

# CAPÍTULO 11

---

## ESTUDO DE ALTERABILIDADE DE UM LIMESTONE DE NOME COMERCIAL MONDORÈ

*Roberto Carlos da Conceição Ribeiro<sup>1</sup>, Julio César Guedes Correia  
& Adriano Caranassios*

### RESUMO

Recentemente, um Limestone (Monderè), foi utilizado em uma obra civil em um Shopping do Rio de Janeiro como piso em uma sala de rente para o mar. No entanto, passado alguns dias após sua colocação, as rochas apresentaram mudança de coloração, manchamento e liberação constante de um resíduo sólido. Na tentativa de limpeza da rocha foi utilizado peróxido de hidrogênio (água oxigenada), com enceradeira com uma esponja Scotch Bride. Com a limpeza realizada, as rochas ficaram claras, mas após um certo tempo voltaram a apresentar a tonalidade amarelada. Com base nisto, realizaram-se ensaios de caracterização e alterabilidade de rochas, para que se descobrisse a possível causa do dano que as rochas sofreram. Dessa forma, realizaram-se ensaios de índices físicos e ataque químico com uma série de reagentes químicos. Pôde-se observar que o material apresentou variação de sua estrutura, com liberação de pó e alteração de coloração após a adição de reagentes ácidos, indicando que o material colocado no shopping, possivelmente, foi limpo com algum produto de limpeza, que continha ácido em sua composição, que foi capaz de destruir o piso como um todo.

### 1. INTRODUÇÃO

Uma marmoraria do Rio de Janeiro foi à fornecedora de uma rocha chamada comercialmente de Limestone Monderè, como apresentado na figura 1.1, para uma obra civil em um Shopping da referida cidade.

---

<sup>1</sup> Eng. Químico, Ph.D. Centro de Tecnologia Mineral. E-mail: rcarlos@cetem.gov.br



**Figura 1.1:** Aspecto macroscópico da rocha Mondorè.

No entanto, passado alguns dias após sua colocação, as rochas apresentaram mudança de coloração, manchamento e liberação constante de um resíduo sólido, como indicam as figuras 1.2 e 1.3.

Na tentativa de limpeza da rocha foi utilizado peróxido de hidrogênio (água oxigenada), com enceradeira com uma esponja *Scotch Bride*. Com a limpeza realizada as rochas ficaram claras, mas após um certo tempo voltaram a apresentar a tonalidade amarelada. Outros esclarecimentos que nos foram passados foi que após o assentamento o material foi co-

berto com plástico bolha, mas não em toda a extensão todo o tempo. A pintura das paredes foi feita à pistola, e haviam partes do piso expostas. Além disso, possivelmente, algum material de limpeza não adequado foi utilizado para limpeza da cola dos rodapés, que foram feitos após a colocação do piso.

Com base nisto, a referida empresária contactou o Centro de Tecnologia Mineral – CETEM, que realiza ensaios de caracterização e alterabilidade de rochas, para que se descobrisse a possível causa do dano que as rochas sofreram.



**Figura 1.2:** Verificação do surgimento de pó.



**Figura 1.3:** Manchas observadas.

## 2. OBJETIVO

Baseado nos fatos relatados acima, o objetivo deste trabalho foi o de verificar se a degradação sofrida pela rocha ocorreu de forma natural ou ocorreu devido a um ataque químico.

## 3. EXPERIMENTAL

### 3.1) Índices Físicos

Utilizou-se 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.

### 3.2 Ataque Químico

Foram realizados ensaios de ataque químico utilizando os reagentes descritos na tabela 3.1 em 18 placas com as dimensões 10 x 10 x 2 cm, a fim de se tentar descobrir o produto comercial ou o composto químico causador do problema nas rochas.

**Tabela 3.1:** 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	Água Sanitária comercial	Removedor Tiner comercial
Aguarrás	VEJA	AJAX
Sapólio Radium em pó	Álcool etílico comercial	Sabão em pasta
Sabão em Pó	Cera líquida Tacolac	Soda Cáustica

Em cada uma das placas colocou-se um anel, em PVC, para adição dos reagentes descritos na tabela 3.1, como apresentado na figura 3.1. Cada reagente ficou em contato com a rocha durante 24 h sendo posteriormente avaliado macroscopicamente e em lupa binocular. As peças que sofreram alterações significativas foram tratadas com peróxido de hidrogênio (água oxigenada) e impermeabilizados com o produto Bellinoní IDEA HP.



