

# **AValiação DE DESEMPENHO DE SISTEMAS: ROCHA + ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO + IMPERMEABILIZANTE, DESTINADOS A REVESTIMENTOS DE PISOS E PAREDES DE EDIFICAÇÕES**

Yara Pereira Silva <sup>1</sup>; Eleno de Paula Rodrigues <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Aluno de Iniciação Científica da Escola de Engenharia Mauá (EEM/CEUN-IMT);

<sup>2</sup> Professor da Escola de Engenharia Mauá (EEM/CEUN-IMT).

**Resumo.** *O trabalho no qual este relatório é baseado, foi realizado a fim de fornecer informações e dados quanto a tensão de resistência que algumas argamassas têm quando rochas (impermeabilizadas ou não) são assentadas sobre elas em um substrato padrão.*

*Foram realizados ensaios de impermeabilizações, assentamentos e arrancamentos. Todos os corpos de provas de prova tinham uma dimensão 50 x 50 mm<sup>2</sup>. Para a mesma combinação de rocha-argamassa-impermeabilizante foram realizados 5 ensaios idênticos, para que fosse possível tirar a média equivalente dos dados e evitar assim erros devidos aos testes laboratoriais.*

*Após o ensaio de arrancamento, os dados obtidos foram organizados em tabelas afim de facilitar a análise dos diferentes resultados. Tais dados são complementados com um estudo de como que a ruptura foi feita (se ocorreu na rocha, na argamassa, no impermeabilizante, etc), pois dependendo desta análise visual o teste pode ser descartado ou não. Um teste só é descartado quando a ruptura não se encontra na argamassa ou no impermeabilizante, posto que estes dados não interessam a este relatório, uma vez que a avaliação se dá somente nas propriedades das argamassas e impermeabilizantes em diferentes tipos de rochas.*

*Palavras – chave: Rochas ornamentais, argamassa, impermeabilizantes, tensão de ruptura.*

**Abstract.** *The work in which this report is based was conducted to provide information and data as how much some mortars have tensile strength when rocks (waterproofed or not) are seated on them in a standard substrate.*

*They were made tests of waterproofing, settlements and pull-outs. All test piece of evidence had a size 50 x 50 mm<sup>2</sup>. For the same combination of rock-mortar-waterproofing were performed 5 identical tests, to make it possible to average equivalent data, and to avoid errors due to laboratory tests.*

*After the pullout test, the data were organized in tables to facilitate the analyses of the tests in different situations. This data are complemented with a study in how the rupture was made (if it occurred in the rock, or in grout, or in waterproofing, etc.), because depending on the visual inspection test can be discarded or not. A test is discarded only if the rupture don't belong in the mortar or in the waterproofing, and this situation doesn't interest on this report, once the evaluation occurs only in the properties on mortar and waterproofing in different types of rocks.*

*Keywords : Ornamental stone , mortar , waterproofing , breaking strain.*

## **Introdução**

### As rochas ornamentais

A Associação Brasileira de Normas Técnicas ABNT define rocha ornamental como material rochoso natural, submetido a diferentes graus ou tipos de beneficiamento ou modelagem, que pode exercer uma função estética qualquer.

A geologia divide as rochas em três grupos: ígneas, sedimentares e metamórficas. As rochas ígneas são provenientes da solidificação do magma, em diferentes profundidades da crosta terrestre. As rochas sedimentares resultam da deposição química ou detrítica de produtos resultantes da erosão de rochas pré-existentes. As rochas metamórficas são formadas pela transformação de outras pré-existentes.

As rochas ornamentais abrangem diversos tipos e variedades comerciais, as mais utilizadas e que serão abordadas neste trabalho são os mármore e granitos, contudo travertinos, quartzitos, arenitos e ardósias também são amplamente utilizados. Como granitos, enquadram-se, genericamente as rochas silicáticas, enquanto os mármore englobam, lato sensu, as rochas carbonáticas.

Em questão de revestimento as rochas ornamentais são escolhidas de acordo com suas características e o ambiente onde será instalada, sendo os fatores principais resistência ao intemperismo, agentes degradadores e padrão estético.

