

GUIA DE APLICAÇÃO DE ROCHAS EM REVESTIMENTOS



ABI ROCHAS

Associação
Brasileira da
Indústria de
Rochas
Ornamentais

GUIA DE APLICAÇÃO DE ROCHAS EM REVESTIMENTOS

Projeto Bula

2009

Autoria

Cid Chiodi Filho & Eleno de Paula Rodrigues

Apoio



Realização

ABIROCHAS

Associação
Brasileira da
Indústria de
Rochas
Ornamentais

ABIROCHAS

Diretoria

Presidente

Sérgio Daneluzzi Azeredo

Vice-Presidente Administrativo Financeiro

Ivo Zagonel Jr.

1º Vice-Presidente

José Georgevan Gomes de Araújo

Vice-Presidente de Mercado Interno

José Ferreira da Silva Filho

Vice-Presidente de Meio Ambiente

Luiz Antônio Vessani

Vice-Presidente de Mineração

Paulo Orcioli

Vice-Presidente de Comunicação

Roberto Amaral Ribeiro

Vice-Presidente de Relações Institucionais

Reinaldo Dantas Sampaio

Vice-Presidente de Comércio Exterior

Carlos Antônio Cavalcanti

Vice - Presidente da Região Sul

Rogério Adolfo Riegel

Vice-Presidente da Região Norte e Nordeste

Antonio José Sarmiento Toledo

Vice-Presidente da Região Eixo Rio de Janeiro – Espírito Santo

Elias Alves Pereira

Vice-Presidente Minas Gerais - Ardósia

Renato Filgueiras

Conselho de Administração

Presidente do Conselho de Administração

Carlos Queiroz de Paula e Silva

ANPO-ES

Presidente – Elias Alves Pereira

SIMAG-RS

Presidente – Rogério Adolfo Riegel

SIMAGRAN-AL

Presidente – José Fernandes Souza de Holanda

SIMAGRAN-BA

Presidente – Reinaldo Dantas Sampaio

SIMAGRAN-CE

Presidente – Roberto Amaral

SIMAGRAN-GO

Presidente – Carlos Queiroz de Paula e Silva

SIMAGRAN-PR

Presidente – José Georgevan Gomes de Araújo

SIMAGRAN-SC

Presidente – Robert Von Der Heyde

SIMAGRAN-SP

Presidente – Carlos Antônio Cavalcanti

SINCOCIMO-RJ

Presidente – Jorge Rodrigues do Nascimento

SINDIPEDRAS-PE

Presidente – José Carlos Queiroga de Cavalcante

SINDRO-PB

Presidente – Fernando Holanda

SINROCHAS-MG

Presidente – José Ferreira da Silva Filho

Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais – ABIROCHAS

Avenida Paulista, 1313 – 8º andar – sala 802 – Bela Vista – São Paulo – SP

Cep 01311-200 – Fone (11) 3253-9250 – Fax (11) 3253-9458

abirochas@abirochas.com.br - www.abirochas.com.br

GUIA DE APLICAÇÃO DE ROCHAS EM REVESTIMENTOS

Projeto Bula

Cid Chiodi Filho

*Geólogo (USP)
Kistemann & Chiodi Assessoria e Projetos
Consultor da ABIROCHAS*

Eleno de Paula Rodrigues

*Geólogo (USP)
Mestre e Doutor em Geociências (USP)
Pós-doutor em Rochas Ornamentais (UNESP)
LITHOTEC - Consultoria em Mármore e Granitos*

ABIROCHAS
Vice-Presidência de
Mercado Interno

**São Paulo
2009**

© 2009, ABIROCHAS

Todos os direitos reservados.
A reprodução não autorizada desta publicação,
no todo ou em parte, constitui violação de copyright (Lei 5.988).

Colaboração

Prof. Dr. Antônio Neves de Carvalho Júnior
Escola de Engenharia da UFMG
Departamento de Engenharia de Materiais e Construção

Eng^a. de Minas Nuria Fernández Castro
Centro de Tecnologia Mineral – CETEM
Coordenação de Apoio Tecnológico à Micro e Pequena Empresa

Apoio Técnico

Geóloga Denize Kistemann Chiodi
Técnico Gilmar Silveira

Obra realizada com recursos financeiros da



Informações e Pedidos

ABIROCHAS – Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais
Avenida Paulista, 1313 – 8º andar – sala 802 – Bela Vista – São Paulo – SP
Cep 01311-200 – Fone (11) 3253-9250 – Fax (11) 3253-9458
abirochas@abirochas.com.br - www.abirochas.com.br

552.1

C5399p Chiodi Filho, Cid; Rodrigues, Eleno de Paula
Guia de aplicação de rochas em revestimentos; Projeto Bula / Cid
Chiodi Filho; Eleno de Paula Rodrigues. - São Paulo: ABIROCHAS,
2009
97 p.: il.

ISBN 978-85-45530-01-5

1. Rocha ornamental. 2. Revestimento. 3. Materiais. 4. Granito.
5. Mármore. 6. Ardósia. I. Título

APRESENTAÇÃO

As informações constantes deste documento compõem referência auxiliar para a correta especificação, aplicação e conservação das rochas de revestimento, colocando-se como guia para fornecedores, especificadores, construtores e consumidores finais. As indicações e recomendações expressas foram compiladas de diversas normas e trabalhos publicados, no Brasil e exterior, refletindo o conhecimento comum existente a respeito do tema enfocado.

Nos Capítulos 1 e 2 são avaliados os diferentes tipos de rochas, suas características composicionais e implicações físico-mecânicas para especificação, discutindo-se no Capítulo 3 os ensaios de caracterização tecnológica, usualmente exigidos para sua qualificação.

No Capítulo 4 e nas tabelas que compõem os anexos A, B e C, são apresentadas orientações gerais de especificação e aplicação, organizadas para três grandes conjuntos de rochas: granitos e quartzitos; mármore e travertinos; ardósias. Neste capítulo e seus anexos são também discriminadas: as condicionantes tecnológicas; os ambientes de aplicação objetivados; as argamassas de assentamento e rejuntamento, indicadas para cada ambiente; e as possibilidades de utilização de impermeabilizantes, selantes e outros produtos protetores.

Nos Capítulos 5 e 6 são comentados aspectos de interesse relativos ao controle de qualidade para recepção e conservação dos materiais na obra, bem como as principais recomendações sobre os trabalhos de limpeza e manutenção de revestimentos.

No Capítulo 7 apresenta-se um exemplo de elaboração do Manual do Proprietário, que deve conter informações básicas de referência sobre as rochas utilizadas em determinado imóvel.

Exibe-se no Capítulo 8 o conjunto de informações que deveria ser idealmente solicitado pelos consumidores finais e intermediários (construtoras), bem como pelos especificadores em geral, aos fornecedores de rochas para revestimento.

No Anexo D apresenta-se um vocabulário de termos técnicos e comerciais do setor de rochas ornamentais e de revestimento, em português, espanhol, inglês e italiano, útil para a elaboração de documentos e nas operações de comércio exterior. No Anexo E apresenta-se o Álbum Fotográfico, com algumas ilustrações de interesse para o assunto tratado neste livro.

Destaca-se que todas as informações e orientações fornecidas demandam processo sistemático de revisão, devido à constante atualização de produtos e processos construtivos, bem como para incorporar sugestões dos usuários de rochas e dos profissionais do setor.

Os fornecedores de rochas, e suas entidades representativas, acreditam que a divulgação do presente documento constitua fator de proteção e garantia para todos os integrantes da cadeia produtiva, quer da estrutura de oferta, quer da estrutura de demanda.

São Paulo, dezembro de 2008

Sérgio Daneluzzi Azeredo
Presidente da ABIROCHAS

José Ferreira da Silva Filho
Vice-Presidente de Mercado Interno

APEX-BRASIL: PARCEIRA DO EXPORTADOR

A Agência Brasileira de Promoção de Exportações e Investimentos é responsável pela promoção dos produtos e serviços brasileiros no mercado internacional. Esta é a sua missão, que se estende ainda ao apoio à internacionalização das empresas brasileiras e à atração de investimentos para o país. Todas as ações, projetos e atividades são pautados na construção da imagem do país como um fornecedor habilitado a atender aos mercados mais exigentes.

A base do trabalho da Apex-Brasil é a parceria com o setor privado, buscando sempre ampliar o número de empresas exportadoras, abrir novos mercados para os produtos e serviços nacionais e reforçar a presença brasileira em mercados tradicionais. Focalizada em seis complexos produtivos – agronegócio, casa e construção civil, entretenimento e serviços, máquinas e equipamentos, moda, tecnologia e saúde – a Agência desenvolve projetos com empresários de mais de 60 setores da economia, em todas as regiões do Brasil, estimulando-os a integrar feiras internacionais, missões comerciais, exposições, encontros de negócios.

Estudos de oportunidade de mercado, de conjuntura e competitividade, entre outros, compõem o portfólio de produtos oferecidos pela Apex-Brasil no apoio à internacionalização de empresas. A Agência também possui Centros de Negócios em Miami (EUA), Dubai (Emirados Árabes), Varsóvia (Polônia) e Havana (Cuba). Está em fase de implantação um novo Centro em Pequim (China). Outro foco de atuação da Agência é a atração de Investimentos Estrangeiros Diretos para o Brasil.

A Apex-Brasil e a Abirochas trabalham em parceria para promover as exportações do setor desde 1999, com excelentes resultados no aumento das vendas externas, na agregação de valor e na conquista de novos mercados para os produtos brasileiros.

Brasília, dezembro de 2008

Paulo Roberto da Silva
Gestor de Projetos
Apex-Brasil

PREFÁCIO

Mais do que pelas excelentes propriedades funcionais para ornamentação e revestimento, os materiais rochosos naturais notabilizam-se pela diversidade e beleza de seus padrões estéticos. Tais padrões são resultantes da interação de diferentes estruturas (desenhos/movimentos), texturas (dimensão e arranjo dos cristais constituintes) e feições cromáticas (dependentes da mineralogia e quimismo da rocha).

A multiplicidade dos ambientes geológicos geradores, somada às singularidades espaço-temporais de evolução da crosta terrestre, confere particularidades estéticas únicas e exclusivas a cada tipo de rocha e até a cada afloramento de um mesmo maciço rochoso. Do ponto de vista geológico, os processos genéticos combinam dezenas de elementos químicos, centenas de minerais e infinitos padrões texturais e cromáticos associados.

Cada rocha tem nome próprio, características físico-mecânicas específicas e preços diferenciados, percebidos pelos consumidores, e que constituem atributos mercadológicos não das *commodities* minerais, mas das especialidades comerciais. Cada variedade de rocha de uso em ornamentação e revestimento, mesmo na sua forma bruta, deve ser assim entendida como um produto manufaturado pela natureza.

Como exemplo da amplitude geocronológica da evolução da crosta terrestre e seus materiais constituintes, menciona-se que a maior parte dos granitos, mármore e quartzitos brasileiros foram formados há mais de 500 milhões de anos e alguns até há mais de 2 bilhões de anos, tendo os mais jovens "apenas" 80 milhões de anos. Além de qualquer argumentação técnica, essa referência de idade ilustra a durabilidade esperada para os revestimentos de rocha, desde que os materiais sejam corretamente especificados, aplicados e conservados.

Mesmo as rochas mais resistentes, a exemplo de qualquer outro material sólido empregado em revestimentos, não estão, contudo, isentas de agressões físico-mecânicas e químicas, incidentes nos diversos ambientes de aplicação. As principais patologias dos revestimentos referem-se a manchamentos, eflorescências, fissuras e desgaste abrasivo, manifestados tanto pelo contato com produtos de limpeza, alimentos, bebidas, cosméticos, tintas, óleos, graxas, etc., quanto pela poluição atmosférica, inclusive chuvas ácidas.

As patologias não são usualmente decorrentes de problemas ou deficiências da própria rocha, mas sim da sua inadequada especificação aos ambientes desejados e técnicas incorretas de aplicação nesses ambientes. A maior parte das patologias pode ser, portanto, prevenida mediante conhecimento das propriedades tecnológicas das rochas e seleção de argamassas de assentamento e rejuntamento. São também importantes a adoção de técnicas apropriadas de aplicação, o manuseio e o acondicionamento controlados das peças na obra, procedimentos sistemáticos de limpeza e, quando devido, a recomendação de uso de produtos impermeabilizantes e/ou selantes.

