda Vidal<sup>2</sup>, Monica Castoldi Borlini Gadioli<sup>3</sup>, Geilma Lima Vieira<sup>4</sup>, Mariane Costalonga de Aguiar<sup>5</sup>, Maria Angélica Kramer Sant'anna<sup>6</sup>

<sup>1,2,3,5,6</sup>Centro de Tecnologia Mineral — CETEM/MCTI

<sup>4</sup>Universidade Federal do Espírito Santo — UFES

<sup>1</sup>kayronemarvila@gmail.com; <sup>2</sup>fwhollanda@gmail.com;

<sup>3</sup>mborlini@cetem.gov.br; <sup>4</sup>geilma.vieira@gmail.com;

<sup>5</sup>maguiar@cetem.gov.br; <sup>6</sup>mariaangelicaks@gmail.com

O Brasil é um dos principais produtores de rochas ornamentais, ocupando a quarta posição global nesse setor. O estado do Espírito Santo, em particular, é reconhecido internacionalmente pela sua alta produção e exportação dessas rochas. No entanto, o processo de beneficiamento das indústrias gera grandes quantidades de resíduos finos anualmente. Estima-se que o Brasil produza cerca de 2,5 milhões de toneladas desses resíduos por ano, sendo que o Espírito Santo é responsável por aproximadamente 2 milhões de toneladas. Ao longo dos últimos 10 anos, as indústrias de rochas ornamentais do Espírito Santo geraram cerca de aproximadamente 20 milhões de toneladas de resíduos. Atualmente, esses resíduos são depositados em aterros, tanto associativos quanto privados, e embora tenham sido realizados estudos sobre sua utilização, ainda não existem normas estabelecidas para isso. A preocupação com esses resíduos é compartilhada pelos órgãos ambientais, tanto em âmbito federal quanto estadual. Nesse contexto, este trabalho visa estudar a viabilidade da utilização desses resíduos na produção de artefatos de cerâmica vermelha e concreto, demonstrando que sua aplicação não representa riscos ambientais nem à saúde humana. Portanto, o principal objetivo deste projeto é a normatização do uso dos resíduos finos do beneficiamento de rochas ornamentais, denominados FIBRO, na fabricação de artefatos de cerâmica vermelha e componentes construtivos à base de cimento Portland para concreto. Foram realizadas visitas técnicas, caracterização tecnológica dos resíduos e dos componentes dos produtos cerâmicos e de cimento, além de ensaios laboratoriais e testes piloto nas indústrias. Também foram conduzidas análises ambientais dos resíduos de acordo com a norma ABNT, bem como ensaios normativos com os artefatos de cerâmica vermelha e os componentes de cimento Portland utilizados nos processos industriais. Como resultado, foram desenvolvidas duas propostas de instruções normativas para o aproveitamento desses resíduos, alinhadas com o objetivo principal do projeto. Os resultados indicaram que as metas estabelecidas foram alcançadas, com perspectivas de obtenção de resultados altamente satisfatórios para o setor. Os resultados apontaram a viabilidade da utilização do resíduo pela indústria de cerâmica vermelha e concreto. Este trabalho contribuiu com a sustentabilidade na indústria de rochas ornamentais, ao mesmo tempo em que impulsiona a utilização responsável e normatizada dos resíduos na fabricação de cerâmica vermelha e componentes à base de cimento Portland.

**PALAVRAS-CHAVE:** Cerâmica Vermelha; Concreto; Resíduos; Rochas Ornamentais

# PROGNÓSTICO DE EXTRUSÃO DE MASSAS CERÂMICAS ARGILOSAS COM INCORPORAÇÃO DE FINOS DO BENEFICIAMENTO DE ROCHAS ORNAMENTAIS

Maria Angelica Kramer Sant'ana<sup>1</sup>, Mariane Costalonga de Aguiar<sup>2</sup>, Monica Castoldi Borlini Gadioli<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Centro de Tecnologia Mineral — CETEM/MCTI

<sup>1</sup>mariaangelicaks@gmail.com; <sup>2</sup>maguiar@cetem.gov.br;