As principais características das rochas usadas nos ensaios deste trabalho e as demais também utilizadas no setor ornamental são:

- O granito é uma rocha ígnea de alto grau de dureza, formada por um conjunto de minerais, onde o feldspato de cor avermelhada, o quartzo incolor e a mica de cor escura são os principais e também os responsáveis pelo aspecto colorido e pelo brilho da rocha.

- Os mármore no setor ornamental são definidos como rochas carbonáticas, sedimentares e metamórficas, com dureza de Mohs entre 3 e 4, sua coloração varia desde o branco até o bege amarelado.

Naturalmente os mármore são rochas de baixa resistência ao intemperismo, possuindo menor índice de porosidade e absorção de água.

Comercialmente, são conhecidas diversas variedades, com destaque para o Bege Bahia (travertino), o Imperial Pink (mármore calcítico), a Pedra Cariri (calcário laminado), o Candelária White (mármore dolomítico) e o Carrara (calcário).

### Objetivos

Correlacionar, através de estudos laboratoriais, as características tecnológicas do sistema, rocha + argamassa de assentamento + rejunte + impermeabilizante, com os ambientes nas obras civis com diferentes tipos de argamassas utilizadas em revestimento de pisos e rochas impermeabilizadas ou não no tardo.

A partir dessa correlação, almeja-se obter um sistema com propriedades mecânicas satisfatórias quando aplicadas em rochas ornamentais.

## **Materiais e Métodos**

### Impermeabilização

As rochas utilizadas para ornamentação e revestimento sofrem degradações naturais e artificiais, muitas vezes provenientes da umidade, que provocam desgaste, perda de resistência mecânica, fissuração, manchamento, eflorescência de sais e mudanças de coloração. A melhor medida para esses problemas é a correta especificação das rochas diante dos usos pretendidos, observando-se o efeito estético desejado, porém respeitando-se as características tecnológicas dos materiais.

Neste relatório foi estudado o ensaio à tração de diferentes tipos de rochas ornamentais, impermeabilizadas com alguns dos impermeabilizantes mais vendidos do mercado e assentadas com argamassas colantes providas de grandes fornecedores. Ensaio como este têm grande importância no mercado como já citado anteriormente pois parametriza quais combinações de rochas, impermeabilizantes, argamassas resultam em uma maior aderência ao substrato.

### Materiais

Para realizar o experimento foram obtidos corpos de prova suficientes para suprir a quantidade necessária. Os corpos de prova foram obtidos pela Marmoraria Di Mármore. Foram necessários 120 corpos de prova de cada tipo de rocha (Granito Branco Ceará, Mármore Carrara), o que totalizou uma quantidade de 360 corpos de prova a serem assentados.

Quanto a impermeabilização, 6 corpos de prova de cada tipo de Rocha não tiveram seu tardo impermeabilizado (foi necessário estudar também o comportamento da rocha sob o ensaio de tração sem a impermeabilização) e o restante dos 24 corpos de prova de cada Rocha foram impermeabilizados com 4 marcas diferentes do mercado de impermeabilizantes: Vedakoll – produzido pela Tecnokoll (material monocomponente); Hidrotop – produzido pela Dupox – Akemi (material bi-componente); Selo – produzido pela Bellinzoni (material monocomponente); Sikatop 107 Branco – produzido pela Sika (material bi-componente).

Para o assentamento com argamassas colantes, foram utilizadas 7 tipos de argamassas do mercado: TK Plus, TK Premium e TK Glass – ambas produzidas pela Tecnokoll; Mármore e Granitos para ambientes externos, Mármore e Granitos para ambientes internos e Grandes formatos – ambas produzidas pela Quartzolit; Mármore e Granitos produzido pela Quartzolit. Foram realizadas também duas misturas entre a TK Plus + Bianco (produzido pela Vedacit) e TK Plus + Impersika (produzido pela Sika Brasil), sendo realizada também para assentamento a argamassa do tipo Farofa.

Para o assentamento foram utilizados substratos padrão produzidos pela ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland).

- Aplicação dos impermeabilizantes (monocomponente):

Para se realizar o ensaio deve se primeiramente aplicar os impermeabilizantes nas rochas citadas anteriormente.

A aplicação foi iniciada com um impermeabilizante monocomponente (Sello). Impermeabilizantes monocomponentes são vendidos em pó, e cabe ao manipulador adicionar água na proporção correta para que obtenha máximo desempenho do produto ao impedir o fluxo ascendente da umidade em assentamento em pisos.