**Figura 3.1:** Procedimento do ensaio de ataque químico.

## 4. RESULTADOS

### 4.1 Índices Físicos

Por meio da tabela 4.1 pode-se verificar os valores de massas específicas, seca e saturada, porosidade e absorção.

**Tabela 4.1:** 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

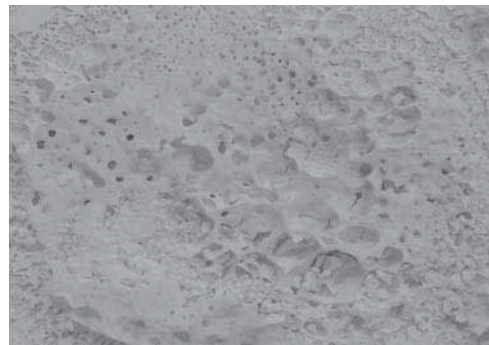
Pode-se observar que a densidade média da referida rocha é da ordem de 2,3 kg/m<sup>3</sup> caracterizando-a como um calcário de média densidade, segundo a norma ASTM C 568. Com isso, de acordo com a referida norma, os valores de absorção d'água devem ser menores que 7,5%. Dessa forma, verifica-se que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

### 4.2 Ataque Químico

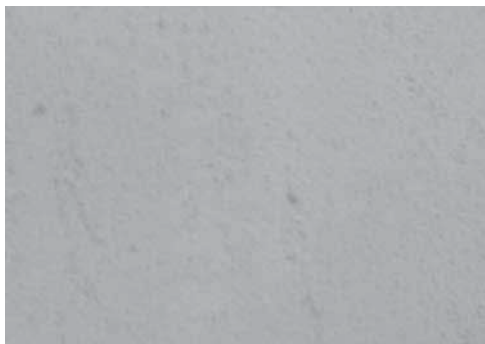
A tabela 4.2 apresenta os resultados macroscópicos do ataque químico nas peças de rocha em estudo. Pode-se verificar na coluna da esquerda a rocha sem o ataque de reagentes químicos e na coluna da direita após sofrerem o ataque de cada substância.