Talvez essa seja a forma mais efetiva de valorização das rochas como material confiável e durável de revestimento nas edificações e de uso geral em funções ornamentais e decorativas.

São Paulo, novembro de 2008

Cid Chiodi Filho e Eleno de Paula Rodrigues

SUMÁRIO

1 – TIPOLOGIA DAS ROCHAS ORNAMENTAIS E DE REVESTIMENTO	11
1.1 Caracterização Comercial	11
1.2 Rochas Silicáticas (Granitos e Similares)	12
1.3 Rochas Carbonáticas (Mármore, Travertinos e Calcários)	13
1.4 Rochas Silicosas (Quartzitos, Cherts e Similares)	14
1.5 Rochas Síltico-Argilosas Foliadas (Ardósias)	14
1.6 Rochas Ultramáficas (Serpentinitos, Pedra-Sabão e Pedra-Talco)	15
2 – CRITÉRIOS GERAIS DE ESPECIFICAÇÃO, USOS E CONSERVAÇÃO	16
2.1 Identificação de Materiais Rochosos Naturais	16
2.2 Noções Importantes para Especificação	16
2.3 Fatores de Degradação dos Revestimentos	18
2.4 Noções sobre Restauração	19
3 – ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA	20
3.1 Considerações Gerais	20
3.2 Petrografia Microscópica	20
3.3 Índices Físicos (Porosidade Aparente, Absorção d'Água e Densidade)	22
3.4 Desgaste Abrasivo	22
3.5 Compressão Uniaxial	23
3.6 Resistência à Flexão	23
3.7 Coeficiente de Dilatação Térmica Linear	24
3.8 Outros Ensaios Destacados	25
4 – CRITÉRIOS ORIENTATIVOS PARA APLICAÇÃO DE REVESTIMENTOS	30
4.1 Considerações Gerais	30
4.2 Revestimentos Horizontais Convencionais	31
4.2.1 Argamassas de Assentamento	31
4.2.2 Argamassas de Rejuntamento	33
4.3 Revestimentos Verticais Convencionais	34
4.3.1 Argamassas de Assentamento	34
4.3.2 Argamassas de Rejuntamento	37
4.4 Pisos Elevados/Flutuantes	38
4.5 Fachadas Aeradas/Ventiladas	38
4.5.1 Fixação	38
4.5.2 Características e Dimensionamento das Placas Rochosas	40
4.5.3 Juntas	40
4.6 Aplicação de Selantes e Impermeabilizantes	41
4.7 Espessuras Mínimas sugeridas para Pisos em Geral	42
4.8 Espessuras Mínimas sugeridas para Revestimentos com Ardósia	43
5 – CONTROLE DE QUALIDADE: RECEPÇÃO E CONSERVAÇÃO DOS MATERIAIS NA OBRA	45
5.1 Orientações Gerais	45
5.2 Tolerâncias Dimensionais	46
6 – LIMPEZA E MANUTENÇÃO DE ROCHAS EM REVESTIMENTOS	47
7 – INDICAÇÕES PARA ELABORAÇÃO DO MANUAL DO PROPRIETÁRIO	48
8 – INFORMAÇÕES DE RESPONSABILIDADE DOS FORNECEDORES	50
PRINCIPAIS FONTES DE CONSULTA	52

ANEXOS	54
ANEXO A – REVESTIMENTOS COM ROCHAS SILICÁTICAS E SILICOSAS	55
Anexo AA	Rochas Silicáticas (Granitos e Similares) e Silicosas (Quartzitos / Cherts e Similares) em Revestimentos Horizontais: Parâmetros Tecnológicos Sugeridos para Especificação
Anexo AB	Rochas Silicáticas (Granitos e Similares) e Silicosas (Quartzitos / Cherts e Similares) em Revestimentos Horizontais: Considerações sobre o Uso de Impermeabilizantes e Selantes
Anexo AC	Rochas Silicáticas (Granitos e Similares) e Silicosas (Quartzitos / Cherts e Similares) em Revestimentos Horizontais: Procedimentos Indicados para Assentamento e Rejuntamento
Anexo AD	Rochas Silicáticas (Granitos e Similares) e Silicosas (Quartzitos / Cherts e Similares) em Revestimentos Verticais: Parâmetros Tecnológicos Sugeridos para Especificação
Anexo AE	Rochas Silicáticas (Granitos e Similares) e Silicosas (Quartzitos / Cherts e Similares) em Revestimentos Verticais: Considerações sobre o Uso de Impermeabilizantes e Selantes
Anexo AF	Rochas Silicáticas (Granitos e Similares) e Silicosas (Quartzitos / Cherts e Similares) em Revestimentos Verticais: Procedimentos Indicados para Assentamento e Rejuntamento
ANEXO B – REVESTIMENTOS COM ROCHAS CARBONÁTICAS	63
Anexo BA	Rochas Carbonáticas (Mármore e Travertinos) em Revestimentos Horizontais: Parâmetros Tecnológicos Sugeridos para Especificação
Anexo BB	Rochas Carbonáticas (Mármore e Travertinos) em Revestimentos Horizontais: Considerações sobre o Uso de Impermeabilizantes e Selantes
Anexo BC	Rochas Carbonáticas (Mármore e Travertinos) em Revestimentos Horizontais: Procedimentos Indicados para Assentamento e Rejuntamento
Anexo BD	Rochas Carbonáticas (Mármore e Travertinos) em Revestimentos Verticais: Parâmetros Tecnológicos Sugeridos para Especificação
Anexo BE	Rochas Carbonáticas (Mármore e Travertinos) em Revestimentos Verticais: Considerações sobre o Uso de Impermeabilizantes e Selantes
Anexo BF	Rochas Carbonáticas (Mármore e Travertinos) em Revestimentos Verticais: Procedimentos Indicados para Assentamento e Rejuntamento
ANEXO C – REVESTIMENTOS COM ARDÓSIAS	71
Anexo CA	Ardósias em Revestimentos Horizontais: Parâmetros Tecnológicos Sugeridos para Especificação
Anexo CB	Ardósias em Revestimentos Horizontais: Considerações sobre o Uso de Impermeabilizantes e Selantes
Anexo CC	Ardósias em Revestimentos Horizontais: Procedimentos Indicados para Assentamento e Rejuntamento
Anexo CD	Ardósias em Revestimentos Verticais: Parâmetros Tecnológicos Sugeridos para Especificação
Anexo CE	Ardósias em Revestimentos Verticais: Considerações sobre o Uso de Impermeabilizantes e Selantes
Anexo CF	Ardósias em Revestimentos Verticais: Procedimentos Indicados para Assentamento e Rejuntamento
ANEXO D – VOCABULÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E COMERCIAIS DO SETOR DE ROCHAS ORNAMENTAIS E DE REVESTIMENTO	80

LISTAGEM DE TABELAS

Nº Tabela	Título	Pág.
2.3.1	Alteração em Revestimentos	
3.1.1	Ensaio e Análises para Caracterização Tecnológica de Rochas Ornamentais e de Revestimento e Normas Adotadas	
3.8.1	Valores Médios Obtidos para os Principais Tipos Litológicos, segundo Ensaio Tecnológico Realizados pelo IPT	
3.8.2	Ensaio e Análises Recomendadas de acordo com o Uso Pretendido do Material	
3.8.3	Normas para Especificação Tecnológica de Rochas de Revestimento	
3.8.4	Proposta Geral de Qualificação Tecnológica das Rochas Ornamentais e de Revestimento	
3.8.5	Ensaio de Alteração Acelerada e seus Objetivos	
4.3.1	Recomendação de Aplicações e Tempo em Aberto de Argamassas Colantes Industrializadas segundo a norma ABNT NBR 14.081/2004	
4.5.1	Coefficientes de Segurança Aplicáveis às Tensões de Ruptura de Rochas (compressão e tração na flexão, conforme as ABNT NBR 12.767 e ABNT NBR 12.763, respectivamente)	
4.7.1	Espessuras Mínimas Sugeridas para Pisos de Granito, Mármore e Quartzito	
4.8.1	Revestimento de Pisos e Paredes com Ardósia: Espessuras Mínimas Recomendadas para Lajotas Padronizadas	
5.2.1	Tolerâncias Dimensionais para Placas Rochosas de Revestimento	

LISTAGEM DE FIGURAS

Nº Figura	Título	Pág.
4.3.1	Exemplo de Junta de Movimentação	

SIGLAS E ABREVIATURAS CITADAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AENOR	Asociación Española de Normalización
AFNOR	Association Française de Normalization
ASTM	ASTM International – American Society for Testing and Materials
BS	British Standard
CEN	European Committee for Standardization
CETEC	Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
DIN	Deutscher Institut für Normung
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S/A
UNESP	Universidade Estadual Paulista
UNI	Ente Nazionale Italiano di Unificazione

UNIDADES DE MEDIDA UTILIZADAS

atm	atmosfera	kgf	quilograma-força	ppm	partes por milhão
cm	centímetro	m	Metro	s	segundo
g	grama	mm	Milímetro	t	tonelada
GPa	gigapascal	MPa	megapascal	°C	graus Celsius
kg	quilograma				

Capítulo 1

TIPOLOGIA DAS ROCHAS ORNAMENTAIS E DE REVESTIMENTO

1.1 Caracterização Comercial

Rochas são genericamente definidas como corpos sólidos naturais, formados por agregados de um ou mais minerais cristalinos. As rochas ornamentais e de revestimento, também designadas pedras naturais, rochas lapídeas, rochas dimensionais e materiais de cantaria, compreendem os materiais geológicos naturais que podem ser extraídos em blocos ou placas, cortados em formas variadas e beneficiados por meio de esquadrejamento, polimento, lustro, etc. Seus principais campos de aplicação incluem tanto peças isoladas, como esculturas, tampos e pés de mesa, balcões, lápides e arte funerária em geral, quanto edificações, destacando-se, nesse caso, os revestimentos internos e externos de paredes, pisos, pilares, colunas, soleiras, etc.

Do ponto de vista geológico, as rochas são enquadradas em três grandes grupos genéticos: ígneas, sedimentares e metamórficas. As rochas ígneas, ou magmáticas, resultam da solidificação de material fundido (magma), em diferentes profundidades da crosta terrestre. As rochas sedimentares são formadas pela deposição química ou detrítica dos produtos da desagregação e erosão de rochas pré-existentes, transportados e acumulados em bacias deposicionais de ambientes subaquáticos (fluviais, lacustres e marinhos) e eólicos (subaéreos). Rochas metamórficas são formadas pela transformação (metamorfismo) de outras pré-existentes, normalmente como resultado do aumento da pressão e temperatura no ambiente geológico.

Do ponto de vista comercial, as rochas ornamentais e de revestimento são basicamente subdivididas em granitos e mármore. Como granitos, enquadram-se, genericamente, as rochas silicáticas, enquanto os mármore englobam, *sensu lato*, as rochas carbonáticas. Alguns outros tipos litológicos, incluídos no campo das rochas ornamentais, são os quartzitos, serpentinitos, travertinos, calcários (*limestones*) e ardósias, também muito importantes setorialmente.

Granitos são, *sensu lato*, enquadrados como rochas ígneas, tendo-se os mármore como rochas metamórficas de origem sedimentar. Travertinos e calcários (*limestones*) são sedimentares, enquanto quartzitos e ardósias são metamórficas, também de origem sedimentar. Serpentinitos são rochas metamórficas de derivação magmática.

Também do ponto de vista comercial, rochas isotrópicas (sem orientação preferencial dos constituintes mineralógicos) são designadas homogêneas e mais empregadas em obras de revestimento. Rochas anisótropas, com desenhos e orientação mineralógica, são chamadas movimentadas e mais utilizadas em peças isoladas, pois sua aplicação em revestimentos demanda apuro estético e caracteriza nova tendência de *design*, ainda não totalmente assimilada pela maioria dos consumidores tradicionais.

