

FORMAÇÃO | Pedra Natural

Caracterização Tecnológica de Rochas Ornamentais

Vera Pires | vlcp@uevora.pt
Investigadora Auxiliar | Laboratório de Ensaios Mecânicos
Membro integrado do Laboratório Hércules

Grupo Galvão 03.07.2021

Súmario

M1. APTIDÃO AO USO

M2. COMPARAÇÃO ENTRE MATERIAIS NA/INTERNACIONAIS

M3. ASPECTOS CRÍTICOS DA APLICAÇÃO EM INTERIORES

M4. PROJECTOS DE FACHADA

CARACTERIZAÇÃO de PEDRA NATURAL – placas e ladrilhos modulares para revestimento exteriores | PT clima temperado

Ensaaios de Materiais / Produtos

Microestruturais	Físicas	Mecânicas	Durabilidade
Petrografia (EN)	Permeabilidade ao vapor de água (Esp)	Flexão carga centrada (EN)	Gelo-degelo (EN)
Composição Química	Condutividade térmica	Flexão momento constante (EN)	SOx (EN) / CO ₂ / UV / teor de argila
Alterações mineralógicas	Massa volúmica aparente (EN)	Compressão (EN)	Nevoeiro Salino (EN)
...	Porosidade aberta e total (EN)	Arrancamento (EN e ASTM)	Ácidos (Esp)
	Absorção de água por capilaridade (EN)	Modulo de Young (EN)	Lixiviação (Esp)
	Absorção de água à pressão atmosférica	Abrasão (EN)	Choque térmico (EN)
	Dilatação térmica linear (EN)	Choque por impacto (EN)	Empeno (EN)

Obrigatório
Importante
Voluntário

EN – Norma Europeia;
 ASTM – Norma Americana
 Esp – Especificação própria

CARACTERIZAÇÃO de PEDRA NATURAL – placas e ladrilhos modulares para revestimento exteriores | Clima frio com gelo

Ensaio de Materiais / Produtos

Microestruturais	Físicas	Mecânicas	Durabilidade
Petrografia (EN)	Permeabilidade ao vapor de água (Esp)	Flexão carga centrada (EN)	Gelo-degelo (EN) – ensaios tecnológico e de identificação
Composição Química	Condutividade térmica	Flexão momento constante (EN)	SOx (EN) / CO ₂ / UV / teor de argila
Alterações mineralógicas	Massa volúmica aparente (EN)	Compressão (EN)	Nevoeiro Salino (EN)
...	Porosidade aberta e total (EN)	Arrancamento (EN e ASTM)	Ácidos (Esp)
	Absorção de água por capilaridade (EN)	Modulo de Young (EN)	Lixiviação (Esp)
	Absorção de água à pressão atmosférica	Abrasão (EN)	Choque térmico (EN)
	Dilatação térmica linear (EN)	Choque por impacto (EN)	Empeno (EN)

Obrigatório Importante Voluntário

EN – Norma Europeia;
ASTM – Norma Americana
Esp – Especificação própria

CARACTERIZAÇÃO de PEDRA NATURAL – placas e ladrilhos modulares para revestimento exteriores | Clima quente e húmido

Ensaio de Materiais / Produtos

Microestruturais	Físicas	Mecânicas	Durabilidade
Petrografia (EN)	Permeabilidade ao vapor de água (Esp)	Flexão carga centrada (EN)	Temperatura-humidade-chuva (EN)
Composição Química	Condutividade térmica	Flexão momento constante (EN)	SOx (EN) / CO ₂ / UV / teor de argila
Alterações mineralógicas	Massa volúmica aparente (EN)	Compressão (EN)	Nevoeiro Salino (EN)
...	Porosidade aberta e total (EN)	Arrancamento (EN e ASTM)	Ácidos (Esp)
	Absorção de água por capilaridade (EN)	Modulo de Young (EN)	Lixiviação (Esp)
	Absorção de água à pressão atmosférica	Abrasão (EN)	Choque térmico (EN)
	Dilatação térmica linear (EN)	Choque por impacto (EN)	Empeno (EN)

Obrigatório Importante Voluntário

EN – Norma Europeia;
ASTM – Norma Americana
Esp – Especificação própria

CARACTERIZAÇÃO de PEDRA NATURAL – placas e ladrilhos modulares para piso exterior

Ensaaios de Materiais / Produtos

Microestruturais	Físicas	Mecânicas	Durabilidade
Petrografia (EN)	Permeabilidade ao vapor de água (Esp)	Flexão carga centrada (EN)	Gelo-degelo (EN)
Composição Química	Condutividade térmica	Flexão momento constante (EN)	SO _x (EN) / CO ₂ / UV / teor de argila
Alterações mineralógicas	Massa volúmica aparente (EN)	Compressão (EN)	Nevoeiro Salino (EN) / Cristalização de sais (EN)
...	Porosidade aberta e total (EN)	Arrancamento (EN e ASTM)	Ácidos (Esp)
	Absorção de água por capilaridade (EN)	Modulo de Young (EN)	Lixiviação (Esp)
	Absorção de água à pressão atmosférica	Abrasão (EN)	Choque térmico (EN)
	Dilatação térmica linear (EN)	Choque por impacto (EN)	Empeno (EN)

Obrigatório Importante Voluntário

EN – Norma Europeia;
ASTM – Norma Americana
Esp – Especificação própria

CARACTERIZAÇÃO de PEDRA NATURAL – placas e ladrilhos modulares para piso exterior | Variações de temperatura

Ensaio de Materiais / Produtos

Microestruturais	Físicas	Mecânicas	Durabilidade
Petrografia (EN)	Permeabilidade ao vapor de água (Esp)	Flexão carga centrada (EN)	Gelo-degelo (EN)
Composição Química	Condutividade térmica	Flexão momento constante (EN)	SOx (EN) / CO ₂ / UV / teor de argila
Alterações mineralógicas	Massa volúmica aparente (EN)	Compressão (EN)	Nevoeiro Salino (EN) / Cristalização de sais (EN)
...	Porosidade aberta e total (EN)	Arrancamento (EN e ASTM)	Ácidos (Esp)
	Absorção de água por capilaridade (EN)	Modulo de Young (EN)	Lixiviação (Esp)
	Absorção de água à pressão atmosférica	Abrasão (EN)	Choque térmico (EN)
	Dilatação térmica linear (EN)	Choque por impacto (EN)	Empeno (EN)

Obrigatório Importante Voluntário

EN – Norma Europeia;
ASTM – Norma Americana
Esp – Especificação própria

CARACTERIZAÇÃO de PEDRA NATURAL – placas e ladrilhos modulares para piso exterior | Trafego

Ensaaios de Materiais / Produtos

Microestruturais	Físicas	Mecânicas	Durabilidade
Petrografia (EN)	Permeabilidade ao vapor de água (Esp)	Flexão carga centrada (EN)	Gelo-degelo (EN)
Composição Química	Condutividade térmica	Flexão momento constante (EN)	SOx (EN) / CO ₂ / UV / teor de argila
Alterações mineralógicas	Massa volúmica aparente (EN)	Compressão (EN)	Nevoeiro Salino (EN) / Cristalização de sais (EN)
...	Porosidade aberta e total (EN)	Arrancamento (EN e ASTM)	Ácidos (Esp)
	Absorção de água por capilaridade (EN)	Modulo de Young (EN)	Lixiviação (Esp)
	Absorção de água à pressão atmosférica	Abrasão (EN)	Choque térmico (EN)
	Dilatação térmica linear (EN)	Choque por impacto (EN)	Empeno (EN)