**Tabela 4.2:** Aspectos macroscópicos da rocha após ataque químico.

SEM ÁCIDO CÍTRICO



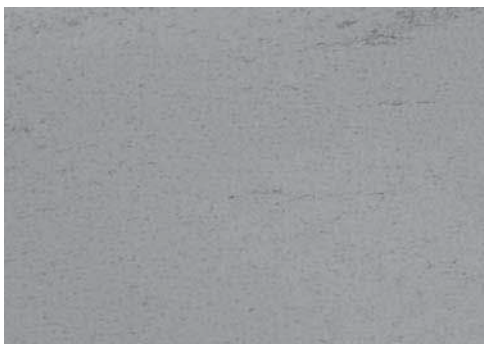
COM ÁCIDO CÍTRICO



SEM SABÃO EM PÓ



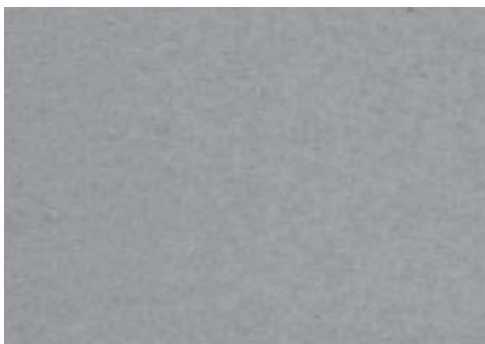
COM SABÃO EM PÓ



SEM CERA TACOLAC



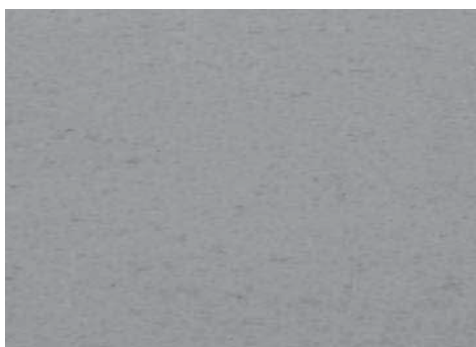
COM CERA TACOLAC



SEM ÁCIDO SULFÚRICO



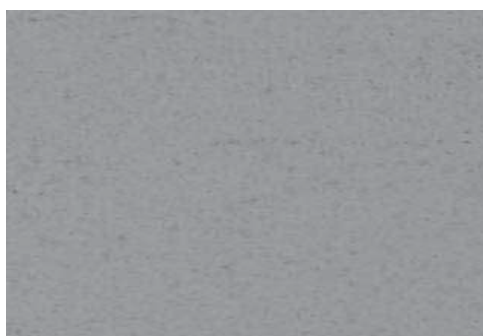
COM ÁCIDO SULFÚRICO



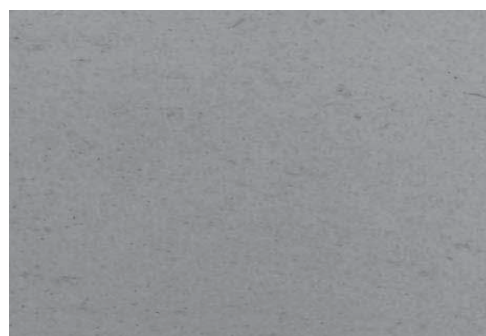
SEM AGUARRÁS



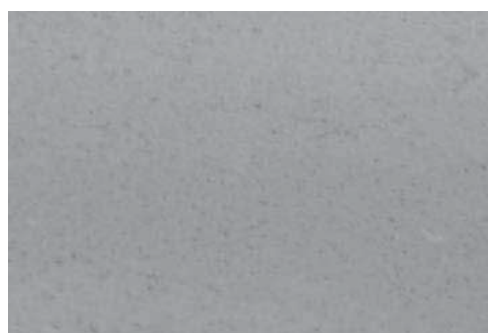
COM AGUARRÁS



SEM HIPOCLORITO DE SÓDIO



COM HIPOCLORITO DE SÓDIO



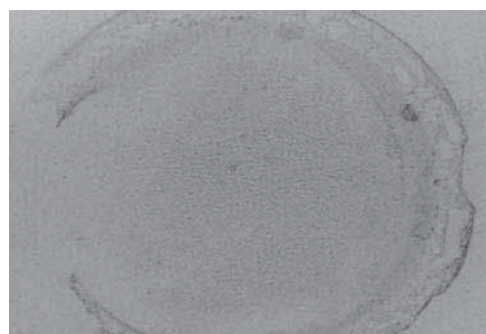
SEM ÁGUA SNITÁRIA



COM ÁGUA SANITÁRIA



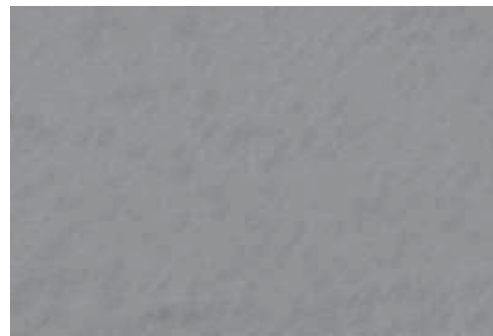
SEM ÁCIDO CLORÍDRICO



COM ÁCIDO CLORÍDRICO



SEM ÁGUA OXIGENADA



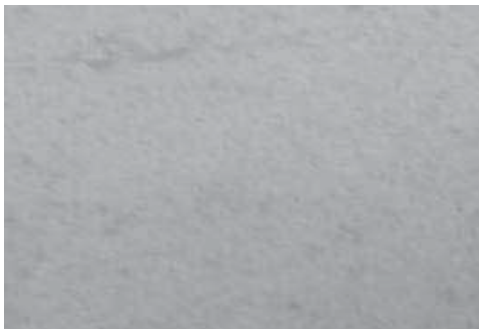
COM ÁGUA OXIGENADA



SEM CLORETO DE AMÔNIO



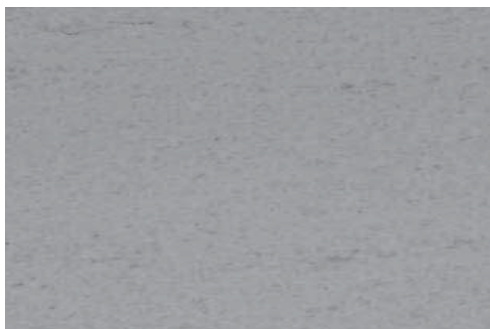