A proporção utilizada foi:

<b>Impermeabilizante (g)</b>	<b>Água (ml)</b>
200	80,00

A mesma proporção foi utilizada para o impermeabilizante Vedakoll pelo fato de também ser monocomponente.

Após a pesagem, foram misturados inicialmente por uma espátula a fim de evitar que haja impermeabilizante não misturado com a água. Logo depois foram misturados por uma batedeira conectada a uma furadeira com controle de velocidades.

Com o produto finalizado, é colocado para “repousar” durante 15 minutos com o recipiente coberto por um pano umedecido a fim de evitar que a mistura perca a umidade.

Enquanto os 15 minutos eram aguardados, os corpos de prova foram “enfileirados” e limpados, a fim de retirar todas as impurezas, pó, ou qualquer detrito que pudesse interferir na ancoragem do impermeabilizante.

Terminados os 15 minutos, pode-se começar a aplicação com um pincel da primeira demão de impermeabilizante no tardo da Rocha.

Com os corpos de provas impermeabilizados com a primeira demão, aguarda-se aproximadamente 2 horas para a aplicação da segunda demão cruzada, ou seja, aplica-se o impermeabilizante no sentido perpendicular ao aplicado anteriormente para fornecer maior aderência.

Com a impermeabilização com o material monocomponente realizada, os corpos de prova são armazenados em um local seguro sem interferências (para que não ocorram acidentes e/ou alterações no impermeabilizante recém aplicado)

Uma observação interessante é sobre o impermeabilizante Vedakoll. Quando misturado com a água e colocado para “repousar” durante 15 minutos, a mistura endureceu, mas não pelo fato de já ter ocorrido a reação química, mas sim porque houve uma incorporação de ar na mistura para que não haja perda de água enquanto estiver parado.

- Aplicação dos impermeabilizantes (bi-componente):

Os impermeabilizantes bi – componentes realizados nesse ensaio foram o Sikatop e o Hidrotop. A aplicação dos materiais bi-componentes não difere muito dos monocomponentes. A diferença é que o produto é composto pelo pó e por um líquido especial que é essencial na mistura, e não há adição de água. Esse líquido funciona como uma resina que contribui para a impermeabilização do tardo da Rocha.

#### Assentamento

A fase seguinte após a impermeabilização é o assentamento das rochas com as diferentes argamassas sob o substrato padrão.

Os substratos, antes de serem utilizados, devem ser limpos, para que nenhuma impureza possa interferir na ancoragem da argamassa.

Em cada substrato serão assentados 18 corpos de prova de modo a ficarem distribuídos uniformemente sob o substrato.

Para o assentamento, todas as argamassas são misturadas com água, só que cada fabricante fornece a relação ideal.

Portanto, a mistura é feita pesando os componentes, misturando-os (o método é o mesmo utilizado para os impermeabilizantes monocomponentes) e colocados para “repousar”.

As misturas Argamassa TK Pluss + Bianco foi realizada de modo diferente sendo que foi necessária uma preparação Bianco que se trata de uma resina sintética que proporciona aderência das argamassas aos mais diversos substratos, sendo assim foi necessário.

A mistura Argamassa TK Pluss + Impersika também foi realizada de modo diferente.

Uma quantidade razoável de argamassa é colocada sobre o substrato e espalhada com força com o auxílio de uma espátula. Tal feito não tem finalidade de fornecer aderência à rocha em si, e sim para fechar os poros do substrato a fim de que a próxima demão de argamassa não perca uma quantidade excessiva de água para o substrato e tenha sua matriz enfraquecida devido à perda de água. Todo o excesso de argamassa utilizada nesta fase tem de ser descartada pois perdeu uma porcentagem de sua umidade para o substrato.

Após isto, é passada tal segunda demão com uma desempenadeira fazendo um ângulo de 45 ° ao substrato para que os cordões de argamassa tenham altura ideal. O excesso de argamassa utilizado nesta fase não precisa ser descartado uma vez que o substrato já teve seus poros selados pela primeira demão.