<sup>3</sup>mborlini@cetem.gov.br

O Brasil está entre os cinco principais produtores mundiais de rochas ornamentais. No entanto, o setor enfrenta o desafio da geração de materiais finos durante o beneficiamento, frequentemente descartados em aterros. Diante desse cenário e considerando a indústria de cerâmica vermelha, que está amplamente presente no país, diversos estudos têm sido desenvolvidos para utilizar esses finos do beneficiamento de rochas ornamentais como uma alternativa viável na produção de materiais cerâmicos, como tijolos maciços, blocos de vedação e telhas. Este estudo se concentra na avaliação da incorporação dos finos provenientes do polimento e da serragem por tear multifio das rochas ornamentais nas massas argilosas, com foco na otimização das propriedades de extrusão para a produção de cerâmica vermelha. Para isso, foram utilizados estes dois tipos de finos, além da mistura de argilas já empregada na indústria. Ao todo, foram obtidas onze composições distintas, variando a incorporação dos finos de 10% a 50% em massa para cada tipo. Foram conduzidos ensaios para determinar os Limites de Atterberg, que incluem o Limite de Liquidez, o Limite de Plasticidade e o Índice de Plasticidade, parâmetros cruciais no processo de extrusão das cerâmicas. A avaliação também considerou os critérios de Marsigli, que fornecem prognósticos de extrusão. De acordo com esses critérios, uma extrusão aceitável requer um índice de plasticidade entre 10% e 34%, juntamente com um limite de plasticidade situado entre 18% e 31%. Para uma extrusão ótima, esses valores devem oscilar entre 15% e 25% para o índice de plasticidade, e entre 18% e 25% para o limite de plasticidade. Os resultados mostraram que todas as composições estudadas apresentaram extrusão aceitável, o que é promissor para a viabilidade da utilização desses finos para esta finalidade. Especificamente, as massas contendo 30% e 40% de resíduo de serragem atingiram níveis de extrusão ótima, assim como as composições com 10% a 50% de resíduo do polimento. Isso ressalta a possibilidade de incorporar quantidades consideráveis de finos para a produção de cerâmica vermelha com adequadas propriedades de extrusão. Esses resultados corroboram com estudos anteriores e reforçam que estes finos podem aprimorar as propriedades para os produtos fabricados, como o caso de melhorar a plasticidade da massa para o processo de extrusão das peças. Contribuindo assim para uma gestão responsável dos finos gerados pela indústria de rochas ornamentais, seguindo uma abordagem da economia circular onde deve-se inovar, renovar, reutilizar e reciclar, para um desenvolvimento sustentável.

**PALAVRAS-CHAVE:** Cerâmica Vermelha; Rochas Ornamentais; Extrusão

# QUARTZITOS DO SUL DE MINAS GERAIS: CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA PARA PRODUÇÃO DE CONCRETOS DE PÓS REATIVOS

Ivan Franklin Júnior<sup>1</sup>, Rogério Pinto Ribeiro<sup>2</sup>, Ivana Abreu Francklin<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Centro Universitário do Sul de Minas — UNIS;

<sup>2</sup>Escola de Engenharia de São Carlos — EESC-USP;

<sup>3</sup>Centro Universitário UNA

<sup>2</sup>rogerioprx@sc.usp.br

O estado de Minas Gerais é reconhecido no Brasil pela produção de quartzitos utilizados como rocha de revestimento na construção civil. Na exploração da chamada “pedra mineira”, o percentual de aproveitamento para a comercialização como placas de revestimento é baixíssimo, de aproximadamente 8 %. Assim, o volume expressivo de rejeitos de quartzitos é um grande problema, pois resulta em impactos ambientais negativos. Uma das possibilidades de aproveitamento deste rejeito é como componente na fabricação de concretos de pós reativos (CPRs), pois estes concretos utilizam frações ultrafinas de rochas em sua composição. Neste caso, o uso do pó de quartzitos é uma possibilidade interessante, dado o percentual de sílica predominante em sua composição. Com base nestas premissas, o objetivo desta pesquisa foi realizar estudos de caracterização tecnológica utilizando a fração fina e o pó de quartzitos explorados em duas regiões principais produtoras de Minas Gerais, Alpinópolis e São Thomé das Letras. Esta pesquisa foi dividida nas seguintes etapas: coleta das amostras; apreciação petrográfica; produção e classificação das frações finas e pós de quartzitos; caracterização física dos materiais. Os percentuais dos constituintes mineralógicos dos quartzitos resultaram em aproximadamente 94,5 % de quartzo deformado e 5,5 % de muscovita, minerais opacos e de turmalina, portanto considerados como potencialmente reativos para manifestações patológicas álcali-agregado. Verificou-se ainda que a granulação dos quartzitos de ALP é sensivelmente mais fina que a das amostras de STL e que os quartzitos de STL são consideravelmente mais coesos, menos friáveis, portanto, que aqueles da ALP. Comparativamente, a amostra STL 1 foi a que apresentou os maiores efeitos intempéricos entre os pares daquele polo, o que quer dizer que ela é mais friável que as demais. A manipulação dos materiais em laboratório demonstrou que as amostras STL 1, ALP 1 e ALP 3 se revelaram mais friáveis quando pressionadas entre os dedos. Por outro lado, ficou patente que as amostras mais silicificadas, como é caso da vidrada (STL 3 e ALP 2), não apresentaram friabilidade. Estas constatações são importantes para direcionar o uso destes materiais para produção das diferentes frações granulométricas, tais como pó, agregado miúdo e agregado graúdo. Neste caso, recomenda-se que somente os quartzitos silificados (vidrados) sejam utilizados para produção de agregado miúdo e graúdo. Quanto às demais amostras, elas podem ser aproveitadas para produção de fração fina e pulverulenta para uso em concretos normais e em concretos de pós reativos. Os índices físicos das amostras de quartzitos apresentaram pouca variação entre a maioria dos tipos de rejeitos. A exceção foi a amostra ALP 1, que obteve um valor inferior de massa específica, a saber, 2,425 g/cm<sup>3</sup>. As distribuições granulométricas das frações finas e pulverulentas das amostras de quartzito e da Mineração JUNDÚ resultaram em perfis contínuos semelhantes. De maneira geral, os estudos tecnológicos realizados nas amostras de quartzitos do Sul de Minas culminaram em resultados satisfatórios para uso da rocha como agregado para a produção de CPRs, o que, conseqüentemente, contribuiria para a minimização dos impactos ambientais negativos da mineração de quartzitos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Rejeito de Mineração; Concreto de Pós Reativos; Reação Álcali-sílica