O padrão cromático é o principal atributo considerado para qualificação comercial de uma rocha. De acordo com as características cromáticas, os materiais são enquadrados como clássicos, comuns ou excepcionais. Os clássicos não sofrem influência de modismos, nos quais se incluem mármore vermelhos, brancos, amarelos e negros, bem como granitos brancos, verdes, negros e vermelhos. Os comuns ou de “batalha”, de largo emprego em obras de revestimento, abrangem mármore bege e acinzentados, além de granitos acinzentados, rosados e amarronzados. Os materiais excepcionais são normalmente utilizados para peças isoladas e pequenos revestimentos, incluindo mármore

azuis, violeta e verdes, além de granitos azuis, amarelos, multicores e pegmatíticos, estes últimos definindo os ora designados granitos exóticos ou feldspatados.

As designações comerciais aplicadas são muitas vezes inespecíficas, não espelhando os parâmetros de cor e procedência dos materiais. As formas tradicionais de nomenclatura refletem tais parâmetros (p.ex.: Verde Candeias, Vermelho Capão Bonito, Rosa Sardo, etc.), devendo ser preferencialmente adotadas como base para identificação de novos materiais comercialmente tipificados.

Os produtos comerciais obtidos a partir da extração de blocos e serragem de chapas, que sofrem algum tipo de tratamento de superfície (sobretudo polimento e lustro), são designados como rochas processadas especiais. Tal é o caso dos materiais que no geral aceitam polimento e recebem calibração, abrangendo os mármore, granitos, quartzitos maciços e serpentinitos.

Os produtos comerciais normalmente utilizados com superfícies naturais em peças não calibradas, extraídos diretamente por delaminação mecânica de chapas na pedreira, são por sua vez designados rochas processadas simples. Para ilustração refere-se que, no Brasil, tal é o caso dos quartzitos foliados (pedra São Tomé, pedra Mineira, pedra Goiana, etc.), pedra Cariri, basaltos gaúchos, pedra Paduana ou Miracema, pedra Macapá, pedra Morisca, dentre outras.

As ardósias recebem designação específica, sendo os nomes comerciais diferenciados pela cor da rocha. Os serpentinitos têm seus produtos comercializados sob a designação de mármore verdes.

1.2 Rochas Silicáticas (Granitos e Similares)

Para o setor de rochas ornamentais e de revestimento, o termo granito (*granite*) designa um amplo conjunto de rochas silicáticas, abrangendo monzonitos, granodioritos, charnockitos, sienitos, dioritos, diabásios/basaltos e os próprios granitos, geradas por fusão parcial ou total de materiais crustais preexistentes.

A composição mineralógica desses “granitos” é definida por associações muito variáveis de quartzo, feldspato, micas (biotita e muscovita), anfibólios (sobretudo hornblenda), piroxênios (aegirina, augita e hiperstênio) e olivina. Alguns desses constituintes podem estar ausentes em determinadas associações mineralógicas, anotando-se diversos outros minerais acessórios em proporções bem mais reduzidas. Quartzo, feldspatos, micas e anfibólios são os minerais dominantes nas rochas graníticas e granitóides.

Macroscopicamente (a olho nu), o quartzo é reconhecido como o mineral incolor ou fumê, geralmente translúcido, muito comum nos granitos, podendo-se também encontrá-lo na cor azulada em rochas específicas.

Os feldspatos (microclínio, ortoclásio e plagioclásios) são normalmente os principais balizadores do padrão cromático das rochas silicáticas, conferindo as colorações avermelhada, rosada e creme-acinzentada nos granitos homogêneos (isótropos) e orientados/movimentados (anisótropos).

A cor negra, variavelmente impregnada na matriz das rochas silicáticas, é conferida pelos minerais máficos (silicatos ferro-magnesianos), sobretudo anfibólio (hornblenda) e mica (biotita), chamados vulgarmente de “carvão”.

Nos granitos mais leucocráticos (claros), portanto com menor quantidade de minerais ferro-magnesianos, o quartzo e o feldspato compõem normalmente entre 85% e 95% da rocha).

A textura das rochas silicáticas é determinada pela granulometria e hábito dos cristais, e a estrutura definida pela distribuição desses cristais. Composição, textura e estrutura representam, assim, parâmetros de muito interesse para a caracterização de granitos e sua distinção dos mármore.

1.3 Rochas Carbonáticas (Mármore, Travertino e Calcários)

As principais rochas carbonáticas abrangem calcários (*limestones*) e dolomitos, sendo os mármore (*marbles*) seus correspondentes metamórficos. Os calcários são rochas sedimentares compostas principalmente de calcita (CaCO_3), enquanto dolomitos são também sedimentares formadas, sobretudo, por dolomita ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$).

Alguns outros minerais carbonáticos, notadamente a siderita (FeCO_3), ankerita ($\text{Ca, Mg, Fe}(\text{CO}_3)_4$) e a magnesita MgCO_3 , estão frequentemente associados com calcários e dolomitos, mas em geral em pequenas proporções. Os mármore são caracterizados pela presença de minerais carbonáticos com graus variados de recristalização metamórfica.

Argilo-minerais (caulinita, illita, clorita, smectita, etc.) e seus produtos metamórficos (sericita, muscovita, flogopita, biotita, tremolita, actinolita, diopsídio, etc.), constituem impurezas comuns, tanto disseminadas quanto laminadas, nas rochas carbonáticas.

Quartzo e sulfetos são acessórios frequentes, como cristais isolados ou em disseminações na matriz. Matéria orgânica pode estar também finamente disseminada, conferindo cores marrom-escura e negra às rochas portadoras.

A maior parte das rochas carbonáticas tem origem biológica ou mais propriamente biodetrítica, formando-se em ambientes marinhos pela deposição de conchas e esqueletos de outros organismos (corais, briozoários, etc.). Essas conchas e esqueletos são preservados como fósseis mais e menos fragmentados, perfeitamente reconhecíveis nas rochas pouco ou não metamorfizadas.

Processos deposicionais, conduzidos por precipitação química e bioquímica direta de carbonatos em ambientes de água doce, determinam a formação de rochas não-fossilíferas e bastante heterogêneas do tipo travertino e marga.

Rochas carbonáticas representam assim materiais sedimentares e metassedimentares, constituídos por 50% ou mais dos minerais calcita e dolomita. Calcários, epicalcários e mármore calcíticos contêm calcita predominante, enquanto dolomitos, metadolomitos e mármore dolomíticos são rochas similares com predominância de dolomita. Impurezas comuns incluem argilas, quartzo, micas, anfibólios, matéria orgânica/grafitosa e sulfetos, caracterizando-se uma ampla variedade de cores, texturas, desenhos, cristalinidade e conteúdo fóssil.

No setor de rochas ornamentais e de revestimento, o termo mármore é empregado para designar todas as rochas carbonáticas, metamórficas ou não, capazes de receber polimento e lustro. O crescimento recente da participação relativa dos granitos foi, pelo menos em parte, determinado por sua maior durabilidade e resistência ante os mármore, além dos padrões estéticos não tradicionais e possibilidades de paginação em pisos e fachadas.

1.4 Rochas Silicosas (Quartzitos, Cherts e Similares)

Quartzitos (*quartzites*) podem ser definidos como rochas metamórficas com textura sacaróide, derivadas de sedimentos arenosos, formadas por grãos de quartzo recristalizados e envolvidos ou não por cimento silicoso. Tanto quanto nos mármore, a recristalização mineralógica ocorre por efeito de pressão e temperatura atuantes sobre os sedimentos originais, tornando os quartzitos normalmente mais coesos e menos friáveis que os arenitos. Cherts são rochas silicosas, tanto microcristalinas quanto criptocristalinas, formadas pela precipitação química de sílica (SiO_2) em ambientes subaquáticos. Silexitos são rochas similares ao cherts, também de granulacão muito fina (textura afanítica), por vezes resultantes de segregações metamórficas e hidrotermais.

Os minerais acessórios mais comuns das rochas silicosas são as micas (filossilicatos), zircão, magnetita/ilmenita e hidróxidos de ferro e de manganês. As feições estéticas dos quartzitos, sobretudo o padrão cromático, são determinadas pelos minerais acessórios.

Quartzitos com pequena participação de filossilicatos (normalmente mica branca) não desenvolvem foliação metamórfica e planos preferenciais de partição. Estes quartzitos são, portanto, caracterizados como rochas maciças de textura sacaróide granoblástica, extraídos como blocos nas pedreiras e posteriormente serrados em chapas. Por exemplo, os quartzitos lavrados na Bahia, como o Azul Macaúbas e Tycoon Blue, enquadram-se dentre as variedades maciças existentes no Brasil.

Quando é maior a presença de micas isorientadas, os quartzitos desenvolvem textura sacaróide granolepidoblástica, com planos preferenciais de partição/delaminação aproveitados para extração direta de placas no maciço rochoso lavrado.

O maior grau de absorção d'água, algumas vezes proporcionado pela textura sacaróide, evita o empoçamento de água e facilita a drenagem de pisos externos, sobretudo na borda de piscinas. Além disso, a inexistência de minerais reativos torna os quartzitos inertes a agentes de alteração, como produtos de limpeza e soluções ácidas em geral.

Não existe disciplinamento para as designações comercialmente aplicadas aos quartzitos foliados brasileiros, com tendência de se chamar como São Tomé, materiais de diversas procedências. As variedades comercializadas incluem rochas de coloração esbranquiçada, amarelada (*champagne*), esverdeada, rosada e acinzentada, apresentadas, sobretudo, como lajotas não-calibradas, cacos (cavacos) e filetes.

Da mesma forma, vários quartzitos e metaconglomerados silicosos, que conforme referido constituem rochas metamórficas de derivação sedimentar, ainda são incorretamente chamados de granitos.

1.5 Rochas Síltico-Argilosas Foliadas (Ardósias)

Ardósias (*slates*) são rochas metassedimentares, de baixo grau metamórfico, formadas a partir de seqüências argilosas e síltico-argilosas. A definição científica de ardósia baseia-se, entretanto, na presença de planos preferenciais de partição paralelos, que proporcionam a "clivagem ardosiana".

Os planos de clivagem são formados pela isorientação de minerais placóides e prismáticos, compondo uma estrutura xistosa comum a boa parte das rochas metamórficas. A distinção das ardósias, entre as demais rochas com planos preferenciais de clivagem, é determinada pela sua granulacão muito fina e pela maior capacidade de partição em superfícies paralelas.

Seus principais constituintes mineralógicos incluem mica branca fina (sericita), quartzo, clorita e grafita. Quantidades variáveis, em geral acessórias, de carbonato, turmalina, titanita, rutilo, feldspato, óxidos de ferro e pirita podem ocorrer.

Sendo essencialmente constituídas por minerais estáveis, como o quartzo e filossilicatos (mica e clorita), as ardósias são resistentes à meteorização e por isso bastante duráveis. Algumas impurezas, sobretudo as carbonáticas, podem contribuir para a diminuição de durabilidade das ardósias, quando atacadas por soluções ácidas.

Cerca de 95% das ardósias brasileiras são extraídas no Estado de Minas Gerais, onde as áreas de extração e beneficiamento abrangem uma região de 7.000 km², na sua porção centro-sul. As variedades extraídas são comercialmente tipificadas pela cor, anotando-se ardósias cinza, verde, roxa (vinho), preta e grafite.

As variedades de cor cinza, preta e grafite podem dar origem à ardósia “ferrugem”, como resultado da oxidação de finas lamelas interestratificadas de pirita com estrutura fibrorradial. Onde são mais espaçados os planos de deslocamento, definidos pela clivagem ardosiana, formam-se as ardósias do tipo “matacão”.

1.6 Rochas Ultramáficas (Serpentinitos, Pedra-Sabão e Pedra-Talco)

Serpentinito (*serpentine*), pedra-sabão (*soapstone*) e pedra-talco (*talcstone*) são designações técnicas e comerciais, aplicadas para variedades metamórficas de rochas ultramáficas. A constituição mineralógica dessas variedades é basicamente definida por serpentina, tremolita/actinolita, clorita, talco e carbonato, em diversas associações, marcadas pela ausência de quartzo e feldspato.