Após passar a desempenadeira dentada, são colocados em cada substrato um tipo de rocha e 5 fileiras. Quatro dessas são compostas cada com 3 corpos de prova impermeabilizados com um tipo de impermeabilizante, e uma com 3 corpos de prova ao natural.

Cada corpo de prova é levemente apoiado sobre as fiadas de argamassa, e logo após, é colocado sobre o corpo de prova um peso padrão de 2kg, também apoiado com cuidado na Rocha. O peso padrão tem de ficar sobre a Rocha por um tempo de 15 segundos, para que haja a aderência correta entre o corpo de prova e o substrato.

Logo após os 18 corpos de prova serem assentados devidamente, os cordões de argamassa são então interrompidos de fileira para fileira, com a finalidade de que no momento do teste de arrancamento, uma rocha assentada não influencie a outra por meio da fiada de argamassa.

Após o assentamento de todos os 300 corpos de prova em 20 substratos, aguarda-se o tempo de cura da argamassa de 28 dias para que se possam fazer os testes de arrancamento.

#### Arrancamento

Após realizar o assentamento das rochas nos substratos padrão fabricados pela ABCP, foi esperado um tempo mínimo de 28 dias para que a argamassa aderisse completamente no tardo do corpo-de-prova, sendo ele impermeabilizado ou não.

#### **Discussão dos Resultados**

<b>Argamassa</b>	<b>Impermeabilizante</b>	<b>Rocha</b>	<b>Média (MPa)</b>	<b>Desvio Padrão</b>
TK PLUSS	Vedakoll	Mármore Carrara	0,93	0,19
	Sikatop	Mármore Carrara	1,06	0,10
	Sello	Mármore Carrara	0,79	0,05
	Hidrotop	Mármore Carrara	0,88	0,12
	Natural	Mármore Carrara	1,17	0,13

	Vedakoll	Granito Branco Polar	1,20	0,14
	Sikatop	Granito Branco Polar	1,17	0,07
	Sello	Granito Branco Polar	1,12	0,02
	Hidrotop	Granito Branco Polar	0,93	0,10
	Natural	Granito Branco Polar	1,14	0,09

Tabela 1 - Tabela Síntese

Argamassa	Impermeabilizante	Rocha	Média (MPa)	Desvio Padrão
TK PREMIUM	Vedakoll	Mármore Carrara	1,59	0,19
	Sikatop	Mármore Carrara	1,36	0,26
	Sello	Mármore Carrara	1,13	0,09
	Hidrotop	Mármore Carrara	1,32	0,22
	Natural	Mármore Carrara		
	Vedakoll	Granito Branco Polar	1,63	0,11
	Sikatop	Granito Branco Polar	1,48	0,65
	Sello	Granito Branco Polar	1,58	0,22
	Hidrotop	Granito Branco Polar	1,69	0,04
	Natural	Granito Branco Polar	1,49	0,14

Tabela 2- Tabela Síntese

Argamassa	Impermeabilizante	Rocha	Média (MPa)	Desvio Padrão
QUARTZOLIT MÁRMORES E GRANITOS INTERNOS	Vedakoll	Mármore Carrara	1,20	0,08
	Sikatop	Mármore Carrara	1,05	0,18
	Sello	Mármore Carrara	0,99	0,05
	Hidrotop	Mármore Carrara	1,41	0,25
	Natural	Mármore Carrara	1,14	0,22
	Vedakoll	Granito Branco Polar	1,06	0,15
	Sikatop	Granito Branco Polar	1,19	0,16
	Sello	Granito Branco Polar	0,48	0,07
	Hidrotop	Granito Branco Polar	1,18	0,11
	Natural	Granito Branco Polar	1,37	0,25

Tabela 3 - Tabela Síntese

Argamassa	Impermeabilizante	Rocha	Média (MPa)	Desvio Padrão
TK GLASS	Vedakoll	Mármore Carrara	0,98	0,26
	Sikatop	Mármore Carrara	1,08	0,26
	Sello	Mármore Carrara	1,79	0,17
	Hidrotop	Mármore Carrara	1,48	0,13
	Natural	Mármore Carrara	1,77	0,18
	Vedakoll	Granito Branco Polar	1,58	0,68
	Sikatop	Granito Branco Polar	1,41	0,19
	Sello	Granito Branco Polar	1,66	0,14
	Hidrotop	Granito Branco Polar	1,37	0,47
	Natural	Granito Branco Polar	1,65	0,13