# REJEITOS DE QUARTZITOS DO SUDOESTE DE MINAS GERAIS: ESTUDO DA FRAÇÃO MIÚDA PARA A FABRICAÇÃO DE TIJOLO SOLO-CIMENTO

Fernanda Medeiros Dutra dos Reis<sup>1</sup>, Rogério Pinto Ribeiro<sup>2</sup>, João Carlos Reis<sup>3</sup>, Maria José Reis<sup>4</sup>, João Paulo Monticeli<sup>5</sup>

<sup>2</sup>Escola de Engenharia de São Carlos — EESC-USP;

<sup>2</sup>Universidade Estadual de Minas Gerais — UEMG

<sup>1</sup>fernandamdreis@usp.br; <sup>2</sup>rogerioprx@sc.usp.br;

<sup>3</sup>joao.reis@uemg.br; <sup>4</sup>joao.reis@uemg.br;

<sup>5</sup>pmonticeli@gmail.com

Minas Gerais é um importante produtor de quartzitos, rocha muito utilizada como revestimento na construção civil. No entanto, a mineração de quartzitos também gera grandes volumes de rejeitos, que podem chegar a representar mais de 90% do material extraído. Esses rejeitos são produzidos porque o quartzito comercializável é extraído em placas padronizadas, o que resulta em uma quantidade significativa de material descartado. Os rejeitos gerados durante os processos de lavra e beneficiamento constituem um desafio significativo para os empreendedores devido aos impactos socioambientais negativos associados a essa grande quantidade de resíduos gerada. No entanto esses rejeitos têm o potencial de serem transformados em matéria-prima valiosa se forem adequadamente submetidos aos padrões normativos vigentes para uso como materiais rochosos na construção civil. Por meio de estudos e pesquisas, tem sido demonstrada a viabilidade do uso desses rejeitos em diversas aplicações, como agregados finos para a produção de peças de concreto para pavimentação e concreto pós reativos, argamassas, uso como agregado fino em misturas com solo para base e sub-base de pavimentos, entre outras possibilidades. A utilização dos rejeitos de quartzitos como matéria-prima alternativa na construção civil pode trazer benefícios significativos, como a redução do descarte de resíduos, a diminuição da extração de recursos naturais e a promoção da sustentabilidade na indústria da construção. No entanto, é importante realizar estudos específicos para cada caso, considerando as características dos rejeitos e os requisitos técnicos e normativos aplicáveis. Ao estudar os rejeitos de quartzitos de minerações do sudoeste mineiro, constatou-se viabilidade técnica do uso deles como agregado miúdo na fabricação do tijolo solo-cimento, componente de alvenaria que consiste em uma mistura compactada e endurecida de solo, cimento e água, sem a necessidade de queima. Para a avaliação da viabilidade do uso dos rejeitos de quartzitos foram coletadas amostras de solo e de rejeito e, em seguida, realizados ensaios de caracterização geotécnica nas amostras, além de um procedimento experimental (ensaio de Proctor Normal) para definir as dosagens dos traços a serem utilizados e assim realizados os ensaios físico-mecânicos exigidos por norma nos tijolos. Com base nos resultados obtidos, foi determinada que a mistura ótima para a fabricação dos tijolos solo-cimento consistiu em um traço de 1:10 com adição de 30% de rejeito de quartzito. Os tijolos produzidos com essa dosagem apresentaram média de 2,7 MPa e absorção de água de 16,72% e não conferiram melhoras significativas em termos de propriedades físico-mecânicas quando comparados aos tijolos produzidos apenas com o solo (3,05 MPa e 15,2%), porém todos atenderam aos requisitos mínimos estabelecidos na norma, que prescreve um valor médio de resistência maior ou igual a 2,0 MPa e de absorção de água menor que 20%. Esses resultados indicam que o rejeito de quartzito pode ser utilizado como substituto parcial do agregado miúdo na fabricação do tijolo solo-cimento, sem comprometer suas propriedades mecânicas. Essa aplicação oferece a possibilidade de aproveitar o rejeito de forma sustentável, transformando-o em um recurso valioso na construção civil, contribuindo para a redução de impactos socioambientais negativos associados à mineração de quartzitos