Os serpentinitos têm cor verde-escura ou vermelho-escura, mostram maior resistência à abrasão e aceitam polimento, sendo assim utilizados para revestimentos. O maior problema da lavra desses serpentinitos refere-se ao elevado grau de fraturamento dos maciços rochosos, o que traduz taxas de recuperação muito reduzidas e apenas para blocos de pequena dimensão. No setor de rochas ornamentais e de revestimento, os serpentinitos são comumente tratados como mármore verdes (por exemplo, Verde Alpi e Verde Guatemala).

A pedra-sabão, um pouco mais macia que os serpentinitos, tem coloração cinza-escura e destina-se sobretudo à elaboração de fornos domésticos, lareiras, pequenos revestimentos, panelas, caçarolas, chapas e grelhas para alimentos, além de outros usos decorativos. Sua principal característica é aceitar altas temperaturas (até 1500°C) e reter calor, permanecendo aquecida por longos períodos. Mais recentemente, a pedra-sabão foi bem aceita para *counter-tops* (bancadas de cozinha) no mercado dos EUA.

A denominada pedra-talco é riscada pela unha e untuosa ao tato, exibindo aspecto mosqueado e cores marrons a esverdeadas. É utilizada principalmente para a confecção de objetos decorativos, destacando-se arte estatutuária.

Capítulo 2

CRITÉRIOS GERAIS DE ESPECIFICAÇÃO, USOS E CONSERVAÇÃO

2.1 Identificação dos Materiais Rochosos Naturais

As rochas para ornamentação e revestimento representam um exemplo quase exclusivo de produto natural claramente enquadrado como especialidade comercial. Mais do que pelas suas excelentes propriedades funcionais, o que as caracteriza são os atributos estéticos extremamente diferenciados a partir da combinação de estruturas, texturas e padrões cromáticos. Por essa razão, cada rocha tem preço e nome próprios, sendo primordial respeitar as designações comerciais aplicadas.

Do ponto de vista do enquadramento técnico e comercial, conforme já referido, as rochas ornamentais e de revestimento são basicamente subdivididas em granitos e mármore. Como granitos incluem-se genericamente rochas formadas por minerais silicáticos, enquanto os mármore englobam rochas compostas por minerais carbonáticos. Mármore e granitos são materiais tanto físico-mecânica quanto quimicamente bastante distintos, extraídos da natureza e, mais importante, utilizados em seu estado natural.

Alguns outros tipos de rochas, também muito empregados em revestimentos, são os quartzitos (rochas silicosas), ardósias (rochas silico-argilosas) e serpentinitos (rochas ultramáficas). Travertinos (tipo Bege Bahia e outros) e calcários (*limestones* em geral) também são rochas carbonáticas, distinguindo-se dos mármore por aspectos genéticos (não sofreram recristalização metamórfica) e algumas propriedades físicas (menor índice de lustro, brilho e espelhamento em faces polidas).

Para distinção entre uma rocha silicática (granitos em geral) e uma carbonática (mármore, travertinos e calcários), dois procedimentos relativamente simples são recomendados: os granitos não são riscados por canivetes e chaves; os mármore, travertinos e calcários são riscáveis por canivetes/chaves e reagem ao ataque de ácido clorídrico ou muriático, mesmo diluídos a 5-10% em volume, e menos intensamente ao ataque de limão, com efervescência variável.

Serpentinitos e ardósias não efervesce ou efervesce muito discretamente, e podem ser riscados por canivetes. Os quartzitos, muitas vezes assemelhados aos mármore, não são riscados por canivetes/chaves e nem efervesce com ácido clorídrico ou limão. As ardósias distinguem-se dos mármore pelas cores homogêneas e fechadas, normalmente mais escuras (cinza, grafite, preta, vinho e verde-escura). Os serpentinitos são identificados pelas cores esverdeadas e desenhos mais ou menos característicos, tendo propriedades físico-mecânicas e químicas assemelhadas às das rochas carbonáticas.

2.2 Noções Importantes para Especificação

Como tentativa de adequação aos usos mais recomendados de cada material, destaca-se que as rochas carbonáticas (mármore, travertinos, calcários/*limestones*) e ultramáficas (serpentinitos/"mármore verde") são menos resistentes ao desgaste abrasivo e quimicamente mais reativas que as rochas silicáticas, exigindo pressupostos rígidos de manutenção se especificadas em fachadas, pisos e áreas de serviço. Rochas silicáticas (granitos em geral) e silicosas (quartzitos) são mais resistentes ao desgaste abrasivo e quimicamente menos reativas que as rochas carbonáticas, exigindo cuidados quanto ao manchamento produzido por infiltrações de líquidos, sobretudo provenientes de umidade residual e excesso de água e de oleosidade nas argamassas de fixação e rejunte. Rochas

síltico-argilosas (ardósias) têm resistência intermediária entre granitos e mármore, quanto ao ataque químico e abrasão, devendo-se observar as espessuras mínimas aceitáveis para pisos, o espaçamento das juntas em ambientes externos e a correta especificação de argamassas de fixação e rejunte.

Assim, como base de generalização para os usos recomendados dos diferentes materiais, pode-se assinalar o seguinte:

- a) rochas silicáticas, silicosas e síltico-argilosas, do ponto de vista físico-mecânico, mostram-se superiores às carbonáticas para revestimentos externos, pisos em geral e áreas de serviço;
- b) sob o mesmo prisma, as rochas carbonáticas e ultramáficas seriam por sua vez idealmente especificáveis para interiores, com restrições aos pisos de alto tráfego, às áreas de serviço e notadamente às pias de cozinha;
- c) 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.

Duas recomendações preponderantes: é inadequada a utilização de duas rochas com resistências distintas à abrasão, por exemplo mármore e granito, para um mesmo piso em local com alto tráfego de pedestres, pois seguramente ocorrerá desgaste diferencial ao longo do tempo; deve-se evitar a utilização de mármore em degraus de escadas com grande volume de tráfego, pois nesta condição haverá maior desgaste e embaciamento no centro dos degraus.

Os acabamentos apicoados, flameados, escovados e levigados, menos escorregadios, são preferíveis aos lustrados para pisos externos e com tráfego de pedestres. Porém, os acabamentos rugosos aumentam a superfície específica da face tratada e produzem microfissurações, ampliando assim a absorção de líquidos e impregnação de sujeira. Para diminuição do risco de escorregamento em pisos de face lisa de áreas externas, sugere-se aumentar a abertura das juntas e diminuir a dimensão individual das placas.

Cabe aqui uma observação específica sobre as rochas foliadas e, particularmente, sobre as ardósias. As ardósias são muito utilizadas, pelo menos no Brasil, justamente para o revestimento de pisos de ambientes externos. Quando molhadas, suas superfícies naturais e polidas tornam-se tão escorregadias quanto a de qualquer outro material sólido igualmente liso, inclusive as cerâmicas. Não obstante, as ardósias são indevidamente consideradas, também no Brasil, mais escorregadias que outros produtos de revestimento, quando na verdade o problema é do ambiente de aplicação (áreas molhadas) e não do próprio revestimento.

Devido à sua forte isorientação mineralógica, principalmente dos filossilicatos (micas), as ardósias têm comportamento bastante distinto nos planos paralelos e perpendiculares ao da clivagem ardosiana. Essa anisotropia físico-mecânica se reflete no índice de absorção d'água, que é maior no plano perpendicular à clivagem e recomenda a impermeabilização da borda dos ladrilhos/placas nos revestimentos. Essa proteção da borda pode ser obtida pela aplicação de selantes ou, preferencialmente, pelo uso de rejuntamentos de base acrílica ou epóxi, indicados onde se requer alto nível de impermeabilização.

Como rochas de cor mais escura, destaca-se ainda que as ardósias retêm mais calor que as rochas claras, em ambientes externos sujeitos à insolação. Dessa propriedade resulta a importância de observar espessuras mínimas para os ladrilhos/lajotas de ardósia em

ambientes externos, pois peças muito finas facilitam a transmissão do calor para as argamassas de fixação e potencializam o deslocamento nos revestimentos (vide Tabela 4.8.1).

2.3 Fatores de Degradação

Todos os materiais sólidos utilizados em revestimentos, quer se tratando de cerâmicas, metais, vidros, papel e tecidos, quer de produtos naturais como rochas, couros e madeiras, sofrem agressões químicas e físico-mecânicas, por vezes bastante enérgicas, em seus variados ambientes de aplicação. Essas agressões podem causar ou desencadear, até nos materiais mais resistentes como os rochosos, processos de desgaste abrasivo, perda de resistência mecânica, fissuração, manchamentos, mudanças de coloração, crostificações por eflorescência de sais e outras patologias menos frequentes.

Os principais agentes de agressão, formadores de patologias nos revestimentos, referem-se tanto a substâncias ácidas ou alcalinas convencionalmente manuseadas nos ambientes internos (residenciais e industriais), quanto a chuvas ácidas e outras manifestações de poluição atmosférica incidentes, sobretudo, nos revestimentos externos. Dentre os agentes agressivos nos ambientes domésticos, podem-se salientar as frutas cítricas (principalmente limão), vinagre, produtos de limpeza, refrigerantes gasosos, bebidas isotônicas, cosméticos, gasolina, querosene, bebidas alcoólicas coradas (destaque para vinho tinto), líquidos e massas com oleosidade, óleos, graxas e tintas em geral. Os impactos negativos das chuvas ácidas, provocados pelo conteúdo e ação dos ácidos carbônico (H_2CO_3), sulfúrico (H_2SO_4), nítrico (HNO_3), clorídrico (HCl) e orgânicos em geral (carboxílicos), manifestam-se pela corrosão de estruturas metálicas e superfícies pintadas, bem como pela deterioração dos materiais de construção, papel, couro, tecidos e rochas, neste último caso mais expressivamente nas rochas carbonáticas (mármore, travertino, calcário, etc.) que nas rochas silicáticas (granito e outros).

Destaca-se, a propósito do assunto, que os diferentes tipos e variedades de rochas reagem de maneira distinta a esses agentes agressivos. Destaca-se, também a propósito, que a maior parte dos problemas, observados nas obras e relatados por consumidores, poderia ser prevenida mediante conhecimento das características tecnológicas das rochas, especificação de argamassas e técnicas adequadas de fixação e rejuntamento e, em casos específicos, pela utilização de selantes na face e tardo das placas.

Conclui-se que os processos de degradação dos materiais aplicados são decorrentes da ação de agentes físicos, químicos e biológicos, conforme ilustrado na Tabela 2.3.1.

Tabela 2.3.1 – Alteração em Revestimentos				
AGENTES	FENÔMENOS	AÇÃO	CONSEQÜÊNCIAS	
FÍSICOS	▪ Cristalização de sais	Tensão de vazios	Fissuração	
	▪ Variação de temperatura	Dilatação / Contração	Fissuração + Descolamento	
	▪ Absorção d'água	Formação de manchas	Modificação características estéticas	
	▪ Saturação / Secagem	Lixiviação	Desagregação / Corrosão	
QUÍMICOS	Reação a	▪ ácidos	Dissolução CO_3 / Recristalização	Corrosão + Fissuração + Manchas
		▪ álcalis	Dissolução SiO_2 / Recristalização	

		▪ produtos domésticos	Dissolução / Absorção	
BIOLÓGICOS		▪ Fixação de vegetais inferiores	Tensão de vazios	Fissuração
		▪ Metabolismo	Dissolução CO ₃ e SiO ₂	Corrosão e manchas

2.4 Noções sobre Restauração

A restauração das rochas aplicadas deve ser efetuada mediante análise específica do problema observado. Os procedimentos mais comuns para remoção de manchas e outras alterações superficiais incluem repolimento, aplicação de ácido oxálico (solução de 10% em volume), aplicação de água oxigenada (20 volumes), aplicação de pasta de gesso, jateamento de areia (para superfícies não-reflectantes) e aplicação de água quente e/ou vapor d'água sob pressão. Para trincas e cavidades, costuma-se efetuar preenchimento com massa plástica, cimento branco ou gesso, misturado ao pó da rocha afetada. Especificamente para travertinos (por exemplo, o Bege Bahia), existem estuques próprios bastante utilizados em cavidades.