Tabela 4- Tabela Síntese

Argamassa	Impermeabilizante	Rocha	Média (MPa)	Desvio Padrão
QUARTZOBRÁS GRANDES FORMATOS INTERNOS	Vedakoll	Mármore Carrara	1,45	0,16
	Sikatop	Mármore Carrara	2,08	0,17
	Sello	Mármore Carrara	1,39	0,13
	Hidrotop	Mármore Carrara	1,98	0,91
	Natural	Mármore Carrara	2,17	0,15
	Vedakoll	Granito Branco Polar	1,50	0,17
	Sikatop	Granito Branco Polar	1,46	0,16
	Sello	Granito Branco Polar	1,46	0,18
	Hidrotop	Granito Branco Polar	1,87	0,03
	Natural	Granito Branco Polar	1,87	0,15

Tabela 5 - Tabela Síntese

Argamassa	Impermeabilizante	Rocha	Média (MPa)	Desvio Padrão
TK PLUS + BIANCO	Vedakoll	Mármore Carrara		
	Sikatop	Mármore Carrara		
	Sello	Mármore Carrara		
	Hidrotop	Mármore Carrara		
	Natural	Mármore Carrara		
	Vedakoll	Granito Branco Polar	1,64	0,10
	Sikatop	Granito Branco Polar	2,56	0,08
	Sello	Granito Branco Polar	1,61	0,14
	Hidrotop	Granito Branco Polar	2,40	0,23
	Natural	Granito Branco Polar	2,34	0,24

Tabela 6- Tabela Síntese

Argamassa	Impermeabilizante	Rocha	Média (MPa)	Desvio Padrão
TK PLUS + IMPERSIKA	Vedakoll	Mármore Carrara		
	Sikatop	Mármore Carrara		
	Sello	Mármore Carrara		
	Hidrotop	Mármore Carrara		
	Natural	Mármore Carrara		
	Vedakoll	Granito Branco Polar	1,30	0,09
	Sikatop	Granito Branco Polar	1,21	0,09
	Sello	Granito Branco Polar	1,13	0,17
	Hidrotop	Granito Branco Polar	1,39	0,13
	Natural	Granito Branco Polar	0,972	0,17

Tabela 1- Tabela Síntese

Argamassa	Impermeabilizante	Rocha	Média (MPa)	Desvio Padrão
QUARTZOLIT GRANDES FORMATOS	Vedakoll	Mármore Carrara	1,24	0,12
	Sikatop	Mármore Carrara	1,91	0,22
	Sello	Mármore Carrara	1,10	0,18
	Hidrotop	Mármore Carrara		

	Natural	Mármore Carrara		
	Vedakoll	Granito Branco Polar	1,25	0,09
	Sikatop	Granito Branco Polar	1,7	0,12
	Sello	Granito Branco Polar	1,16	0,12
	Hidrotop	Granito Branco Polar	2,1	0,14
	Natural	Granito Branco Polar	1,62	0,15

Tabela 8- Tabela Síntese

\*\* As linhas em branco são referentes a testes com falhas.

Os dados obtidos tiveram como referência a combinação da argamassa, impermeabilizante e rocha. Cada componente atua diferente em contato com o outro devido às características químicas e físicas de cada um. No contexto acadêmico o melhor sistema seria o que tivesse o rompimento do corpo de prova na argamassa tendo uma força de tensão de ruptura à tração dentro da norma, contudo no ambiente da obra fatores externos e econômicos devem ser também levados em consideração. Analisando as tabelas foi possível escolher os melhores sistemas, com base no rompimento na argamassa que significa uma melhor aderência do conjunto e a tensão de ruptura de tração.