**PALAVRAS-CHAVE:** Rejeitos de Mineração; Quartzitos Foliados; Sustentabilidade

# SALINIDADE DO EXTRATO SOLUBILIZADO DE RESÍDUOS DE ROCHAS ORNAMENTAIS E SUA INFLUÊNCIA NA CAPACIDADE DE INFILTRAÇÃO NO SOLO

Elton Souza dos Santos<sup>1</sup>, Guilherme de Resende Camara<sup>2</sup>, Mirna Aparecida Neves<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Centro de Tecnologia Mineral — CETEM/MCTI

<sup>3</sup>Universidade Federal do Espírito Santo — UFES

<sup>1</sup>tompositivo@gmail.com; <sup>2</sup>camara.gdr@gmail.com;

<sup>3</sup>mirnaan@gmail.com

Na indústria de rochas ornamentais são gerados resíduos em forma de fragmentos e de lama, que se destacam pelas grandes quantidades geradas e por sua composição, semelhante à da própria rocha beneficiada. No solo, quando em contato com água, esses resíduos podem elevar a concentração de sais dissolvidos, devido à solubilização de algumas espécies químicas. A depender das características físico-químicas da água que percolará no solo, fatores como a concentração de sais solúveis ou salinidade podem se tornar limitantes à produção de culturas de interesse agrícola. A Razão de Adsorção de Sódio (RAS), calculada a partir dos teores de Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e Sódio (Na), pode ser usada para avaliar o risco de salinização do solo pela aplicação de água e soluções salinas. Quando associada à condutividade elétrica (CE), a RAS se torna um importante indicativo da taxa de infiltração da água no solo, que aumenta à medida que a salinidade aumenta. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a salinidade do extrato solubilizado preparado a partir de resíduos de três tipos de rochas ornamentais - um álcali-granito (OI), um gabro-norito (PSB) e um gabro (PSG). Para cada tipo, foram coletados os resíduos grossos gerados em pedreiras, identificados pelas siglas OIE, PSBE e PSGE e resíduos finos gerados em teares multifios, identificados pelas siglas OIM, PSBM e PSGM. Os resultados da RAS, associados aos valores de CE, foram enquadrados na classificação proposta por Ayers e Westcot (1985), que descreve os principais parâmetros para avaliar a qualidade da água utilizada na agricultura. Ao analisar os resultados da CE, nota-se que os resíduos de multifios, que apresentam menor granulometria, obtiveram os maiores valores, variando de 0,16 dS/m a 0,51 dS/m, ao passo que nos resíduos grossos gerados em pedreiras, os valores de CE variaram entre 0,06 dS/m e 0,11 dS/m, mostrando que a baixa granulometria tem influência na condutividade elétrica do resíduo. Com relação à RAS, apenas os resíduos de multifios PSBM e PSGM possuem restrição moderada ao uso, enquanto os demais apresentaram restrição severa, indicando possíveis problemas na capacidade de infiltração de solos em presença desses resíduos. Além disso, os resíduos de multifios liberaram maiores quantidades de Na no extrato solubilizado (0,87 mEq/L; 1,43 mEq/L e 2,62 mEq/L) quando comparados aos resíduos grossos gerados em pedreiras (0,13 mEq/L; 0,14 mEq/L e 0,15 mEq/L), indicando que quanto menor a granulometria, maior será a concentração de Na solúvel na solução do solo. A presença de solutos inorgânicos dissolvidos, como o Na, pode perturbar o equilíbrio nutricional das plantas devido ao aumento da salinidade, além de causar toxicidade. Vale destacar que, enquanto os valores de RAS indicam uso moderado ou severo para os resíduos estudados, resultados inversos foram encontrados para a CE, onde todos os resíduos não apresentaram grau de restrição para salinidade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Fertilização do Solo; Razão de Adsorção de Sódio; Solubilização

# SAÚDE EMOCIONAL NOS PROFISSIONAIS DA MINERAÇÃO

Kaylanne da Silva Rocha

Universidade Federal de Campina Grande — UFCG  
kaylannerochaengminasufcg@gmail.com