Informações técnicas sobre acabamento de superfícies, selantes, argamassas, rejuntas, vernizes, ceras, detergentes e antiderrapantes, visando estabelecer normas e procedimentos de aplicação, adequação, usos recomendados, conservação, limpeza, restauração são, a propósito, recomendadas para melhor especificação dos materiais rochosos naturais em revestimentos. Também a propósito, a maior parte dessas informações úteis pode ser obtida com os bons fornecedores de rochas atuantes no mercado, tendo estes a condição necessária para proporcionar qualidade e confiabilidade dos produtos aos consumidores.

Capítulo 3

ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA

3.1 Considerações Gerais

Além das feições estéticas desejáveis para as rochas ornamentais e de revestimento, a seleção e o uso dos materiais devem levar em conta suas características tecnológicas, as quais refletem basicamente o comportamento físico-mecânico das rochas nas condições normais de utilização, permitindo diagnosticar problemas estéticos decorrentes da seleção e aplicação inadequadas dos materiais.

Para a definição desses e de outros parâmetros igualmente relevantes, recomenda-se que os materiais rochosos de ornamentação e revestimento sejam submetidos a ensaios de caracterização tecnológica. Os ensaios objetivam balizar os campos de aplicação dos materiais e o seu comportamento diante das solicitações, sendo já exigíveis pelos consumidores e constando como itens obrigatórios em catálogos fotográficos promocionais dos grandes fornecedores.

Os procedimentos e padrões de avaliação dos resultados de ensaios tecnológicos são determinados por normas técnicas. Os principais conjuntos de normas, nem sempre equivalentes em suas especificações, são definidos pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), ASTM (American Society for Testing and Materials), DIN (Deutsch Institut für Normung), AFNOR (Association Française de Normalization), AENOR (Asociación Española de Normalización), BS (British Standard), UNI (Ente Nazionale Italiano di Unificazione), etc. (Tabela 3.1.1)

Os seis ensaios mais importantes, designados como “índices de qualidade”, são a seguir descritos.

3.2 Petrografia Microscópica

É realizada a partir do exame por microscopia óptica de luz transmitida, em fatias de rocha (lâminas delgadas) expostas em áreas de aproximadamente 4,0 x 2,5 cm, com espessuras da ordem de 0,03 mm. A petrografia de seções delgadas é utilizada para identificação e análise dos denominados minerais transparentes (transmitem a luz), principalmente silicatos e carbonatos.

A análise petrográfica constitui o único método de investigação laboratorial que possibilita a visualização detalhada dos constituintes da rocha, permitindo avaliar as implicações de suas propriedades no comportamento posterior dos produtos aplicados.

Complementarmente, para rochas contendo minerais opacos (não-transparentes), caso por exemplo de sulfetos (pirita, calcopirita, etc.) e óxidos (magnetita, ilmenita, etc.), o exame microscópico é realizado sob luz refletida em seções polidas.

Esses exames permitem determinar a composição mineralógica e natureza da rocha, definindo as relações texturais e o estado microfissural dos cristais, bem como identificando alterações metassomáticas, processos hidrotermais e outras feições que possam comprometer o lustro, a durabilidade e o desempenho dos diferentes materiais rochosos.

Tabela 3.1.1 - Ensaio e Análises para Caracterização Tecnológica de Rochas Ornamentais e de Revestimento e Normas Adotadas*

	ENSAIOS		NORMAS					
			ABNT NBR	ASTM	DIN	AFNOR	UNI	EN**
ROCHA BRUTA (1)	Análise Petrográfica		12.768/92	C295	--	B-10301	9724/1	EN 12407
	Índices Físicos	Massa Específica	12.766/92	C97	52102 52103	B-10503 B-10504	9724/2	EN 1925 EN 1936
		Porosidade						
		Absorção d'Água						
	Compressão Uniaxial		12.767/92	C170	52105	B-10509	9724/4	EN 1926
	Congelamento/Degelo Conjugado à Compressão Uniaxial		12.769/92		52104	B-10513		EN 12371
	Resistência à Flexão 3 Pontos		12.763/92	C99	52112	B-10510	9724/5	EN 12372
	Dilatação Térmica Linear		12.765/92	E228				EN 14581
	Desgaste Abrasivo		12.042/92	C241	52108	B-10518	2232	EN 14157
	Velocidade de Propagação de Ondas Ultra-Sônicas			D2845				EN 13579
	Módulo de Deformabilidade Estático		10.341/88	D3148				EN 14580
ROCHA BENEFICIADA (2)	Resistência à Flexão 4 Pontos			C880				EN 13161
	Impacto Corpo Duro		12.764/92					EN 14158
	Determinação de Lustro							
	Resistência ao Ataque Químico		13.818/97 Anexo H					
	Exposição à nevoa salina		8094/83					EN 14147
	Exposição ao dióxido de enxofre		8096/83					EN 13919
	Exposição a intemperismo artificial			G53				
	Exposição a ambientes ácidos e salinos							
	Exposição ao choque térmico						G-53/83	EN 14066
	Exposição à saturação e secagem							
	Efeito de cristalização de sais							EN 12370
	Manchamento		13.818/97 Anexo G					
	Resistência ao Escorregamento**		13818 Anexo N	C-1028				EN 14231

(1) Ensaio em rochas brutas procuram representar as diversas solicitações às quais a rocha estará submetida durante todo o processamento até seu uso final, quais sejam: extração, esquadrejamento, serragem dos blocos em chapas, polimento/lustração das placas, recorte em ladrilhos, etc.

(2) Ensaio em rochas beneficiadas visam à obtenção de parâmetros para dimensionamento das rochas para revestimento de fachadas e pisos. O ensaio de alterabilidade, perante produtos de limpeza, objetiva a previsão de possíveis deteriorações/manchamentos decorrentes de manutenção/limpeza inadequadas.

Fonte: (*) Baseada em dados compilados pelo Prof. Dr. Antônio Carlos Artur, do Instituto de Geociências/Unesp e complementada neste estudo (**).

3.3 Índices Físicos (Porosidade Aparente, Absorção d'Água e Densidade)

Os índices físicos abrangem a massa específica aparente, absorção d'água e porosidade aparente. Estes índices definem relações básicas entre a massa e o volume das amostras de um determinado tipo de rocha.

O termo "aparente", empregado para a massa específica (densidade) e porosidade, indica que o volume medido para as determinações é relativo ao volume total das amostras analisadas, ou seja, o volume de sólidos mais o volume de poros (espaços vazios).

A massa específica aparente é expressa em g/cm^3 , kg/m^3 ou t/m^3 , indicando o peso das unidades de volume de uma determinada rocha. A porosidade aparente e absorção d'água são expressas em porcentagem, indicando respectivamente a porcentagem total de espaços vazios em um volume de rocha e a porcentagem de espaços vazios intercomunicantes nesse mesmo volume.

O índice de absorção d'água nunca é, portanto, superior ao índice de porosidade aparente, destacando-se que uma rocha com alta porosidade não tem necessariamente alta absorção d'água, pois seus poros e cavidades podem não ser comunicantes.

A massa específica aparente e a porosidade aparente fornecem indicações sobre a resistência físico-mecânica da rocha, mediante esforços compressivos e de flexão. O índice de absorção d'água, por sua vez, indica a capacidade da rocha ser encharcada por líquidos.

Pode-se assim deduzir que os valores dos índices físicos são inter-relacionados. Por exemplo, quanto menor a densidade aferida para granitos de uma mesma linhagem, tanto maior se pode estimar o volume de espaços vazios existentes na rocha. Sendo maior o volume de espaços vazios, maior será a porosidade aparente e, possivelmente, a porosidade efetiva. Com maior porosidade efetiva, que traduz a existência de poros e/ou cavidades intercomunicantes, maior será a absorção d'água esperada para a rocha e provavelmente menor a sua resistência físico-mecânica.

Em resumo, a porosidade aparente mostra relação direta com a resistência físico-mecânica das rochas; a absorção d'água, com a possibilidade de infiltração de líquidos; e a massa específica aparente, com os aspectos de resistência físico-mecânica, além de permitir calcular o peso individual das placas especificadas no projeto arquitetônico de uma edificação.

3.4 Desgaste Abrasivo

Existem vários ensaios e normas de aferição da resistência das rochas ao desgaste abrasivo. O denominado teste Amsler, mais difundido no Brasil e normatizado pela ABNT, é efetuado com dois corpos-de-prova friccionados em areia quartzosa granulometricamente selecionada. A medida de desgaste no teste Amsler, expressa em milímetros, é aferida após 500 e 1.000 giros da roda de fixação dos corpos-de-prova no equipamento de ensaio.

A resistência ao desgaste é normalmente proporcional à dureza, na escala de Mohs, dos minerais constituintes da rocha. Rochas silicatadas (graníticas) são mais resistentes que as carbonatadas (mármore e travertinos). Entre os granitos, será tanto maior a resistência quanto maior a quantidade de quartzo. Entre os mármore, será tanto maior a resistência quanto maior o caráter dolomítico (magnesiano).

Observa-se assim que, como função da dureza dos minerais, os quartzitos e granitos mostram maior resistência ao risco (arranhões) e ao desgaste abrasivo, sendo, por isto,

idealmente especificados para pisos, sobretudo nos casos onde se espera grande tráfego de pedestres.

A textura das rochas constitui, no entanto, um elemento também muito significativo, pois o desgaste pode ocorrer tanto por abrasão, quanto por arranque (escarificação) dos constituintes mineralógicos. As texturas metamórficas do tipo sacaróide, comuns nos quartzitos, e do tipo granoblástica, comuns nos migmatitos (granitos movimentados fantasia, do ponto de vista comercial), conduzem ao processo de escarificação. Exemplos conhecidos de migmatitos, com 30%-35% de quartzo, mostraram índice de desgaste superior ao de granitos com 5%-10%. Cristais grosseiros de granada, mineral quebradiço e frequente nas rochas metamórficas, também são submetidos a arranque e provocam cavidades na superfície das placas polidas.

Tais aspectos reafirmam o alcance dos estudos petrográficos por microscopia óptica, que permitem tanto a definição dos constituintes mineralógicos, quanto a caracterização da textura da rocha, como elementos auxiliares para a previsão de desgaste dos materiais aplicados.

3.5 Compressão Uniaxial

A tensão de ruptura por compressão uniaxial é indicativa da resistência das rochas ao cisalhamento quando submetidas à pressão de carga, o que normalmente ocorre em funções estruturais. O ensaio de compressão uniaxial é exigível para todas as utilizações possíveis de uma rocha ornamental (revestimentos verticais, pisos, degraus e tampos).

O ensaio de avaliação é realizado em cinco corpos-de-prova com formato retangular no estado seco, segundo diretrizes da norma ASTM C170, sendo os resultados expressos em kgf/cm² ou MPa. Rochas anisótropas e principalmente as movimentadas, com estruturas definidas por minerais placóides (micas), tendem a apresentar valores distintos da tensão de ruptura, de acordo com o posicionamento do eixo do corpo-de-prova em relação a essas estruturas. Rochas isotrópicas, de granulação fina a média, são por sua vez normalmente mais resistentes à ruptura por compressão uniaxial.

Com as técnicas mais modernas de fixação em revestimentos verticais, através de *inserts* metálicos, não ocorre acumulação de carga entre as placas. Em termos mais gerais e independentemente da técnica de assentamento, não existe uma relação matemática direta entre a tensão de ruptura por compressão, dos materiais rochosos, e as dimensões recomendadas para suas placas nos revestimentos.

O que de fato existe é a indicação da sanidade e robustez das rochas, com valores mínimos sugeridos pela ASTM para os principais grupos litológicos aproveitados em ornamentação e revestimento.

Pode-se, no caso, destacar como inconveniente o posicionamento paralelo ou transversal dos planos de bandejamento/foliação das rochas anisótropas, em relação ao alinhamento do eixo de compressão a que ela será submetida na obra especificada.

3.6 Resistência à Flexão

A avaliação da resistência das placas rochosas à ruptura por flexão é cada vez mais importante frente às modernas técnicas de revestimento em pisos e fachadas. Estas técnicas envolvem fixação do revestimento através de anteparos metálicos, sem contato direto das chapas com a base do piso ou com a estrutura das fachadas. Nas duas situações verifica-se esforço de carga perpendicular à maior superfície da placa, pela pressão do vento nas

fachadas e peso dos objetos colocados sobre os pisos. Também nas bancadas, a resistência à ruptura por flexão é fator muito importante para qualificação das rochas.

