

# **IMPLANTAÇÃO DO *CAMPUS* AVANÇADO DO CETEM EM CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM – ES, ESPECIALIZADO EM ALTERABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO DE ROCHAS ORNAMENTAIS**

**ROBERTO CARLOS DA CONCEIÇÃO RIBEIRO**

Bolsista PCI, Profº - Engenheiro Químico, D. Sc.

**ADRIANO CARANASSIOS**

Orientador, Engº de Minas, D. Sc.

## **Resumo**

O CETEM, unidade de pesquisa e desenvolvimento tecnológico do Ministério da Ciência e Tecnologia, por meio de seu planejamento estratégico, identificou a necessidade de descentralizar suas atividades através da implantação de estruturas de pesquisa em regiões caracterizadas pela necessidade de promoção de extensionismo tecnológico de base mineral. Dessa forma, aliado a parceiros locais, inaugurou-se no dia 23 de março de 2007, o 1º *campus* avançado em Cachoeiro de Itapemirim, sendo também a primeira unidade do MCT no ES. Com recursos do MCT, foram adquiridos equipamentos de última geração para realização de ensaios de caracterização e alterabilidade das rochas. Hoje, o laboratório atende aos produtores por meio de propostas de trabalhos técnicos, além da pareceria com o CNPq e FINEP para realização de projetos de pesquisas.

## **1. Introdução**

O Centro de Tecnologia Mineral – CETEM vem desenvolvendo ao longo dos últimos anos, ações tecnológicas para o setor produtivo de rochas ornamentais brasileiro, consolidando-se como um pólo de referência nacional. Dentro deste contexto, vem atuando maciçamente junto a empresas e Instituições Federais do Estado do Espírito Santo, que é o maior produtor de Rochas Ornamentais do Brasil. Dessa forma, o CETEM pôde verificar as principais necessidades dos produtores, como a criação de um Centro de Estudos especializado em Rochas Ornamentais no referido Estado.

Com isso, a fim de atender a solicitação do Setor, o Ministro de Ciência e Tecnologia Sérgio Resende anunciou a liberação de verba para compra de equipamentos e implementação do *Campus* Avançado do CETEM, em Cachoeiro de Itapemirim, objetivando o fornecimento de competitividade e desenvolvimento de tecnologia e inovação à cadeia produtiva de rochas, desde o mapeamento geológico dos depósitos, planejamento de lavra, melhoria no processo de beneficiamento, caracterização tecnológica dos produtos, avaliação de insumos, além de apoio na formação de recursos humanos.

Devido a tais fatores, a implementação do referido laboratório foi enquadrada como uma das metas da programação trienal 2006-2008 do Centro de Tecnologia Mineral – CETEM, devendo ser iniciada de forma imediata.

Baseado nisto, e na aquisição de equipamentos que irão proporcionar o desenvolvimento de pesquisas e ensaios de caracterização tecnológica no setor de rochas ornamentais, estabeleceu-se como objetivo principal a implantação do campus avançado do CETEM em Cachoeiro de Itapemirim para atender a demanda do setor.

## **2. Metodologia**

Para implementação do campus avançado do CETEM – ES dividiu-se o trabalho em três etapas principais. Primeiramente, na aquisição de equipamentos e mobiliário, por meio de pregões eletrônicos, e coordenação das obras de implementação do Centro, em um laboratório cedido pelo CEFETES. Posteriormente, realizou-se a etapa de contratação de pesquisadores bolsistas, treinamento técnico e na implementação do Centro. Por fim, o desenvolvimento de trabalhos técnicos com rochas ornamentais para consolidação das atividades do Centro.

### **2.1. Aquisição de Equipamentos e Coordenação de Obras**

Nesta etapa realizou-se, por meio de pregões eletrônicos, a aquisição de mobiliários, computadores e equipamentos específicos para ensaios com rochas ornamentais. Dessa forma, fez-se necessário à preparação de todos os editais com as características de todos os equipamentos, bem como no acompanhamento dos pregões. Concomitante ao processo de aquisição de equipamentos foram realizadas as obras civis no laboratório cedido pelo CEFETES para implementação do CETEM. Com isso, realizou-se a confecção do *layout* do Centro para posterior disposição dos equipamentos.

### **2.2. Contratação de Bolsistas e Implementação do Centro**

Após a finalização das obras civis fez-se necessário à contratação de bolsistas capazes de implementar o Centro e realizar as futuras atividades de pesquisa. Esse processo foi possível, devido à liberação de cotas de bolsas PCI para os níveis técnico e de pesquisadores. Além disso, houve a liberação de uma cota de bolsa especialista visitante (BEV) para D.Sc. Maria Angélica Lima, que foi responsável pelo treinamento e especialização da equipe técnica formada nos equipamentos adquiridos.