A pressão psicológica sobre os profissionais envolvidos na mineração é uma realidade cada vez mais gritante, acarretando inúmeros malefícios na vida destes. Nesse contexto, as demandas relacionadas ao desempenho profissional, o cumprimento de prazos e metas, bem como a gestão de incidentes e riscos, podem contribuir para um ambiente de trabalho estressante. A priori, a principal causa é por exigirem um alto nível de precisão e responsabilidade, uma vez que erros podem acarretar grandes consequências. Além disso, a competição no mercado de trabalho é intensa, o que pode aumentar a pressão para a entrega de resultados satisfatórios. Desse modo, os profissionais podem ser submetidos a uma carga de trabalho excessiva e prazos apertados, o que pode levar ao estresse e à pressão psicológica. Comprometendo o seu bem-estar emocional em diversas vertentes. No campo da geologia e mineração, os trabalhadores estão expostos a ambientes de alta complexidade, com riscos associados à segurança e à saúde ocupacional. As atividades realizadas nessa área envolvem frequentemente a análise de riscos geotécnicos, a manipulação de explosivos, e o contato com substâncias tóxicas. A posteriori, esses fatores podem gerar situações de estresse e ansiedade para os trabalhadores. A pressão emocional também pode estar presente no trabalho geológico e minerador, especialmente quando as atividades têm impactos ambientais negativos, como a poluição da água, a exploração de áreas sensíveis ou a destruição de ecossistemas. A necessidade de conciliar interesses econômicos com a sustentabilidade ambiental pode gerar conflitos internos nos profissionais, que podem sentir-se responsáveis pelo dano causado ao meio ambiente. Para lidar com esses desafios, é importante que as empresas e as instituições ofereçam suporte psicológico aos profissionais. A implementação de programas de gerenciamento do estresse e de cuidados com a saúde mental pode ser fundamental para a promoção do bem-estar dos trabalhadores. A indústria de mineração desempenha um papel vital na economia global, fornecendo matérias-primas essenciais para diversas indústrias. No entanto, os profissionais que trabalham nesse setor enfrentam desafios significativos em relação à sua saúde mental devido às condições de trabalho hostis, principalmente altos níveis de estresse. As minas frequentemente oferecem um ambiente de trabalho hostil, com riscos de acidentes e condições adversas. O cumprimento de metas de produção rigorosas pode aumentar a pressão sobre os trabalhadores, afetando sua saúde mental. Muitos locais de mineração estão localizados em áreas remotas, afastando os trabalhadores de suas famílias e amigos. O isolamento social prolongado pode contribuir para sentimentos de solidão e ansiedade. A combinação de pressão no trabalho, isolamento social e outros desafios pode levar a transtornos mentais, como estresse pós-traumático, ansiedade e depressão, afetando o bem-estar dos profissionais da mineração. Para abordar essas questões, é fundamental implementar estratégias que promovam a saúde mental dos profissionais da mineração. Isso inclui programas de apoio psicológico, treinamento em resiliência e melhorias nas condições de trabalho. Garantir a saúde mental dos profissionais da mineração não apenas beneficia esses trabalhadores individualmente mas também é essencial para manter um ambiente de trabalho seguro e produtivo. É crucial que as empresas do setor e os órgãos reguladores considerem medidas para abordar os desafios específicos enfrentados por esses trabalhadores em relação ao seu emocional.

**PALAVRAS-CHAVE:** Mineração; Profissionais; Saúde Emocional

# SIMULADOR DE DESGASTE DE PÉROLAS DIAMANTADAS: O USO DE UM MÉTODO INOVADOR EM UM SISTEMA DE DESGASTE

Leonardo Luiz Lyrio da Silveira<sup>1</sup>, Beatriz Carvalheira Moreira<sup>2</sup>, Luan Lamon Machado<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Centro de Tecnologia Mineral — CETEM/MCTI  
<sup>1</sup>leolysil@cetem.gov.br; <sup>2</sup>bia\_moreira@hotmail.com;  
<sup>3</sup>lamon.engenharia@gmail.com.br

A serragem de blocos de rocha em chapas é a primeira etapa do processo de beneficiamento de rochas ornamentais, essa etapa pode ser realizada por teares convencionais ou teares de fios diamantados (multifios). Enquanto os teares convencionais geram uma polpa composta geralmente por granalha, cal e água denominada de Lama de Beneficiamento de Rochas Ornamentais (LBRO), os teares multifios utilizam somente da água para resfriar, lubrificar e limpar os fios com pérolas diamantadas. No ano de 2011 a cadeia produtiva de rochas ornamentais foi marcada pelo início da substituição dos teares convencionais com lâminas de aço por teares de fios diamantados o que resultou em uma maior produtividade, ampliou as margens de lucros e aumentou a competitividade das empresas. Estima-se que até 2025, a capacidade de serragem no Brasil exceda 100 M m<sup>2</sup>/ano e que 80% desta produção sejam provenientes de fios diamantados. Na expectativa de contribuir cientificamente com o setor de beneficiamento de rochas ornamentais, o Centro de Tecnologia Mineral (CETEM) desenvolveu um Simulador de Desgaste de Pérolas Diamantadas (SDPD), cuja fundamentação teórica é respaldada na área de Tribologia, Ciência que estuda o atrito e que especificamente nesse trabalho define um sistema de desgaste (tribossistema). Há alguns fatores a serem considerados dentro deste tribossistema que são dificilmente quantificados e que afetam a eficiência do corte com o fio diamantado, como as características presentes nas rochas: dureza, abrasividade, tensões, grau de alteração, descontinuidades, propriedades mineralógicas e características texturais, e.g.; na ferramenta diamantada: números de pérolas por metro, número de pérolas em contato com a rocha, raio de curvatura do fio em contato com rocha, e.g., e; características dos equipamentos: potência da máquina, velocidade periférica, quantidade de água utilizada, velocidade de arrasto e dimensões do corte, e.g.. Mesmo com o significativo avanço tecnológico verificado na cadeia produtiva de rochas ornamentais nos últimos anos, é de extrema importância que o investimento em pesquisa continue a ocorrer, visando incrementar esse avanço. Diante dessa constatação, foi desenvolvido um método inovador para a abordagem do sistema de desgaste relacionado a essa fase de beneficiamento que visa reduzir custos, impactos ambientais e aperfeiçoar o processo produtivo. Espera-se que com o SDPD o setor de rochas ornamentais incremente inovações nas atuais formas de corte de material rochoso com ferramenta diamantada e que contribua para que tais novidades se convertam em diferencial de mercado frente aos concorrentes.