Tanto as fraturas das rochas em geral, quanto as estruturas das rochas anisótropas, principalmente de gnaissificação e isorientação das micas, constituem zonas de fraqueza físico-mecânica e determinam variações significativas nos resultados dos testes. As placas com fraturas e/ou estruturas perpendiculares e transversais à sua maior superfície são menos resistentes que as portadoras de planos estruturais paralelos a essas superfícies.

As rochas com tendência natural de deslocamento plano-paralelo, aproveitado até para o desmonte na lavra, caso por exemplo das ardósias e de alguns quartzitos, são mais flexíveis e portanto mais resistentes à ruptura por tração que os demais tipos litológicos.

Os ensaios de flexão podem ser executados de acordo com dois procedimentos: o da norma ASTM C99 (ABNT NBR 12.763), efetuado com três cutelos e designado "Módulo de Ruptura"; e o da norma ASTM C880, efetuado com quatro cutelos (dois de aço e dois de reação), designado "Resistência à Flexão". São distintas as dimensões dos corpos-de-prova utilizados para cada um dos procedimentos e as especificações de seus resultados.

Existem *softwares* específicos para dimensionamento das chapas em fachadas, que dão parâmetros às variáveis envolvidas no projeto arquitetônico da obra e, principalmente, a componente de flexão das rochas selecionadas. Pode-se assim cotejar a dimensão tolerada das placas, com a espessura mínima delas exigível e número de inserts necessário em cada placa, para a confiabilidade da obra.

3.7 Coeficiente de Dilatação Térmica Linear

Como materiais naturais sólidos, as rochas se dilatam e se comprimem respectivamente pelo aumento e diminuição da temperatura.

Em climas tropicais e subtropicais, como o do Brasil, as temperaturas mínimas raramente atingem o ponto de congelamento da água, não havendo, portanto, maiores problemas com perda de resistência físico-mecânica, decorrente da tensão de vazios, provocada pelo gelo nos interstícios das rochas.

No entanto, se elevadas as temperaturas máximas, verifica-se um processo sensível de dilatação das rochas, sobretudo naquelas em revestimentos de pisos e fachadas sujeitos à insolação.

O coeficiente de dilatação térmica, aferido para os diferentes tipos litológicos, permite definir o espaçamento mínimo recomendável entre as chapas de um revestimento, de forma a se evitar o seu contato, compressão lateral e imbricamento.

Em revestimentos verticais fixados com *inserts* metálicos, sem argamassa, o espaço entre as placas é vazio e permite acomodar a dilatação. Em revestimentos de pisos e fachadas fixados com argamassas, o rejuntamento das placas com materiais ligantes ocupa esses espaços vazios que acomodariam a dilatação; nesta condição, o problema é ainda agravado pelo coeficiente de dilatação diferencial da rocha, da argamassa e do material de rejuntamento, que pode acarretar o descolamento das chapas e sua queda de fachadas.

A situação ideal é aquela em que são compatíveis os coeficientes de dilatação térmica das rochas de revestimento e suas argamassas de fixação e rejuntamento. No mesmo sentido, são sempre preferíveis as argamassas flexíveis para fixação e rejuntamento, pois permitem acomodar a dilatação e contração das placas rochosas nos revestimentos.

No Brasil, os ensaios de caracterização do coeficiente de dilatação térmica linear são executados com dois corpos-de-prova de formato cilíndrico, aquecidos em água de 0° a 50°C e novamente resfriados até 0°C, de acordo com a norma ABNT NBR 12.756. Os resultados desses ensaios são expressos em $(\text{mm/m} \times ^\circ\text{C}) \times 10^{-3}$.

Destaca-se que os materiais escuros absorvem mais intensamente os raios solares, dissipando menos calor, atingindo maior grau térmico e desenvolvendo assim índices mais elevados de dilatação. Esses materiais escuros são, portanto, aconselháveis para revestimento de edificações em climas temperados e frios, pois nas regiões de clima quente haverá tanto o problema técnico referido, quanto um maior gasto de energia para refrigeração dos ambientes.

3.8 Outros Ensaios Destacados

Outros ensaios tecnológicos, também muito relevantes, são exigidos sobretudo para a qualificação das rochas destinadas ao mercado externo. Tais ensaios avaliam a resistência ao impacto (impacto de corpo duro), a alterabilidade por imersão em líquidos reativos e o módulo de deformabilidade estático, determinando-se ainda a resistência à ruptura por compressão após vários ciclos de congelamento e degelo das rochas, bem como a existência de descontinuidades através da velocidade de propagação de ondas ultrassônicas.

Destaca-se que as estruturas das edificações sempre se deformam ("trabalham") ao longo do tempo, havendo movimentação diferencial em relação ao revestimento e, portanto, solicitações compressivas, distensivas e de flexão.

A resistência físico-mecânica à ruptura, quer por compressão ou flexão, bem como a capacidade de deformação elástica (dúctil) por esforço ou variação de temperatura, são, no conjunto, fundamentais para todas as situações de uso das rochas na construção civil.

A observação das propriedades intrínsecas dessas rochas e suas reações, aliadas a técnicas adequadas de assentamento, aumenta a confiabilidade e durabilidade dos revestimentos contra o risco de alterações estéticas, ruptura, descolamento e queda das placas.

A partir de ensaios tecnológicos realizados pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, nos principais tipos litológicos brasileiros aproveitados para fins ornamentais e de revestimento, são apresentadas na Tabela 3.8.1 as faixas de variação ou valores médios obtidos para diferentes grupos de rochas. De acordo com o uso pretendido, podem-se discriminar os ensaios e as análises de interesse para a qualificação das rochas, conforme a Tabela 3.8.2. A tabelas 3.8.3 discrimina os diferentes ensaios e os resultados exigíveis para alguns deles, conforme as normas ABNT e ASTM.

Tabela 3.8.1 – Valores Médios Obtidos para os Principais Tipos Litológicos, segundo Ensaios Tecnológicos Realizados pelo IPT

ENSAIOS	ME (kg/m ³)	AB (%)	DE (mm)	IM (cm)	CO (MPa)	MD (MPa x 1000)	FL (MPa)	CD (mm/m x °C)
Granitos	2630	0,3-0,4	0,5-0,6	40-60	150-200	40-50	15-20	9,7-9,9
Monzonitos	2750	0,2-0,3	0,7-0,8	40-60	130-150	40-45	20-25	9,8-9,9

Charnockitos	2950	0,4-0,5	1,0-1,2	50-60	90-100	40-45	15-20	8,8-11,6
Sienitos	2700	0,3-0,4	1,0-1,2	-	90-100	45-50	12-15	-
Diabásios/Basaltos	2900-3100	0,1-0,3	0,6-0,8	40-50	200-300	50-70	25-35	9,4-10,1
Mármore	2700-2900	0,1-0,6	1,4-3,3	-	60-170	20-70	10-15	3,1-11,9

Convenções: ME: massa específica aparente; AB: absorção d'água; DE: desgaste Amsler; IM: impacto de corpo duro; CO: compressão uniaxial; MD: módulo de deformabilidade estática; FL: resistência à tração na flexão; CD: coeficiente de dilatação térmica linear.

Tabela 3.8.2 – Ensaios e Análises Recomendados de Acordo com o Uso Pretendido do Material

USOS / ENSAIOS	AP	IF	DE	IM	CO	MD	FL	DT	ALT
Revestimentos Externos	A	A	B	C	A	B	A	A	A
Revestimentos Internos	A	A	B	C	A	C	A	B	C
Pisos Externos	A	A	A	B	A	C	A	A	A
Pisos Internos	A	A	A	B	A	C	A	B	B
Degraus	A	A	A	B	A	C	A	A	A
Tampas	A	A	B	B	A	C	A	C	A

Convenções: AP: petrografia; IF: índices físicos; DE: desgaste Amsler; IM: impacto de corpo duro; CO: compressão uniaxial; MD: módulo de deformabilidade; FL: flexão; DT: dilatação térmica; ALT: alterabilidade

A: necessário B: desejável C: recomendável em casos especiais

Tabela 3.8.3 – Normas para Especificação Tecnológica de Rochas de Revestimento

Ensaio	Unidade	Norma	Resultado Exigível
Densidade Aparente Seca <i>Density</i>	kg/m ³	ASTM C97 ABNT NBR 12.766	≥ 2560 kg/m ³ (granitos)
Absorção de Água <i>Water Absorption</i>	%	ASTM 97 ABNT NBR 12.766	≤ 0,40% (granitos) ≤ 0,75% (mármore)
Porosidade Aparente <i>Apparent Porosity</i>	%	ASTM C97 ABNT NBR 12.766	Sem especificação
Desgaste Amsler <i>Amsler Wear Test</i>	mm	ABNT NBR 12.042	Sem especificação
Resistência ao Impacto <i>Impact Resistance</i>	m	ABNT NBR 12.764	Sem especificação
Compressão Uniaxial Simples no Estado Natural <i>Compression Breaking Load at the Natural</i>	MPa	ASTM C170 ABNT NBR 12.767	≥ 131 MPa (granitos) ≥ 52 MPa (mármore)
Dilatação Térmica Linear <i>Linear Thermal Expansion*</i>	mm/m°C x 10 ⁻³	ASTM E228 ABNT NBR 12.765	Sem especificação
Resistência à Tração na Flexão <i>Modulus of Rupture</i>	MPa	ASTM C99 ABNT NBR 12.763	≥ 10,34 MPa (granitos) ≥ 7 MPa (mármore)
Resistência à Flexão <i>Flexural Strength</i>	MPa	ASTM C880	≥ 8,27 MPa
Módulo de Deformabilidade Estático <i>Static Deformability Modulus</i>	GPa	ASTM D3148	Sem especificação

Tabela 3.8.3 – Normas para Especificação Tecnológica de Rochas de Revestimento

Ensaio	Unidade	Norma	Resultado Exigível
Velocidade de Propagação de Ondas Ultra-Sônicas <i>Ultrasonic Pulse Velocity</i>	m/s	ASTM D2845	Sem especificação
Alterabilidade <i>Weatherability / Aging</i>	Sem unidade	ABNT NBR 9.446	Sem especificação

Abreviaturas e símbolos: kg – quilograma; m³ – metros cúbicos; % - porcentagem; mm – milímetro; m – metro; MPa – megapascal; °C – graus Celsius; GPa – gigapascal; m/s – metros por segundo; ≥ - maior ou igual; ≤ - menor ou igual.

Com base nos resultados possíveis para os principais ensaios tecnológicos convencionalmente efetuados em materiais rochosos, é apresentada na Tabela 3.8.4 uma proposta geral de qualificação para o seu uso como revestimentos. Ressalta-se que algumas variedades de rochas, segundo sua estrutura, composição e granulação, poderão situar-se em patamares de menor qualificação, sem com isso se inabilitar para determinados tipos de uso. O objetivo dessa tabela é, justamente, evidenciar que algumas linhagens de rochas são naturalmente superiores a outras para determinados ambientes e solicitações, não do ponto de vista estético, mas sim tecnológico.

Deve-se observar que alguns parâmetros tecnológicos são modificados nas rochas beneficiadas, por exemplo, quando são aplicadas resinas de polimento e telas de reforço estrutural nas chapas. Tais modificações referem-se tanto ao desempenho físico-mecânico, quanto em resultados de testes de alterabilidade.

Atualmente, pela intensidade da poluição atmosférica e diversidade dos produtos de limpeza, esses testes de alterabilidade, parte dos quais também conhecidos como ensaios de envelhecimento acelerado, são considerados muito importantes quer para caracterização de rochas brutas, quer, sobretudo, de rochas processadas. Frascá (2007) designa tais ensaios como de "alteração acelerada", observando que "o conhecimento dos mecanismos e da taxa de atuação dos agentes degradadores é muito útil para o estabelecimento de medidas preventivas e de proteção do material rochoso", visando o aumento de sua vida útil.

Segundo Frascá (op.cit.), os ensaios de alteração acelerada simulam situações potencialmente degradadoras, expondo a rocha a agentes intempéricos e poluentes atmosféricos em condições de laboratório. O conjunto de ensaios existentes e seus objetivos, de acordo com Frascá (op.cit.), é mostrado na Tabela 3.8.5.