Obrigatório Importante Voluntário

EN – Norma Europeia;
ASTM – Norma Americana
Esp – Especificação própria

CARACTERIZAÇÃO de PEDRA NATURAL – placas e ladrilhos modulares para Piscinas

Ensaaios de Materiais / Produtos

Microestruturais	Físicas	Mecânicas	Durabilidade
Petrografia (EN)	Permeabilidade ao vapor de água (Esp)	Flexão carga centrada (EN)	Gelo-degelo (EN)
Composição Química	Condutividade térmica	Flexão momento constante (EN)	SOx (EN) / CO ₂ / UV / teor de argila
Alterações mineralógicas	Massa volúmica aparente (EN)	Compressão (EN)	Nevoeiro Salino (EN) / Cristalização de sais (EN)
...	Porosidade aberta e total (EN)	Arrancamento (EN e ASTM)	Ácidos (Esp)/Bases
	Absorção de água por capilaridade (EN)	Modulo de Young (EN)	Lixiviação (Esp)
	Absorção de água à pressão atmosférica	Abrasão (EN)	Choque térmico (EN)
	Dilatação térmica linear (EN)	Choque por impacto (EN)	Empeno (EN)

Obrigatório Importante Voluntário

EN – Norma Europeia;
ASTM – Norma Americana
Esp – Especificação própria

Critérios de Selecção - Fachadas

	<u>Produtos de Pedra em Placa</u> utilizadas em exterior e interior, tais como ladrilhos e outros produtos acabados modulares com dimensão bem determinada, aplicados por assentamento em argamassas, colados com cimentos ou afins, e ancorados à estrutura por intermédio de grampos ou entre apoios (flutuantes).	
Resistência à compressão	G > 80 MPa; M > 55 MPa; C > 60 MPa	
Resistência à flexão	G > 11 MPa; M > 7.5 MPa; C > 7 MPa	
Absorção de água à P.At.N	G ≤ 0.4 %; M ≤ 0.2 %; C ≤ 3 %	
Absorção por capilaridade	zonas exteriores pouco expostas: ≤ 190 g/m ² s ^{0.5} zonas exteriores muito expostas: ≤ 90 g/m ² s ^{0.5}	utilização em exteriores: ≤ 90 g/m ² s ^{0.5}
Porosidade Aberta	G ≤ 1 %; M ≤ 3 %; C ≤ 9 %	
Densidade Aparente	G > 2560 Kg/m ³ ; M > 2600 Kg/m ³ ; C > 2300 Kg/m ³	

Critérios de Selecção - Fachadas

	<u>Produtos de Pedra em Placa</u>
Resistência às ancoragens (individual de cada ancoragem)	<p>> 1.0 kN e 6/5 do peso da placa</p> <ul style="list-style-type: none">• A maior dimensão da placa (diagonal) deve ser 1400 mm
Resistência ao choque por impacto	<p>mínimo placas de 3 cm de espessura: uso privado, excluindo cozinhas: min. 0.3 m uso coletivo: min. 0.45 m uso público: min. 0.6 m aplicações muito fortes: min. 1.0 m</p>

Critérios de Selecção - Fachadas

	<u>Produtos em Pedra Maciça</u>	<u>Produtos de Pedra em Placa</u>
Durabilidade	<p>número de ciclos em interiores: s/ restrições</p> <p>número mínimo de ciclos para aplicações exteriores: 25</p> <p><u>Critérios Adoptados:</u></p> <p><u>Materiais mais resistentes ao gelo:</u> ⇒ absorção de água 0 e 0.3 % e diminuição resistência à compressão até 5-10% (dependendo da zona)</p> <p><u>Materiais resistentes ao gelo:</u> ⇒ absorção de água 0 e 0.5 % e diminuição resistência à compressão até 20%</p> <p><u>Materiais não resistentes ao gelo:</u> ⇒ absorção de água >0.5 % e diminuição resistência à compressão poderá ser > 20%</p>	

Resistência ao gelo / Crist. sais

- Variações antes e após 5-10% (gelo) | prop mecânicas
- Variações antes e após 2 – 5 % | perda de massa

Comparação | Pele de tigre



PELE DE TIGRE
PORTUGAL



WHITE GEORGIA
USA



IMPERIAL DANBY
USA



CALACATTA
ITÁLIA



CARRARA
ITÁLIA



BRANCO IBIZA
TURQUIA

OBJECTIVO DE COMPARAÇÃO

Comparar mármore branco com veios cinzentos escuros ou claros

CUIDADOS ESPECIAIS

Não lavar com lixívia ou com outras soluções com pH básico sob o risco de causar manchas alaranjadas (oxidação) ou sob o risco de remover a cor. Quando polido, não lavar com soluções ácidas sob pena de remover o acabamento superficial.

Comparação | Pele de tigre

MANUAL COMERCIAL | PEDRA NATURAL

PELE DE TIGRE

OUTRAS DESIGNAÇÕES COMERCIAIS

Pele Tigre, Azul Lagoa Pele de Tigre, Black Sparrow, Amadeus.



DESCRIÇÃO

PELE DE TIGRE é um mármore clássico e sofisticado. Apresenta veios de tonalidade preta e cinzento escuro e claro sobre um fundo branco. Os veios geométricos e bruscos dão origem e possibilitam simetrias na sua aplicação.

PEDREIRA OPERACIONAL DESDE

Há mais de 2000 anos

ACABAMENTOS

Polido, amaciado, escovado, envelhecido, jateado, riscado.

MÁRMORES 7

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-MECÂNICAS

resistência à flexão [MPa] | 20.0
 resistência à flexão após gelo* [MPa] | 19.5
 resistência à compressão [MPa] | 100
 massa volúmica aparente [kg/m³] | 2710
 porosidade aberta [%] | 0.2
 composição mineralógica | 98-99 % calcite
 absorção de água [%] | 0.1
 aptidão para empeno | ++
 *25 ciclos

USO E APLICAÇÃO

Mármore altamente adequado para aplicações em fachada exterior dado o seu elevado comportamento mecânico e baixa tendência para empeno.

Em fachada ventilada ou fachada cortina devem sempre ser preferencialmente selecionados sistemas de fixação em aço inoxidável A4 por forma a aumentar o tempo de vida útil da fachada.

USO ADEQUADO

Horizontal / Vertical



Comercial/ Residencial



Interior / Exterior



PAÍS DE ORIGEM / LOCAL DE EXPLORAÇÃO

Pardais e Lagoa- Vila Viçosa



APTIDÃO PARA EMPENO ++

Em fachada ventilada devem ser usadas espessuras mínimas de 40 mm. Devem ser selecionados sistemas de fixação invisíveis/ pelo tardo (do tipo *undercut*) com recurso a estrutura metálica intermédia por forma a garantir os graus de liberdade necessários à expansão térmica.

REQUISITOS PARA APLICAÇÃO

Resistência à flexão [MPa]	Resistência à flexão após gelo [MPa] REF* 56 ciclos	Resistência à compressão [MPa]	Massa volúmica aparente [kg/m ³]	Porosidade aberta [%]	Absorção de água [%]	APLICAÇÃO
≥ 10	≥ 10	≥ 90	≥ 2650	< 1.5	< 0.2	FACHADA EXTERIOR
9	9	80	2600	1.5	0.2	REVESTIMENTO INTERIOR
7	7	70	2500	2.0	0.3	PAVIMENTO E ESCADAS
< 7	< 7	< 70	< 2500	≥ 2.5	≥ 0.4	BANCADAS DE COZINHA E WC
ADEQUADO		ADEQUADO COM RESTRIÇÕES		APLICAÇÃO LIMITADA		

FACHADA ✓ | REVESTIMENTO INTERIOR ✓ | PISO ✓ | BANCADAS ✓

LEGENDA:

— – BAIXA OU INEXISTENTE;
 + – REDUZIDA;
 ++ – MÉDIA;
 +++ – FAVORÁVEL.

Comparação | Danby

MANUAL COMERCIAL | PEDRA NATURAL

MÁRMORES 11

DANBY

OUTRAS DESIGNAÇÕES COMERCIAIS

Danby imperial, Vermont imperial, mármore Vermont, eureka calacatta danby



DESCRIÇÃO

IMPERIAL DANBY é um mármore de cor clara, clássico, originário dos EUA (região de Vermont). Apresenta veios de tonalidade cinzenta e acastanhada sobre um fundo branco.