**PALAVRAS-CHAVE:** Simulador; Tribologia; Fio diamantado

# UTILIZAÇÃO DO PLANEJAMENTO FATORIAL 2K PARA AVALIAR A INFLUÊNCIA DAS VARIÁVEIS OPERACIONAIS NA PRODUÇÃO DAS ROCHAS AGLOMERADAS

Leandro Marçal Fonseca Couto<sup>1</sup>, Alan Dutra Pedruzzi<sup>2</sup>, Monica Castoldi Borlini Gadioli<sup>3</sup>, Mariane Costalonga de Aguiar<sup>4</sup>, Rondinelli Moulin Lima<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup>Centro de Tecnologia Mineral — CETEM/MCTI

<sup>1</sup>leandromarcalbd@hotmail.com;

<sup>2</sup>apedruzzi@cetem.gov.br; <sup>3</sup>mborlini@cetem.gov.br;

<sup>4</sup>maguiar@cetem.gov.br; <sup>5</sup>rlima@cetem.gov.br

O termo "rocha ornamental" se refere a materiais rochosos usados para fins decorativos, estruturais ou revestimentos. O Brasil é um dos principais produtores de rochas ornamentais, sendo o quarto maior em 2020, logo após da China, Índia e Turquia. O estado do Espírito Santo concentra a maior parte das exportações, representando 76% do total nacional. A produção dessas rochas gera uma grande quantidade de resíduos, na lavra e beneficiamento de rochas ornamentais, cerca de 80% da matéria prima é transformada em resíduos, esse problema é agravado pelo fato de que a maior parte desses resíduos é destinada a aterros, onde se acumulam e podem trazer desafios no futuro para sua remoção. As rochas aglomeradas são compostas de aproximadamente 90% de agregados naturais e 10% de resina polimérica e surgem como uma opção para utilização desses resíduos, uma vez que os resíduos podem ser utilizados como um agregado natural. Nos últimos anos o Centro de Tecnologia Mineral (CETEM) tem realizado pesquisas voltadas para o uso desses resíduos na produção de rochas aglomeradas. Entretanto, ainda não existem muitos estudos voltados para analisar a influência das condições operacionais na produção das rochas aglomeradas. Desse modo, o objetivo deste trabalho foi utilizar de um planejamento fatorial 2k para analisar a influência das variáveis operacionais utilizadas na fabricação das rochas aglomeradas. Os resíduos de rochas ornamentais foram obtidos tanto do processo de extração quanto do beneficiamento. Primeiramente foi realizada a caracterização dos resíduos por meio dos ensaios de espectrometria de fluorescência de Raios-X (FRX) e difratometria de Raios-X (DRX). Para fabricação das rochas aglomeradas os resíduos foram britados, moídos, peneirados e classificados em três diferentes granulometrias: grosso (2,38 a 0,707 mm), médio (0,707 a 0,063 mm) e fino (<0,063 mm). A proporção de partículas grossas, médias e finas foi de 66,66% de partículas grossas, 16,67% de partículas médias e 16,67% de partículas finas, recomendada por Agrizzi et al. (2022). Essa proporção granulométrica foi misturada com uma resina poliuretana vegetal derivada do óleo de mamona. A mistura foi compactada sob diferentes pressões, temperaturas e tempo, seguindo as indicações de um planejamento fatorial 2k, com a resistência à flexão das placas como variável resposta. Os ensaios de caracterização revelaram que os resíduos são principalmente compostos de quartzo. Os resultados do planejamento fatorial mostraram que a temperatura de 35°C, pressão de 10 toneladas e 2 horas de prensagem produziram a placa com maior resistência à flexão (23,10 MPa). A análise de variância indicou que as condições operacionais não influenciaram significativamente a resistência à flexão das rochas sob um nível de significância de 5%. No entanto, devido ao baixo coeficiente de determinação ( $R^2 = 0,40$ ), indica que outros fatores podem afetar a qualidade das rochas, sugerindo a necessidade de réplicas para maior confiabilidade nos resultados.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resíduos; Rochas Ornamentais; Rochas Aglomeradas