Tabela 3.8.4 – Proposta Geral de Qualificação Tecnológica das Rochas Ornamentais e de Revestimento

Parâmetros Tecnológicos de Referência								
Sentido Crescente da Qualidade	Absorção d'Água (%)	Porosidade Aparente (%)	Coeficiente de Dilatação Térmica (mm/m°C x 10 ⁻³)	Resistência ao Desgaste Amsler (mm)	Resistência ao Impacto (m)	Resistência à Compressão (kg/cm ²)*	Resistência à Flexão (kg/cm ²)*	
							3 Pontos	4 Pontos
	Muito Alta > 3,0	Muito Alta > 6,0	Muito Alto > 12	Muito Baixa > 6,0	Muito Baixa < 0,30	Muito Baixa < 400	Muito Baixa < 60	Muito Baixa < 45
	Alta 1,0 – 3,0	Alta 3,0 – 6,0	Alto 10 – 12	Baixa 3,0 – 6,0	Baixa 0,30 – 0,50	Baixa 400 – 700	Baixa 60-100	Baixa 45-75
	Média 0,4 – 1,0	Média 1,0 – 3,0	Médio 8 – 10	Média 1,5 – 3,0	Média 0,50 – 0,70	Média 700 – 1300	Média 100-160	Média 75-115
	Baixa 0,1 – 0,4	Baixa 0,5 – 1,0	Baixo 6 – 8	Alta 0,7 – 1,5	Alta 0,70 – 0,95	Alta 1300 – 1800	Alta 160-200	Alta 115-150
	Muito Baixa < 0,1	Muito Baixa < 0,5	Muito Baixo < 6	Muito Alta < 0,7	Muito Alta > 0,95	Muito Alta > 1800	Muito Alta > 200	Muito Alta > 150

(*) 10 kg/cm² ≅ 1 MPa. Fonte: adaptado e modificado do *Manual da Pedra Natural para Arquitetura* (HENRIQUES & TELLO, coord., 2006)

Tabela 3.8.5 – Ensaios de Alteração Acelerada e seus Objetivos	
Ensaio	Objetivo
Intempéries	
Congelamento e degelo (EN 12371:2001 / ABNT NBR 12.769:1992)	Verificação da eventual queda de resistência da rocha (por ensaios mecânicos) após 25 ciclos de congelamento e degelo.
Choque térmico (EN 14066:2003)	Verificação da eventual queda de resistência da rocha (por ensaios mecânicos) após simulação de variações térmicas bruscas que propiciem dilatação e contração constantes.
Exposição a atmosferas salinas (EN 14147:2004)	Simulação, em câmaras climáticas, de ambientes marinhos ricos em sais e potencialmente degradadores, e verificação visual das modificações decorrentes.
Saturação e secagem Não há norma específica	Simulação de intemperismo, realizada pela verificação da eventual queda de resistência mecânica da rocha, após ciclos de umedecimento em água e secagem em estufa.
Intemperismo artificial Não há norma específica	Simulação da exposição ao intemperismo, por ciclos de umedecimento e secagem em câmaras de condensação e radiação de luz ultravioleta. Especialmente indicado para verificação de possível fotodegradação de resinas aplicadas em rochas, a serem usadas em exteriores.
Ação de Poluentes	
Exposição a atmosferas de dióxido de enxofre	Simulação, em câmaras climáticas, de ambientes urbanos poluídos (umidade e H ₂ SO ₄), potencialmente degradadores de materiais rochosos, e verificação visual das modificações decorrentes.
Cristalização de Sais	
Ação da cristalização de sais (EN 13919:2002)	Imersão parcial de corpos-de-prova em soluções de natureza ácida (ácido sulfúrico) para simulação da cristalização de sais (eflorescências e subeflorescências) na face polida dos ladrilhos.
Ação da cristalização de sais (EN 12370:1999)	Consiste em número determinado de ciclos de imersão de corpos-de-prova em solução salina e secagem em estufa. Rochas porosas (arenitos, por exemplo) podem se desintegrar antes do final do ensaio. Pouco apropriado para granitos.
Limpeza	
Resistência ao ataque químico (ABNT NBR 13.819/87, Anexo H, modificado)	Consiste na exposição, por tempos predeterminados, da superfície polida da rocha a alguns reagentes comumente utilizados em produtos de limpeza, para verificar-se a susceptibilidade da rocha ao seu uso.
Manchamento	
Resistência ao manchamento (ABNT NBR 13.819/87, Anexo G, modificado)	Verificação da ação deletéria de agentes manchantes selecionados, de uso cotidiano doméstico e/ou comercial, quando em contato com a rocha. Objetiva a orientação do uso da rocha como tampos de pias de cozinha ou de mesas residenciais ou de escritórios.
Fonte: Frascá, 2007. p. 477	

Capítulo 4

CRITÉRIOS ORIENTATIVOS PARA APLICAÇÃO DE REVESTIMENTOS

4.1 Considerações Gerais

Os critérios orientativos para especificação, aplicação e eventual impermeabilização das rochas de revestimento foram sumarizados em tabelas explicativas para três grandes grupos de materiais: o das silicáticas (granitos e similares) e silicosas (quartzitos, cherts e metaconglomerados), o das carbonáticas (mármore e travertinos) e o das ardósias. Estas tabelas constituem, respectivamente, os anexos A, B e C deste documento. Por apresentarem características muito particulares, os calcários (*limestones*) não foram incluídos entre as rochas carbonáticas para as quais se fornecem orientações.

O texto a seguir discute aspectos relativos à preparação de condições de aplicação das argamassas de assentamento e rejuntamento, para revestimentos horizontais e verticais, auxiliando assim o entendimento das tabelas. Discute ainda alguns aspectos de interesse para pisos elevados/flutuantes e para fachadas aeradas/ventiladas.

Uma das questões para avaliação preliminar, nesse texto, refere-se à presença e efeitos da água de constituição no cimento Portland, principal aglomerante utilizado nas camadas de base ou apoio (contrapiso ou emboço), e de águas de outras possíveis fontes, como do solo subjacente aos pisos, que eventualmente percolam o sistema rocha/argamassas. Essas águas de constituição e contaminação podem carrear substâncias corantes e pigmentantes, em solução ou suspensão, capazes de manchar os revestimentos após a sua aplicação.

O exemplo mais comum é o das eflorescências por hidróxido de cálcio, muito solúvel em água e gerado pelas reações da cura (endurecimento) do cimento das argamassas de base e de fixação. Se transportado por capilaridade até a superfície do revestimento, o hidróxido de cálcio reage com o gás carbônico atmosférico e produz o carbonato de cálcio, formando eflorescências brancas e insolúveis em água.

Deve-se, portanto, evitar o excesso de água na preparação das argamassas de fixação, bem como evitar a adição de cal nessas argamassas, pois apesar de a cal proporcionar maior trabalhabilidade à mistura, pode provocar o surgimento de eflorescências em pisos e paredes. Se não houver excesso de água na preparação das argamassas cimentícias, bem como suprimento de água a partir de outras fontes externas, o processo de carbonatação do hidróxido de cálcio esgota-se dentro do sistema rocha/argamassas, sem nenhum efeito externo visível.

Respeitar os tempos de cura das bases¹ (emboço ou contrapiso), antes da aplicação do revestimento, cumpre a finalidade de permitir a carbonatação do hidróxido de cálcio e, portanto, reduzir ou eliminar totalmente, pela reação de cura ou evaporação, o excesso de água das argamassas. Função semelhante é atribuída à espera na execução do rejuntamento², após aplicação da argamassa de assentamento, por serem as juntas o caminho mais fácil para a saída de água.

¹ Segundo a norma ABNT NBR 7200 (Revestimento de Paredes e Tetos com Argamassas – Materiais, Preparo, Aplicação e Manutenção), o prazo mínimo para aplicação do revestimento final sobre o emboço é de 21 dias.

² Segundo a norma ABNT NBR 13755 (Revestimento de Paredes Externas e Fachadas com Placas Cerâmicas com Utilização de Argamassa Colante – Procedimento), o prazo mínimo para aplicação de rejuntamento sobre revestimento cerâmico é de 72 horas.

Além disso, e independentemente de carrear solutos ou suspensões manchantes, a presença e infiltração de água residual acaba por conferir uma tonalidade mais escura às rochas de revestimento, especialmente naquelas mais porosas e de cores claras.

4.2. Revestimentos Horizontais Convencionais

Os revestimentos horizontais convencionais (não elevados) podem ser assentados sobre um contrapiso de argamassa ou sobre uma base de concreto. A argamassa de contrapiso deve ser sarrafeada ou desempenada e estar curada há, no mínimo, 14 dias. A base de concreto poderá ter superfície rústica ou lisa e deverá estar curada há pelo menos 28 dias.

Sobre esses contrapisos ou bases são aplicadas as argamassas de assentamento e rejuntamento do piso. A superfície da base ou contrapiso deve estar firme, seca, curada e limpa, sem pó, poeira, gordura/oleosidade e outros resíduos que impeçam a aderência da argamassa de assentamento.

4.2.1 Argamassas de Assentamento

Para o assentamento de pisos com placas/ladrilhos de rochas são aplicáveis as argamassas: cimentícia convencional semi-seca; colante; ou, adesiva. A principal diferença entre elas reside na força de aderência sob cura normal (condições ambientais), cura submersa em água (ambientes molhados) e cura em estufa a 70°C (ambientes sujeitos a elevadas temperaturas). A aderência é crescente da argamassa cimentícia convencional para as argamassas colante e adesiva.

Argamassa Cimentícia Convencional Semi-Seca (tipo “farofa”)

A argamassa cimentícia convencional semi-seca (tipo “farofa”), como o próprio nome sugere, deve ter consistência de farofa, isto é, não pode ser seca e tampouco excessivamente úmida. O traço sugerido para este trabalho é 1:4 (cimento:areia), em volume.

No canteiro de obra, para confecção e preparo da argamassa, devem-se considerar os seguintes cuidados:

- a) usar areia média lavada (peneirada; isenta de impurezas argilosas, orgânicas ou ferruginosas);
- b) a água deve ser isenta de impurezas e quimicamente neutra. Não deverá ser transportada ou armazenada em latas ou recipientes metálicos que possam liberar resíduos oxidáveis, os quais provocam manchamento na rocha;
- c) o cimento deverá ser de procedência e notoriedade reconhecidas, preferencialmente do tipo CII-E-32. Para rochas claras recomenda-se utilizar cimento branco;
- d) evitar a adição de cal na argamassa, pois apesar de proporcionar maior trabalhabilidade, pode provocar o surgimento de eflorescência na superfície do piso.

A argamassa semi-seca deve ser aplicada após alguns passos importantes, descritos a seguir:

- a) determinar os níveis de referência que serão utilizados como guias ao longo do assentamento;
- b) aplicar caldeamento sobre a base (varrer com vassoura de piaçava uma argamassa 1:2 – cimento:areia –, que funcionará como ponte de aderência);
- c) pré-compactar a argamassa;
- d) desempenar a argamassa;
- e) polvilhar pó de cimento sobre a argamassa pré-compactada;
- f) aspergir água sobre o pó de cimento polvilhado;
- g) posicionar as peças de rocha preferencialmente com o uso de ventosas, evitando-se afundamento da argamassa, pelo apoio inicial de um dos cantos da placa, e possíveis quebras posteriores desse canto;
- h) assentar a peça de rocha ornamental, com auxílio de martelo de borracha.

Argamassa Colante

Para o uso de argamassa colante deve-se, inicialmente, avaliar se a superfície da base ou contrapiso não apresenta desvios de prumo e de planeza. Se ocorrerem desnivelamentos, deve-se executar camada de argamassa niveladora, a qual deverá ser composta por cimento e areia no traço 1:3 ou 1:4, em volume. A areia deverá exibir granulção média, ser lavada e peneirada, e estar isenta de impurezas como restos vegetais, pelotas de argila, materiais ferruginosos, seixos e cascalhos. O cimento deverá ser do tipo CP II-E-32, de qualidade e procedência conhecidas. Se necessário, aditivar a argamassa niveladora com produto melhorador de aderência. Aguardar a cura da argamassa por, no mínimo, 14 dias.