PEDREIRA OPERACIONAL DESDE

Século XIX

ACABAMENTOS

Polido, amaciado, escovado, envelhecido, jateado, riscado.

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-MECÂNICAS

resistência à flexão [MPa] | 10.0
resistência à flexão após gelo* [MPa] | 8.0
resistência à compressão [MPa] | 65
massa volúmica aparente [kg/m³] | 2711
porosidade aberta [%] | 0.3
composição mineralógica | 98-99 % calcite
absorção de água [%] | 0.1
aptidão para empeno | +
*25 ciclos

USO E APLICAÇÃO

A resistência à flexão deste mármore está no limite do valor adequado/recomendado para revestimentos em fachada ventilada (mínimo 10 MPa). Espessura mínima recomendada 40 mm.

USO ADEQUADO

Horizontal / Vertical



Comercial/ Residencial



Interior / Exterior



PAÍS DE ORIGEM / LOCAL DE EXPLORAÇÃO

VERMONT, VT , U.S.A.



APTIDÃO PARA EMPENO +

Mármore com reduzida tendência para empeno, mas com resistência à flexão no limite do recomendado para fachada (10 MPa). Espessura mínima recomendada de 40 mm para fachada e piso. Devem ser selecionados preferencialmente sistemas de fixação invisíveis (do tipo undercut) com recurso a estrutura metálica intermédia por forma a garantir os graus de liberdade necessários à expansão térmica. Utilização preferencial em elementos de alvenaria de pedra com espessura ≥ 100 mm. Devido à baixa resistência à compressão não se recomenda a utilização em piso técnico com espessura inferior a 50 mm ou com reforço estrutural.

REQUISITOS PARA APLICAÇÃO

Resistência à flexão [MPa]	Resistência à flexão após gelo [MPa] REF* 56 ciclos	Resistência à compressão [MPa]	Massa volúmica aparente [kg/m³]	Porosidade aberta [%]	Absorção de água [%]	APLICAÇÃO
≥ 10	≥ 10	≥ 90	≥ 2650	≤ 1.5	≤ 0.2	FACHADA EXTERIOR
9	9	80	2600	1.5	0.2	REVESTIMENTO INTERIOR
7	7	70	2500	2.0	0.3	PAVIMENTO E ESCADAS
< 7	< 7	< 70	< 2500	≥ 2.5	≥ 0.4	BANCADAS DE COZINHA E WC
ADEQUADO		ADEQUADO COM RESTRIÇÕES		APLICAÇÃO LIMITADA		

FACHADA ● | REVESTIMENTO INTERIOR ✔ | PISO ● | BANCADAS ✔

Comparação | Danby

CONCLUSÕES

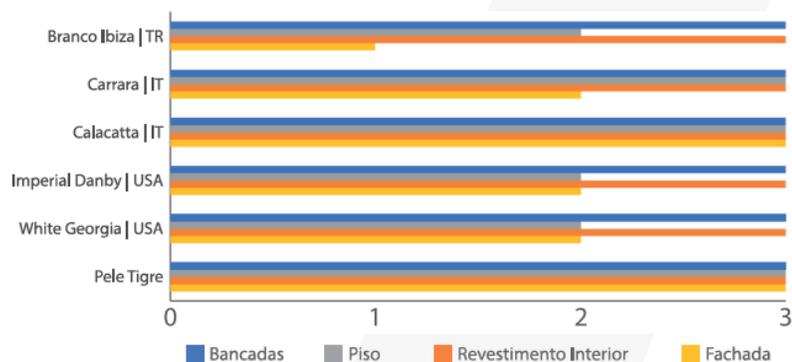
COMPARAÇÃO MÁRMORE PELE DE TIGRE

O mármore **Pele de Tigre** apresenta similaridade estética com diversos tipos de outros mármore tanto da Europa como dos Estados Unidos.

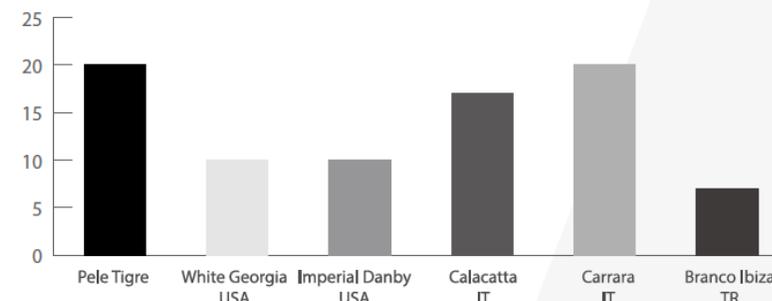
A adequabilidade está intrinsecamente ligada ao uso e à finalidade e propósito de cada material e de cada aplicação.

Para este estudo, foram consideradas aplicações genéricas no âmbito de: Bancadas (cozinha ou WC), Piso exterior, Revestimento interior e Fachada. Tendo em conta princípios básicos e condições mínimas de garantia de utilização em serviço, considerou-se que o nível 3 representava a adequabilidade face à aplicação e que o nível 0 representava uma situação crítica que deverá ser alvo de um dimensionamento detalhado e de uma análise crítica de adequabilidade.

ADEQUABILIDADE AO USO



COMPARAÇÃO RESISTÊNCIA À FLEXÃO [MPa]



O mármore Pele de Tigre apresenta vantagens competitivas na performance face aos restantes mármore selecionados para comparação. Trata-se de um material que alia elevada resistência mecânica a baixa porosidade e estabilidade face a agentes externos como mudanças de temperatura, gelo, humidade, entre outros.

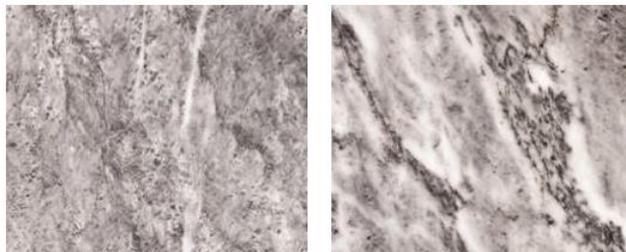
Comparação | Ruivina Claro e Escuro

MANUAL COMERCIAL | PEDRA NATURAL

RUIVINA CLARO & ESCURO

OUTRAS DESIGNAÇÕES COMERCIAIS

Ruivina escuro e claro, bluette escuro e claro, Marmo Gris de Ruivina, Ruivina Arabescato, Ruivina Semi White, Bardiglio Portogallo, Marbre Bleu Noir Portugais, Charcoal Vein Marble, Othello



DESCRIÇÃO

Ruivina é um mármore de referência Português extraído na região da Fonte da Moura, Pardais, no distrito de Évora. Apresenta uma cor de fundo cinzenta que pode apresentar variações entre o claro e escuro. É um mármore com uma continuidade e uniformidade estética elevados apresentando apenas veios brancos.

PEDREIRA OPERACIONAL DESDE

há mais de 2000 anos

ACABAMENTOS

polido, amaciado, escovado, envelhecido, jateado, riscado.

MÁRMORES 35

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-MECÂNICAS

resistência à flexão [MPa] | 17.0
 resistência à flexão após gelo* [MPa] | 14.0
 resistência à compressão [MPa] | 88
 massa volúmica aparente [kg/m³] | 2710
 porosidade aberta [%] | 0.2
 composição mineralógica | 98-99 % calcite
 absorção de água [%] | 0.1
 aptidão para empeno | +
 *25 ciclos

USO E APLICAÇÃO

Mármore totalmente adequado para aplicação em: fachada ventilada, pisos exterior, piso interior e revestimento interior. Em fachada ventilada deve ser aplicado preferencialmente com espessura a partir de 40 mm e com sistemas de fixação em aço inoxidável A4.