### **2.3 Atividades de Pesquisa em Rochas Ornamentais**

Após a inauguração, o CETEM-ES tornou-se um pólo de referência para todos os produtores de rochas ornamentais da região de Cachoeiro de Itapemirim que necessitavam de ensaios de caracterização de suas rochas. Dessa forma, os pesquisadores do *Campus Avançado* iniciaram a elaboração de uma série de propostas de trabalhos técnicos para as empresas, além da submissão de projetos de pesquisa em órgãos de fomento, como CNPq e FINEP, buscando o aprofundamento nos estudos em rocha ornamentais.

### **2.4 Ensaios com Rochas Ornamentais**

As propostas de trabalho em rochas ornamentais, geralmente, eram constituídas pela determinação da composição química e mineralógica das amostras, dos índices físicos, da medição do desgaste Amsler, dos ensaios de microdureza, da determinação da velocidade ultrassônica, da resistência à compressão, além da

verificação da alterabilidade em câmaras de névoa salina, ultravioleta, umidade, SO<sub>2</sub> e gelo-degelo. Todos os ensaios seguiram os procedimentos estabelecidos nas normas da ABNT e ou ASTM, bem como nos trabalhos de Frascá (2003) e Frazão e Farjallat (1995).

### **3. Resultados e Discussão**

#### **3.1 Aquisição de Equipamentos e Coordenação de Obras**

Foram adquiridos os seguintes equipamentos: Câmaras de névoa salina, umidade, ultravioleta, SO<sub>2</sub>, gelo-degelo, microdurômetro, lupa binocular, paquímetro digital, medidor de brilho, prensa hidráulica, balanças, aparelho de desgaste *Amsler*, medidor de velocidade ultrassônica, britadores e moinhos, além de uma máquina de corte de rochas.

#### **3.2 Contratação de Bolsistas e Implementação do Centro**

Após uma análise em diversos currículos, pôde-se contratar uma bolsista engenheira química, com doutorado, uma bolsista com especialização em rochas ornamentais, uma geóloga com mestrado e dois técnicos de nível médio. A contratação desses bolsistas permitiu a implementação do Centro e sua inauguração em 23 de abril de 2007.

#### **3.3 Atividades de Pesquisa em Rochas Ornamentais**

Apenas com nove meses de fundação o *campus* Avançado conseguiu elaborar mais de quarenta propostas de trabalhos técnicos (PTs), sendo que cerca de vinte propostas foram aceitas. Dentre as empresas que aceitaram propostas, destacam-se: Gramil, Sulcamar, Granlider, Pemagran, Pleiades Mineração, Serra Norte, Lunagral, Granvital, Thor e Marmoraria Colonial, que receberam relatórios técnicos (RTs) caracterizando seus materiais. Tais relatórios foram entregues, pelos produtores, ao DNPM, como laudo técnico de caracterização da rocha, o que foi bem aceito por esta entidade.

### **4. ESTUDO DE CASO**

Dentre os trabalhos de pesquisas realizados pelo novo *campus* avançado pode-se destacar o estudo de alterabilidade de uma rocha chamada comercialmente de limestone Mondorè, utilizado como piso de um escritório em um shopping do Rio de Janeiro.

A empresa Marmoraria Colonial foi a fornecedora de uma rocha Limestone (Monderè) para uma obra civil em uma sala de um Shopping no Rio de Janeiro. No entanto, passado alguns dias após sua colocação, as rochas apresentaram mudança de coloração, manchamento e liberação constante de um resíduo sólido. Com base nisso, a empresa contactou o grupo de pesquisa do *campus* avançado para que se descobrisse a possível causa do dano que as rochas sofreram e a emissão de um laudo técnico.

## 4.1 Metodologia Utilizada

### 4.1.1 Índices Físicos

Foram utilizados 10 corpos de prova, nas dimensões (5,5 cm x 4 cm x 2 cm) da amostra de rocha. Os corpos de prova foram pesados, a seco, após 24 h em estufa a 70 °C. Posteriormente, foram submersos em água destilada por 24 h e foram obtidos seus pesos, saturado e submerso, com o auxílio de uma balança de precisão.

Posteriormente, calculou-se suas massas específicas secas e saturadas, porosidade e absorção d'água, por meio de fórmulas especificadas na norma ABNT 12.766/92.

### 4.1.2 Alterabilidade da rocha Limestone Mondorè.

A fim de se tentar determinar a causa do estrago nas rochas, foram realizados ensaios de ataque químico utilizando os reagentes descritos na tabela 4.1 em placas de rochas com as dimensões 10 x 10 x 2 cm. Em cada uma das placas colocou-se um anel, em PVC, para adição dos reagentes descritos na tabela 3.1. Cada reagente ficou em contato com a rocha durante 24 h sendo posteriormente avaliado macroscopicamente e em lupa binocular.