COM CLORETO DE AMÔNIO



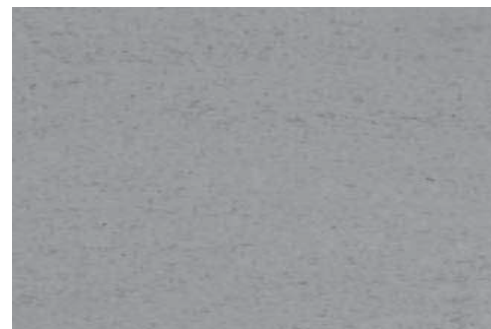
SEM HIDRÓXIDO DE SÓDIO



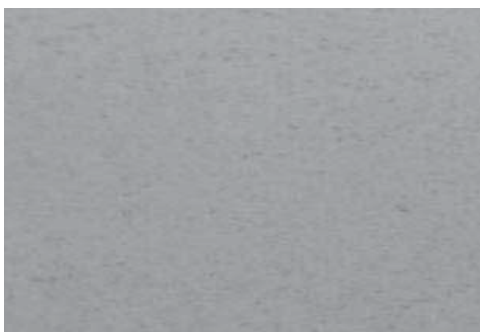
COM HIDRÓXIDO DE SÓDIO



SEM SAPÓLIO RADIUM



COM SAPÓLIO RADIUM



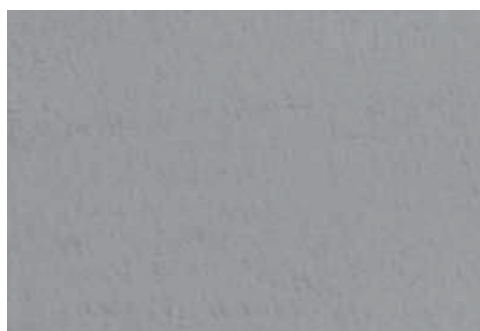
SEM VEJA



COM VEJA



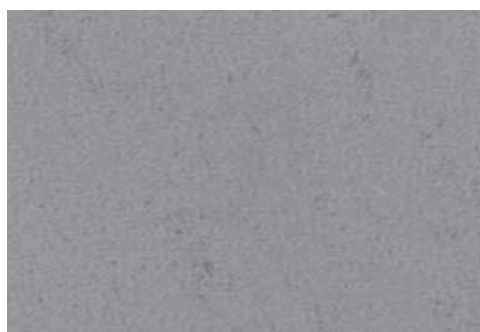
SEM ÁLCOOL ETÍLICO



COM ÁLCOOL ETÍLICO



SEM SODA CÁUSTICA



COM SODA CÁUSTICA



SEM AJAX



COM AJAX





SEM SABÃO EM PASTA



COM SABÃO EM PASTA

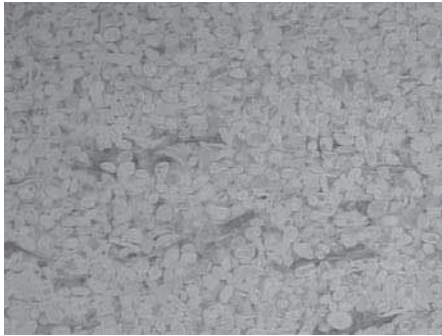


SEM REMOVEDOR TINER

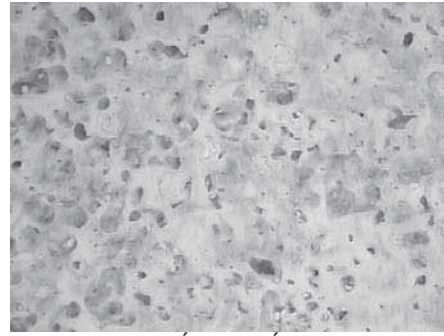


COM REMOVEDOR TINER

A tabela 4.3 apresenta os resultados do ataque químico, em lupa binocular, com um aumento de duas vezes da amostra original. Pode-se observar de forma mais detalhada que a rocha apresenta granulometria fina e textura granular. Pode-se observar o comportamento da mesma após a ação de cada reagente.