USO ADEQUADO

Horizontal / Vertical



Comercial/ Residencial



Interior / Exterior



PAÍS DE ORIGEM / LOCAL DE EXPLORAÇÃO

São Tiago de Rio de Moinhos – Borba (Estremoz)



MANUAL COMERCIAL | PEDRA NATURAL

RUIVINA CLARO & ESCURO

APTIDÃO PARA EMPENO +

Em fachada ventilada devem ser usadas espessuras mínimas de 40 mm. Este mármore garante o valor mínimo recomendável de resistência à flexão o que faz com que seja adequado tanto para aplicação em fachada como para pavimentos. Boa resistência a amplitudes térmicas. Revestimentos interiores com espessura mínima de 20 mm.

REQUISITOS PARA APLICAÇÃO

Resistência à flexão [MPa]	Resistência à flexão após gelo [MPa] REF-56 ciclos	Resistência à compressão [MPa]	Massa volúmica aparente [kg/m³]	Porosidade aberta [%]	Absorção de água [%]	APLICAÇÃO
≥ 10	≥ 10	≥ 90	≥ 2650	≤ 1.5	< 0.2	FACHADA EXTERIOR
9	9	80	2600	1.5	0.2	REVESTIMENTO INTERIOR
7	7	70	2500	2.0	0.3	PAVIMENTO E ESCADAS
< 7	< 7	< 70	< 2500	≥ 2.5	≥ 0.4	BANCADAS DE COZINHA E WC
ADEQUADO		ADEQUADO COM RESTRIÇÕES		APLICAÇÃO LIMITADA		

FACHADA ✓ | REVESTIMENTO INTERIOR ✓ | PISO ✓ | BANCADAS ✓

LEGENDA:

— – BAIXA OU INEXISTENTE;
 + – REDUZIDA;
 ++ – MÉDIA;
 +++ – ELEVADA;

Comparação | Bardiglio

MANUAL COMERCIAL | PEDRA NATURAL

BARDIGLIO

OUTRAS DESIGNAÇÕES COMERCIAIS

Bardiglio dark, Bardiglio imperiale, Bardiglietto.



DESCRIÇÃO

Bardiglio é um mármore Italiano originário da província de Massa - Carrara. É um mármore que apresenta um padrão estético com base nas cores cinzenta e branca. A disponibilidade poderá ser mais limitada em grandes quantidades com o mesmo aspecto estético.

PEDREIRA OPERACIONAL DESDE

há mais de 2000 anos

PRODUÇÃO ANUAL MÉDIA

 3000 m²

ACABAMENTOS

polido, amaciado, escovado, envelhecido, jateado, riscado.

MÁRMORES 39

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-MECÂNICAS

resistência à flexão [MPa] | 12
 resistência à flexão após gelo* [MPa] | 10
 resistência à compressão [MPa] | 98
 massa volúmica aparente [kg/m³] | 2700
 porosidade aberta [%] | 0.4
 composição mineralógica | calcite
 absorção de água [%] | 0.2
 aptidão para empeno | ++
 *25 ciclos

USO E APLICAÇÃO

Mármore adequado para aplicação em: pisos exterior, piso interior e revestimento interior. A aplicação em fachada ventilada exterior deverá ser evitada em climas gélidos pelo facto da resistência à flexão não cumprir o valor mínimo recomendado.

USO ADEQUADO

Horizontal / Vertical



Residencial



Interior



PAÍS DE ORIGEM / LOCAL DE EXPLORAÇÃO

ITÁLIA, MASSA, CARRARA



Comparação | Bardiglio

MANUAL COMERCIAL | PEDRA NATURAL

BARDIGLIO

APTIDÃO PARA EMPENO ++

Boa aptidão para aplicação em fachadas e pavimentos mas elevada variabilidade em termos de aspecto visual. Deve ser evitada a aplicação em zonas com elevados períodos de gelo sobretudo em superfícies horizontais.

APTIDÃO PARA MANCHAS ++

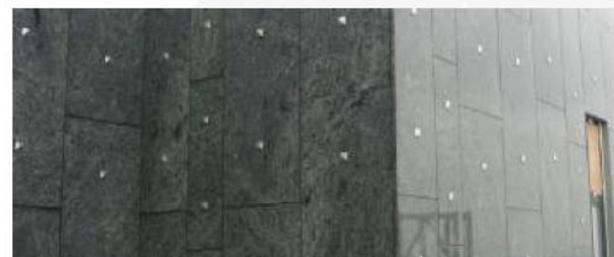
Lavar com produtos pH neutro.

REQUISITOS PARA APLICAÇÃO

Resistência à flexão [MPa]	Resistência à flexão após gelo [MPa] REF+ 56 ciclos	Resistência à compressão [MPa]	Massa volúmica aparente [kg/m³]	Porosidade aberta [%]	Absorção de água [%]	APLICAÇÃO
≥ 10	≥ 10	≥ 90	≥ 2650	< 1.5	< 0.2	FACHADA EXTERIOR
9	9	80	2600	1.5	0.2	REVESTIMENTO INTERIOR
7	7	70	2500	2.0	0.3	PAVIMENTO E ESCADAS
< 7	< 7	< 70	< 2500	≥ 2.5	≥ 0.4	BANCADAS DE COZINHA E WC
ADEQUADO		ADEQUADO COM RESTRIÇÕES		APLICAÇÃO LIMITADA		

FACHADA ● | REVESTIMENTO INTERIOR ✓ | PISO ✓ | BANCADAS ✓

MÁRMORES 40



LEGENDA:

— – BAIXA OU INEXISTENTE; + – REDUZIDA; ++ – MÉDIA; +++ – ELEVADA;

Comparação |

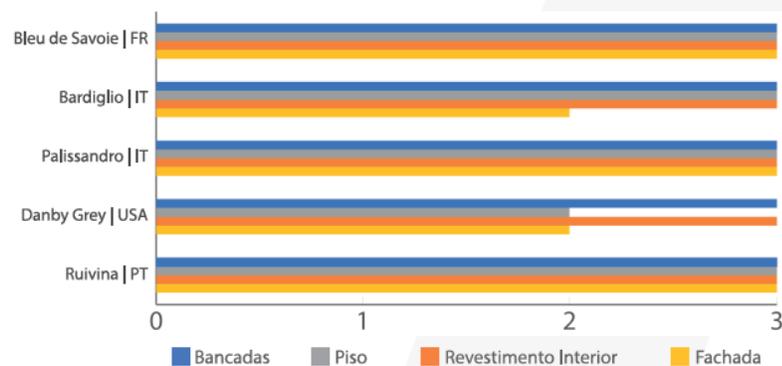
CONCLUSÕES

COMPARAÇÃO MÁRMORE RUIVINA

Contrariamente a outros mármore portugueses aqui apresentados, o mármore Ruivina não tem esteticamente nenhum competidor. No entanto existem vários tipos de mármore que concorrem com esta tipologia pela tonalidade acinzentada. No geral os concorrentes do mármore Ruivina apresentam um comportamento mecânico adequado à maioria das aplicações. A resistência mecânica dos mármore concorrentes é em média semelhante à do mármore Ruivina. As maiores diferenças prendem-se sobretudo com a disponibilidade em quantidade e uniformidade estética em quantidade.

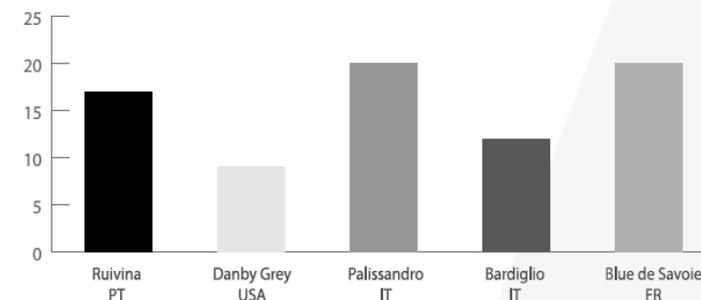
A adequabilidade de qualquer material pétreo está intrinsecamente ligada ao uso e à finalidade e propósito de cada material e de cada aplicação. Para este estudo, foram consideradas aplicações genéricas tendo em conta princípios básicos e condições mínimas de garantia de utilização em serviço.