# UTILIZAÇÃO DO PLANEJAMENTO SIMPLEX-LATTICE PARA O DESENVOLVIMENTO DE ROCHAS AGLOMERADAS PRODUZIDAS COM RESÍDUO DE ROCHA ORNAMENTAL

Bruno Mardegan<sup>1</sup>, Rondinelli Moulin Lima<sup>2</sup>, Alan Dutra Pedruzzi<sup>3</sup>, Mariane Costalonga de Aguiar<sup>4</sup>,  
Monica Castoldi Borlini Gadioli<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup>Centro de Tecnologia Mineral — CETEM/MCTI

<sup>1</sup>bruno.mardegann@hotmail.com;

<sup>2</sup>rlima@cetem.gov.br; <sup>3</sup>apedruzzi@cetem.gov.br;

<sup>4</sup>maguiar@cetem.gov.br; <sup>5</sup>mborlini@cetem.gov.br

A grande procura de rochas ornamentais no mercado internacional gera uma grande demanda de produção de rochas ornamentais no Brasil. Somente no 1º trimestre de 2023 o Brasil exportou 364,3 mil toneladas de rochas ornamentais, faturando US\$ 223,8 milhões. Entretanto, o setor de rochas ornamentais gera uma grande quantidade de resíduos tanto na extração quanto no beneficiamento. Sem nenhuma finalidade, esses resíduos acabam sendo depositados em aterros. Uma alternativa é a sua utilização na produção de novos materiais, como as rochas aglomeradas, que são compostos por agregados minerais e uma baixa porcentagem de resina polimérica. Essas rochas podem ser fabricadas de várias formas cores e tamanhos, podendo ser aplicadas em bancadas, banheiros e cozinhas. Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi utilizar de um planejamento estatístico Simplex-Lattice para encontrar a melhor proporção de resíduos de rochas ornamentais na fabricação de rochas aglomeradas. Para isso, foram analisadas, como resposta, a densidade aparente e a absorção de água para cada combinação de rocha produzida. Foram utilizados resíduos de quartzitos obtidos da extração e do beneficiamento. Eles foram britados, moídos e peneirados em três faixas granulométricas: grossa (2,38 a 0,707 mm), média (0,707 a 0,063 mm) e fina (<0,063 mm). O planejamento Simplex-Lattice foi utilizado para encontrar a melhor proporção de partículas grossas, médias e finas, sendo avaliadas 14 combinações dessas granulometrias. As rochas foram compostas por 1.100 g de resíduos e 110 g de resina epóxi. Para a produção das rochas, utilizou-se o método de termo-vibro-compressão a vácuo, onde as rochas foram prensadas a 33,3 MPa durante 20 minutos a uma temperatura de 90 °C. Após a prensagem, foi realizada a pós-cura das rochas em uma estufa. As rochas foram produzidas com dimensões de 200 x 200 mm e espessura de 15 mm. Por serem materiais utilizados na construção civil se faz necessário analisar a absorção de água, pois a infiltração de líquidos pode causar manchas no material além de levar a problemas de deterioração estrutural. Já a densidade demonstra o nível de empacotamento das partículas. Então, como resposta a planejamento foram avaliadas a densidade aparente e absorção de água de cada combinação de rocha produzida, seguindo a norma europeia de rochas aglomeradas EN 14617-1. Verificou-se que a rocha aglomerada com a composição de 66,66% de grosso, 16,66% de médio e 16,66% de fino, foi a que apresentou os melhores resultados, obtendo-se uma densidade aparente e absorção de água de  $2.164 \pm 44,54$  kg/m<sup>3</sup> e  $0,25 \pm 0,02$  %, respectivamente. Resultados semelhantes podem ser encontrados na literatura. Os valores encontrados estão dentro dos critérios tecnológicos estipulados para rochas naturais silicosas aplicadas em baixo, médio e alto tráfego, cuja absorção de água deve ser <0,4%. Por tanto, a utilização de resíduos para a fabricação de rochas aglomeradas se torna uma alternativa ecológica e sustentável.