Ao analisar o sistema argamassa + impermeabilizante + rocha ornamental as seguintes conclusões foram obtidas tendo como referência as tensões de ruptura encontradas quando o sistema estava ao natural (sem impermeabilizante):

Argamassa	Rocha Ornamental	Desempenho Superior	Desempenho Inferior
<b>TK Premium</b>	Granito	Hidrotop, Sello, Vedakoll	Sikatop
	Mármore	Falha nos resultados	
<b>TK Glass</b>	Granito	Sello	Hidrotop, Sikatop, Vedakoll
	Mármore	Sello	Hidrotop, Sikatop, Vedakoll
<b>Quartzolit Mármores e Granitos</b>	Granito		Sikatop, Sello, Vedakoll, Hidro
	Mármore	Sikatop	Hidrotop, Sello, Vedakoll
<b>TK Pluss + Impersika</b>	Granito		Sello, Hidrotop, Vedakoll, Sikatop
	Mármore	Falha nos resultados	Falha nos resultados
<b>TK Pluss + Bianco</b>	Granito	Sikatop, Hidrotop	Sello, Vedakoll
	Mármore	Falha nos resultados	Falha nos resultados
<b>Quartzobrás Grandes Formatos Internos</b>	Granito	Falha nos resultados	Falhas nos resultados
	Mármore		Sello, Hidrotop, Vedakoll, Sikatop
<b>TK Pluss</b>	Granito	Vedakoll, Sikatop	Hidrotop, Sello
	Mármore		Vedakoll, Sikatop, Hidrotop, Sello
<b>Quartzolit Grandes Formatos</b>	Granito	Hidrotop	Sello, Vedakoll, Sikatop
	Mármore	Falha nos resultados	Falha nos resultados

### *Tabela 9 - Conclusão*

As fraturas podem ocorrer de diversas maneiras. Podem ocorrer somente na argamassa, na argamassa-impermeabilizante, na argamassa-impermeabilizante-rocha e na rocha. A fratura que ocorre nos 3 componentes, geralmente resulta em uma resistência ao escoamento maior, pois houve uma concordância entre a argamassa, impermeabilizante e a rocha, deixando uma melhor aderência.

A aderência do revestimento ao substrato é uma das principais propriedades mecânicas para a verificação do desempenho dos sistemas de revestimento. No entanto, trata-se de uma propriedade complexa, pois depende de uma série de fatores relacionados às características dos materiais envolvidos, tanto da argamassa como do substrato, das técnicas de execução e das condições de exposição do revestimento ao ambiente (PALMER; PARSONS, 1934; ANTUNES, 2005).

### **Conclusão e Considerações Finais**

Todos os testes realizados tiveram como objetivo fornecer informações sobre o sistema rocha + argamassa + impermeabilizante, avaliando-se assim o comportamento dos componentes submetidos a diferentes alterações.

Os dados obtidos podem ser referência para qualquer obra, devendo ser levado em consideração à rocha ornamental que será utilizada e o local (ex: piso, fachada, ambiente externo, ambiente interno), sendo assim se tudo for escolhido corretamente poderão ser evitados gastos excessivos com recuperação posterior devido à escolha de materiais que não estivessem de acordo com o quadro geral da obra a ser construída.

Os testes só foram realizados com duas rochas ornamentais (granito, mármore), e argamassas e impermeabilizantes bem conhecidos no mercado, sendo assim outros resultados obtidos podem ser diferentes se utilizarmos outras rochas ornamentais, chegando à conclusão que o trabalho realizado, pode ser ampliado testando outras marcas de insumos para revestimos com outros tipos de rocha para haver um maior parâmetro de como e qual produtos utilizar.

### **Bibliografia**

FRASCÁ, Maria Heloisa, CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA DE ROCHAS ORNAMENTAIS E DE REVESTIMENTO: ESTUDO POR MEIO DE ENSAIOS E ANÁLISES E DAS PATOLOGIAS ASSOCIADAS.

Disponível em:

[http://www.fiec.org.br/sindicatos/simagran/artigos\\_palestras/Curso\\_Caracterizacao\\_TecndeRochas.htm](http://www.fiec.org.br/sindicatos/simagran/artigos_palestras/Curso_Caracterizacao_TecndeRochas.htm)

Acesso em: 6 de junho de 2015.

CHIODI FILHO, C. Produção mundial e comércio internacional de rochas em 2011. ABIROCHAS, Minas Gerais, 18 out. 2012. Disponível em:

<http://www.abirochas.com.br/noticias.php>

Acesso em: 7 de junho de 2015.

CHIODI FILHO, C.; RODRIGUES, E. P. Guia de aplicação de rochas em revestimentos. 1.ed. São Paulo: ABIROCHAS, 2009. 160p.