ADEQUABILIDADE AO USO



CONCLUSÕES

COMPARAÇÃO RESISTÊNCIA À FLEXÃO [MPa]



Considerou-se que o nível 3 representava a adequabilidade e que o nível 0 representava uma situação crítica que deverá ser alvo de um dimensionamento detalhado e de uma análise crítica de adequabilidade. Os gráficos seguintes mostram o desempenho médio do mármore Ruivina comparativamente aos restantes materiais selecionados para comparação.

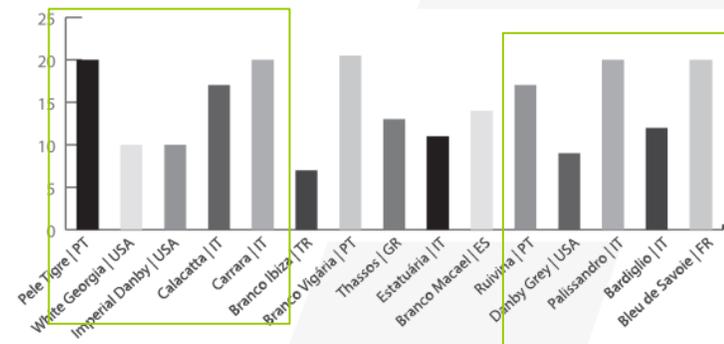
Comparação |

COMPARAÇÃO GLOBAL - MÁRMORES

O mármore branco Vigária apresenta um comportamento mecânico à flexão distintamente superior aos concorrentes o que o distingue como um material preferencial para aplicações técnicas com em fachada ou piso elevado.

O mármore Ruivina é o único dos três mármore Portugueses analisados que apresenta valores médios de resistência à flexão abaixo da média de dois dos concorrentes. Tanto o mármore Italiano Palissandro, como o mármore Francês Blue de Savoie, apresentam resistência mecânica média à flexão superior (20 MPa). Os pontos fracos destes materiais concorrentes prendem-se com uma menor disponibilidade de quantidade uniforme em termos de cor já que, ambos os mármore apresentam elevada variação no padrão ornamental.

COMPARAÇÃO RESISTÊNCIA À FLEXÃO [MPa]



Comparação | Moleanos Bege

MOLEANOS BEGE



MOLEADNOS BEGE
PORTUGAL



JURA BEGE
ALEMANHA



ROCHEVILLE
FRANÇA



SUGAR BEIGE
TURQUIA



CREME MARFIL
ESPANHA



LUDGET B7
FRANÇA

OBJECTIVO DE COMPARAÇÃO

Comparar calcários de cor bege uniforme.

CUIDADOS ESPECIAIS

Não lavar com soluções ácidas sob pena de remover o acabamento superficial. Podem manchar em contacto com gorduras, recomendada a aplicação de impermeabilizante após dois meses de aplicado por forma a garantir a secagem completa.

Comparação | Moleanos Bege

MANUAL COMERCIAL | PEDRA NATURAL

MOLEANOS BEGE

OUTRAS DESIGNAÇÕES COMERCIAIS

Moleanos Macio, Moleanos Clássico, Gascogne Beje, Semi-Rijo Moleanos, Moleanos Caravell



DESCRIÇÃO

MOLEANOS é um calcário cinzento-esbranquiçado a creme claro, de tendência oolítica, calciclástico e bioclástico, com algumas pontuações escuras dispersas. Este calcário é bastante homogéneo e altamente apreciado pela sua uniformidade estética e adequabilidade para exterior.

PEDREIRA OPERACIONAL DESDE

desde o século XX

ACABAMENTOS

polido, amaciado, escovado, envelhecido, jateado, riscado, areado, flameado

CALCÁRIOS 5

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-MECÂNICAS

resistência à flexão [MPa] | 14.0
 resistência à flexão após gelo* [MPa] | 12.0
 resistência à compressão [MPa] | 90
 massa volúmica aparente [kg/m³] | 2480
 porosidade aberta [%] | 7.6
 composição mineralógica | 98-99 % calcite
 absorção de água [%] | 3.1
 *25 ciclos

USO E APLICAÇÃO

Em fachada ventilada devem ser usadas espessuras mínimas de 40 mm. No caso das fachadas devem ser seleccionados sistemas de fixação invisíveis/ pelo tardo (do tipo *undercut*) com recurso a estrutura metálica intermédia por forma a garantir a secagem adequada do revestimento. O design da fachada deve ter em conta a existência de pingadeira para minimizar a acumulação de partículas. Não é recomendada a aplicação em pisos exteriores / superfícies horizontais em zonas gélidas. Espessura mínima para pisos tradicionais de 20 mm.

USO ADEQUADO

Horizontal / Vertical



Comercial/ Residencial



Interior / Exterior



PAÍS DE ORIGEM / LOCAL DE EXPLORAÇÃO

LEIRIA, ALCOBAÇA,
MOLEANOS , PORTUGAL



Comparação | Moleanos Bege

MOLEANOS BEGE

CUIDADOS ESPECIAIS

Não lavar com soluções ácidas sob pena de remover o acabamento superficial. Pode manchar em contacto com gorduras, aplicar impermeabilizante após dois meses de aplicado por forma a garantir a secagem.

APTIDÃO PARA MANCHAS +

Lavar com produtos pH neutro.

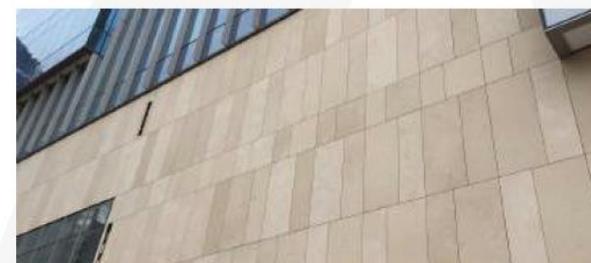
REQUISITOS PARA APLICAÇÃO

Resistência à flexão [MPa]	Resistência à flexão após gelo [MPa] REF+ 56 ciclos	Resistência à compressão [MPa]	Massa volúmica aparente [kg/m³]	Porosidade aberta [%]	Absorção de água [%]	APLICAÇÃO
≥ 10	≥ 10	≥ 70	≥ 2350	< 7.0	< 3.0	FACHADA EXTERIOR
9	9	69	2349	7.0	3.0	REVESTIMENTO INTERIOR
7	7	40	2100	14.9	4.9	PAVIMENTO E ESCADAS
< 7	< 7	< 40	< 2100	≥ 15	≥ 5.0	BANCADAS DE COZINHA E WC
ADEQUADO		ADEQUADO COM RESTRIÇÕES		APLICAÇÃO LIMITADA		

FACHADA  | REVESTIMENTO INTERIOR  | PISO  | BANCADAS 

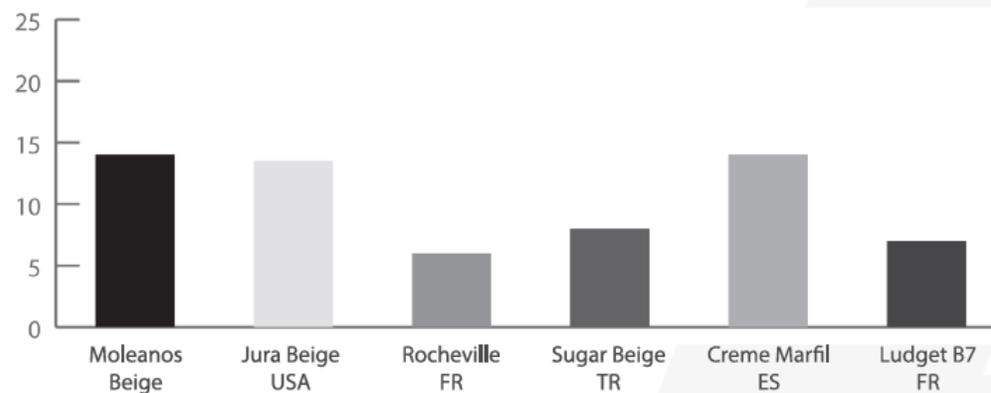
LEGENDA:

- – BAIXA OU INEXISTENTE;
- + – REDUZIDA;
- ++ – MÉDIA;
- +++ – ELEVADA;



Comparação | Moleanos Beige

COMPARAÇÃO RESISTÊNCIA À FLEXÃO [MPa]



O calcário Moleanos Beige apresenta vantagens competitivas na performance face aos restantes calcários selecionados para comparação. Nomeadamente em aplicações de maior valor acrescentado como fachada. É um calcário que face aos competidores cumpre os mesmos requisitos com a vantagem de possuir uma grande uniformidade estética. É ainda importante referir que face aos calcários Franceses existe a vantagem da disponibilidade de blocos com maior volume útil.