**PALAVRAS-CHAVE:** Planejamento Estatístico; Resina; Quartzito

# UTILIZAÇÃO SUSTENTÁVEL DOS FINOS DO BENEFICIAMENTO DE ROCHAS ORNAMENTAIS NA PRODUÇÃO DE CERÂMICA VERMELHA

Matheus Moura Amorim<sup>1</sup>, Mariane Costalonga de Aguiar<sup>2</sup>, Monica Castoldi Borlini Gadioli<sup>3</sup>, Kayrone Marvila de Almeida<sup>4</sup>, Maria Angélica Kramer Sant'ana<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup>Centro de Tecnologia Mineral — CETEM/MCTI

<sup>1</sup>matheusamorim0910@gmail.com;

<sup>2</sup>maguiar@cetem.gov.br; <sup>3</sup>mborlini@cetem.gov.br;

<sup>4</sup>kayronemarvila@gmail.com;

<sup>5</sup>mariaangelicaks@gmail.com

O Brasil desempenha um papel significativo no mercado global de rochas ornamentais sendo um importante produtor e exportador dessas rochas. Entre janeiro e maio de 2023, o valor total das exportações brasileiras de rochas naturais alcançou US\$ 427,3 milhões, correspondendo a um volume de 703,8 mil toneladas. A utilização dos resíduos de rochas ornamentais na produção de cerâmica vermelha contribui para a redução do descarte no meio ambiente. O objetivo deste trabalho foi analisar as propriedades físicas e mecânicas da cerâmica vermelha com a incorporação do resíduo de rochas ornamentais e estabelecer diretrizes para o uso desses resíduos na fabricação de cerâmica vermelha, com foco na redução do impacto ambiental e na otimização do uso de matérias-primas. A preocupação global crescente em relação às questões ambientais como o uso sustentável dos recursos e o manejo adequado dos resíduos, tem impulsionado abordagens para transformar a lógica linear. Com isso, a economia circular surge com o objetivo de os materiais serem reutilizados, recuperados e reciclados visando um ciclo fechado e resíduo zero. Neste trabalho, utilizaram-se como matérias-primas a argila do norte do estado do Espírito Santo e os resíduos de granito proveniente do município de Cachoeiro de Itapemirim-ES. Foram realizadas incorporações nas seguintes proporções: 0, 10, 20, 30, 40 e 50% em peso. Nas composições elaboradas, foram preparados corpos de prova por extrusão. Após a moldagem, os materiais foram secos ao ar e em estufa a 110 °C até atingirem peso constante. Posteriormente, foram queimados a 700 e 800 °C com uma taxa de aquecimento de 2 °C/min, e permaneceram na temperatura de patamar por 180 minutos. Em seguida, foram realizados ensaios de densidade, retração linear, absorção de água, porosidade e resistência mecânica. De acordo com a NBR 15270-1 (2017) para a fabricação de blocos de vedação e tijolos maciços a absorção de água deve estar entre 8% a 25%. E de acordo com a NBR 15310 (2009) para a fabricação de telhas, a absorção de água não deve ultrapassar 20%. Com isso, as cerâmicas fabricadas neste trabalho apenas com argila não se enquadraram para a fabricação de nenhum dos materiais estipulados pela norma. Com a adição de resíduo de rocha ornamental todos se enquadraram para a fabricação de blocos de vedação e tijolos maciços e para a fabricação de telhas, apenas as cerâmicas produzidas com 30, 40 e 50% de resíduo. De acordo com a norma NBR 15270-1 (2017), a resistência mecânica mínima para a fabricação de blocos de vedação é de 1,5 MPa e para tijolos maciços de 4 MPa. Todas as cerâmicas fabricadas se enquadraram nos valores determinados pela norma. Quanto a temperatura de queima as propriedades avaliadas tiveram resultados aproximados, com isso, é possível fabricar as cerâmicas na temperatura mais baixa e assim diminuir o gasto energético. A incorporação dos resíduos de rochas ornamentais na massa da cerâmica vermelha resultou em melhorias nas propriedades tecnológicas, como menor absorção de água e maior resistência mecânica. Os resíduos de rochas ornamentais têm aplicações promissoras na indústria cerâmica, proporcionando benefícios significativos ao material.

**PALAVRAS-CHAVE:** Rochas Ornamentais; Cerâmica Vermelha; Economia Circular

# XI SIMPÓSIO DE ROCHAS ORNAMENTAIS DO NORDESTE

12 a 15 de novembro, 2023

Campina Grande - PB

## LIVRO DE RESUMOS

### COMITÊ ORGANIZADOR

Leonardo Luiz Lyrio da Silveira (CETEM/MCTI)  
Elissandra N. de Moura Lima - UFCG  
Nuria Fernández Castro (CETEM-MCTI)  
Isabela Oliveira Rigão (CETEM/MCTI)  
Guilherme de Resende Camara (CETEM/MCTI)  
Francisco Wilson Hollanda Vidal (CETEM/MCTI)

### REALIZAÇÃO



NÚCLEO  
NORDESTE



Universidade Federal  
de Campina Grande



MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA  
E INOVAÇÃO



Copyright @ 2024 CETEM/MCTI

Informações:

CETEM – Centro de Tecnologia Mineral

Av. Pedro Calmon, 900 – Cid. Universitária 21941-908 – Rio de Janeiro – RJ

Homepage: [www.cetem.gov.br](http://www.cetem.gov.br)