**Tabela 4.1:** Reagentes utilizados

Ácido Clorídrico PA	Cloreto de Amônio PA	Hidróxido de Sódio PA
Hipoclorito de Sódio PA	Ácido Sulfúrico PA	Água Oxigenada PA
Ácido Cítrico PA	Aguarrás	Removedor Tiner comercial

## 4.2 Resultados Obtidos

### 4.2.1 Índices físicos do Limestone Mondorè

Por meio da tabela 4.2 pode-se verificar os valores de massas específicas, seca e saturada, porosidade e absorção.

**Tabela 4.2:** Índices Físicos da rocha limestone Mondorè.

Massa específica seca (kg/m <sup>3</sup> )	2,27
Massa específica saturada (kg/m <sup>3</sup> )	2,38
Porosidade (%)	11,24
Absorção d'água (%)	4,96

Pode-se observar que a densidade média da referida rocha é da ordem de 2,3 kg/m<sup>3</sup> caracterizando-a como um calcário de média densidade, segundo a norma ASTM C 568. Com isso, de acordo com a referida norma, os valores de absorção d'água devem ser menores que 7,5%. Dessa forma, verifica-se que a rocha em estudo está adequada aos valores preconizados.

#### 4.2.2 Alterabilidade da rocha Limestone Mondorè.

A tabela 4.3 apresenta os resultados macroscópicos do ataque químico nas peças de rocha em estudo. Pode-se verificar na coluna da esquerda a rocha sem o ataque de reagentes químicos, na coluna central, o aspecto macroscópico após sofrerem o ataque de cada substância e na coluna da direita o aspecto microscópico.

**Tabela 4.3:** Aspectos macroscópicos e microscópicos da rocha após ataque químico.

 ausente de reagente	 com ácido cítrico	 com ácido cítrico
 ausente de reagente	 com ácido sulfúrico	 com ácido sulfúrico
 ausente de reagente	 com removedor aguarrás	 com removedor aguarrás
 ausente de reagente	 com hipoclorito de sódio	 com hipoclorito de sódio

		
ausente de reagente	com ácido clorídrico	com ácido clorídrico
		
ausente de reagente	com água oxigenada	com água oxigenada
		
ausente de reagente	com cloreto de amônio	com cloreto de amônio
		
ausente de reagente	com hidróxido de sódio	com hidróxido de sódio
		
ausente de reagente	com removedor TNER	com removedor TNER

Pôde-se observar que os ácidos são responsáveis pela destruição da estrutura da rocha, com liberação de pó. Tal fato pôde ser comprovado pelas análises microscópicas. Em relação ao reagentes, TNER, aguarrás,

hidróxido de sódio, hipoclorito de sódio e cloreto de amônio, observou-se a formação de manchas na superfície das rochas.

#### **4. Conclusões**

Pôde-se concluir que o campus avançado do CETEM, em Cachoeiro de Itapemirim, foi inaugurado e apresenta-se em funcionamento, atendendo ao setor produtivo de rochas ornamentais de todo o Brasil.

Em relação ao laudo técnico emitido para Marmoraria Colonial, pode-se concluir que os ácidos são reagentes responsáveis pelo manchamento e destruição da estrutura da rocha havendo liberação constante de pó. Possivelmente, produtos de limpeza que contenham ácidos em suas composições serão responsáveis pela degradação da rocha.

Em termos de solventes orgânicos, como tiner e aguarrás, observou-se que os mesmos são responsáveis pelo manchamento da rocha. São responsáveis também pelo manchamento da rocha, hipoclorito de sódio, que é o componente principal da água sanitária, cloreto de amônio, que é o componente principal de limpadores de piso, como AJAX, hidróxido de sódio, que é o componente principal da soda cáustica.

#### **5. Agradecimentos**

Os autores gostariam de agradecer ao CETEM, pelo apoio e incentivo na implementação do novo Campus Avançado, ao CNPq, pelo apoio financeiro, ao CEFETES pelo acolhimento e, em especial, aos seguintes pesquisadores: Julio Guedes, Joedy, Jacinto Frangela, D. Julia, D. Lucimar, Vera, Pessanha e Cesar pelo grande apoio fornecido.

#### **6. Referências Bibliográficas**

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1992, NBR 12.766/92: rochas para revestimento, determinação da massa específica aparente, porosidade aparente e absorção d'água aparente, Rio de Janeiro.

\_\_\_\_\_. (1997) NBR 13.818/97: Determinação da Resistência ao Ataque Químico, Rio de Janeiro.

Frasca, M. H. B. O., Estudos Experimentais de Alteração Acelerada em Rochas Graníticas para Revestimento, Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

Frazão, E. B. e Farjallat, J. E. S., Características tecnológicas das principais rochas brasileiras usadas como pedras de revestimento, I Congresso Internacional da Pedra Natural, Lisboa, 1995, 47 - 58 p.