Trata-se de um material que alia elevada resistência mecânica e estabilidade face a agentes externos como mudanças de temperatura, gelo, humidade, entre outros.

Comparação | Semi-Rijo

SEMI-RIJO



SEMI-RIJO
PORTUGAL



PORTLAND
REINO UNIDO



MYRA
TURQUIA



CAPRI
ESPANHA



SANTA WHITE
TURQUIA



ROCHE DU VALLE
FRANÇA

OBJECTIVO DE COMPARAÇÃO

Comparar calcários de cor creme claro

CUIDADOS ESPECIAIS

Não lavar com soluções ácidas sob pena de remover o acabamento superficial. Pode manchar em contacto com gorduras, recomendada a aplicação de impermeabilizante após dois meses de aplicado por forma a garantir a secagem completa

Comparação | Semi-Rijo

MANUAL COMERCIAL | PEDRA NATURAL

SEMI-RIJO

OUTRAS DESIGNAÇÕES COMERCIAIS

Branco do mar, Salgueira, Branco Snow, Branco Real, Creme Royal.



DESCRIÇÃO

Moleanos é um calcário cinzento-esbranquiçado a creme claro, de tendência oolítica, calciclástico e bioclástico, com algumas pontuações escuras dispersas. Este calcário é bastante homogêneo e altamente apreciado pela sua uniformidade estética e adequabilidade para exterior.

PEDREIRA OPERACIONAL DESDE

Século XX

ACABAMENTOS

Polido, amaciado, escovado, envelhecido, jateado, riscado, areado, flamejado.

CALCÁRIOS 66

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-MECÂNICAS

resistência à flexão [MPa] | 7.0 - 9.0
 resistência à flexão após gelo* [MPa] | 5.0 - 7.0
 resistência à compressão [MPa] | 48 - 54
 massa volúmica aparente [kg/m³] | 2310 - 2350
 porosidade aberta [%] | 12
 composição mineralógica | 98-99 % calcite
 absorção de água [%] | 5 - 6
 *25 ciclos

USO E APLICAÇÃO

Em fachada ventilada devem ser usadas espessuras mínimas de 50 mm. No caso das fachadas devem ser selecionados sistemas de fixação invisíveis/ pelo tardoz (do tipo undercut) com recurso a estrutura metálica intermédia por forma a garantir a secagem adequada do revestimento. O design da fachada deve ter em conta a existência de pingadeira para minimizar a acumulação de partículas na fachada.

Não é recomendada a aplicação em pisos exteriores / superfícies horizontais em zonas gélidas. Espessura mínima para pisos tradicionais de 20 mm.

USO ADEQUADO

Horizontal / Vertical



Comercial/ Residencial



Interior / Exterior



PAÍS DE ORIGEM / LOCAL DE EXPLORAÇÃO

SALGUEIRA/MENDIGA, PORTO DE MÓS (LEIRIA)
 SALGUEIRA, RIO MAIOR (SANTARÉM)
 CODAÇAL/SERRO VENTOSO, PORTO DE MÓS (LEIRIA)



Comparação | Semi-Rijo

MANUAL COMERCIAL | PEDRA NATURAL

SEMI-RIJO

CUIDADOS ESPECIAIS

Não lavar com soluções ácidas sob pena de remover o acabamento superficial. Pode manchar em contacto com gorduras, aplicar impermeabilizante após dois meses de aplicado por forma a garantir a secagem completa do substrato e da pedra.

REQUISITOS PARA APLICAÇÃO

Resistência à flexão [MPa]	Resistência à flexão após gelo [MPa] REF+ 56 ciclos	Resistência à compressão [MPa]	Massa volúmica aparente [kg/m³]	Porosidade aberta [%]	Absorção de água [%]	APLICAÇÃO
≥ 10	≥ 10	≥ 70	≥ 2350	< 7.0	< 3.0	FACHADA EXTERIOR
9	9	69	2349	7.0	3.0	REVESTIMENTO INTERIOR
7	7	40	2100	14.9	4.9	PAVIMENTO E ESCADAS
< 7	< 7	< 40	< 2100	≥ 15	≥ 5.0	BANCADAS DE COZINHA E WC
ADEQUADO		ADEQUADO COM RESTRIÇÕES		APLICAÇÃO LIMITADA		

FACHADA ✔ | REVESTIMENTO INTERIOR ✔ | PISO ✔ | BANCADAS ✔

LEGENDA:

- – BAIXA OU INEXISTENTE;
- + – REDUZIDA;
- ++ – MÉDIA;
- +++ – ELEVADA;

APTIDÃO PARA MANCHAS ++

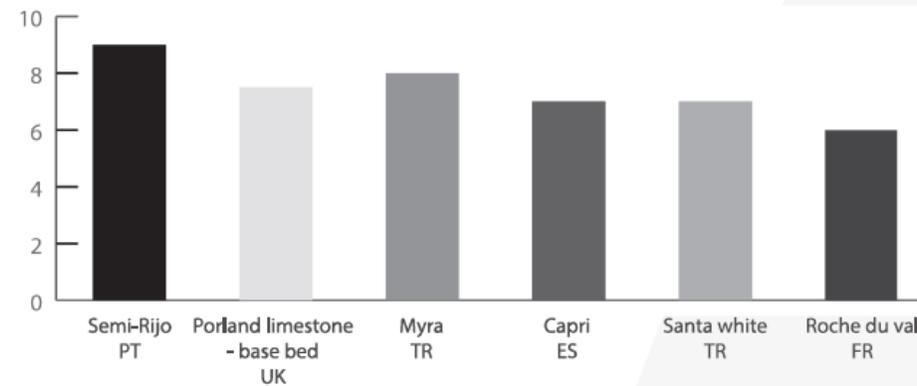
Lavar com produtos pH neutro.



Comparação | Semi-Rijo

CONCLUSÕES

COMPARAÇÃO RESISTÊNCIA À FLEXÃO [MPa]



Considerou-se que o nível 3 representava a adequabilidade total e que o nível 0 representava uma situação crítica que deverá ser alvo de um dimensionamento detalhado e de uma análise crítica de adequabilidade. Os gráficos seguintes mostram o desempenho médio do calcário semi-rijo comparativamente aos restantes materiais selecionados para comparação.

Comparação | Cinzento Pedras Salgadas

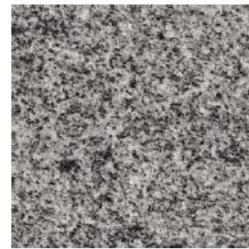
MANUAL COMERCIAL | PEDRA NATURAL

CINZENTO PEDRAS SALGADAS

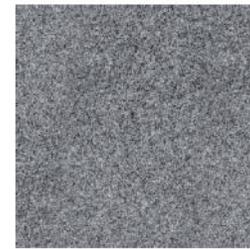
GRANITOS 85



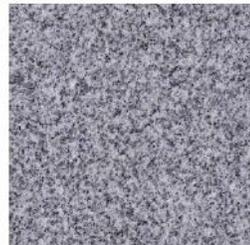
CINZENTO PEDRAS
SALGADAS
PORTUGAL



CINZA ANDORINHA
BRASIL



CINZA CASTELO
BRASIL



G603
CHINA



G622
CHINA



BRANCO ALBA
ESPANHA

OBJECTIVO DE COMPARAÇÃO

Comparar granitos de cor cinzento claro.