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

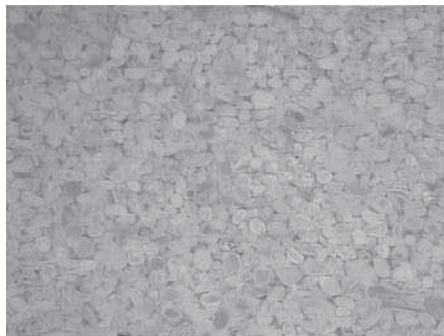
AO NATURAL



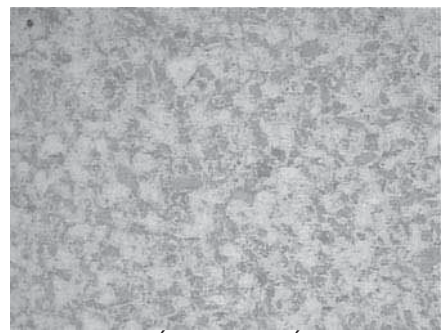
COM ÁCIDO CÍTRICO



COM CERA TACOLAC



COM SABÃO EM PÓ



COM ÁCIDO SULFÚRICO



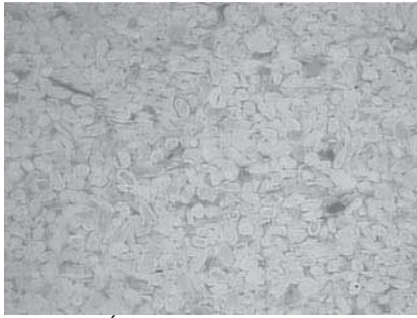
COM AGUARRÁS



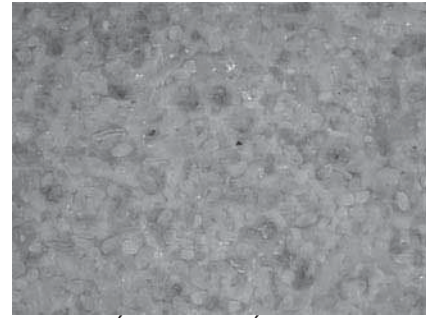
COM HIPOCLORITO DE SÓDIO



COM ÁGUA SANITÁRIA



ÁGUA OXIGENADA



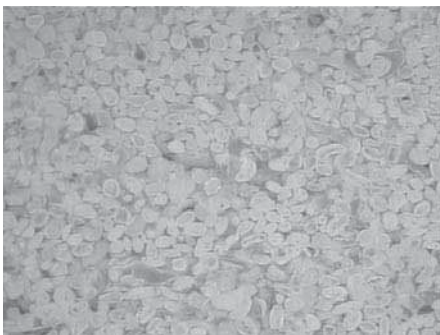
ÁCIDO CLORÍDRICO



HIDRÓXIDO DE SÓDIO



CLORETO DE AMÔNIO



VEJA



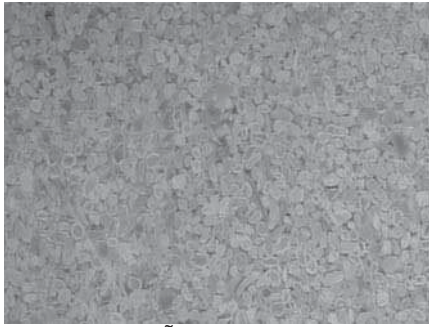
SAPÓLIO RADIUM



SODA CÁUSTICA



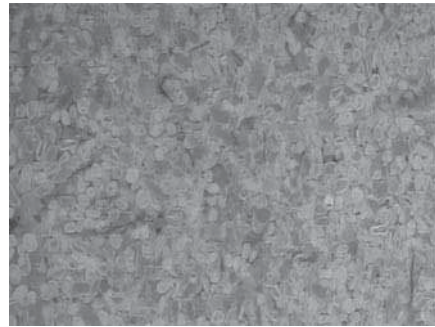
ÁLCOOL ETÍLICO



SABÃO EM PASTA



AJAX



TINER

Por meio da tabela 4.4 pode-se verificar as principais observações a respeito das alterações sofridas pela rocha após o contato com os reagentes químicos.

**Tabela 4.4:** Observações sobre as alterações sofridas pela rocha.

Reagentes	Modificações observadas
1. Ácido Cítrico	Desestruturação da rocha e liberação de pó. Comprovação na análise microscópica
2. Sabão em pó	Aparecimento de manchas
3. Cera TACOLAC	Não se observou alteração
4. Ácido Sulfúrico	Surgimento de mancha e destruição da estrutura da rocha, com liberação de pó. Comprovação na análise microscópica
5. Aguarrás	Aparecimento de manchas
6. Hipoclorito de Sódio	Aparecimento de manchas
7. Água sanitária	Não houve alteração
8. Ácido Clorídrico	Surgimento de mancha e destruição da estrutura da rocha, com liberação de pó. Comprovação na análise microscópica
9. Água Oxigenada	Não houve alteração
10. Cloreto de Amônio	Aparecimento de manchas
11. Hidróxido de Sódio	Aparecimento de manchas
12. Sapólio Radium	Não houve alteração
13. VEJA	Não houve alteração
14. Álcool Etílico	Não houve alteração
15. Soda Cáustica	Aparecimento de manchas
16. AJAX	Não houve alteração
17. Sabão em pasta	Não houve alteração
18. Removedor Tiner comercial	Aparecimento de manchas

## 5. CONCLUSÕES

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, sabão em pó, 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.

O não aparecimento de manchas após contato com água sanitária e AJAX, apesar dos mesmos serem produtos que contenham reagentes que apresentaram manchas, pode estar relacionado com a diluição dos mesmos.

## 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.

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.