CUIDADOS ESPECIAIS

Não lavar com soluções ácidas sob o risco de afetar o brilho e remover o acabamento. É sempre recomendável o uso de sistemas de fixação em aço inoxidável por forma a evitar a oxidação do granito em fachada ventilada ou em fachada cortina. A limpeza e manutenção deverá ser efetuada com recurso a soluções com água a baixa pressão e deverá ser evitado o uso de materiais abrasivos.

Comparação | Cinzento Pedras Salgadas

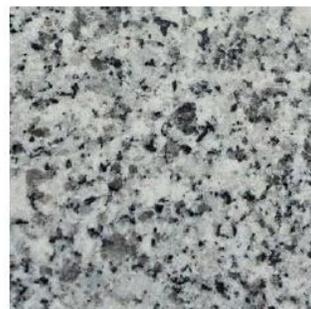
MANUAL COMERCIAL | PEDRA NATURAL

GRANITOS 86

CINZENTO PEDRAS SALGADAS

OUTRAS DESIGNAÇÕES COMERCIAIS

Pedras Salgadas.



DESCRIÇÃO

Cinza Pedras Salgadas é um granito cinzento claro de granulado médio, equigranular, de duas micas embora predominantemente biotítico, com raros megacristais de feldspato dispersos. Este granito é bastante homogêneo e altamente apreciado pela sua uniformidade estética e adequabilidade para aplicação no exterior.

PEDREIRA OPERACIONAL DESDE

Desde o século XX

ACABAMENTOS

Polido, amaciado, escovado, envelhecido, jateado, riscado, areado, flamejado.

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-MECÂNICAS

resistência à flexão [MPa] | 17
 resistência à flexão após gelo* [MPa] | 16
 resistência à compressão [MPa] | 220
 massa volúmica aparente [kg/m³] | 2620
 porosidade aberta [%] | 0.8
 absorção de água [%] | 0.3
 *25 ciclos

CUIDADOS ESPECIAIS

O granito cinzento pedras salgadas é um material pétreo compacto, e estável em termos de alteração. O nível de porosidade deste material permite que o mesmo possa ser aplicado em bancadas e em zonas onde exista o contacto com água ou humidade. Em fachada ventilada aconselha-se que seja sempre aplicado com sistemas de fixação de aço inoxidável por forma a evitar contaminações por oxidação.

USO ADEQUADO

Horizontal / Vertical



Comercial / Residencial



Interior / Exterior



PAÍS DE ORIGEM / LOCAL DE EXPLORAÇÃO

Bragado/Sabroso de Aguiar/
 Bornes de Aguiar, Vila Pouca de
 Aguiar, Portugal



Comparação | Cinzento Pedras Salgadas

CINZENTO PEDRAS SALGADAS

USO E APLICAÇÃO

Em fachada ventilada é recomendada a utilização espessura mínima de 40 mm. No caso das fachadas devem ser seleccionados sistemas de fixação invisíveis/ pelo tardo (do tipo *undercut*) com recurso a estrutura metálica intermédia por forma a garantir a secagem adequada do revestimento.

O design da fachada deve ter em conta a existência de pingadeira para minimizar a acumulação de partículas.

Este tipo de granito é adequado para a utilização como revestimento na base do edifício por ter resistência mecânica adequada.

APTIDÃO PARA MANCHAS +

Lavar com produtos pH neutro.

Em situações de manutenção regular a lavagem deve ser efetuada com água a baixa pressão.

REQUISITOS PARA APLICAÇÃO

Resistência à flexão [MPa]	Resistência à flexão após gelo [MPa] REF: 56 ciclos	Resistência à compressão [MPa]	Massa volúmica aparente [kg/m³]	Porosidade aberta [%]	Absorção de água [%]	APLICAÇÃO
≥ 11	≥ 11	≥ 100	≤ 2700	≤ 1,0	≤ 0,4	FACHADA EXTERIOR
10.9	10.9	99	2649	1.1	0.39	REVESTIMENTO INTERIOR
7	7	70	2600	1.5	0.6	PAVIMENTO E ESCADAS
< 7	< 7	< 70	< 2600	≥ 1.5	≥ 0.6	BANCADAS DE COZINHA E W.C
ADEQUADO		ADEQUADO COM RESTRIÇÕES		APLICAÇÃO LIMITADA		

FACHADA | REVESTIMENTO INTERIOR | PISO | BANCADAS

LEGENDA:

– – BAIXA OU INEXISTENTE; + – REDUZIDA; ++ – MÉDIA; +++ – ELEVADA;



Comparação |

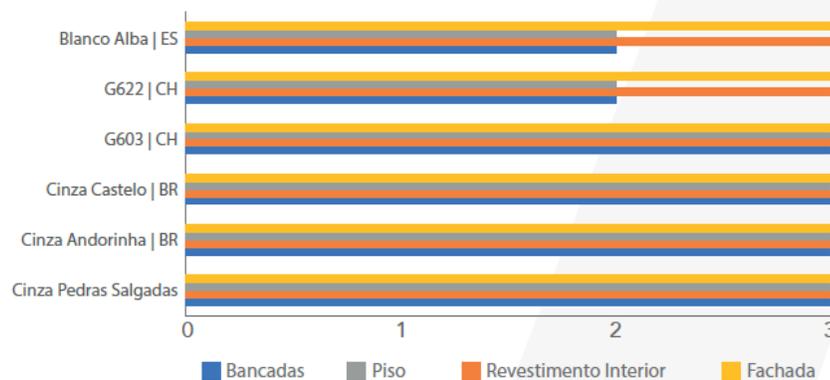
CONCLUSÕES

COMPARAÇÃO CINZENTO PEDRAS SALGADAS

O granito Cinzento Pedras Salgadas apresenta similaridade estética com diversos tipos de outros granitos principalmente com origem na China e no Brasil. A adequabilidade está intrinsecamente ligada ao uso e à finalidade e propósito de cada material e de cada aplicação.

Para este estudo, foram consideradas aplicações genéricas no âmbito de: Bancadas (cozinha ou WC), Piso exterior, Revestimento interior e Fachada. Tendo em conta princípios básicos e condições mínimas de garantia de utilização em serviço, considerou-se que o nível 3 representava a adequabilidade total face à aplicação e que o nível 0 representava uma situação crítica que deverá ser alvo de um dimensionamento detalhado e de uma análise crítica de adequabilidade.

ADEQUABILIDADE AO USO



Comparação |

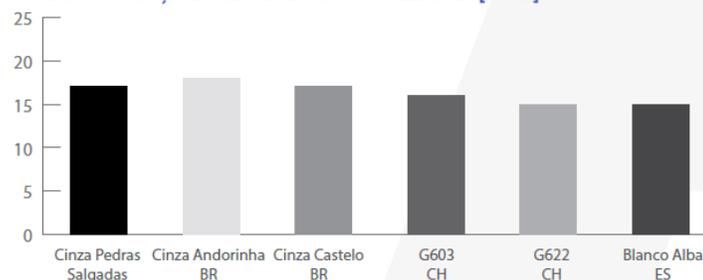
CONCLUSÕES

O granito Cinza Pedras Salgadas apresenta vantagens competitivas na performance face especialmente dois dos granitos selecionados para comparação: o granito Espanhol Branco Alba e o Granito Chinês G622. A vantagem principal está relacionada com uma maior resistência à flexão o que se revela essencial em aplicações em fachada.

A competição com o granito Chinês G603 mostra grande correspondência entre desempenho nomeadamente em aplicações de maior valor acrescentado como é a fachada. É um granito que face à média do desempenho dos competidores cumpre os mesmos requisitos com a vantagem de possuir uma grande uniformidade estética.

O granito cinzento Pedras Salgadas é um material que alia elevada resistência mecânica e estabilidade face a agentes externos como mudanças de temperatura, gelo, humidade, entre outros.

COMPARAÇÃO RESISTÊNCIA À FLEXÃO [MPa]



Colas |

- Adequabilidade
- Formato
- Tempo de presa/cura
- Preferencialmente secagem + rápida
- Preferencialmente – base cimentícia + base epoxy / polyester
- Testar antecipadamente com a espessura
- Não tapar após assentamento
- Aplicar à massa fresca em piso pode ser uma boa hipótese (cumprir requisitos)

Colas | alerta em pisos

- Baixa espessura – quebra/ rotura
- Loros/veios - fragilidade / quebra / rotura...aumentar espessura
- Impermeabilizar na totalidade nem sempre é necessário e convem fazer teste de compatibilidade com a cola de assentamento
- Resistência à abrasão baixa....quebra/rotura

Projectos de fachada

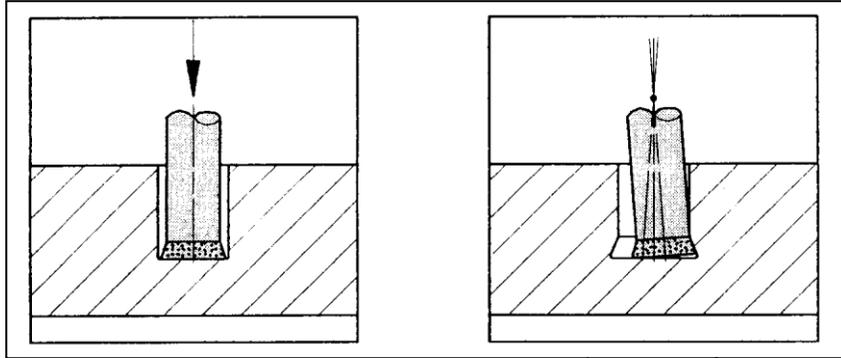
- Undecurt ou rasgo (com devido dimensionamento)
- Ensaios com os sistemas
- Análise das acções do local para pré-dimensionamento
- Detalhes para zonas particulares (cantos, capeamentos etc...)
- Todos os furos feito em fábrica em equipamento adequado
- Definição de manual de controlo por projecto (+++)
- Ensaios e control ao longo do projecto (+++)
- Identificação de projectos com pedra similar (+++)

Sistemas de fixação para fachadas ventiladas

Métodos de Fixação Indirecta - *UNDERCUT*
Furação na face da placa de pedra

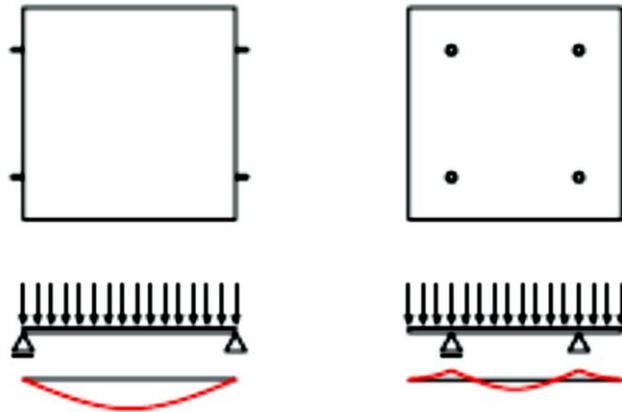


Sistemas de fixação para fachadas ventiladas



Métodos de
Fixação Indirecta

UNDERCUT

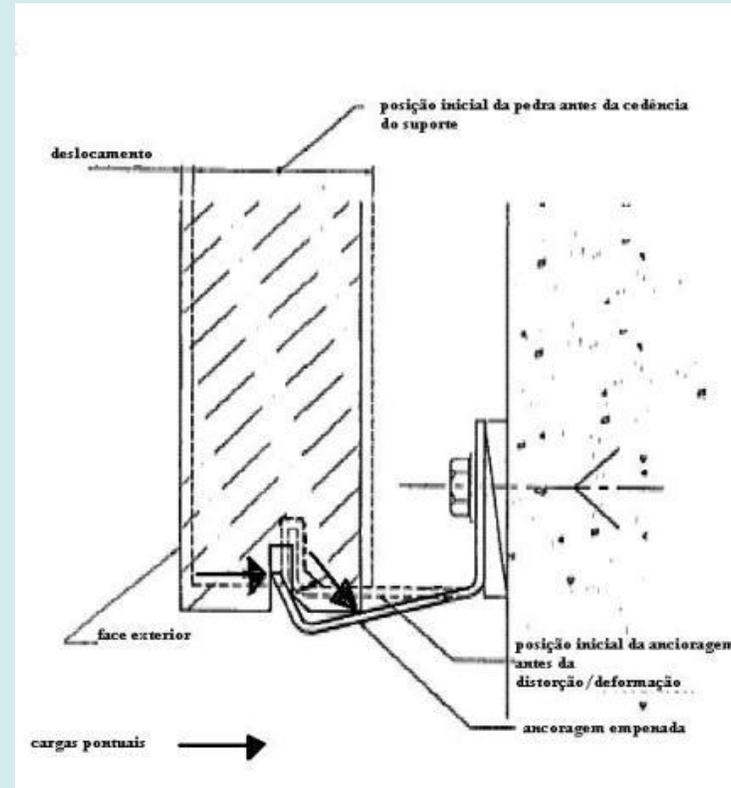


Menos esforços de flexão e maior
resistência ao corte...

...maior custo...

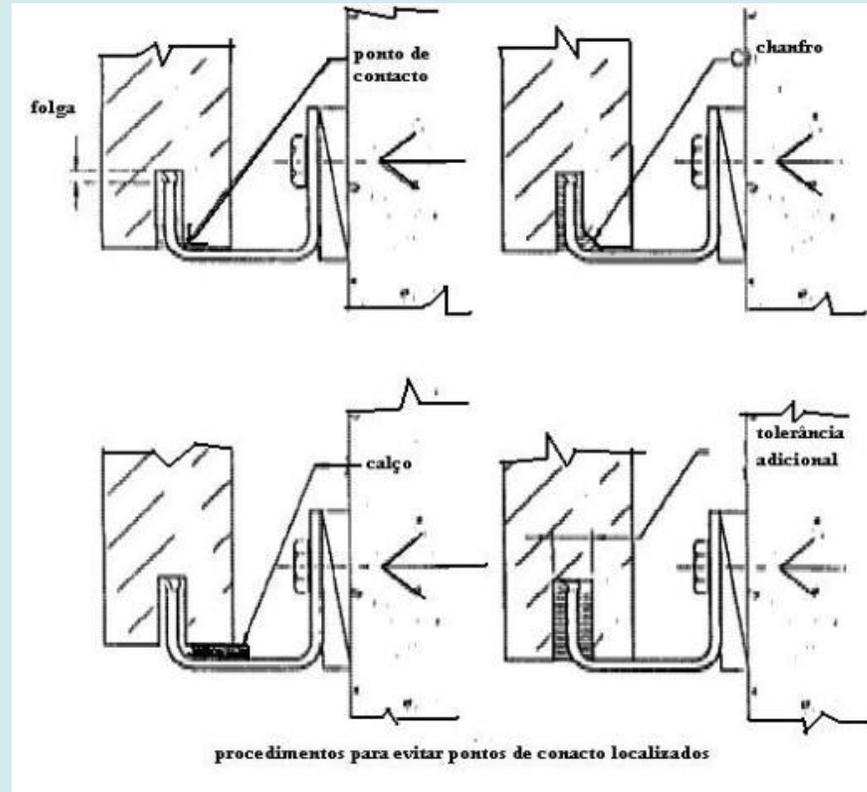
nas ancoragens...

Métodos de fixação



Pontos Críticos - *kerf*

Métodos de fixação



Evitar pontos de contacto localizados - *kerf*

OBRIGADA!

FORMAÇÃO | Pedra Natural

Caracterização Tecnológica de Rochas Ornamentais

Vera Pires | vlcp@uevora.pt
Investigadora Auxiliar | Laboratório de Ensaios Mecânicos
Membro integrado do Laboratório Hércules

Grupo Galrão 19.06.2021