O assentamento dos ladrilhos rochosos com argamassa colante deverá obedecer aos seguintes procedimentos:

- a) aplicar a argamassa colante, tanto no contrapiso ou base, como no tardo do ladrilho (processo de dupla camada), realizando cordões com desempenadeira denteada de 8 mm x 8 mm. Tal procedimento é fundamental para que ocorra total aplicação de argamassa sob as peças, sem vazios. Os cordões do tardo devem ser perpendiculares aos do contrapiso ou base;
- b) posicionar as placas ligeiramente deslocadas de sua posição final e arrastá-las para romper os filetes (cordões) de argamassa colante;
- c) assentar os ladrilhos, pressionando-os e batendo com martelo de borracha até a obtenção da espessura desejada de argamassa. Proceder à limpeza das faces com esponja levemente umedecida e pano seco (não lavar e nem molhar);
- d) verificar a aderência da argamassa ao ladrilho, removendo aleatoriamente algumas peças logo após o seu assentamento. O tardo deverá estar totalmente impregnado de argamassa colante;

- e) usar espaçadores de plástico ou poliestireno para garantir homogeneidade das juntas, cujo espaçamento é definido em função da dimensão dos ladrilhos.

Argamassa Adesiva

A utilização de argamassa adesiva (supercola), via de regra composta por cimentos de alta resistência, copolímeros orgânicos e cargas minerais, é mais apropriadamente indicada para assentamentos de rochas onde se requeiram elevadas resistências e rapidez na execução. Essa rapidez na execução poderá ser ilustrada se se compararem, por exemplo, os tempos requeridos para o rejuntamento e para a liberação do piso ao tráfego após o assentamento: 72 horas nas argamassas cimentícias convencionais ou colantes contra 6 horas na argamassa adesiva.

Os procedimentos para o assentamento de ladrilhos rochosos com argamassa adesiva são semelhantes aos grafados para a argamassa colante. As principais diferenças residem no fato de a argamassa adesiva possibilitar o assentamento em camadas mais grossas (até 30 mm, contra 4 mm - 8 mm da argamassa colante) e requerer cuidados especiais durante o espalhamento com a desempenadeira denteada para que não forme uma película superficial sobre o adesivo (nesse caso, recomenda-se aplicar nova camada do produto sobre a camada com a película).

4.2.2 Argamassas de Rejuntamento

Após a secagem das rochas e cura das argamassas de assentamento (mínimo de 72 horas para argamassas cimentícias convencionais ou colantes, e de 6 horas para argamassas adesivas), deve-se proceder ao rejuntamento dos ladrilhos do piso. Para esse rejuntamento podem-se utilizar três tipos de produtos: rejuntamento cimentício industrializado, rejuntamento convencional (à base de calda de cimento e Pó Xadrez®) ou rejuntamento de base acrílica ou epóxi.

Rejuntamentos Cimentícios Industrializados

Os rejuntamentos cimentícios industrializados são geralmente compostos por cimento Portland, agregados minerais, pigmentos e aditivos. Devem-se preferir os produtos aditivados com fungicidas, algicidas e impermeabilizantes. A mistura do rejuntamento com água deve possuir consistência pastosa e firme, sem grumos secos.

A aplicação da mistura deve ser feita em pequenas superfícies para se proceder à limpeza progressivamente. Recomenda-se utilizar desempenadeira de borracha, estendendo e pressionando o produto para dentro das juntas. Após 15 a 40 minutos do rejuntamento, proceder à limpeza, utilizando esponja macia, úmida e limpa.

Rejuntamento Convencional à Base de Calda de Cimento e Pó Xadrez®

Recomenda-se que o emprego de rejuntamento convencional, à base de calda de cimento e Pó Xadrez® (produto fabricado pela LanXess), quando adotado, fique restrito a pisos internos sujeitos à molhagem eventual, desde que respeitada a proporção de 20 partes de cimento branco (em volume) para 1 parte de pigmento Pó Xadrez (ou seja, 750 g de pigmento para 20 kg de cimento). Os procedimentos de aplicação são os mesmos descritos para os rejuntamentos cimentícios industrializados.

Rejuntamentos de Base Acrílica ou Epóxi

Os rejuntamentos de base acrílica ou epóxi são adequados para ambientes onde se requer alta impermeabilidade nas juntas. Em áreas externas, sujeitas à insolação, não são recomendados os rejuntamentos epóxi, devendo-se, nestes locais, preferir os de base acrílica.

São aplicados utilizando-se uma espátula plástica, pouco flexível, que pressiona o produto para que penetre em todo espaço das juntas. Deve-se passar a espátula plástica, no sentido contrário, para remover o excesso de rejuntamento. Melhor acabamento poderá ser obtido passando-se suavemente uma esponja limpa e umedecida com água. As etapas de retirada de excesso e realização do acabamento não devem ultrapassar 30 minutos após a aplicação do rejuntamento.

4.3 Revestimentos Verticais Convencionais

Os revestimentos verticais convencionais (não-aerados) podem ser assentados sobre três tipos de base: emboço de argamassa, alvenaria ou concreto. O emboço deve estar curado há, no mínimo, 14 dias. As alvenarias, que podem ser de blocos vazados de concreto, blocos sílico-calcários ou de concreto celular, também devem estar curadas há pelo menos 14 dias. As bases de concreto devem ter superfície preferencialmente rústica, curada há pelo menos 28 dias.

Sobre esses diferentes tipos de base, são aplicadas as argamassas de assentamento e rejuntamento. A superfície das bases deve estar firme, seca, curada e limpa, sem pó, poeira, gordura/oleosidade e outros resíduos que impeçam a aderência das argamassas de assentamento.

Boa parte das recomendações a seguir apresentadas, para as argamassas de fixação e rejuntamento dos revestimentos verticais, é comum à dos revestimentos horizontais.

4.3.1 Argamassas de Assentamento

Para o assentamento de peças rochosas em revestimentos verticais não-ventilados, são aplicáveis as argamassas: cimentícia convencional pastosa; colante; ou adesiva. A principal diferença entre elas reside na resistência de aderência sob cura normal (condições ambientais), cura submersa em água (ambientes molhados) e cura em estufa a 70°C (ambientes sujeitos a elevadas temperaturas). Tais resistências são crescentes a partir da argamassa cimentícia convencional para a argamassa colante e a adesiva.

Destaca-se que a norma ABNT NBR 13.707/1996 determina que *“nos revestimentos de interiores com altura de até 2 m, as placas rochosas podem ser fixadas apenas com argamassa. Para alturas maiores e para o revestimento de exteriores, deve-se prever a utilização de grampos. Nos revestimentos de exteriores, com altura entre 3 e 15 m, é indicado o uso de grampos fixados em telas, preferencialmente eletrossoldadas, ancoradas convenientemente no suporte. Acima de 15 m de altura, recomenda-se a fixação por dispositivos metálicos”* (fachadas aeradas).

Outros dispositivos de fixação mecânica auxiliar podem ser compostos por peças de aço inox, constituídas de aletas, que são encaixadas em cortes laterais na placa e parafusadas no emboço, utilizando-se também parafusos de aço inox (para evitar formação de par galvânico e oxidação), se usados produtos metálicos diferentes.

Testes de aderência, com diferentes tipos de rocha e argamassa, podem ser efetuados a partir da montagem de painéis verticais, nos quais se simula condição ambiental de aplicação.

Argamassa Cimentícia Convencional Pastosa

As argamassas cimentícias convencionais para revestimentos verticais são pastosas e constituídas por cimento e areia, com traço 1:3 em volume. Opcionalmente, podem-se acrescentar aditivos melhoradores de aderência. As argamassas exercem tanto a função de regularização da base, como a de fixação das placas rochosas. A consistência da argamassa deve ser compatível com o processo de lançamento, de modo que todo o espaço (1 cm a 3 cm) entre a base e a placa rochosa seja preenchido. Deve-se utilizar, segundo a ABNT NBR 13.707/1996, a mínima quantidade de água a fim de assegurar máxima resistência de aderência e mínima retração.

Para alturas superiores a 2 m, à argamassa cimentícia deverão ser acrescentados grampos metálicos. Nestes casos, recomenda-se que as placas rochosas sejam providas de ranhuras no tardo (verso). Podem ser assim chumbados arames de aço galvanizado ou inoxidável, utilizando-se massa plástica, ou colas à base de resinas de poliéster ou epoxídicas. Esses arames são enganchados a uma tela de aço galvanizado ou inoxidável, fixada com chumbadores de expansão na base dos revestimentos, os quais deverão ser posicionados de forma a constituir uma malha quadrada, com aproximadamente 50 cm x 50 cm.

Nos revestimentos de paredes internas, nas quais não seja utilizada a tela de aço (altura inferior a 2 m), deve-se preparar a superfície da base e o tardo (verso) das placas rochosas, através de apicoamentos, chapiscos, etc, visando melhorar a aderência da argamassa.

Argamassa Colante

Para o uso de argamassa colante deve-se, inicialmente, avaliar se a superfície da base não apresenta desvios de prumo e planeza. Se ocorrerem desnivelamentos, deve-se executar camada de argamassa niveladora, a qual deverá ser composta por cimento e areia no traço 1:3 ou 1:4, em volume. A areia deverá exibir granulção média, ser lavada e peneirada, e estar isenta de impurezas como restos vegetais, pelotas de argila, materiais ferruginosos, seixos e cascalhos. O cimento deverá ser do tipo CP II-E-32, de qualidade e procedência conhecidas. Se necessário, aditivar a argamassa niveladora com produto melhorador de aderência. Aguardar a cura da argamassa por, no mínimo, 14 dias.

Devido às dimensões (normalmente superiores às dos revestimentos cerâmicos convencionais), peso próprio e faixas de absorção de água / porosidade das rochas ornamentais, deve-se utilizar em seu assentamento (principalmente em superfícies verticais) argamassa colante do tipo AC-III. Na Tabela 4.3.1 são apresentadas as características das argamassas colantes segundo a norma ABNT NBR 14.081 (Argamassa Colante Industrializada para Assentamento de Placas de Cerâmica – Especificação).

O assentamento dos ladrilhos rochosos com argamassa colante deverá obedecer aos seguintes procedimentos:

- a) aplicar a argamassa colante, tanto na base, como no tardo do ladrilho (processo de dupla camada), realizando cordões com desempenadeira denteada de 8 mm x 8 mm. Tal procedimento é fundamental para que ocorra total aplicação de argamassa sob as peças, sem vazios. Os cordões do tardo devem ser perpendiculares aos da base;

- b) posicionar as placas ligeiramente deslocadas de sua posição final e arrastá-las para romper os filetes (cordões) de argamassa colante;
- c) assentar os ladrilhos, pressionando-os e batendo com martelo de borracha até a obtenção de espessuras de argamassa inferiores a 8 mm. Proceder à limpeza das faces com esponja levemente umedecida e pano seco (não lavar e nem molhar);
- d) verificar a aderência da argamassa ao ladrilho, removendo aleatoriamente algumas peças logo após o seu assentamento. O tardo de deverá estar totalmente impregnado de argamassa colante;
- e) utilizar espaçadores de plástico ou poliestireno para garantir homogeneidade das juntas.

Tabela 4.3.1 – Recomendação de Aplicações e Tempo em Aberto de Argamassas Colantes Industrializadas segundo a norma ABNT NBR 14.081/2004

Tipo da Argamassa Colante	Aplicações	Tempo em Aberto* (minutos)
AC-I	Ambientes internos exceto saunas, churrasqueiras, estufas e outros revestimentos especiais	≥ 15
AC-II	Pisos e paredes externos	≥ 20
AC-III	Onde se necessita de alta resistência a tensões de cisalhamento, apresentando aderência superior a dos tipos AC-I e AC-II	≥ 20
AC-I-E AC-II-E AC-III-E	Similar as anteriores, porém com tempo em aberto estendido	Com acréscimo de no mínimo 10 minutos nos especificados acima

Argamassa Adesiva

A argamassa adesiva (supercola), via de regra composta por cimentos de alta resistência, copolímeros orgânicos e cargas minerais, é mais apropriadamente indicada para assentamentos de rochas onde se requerem elevadas resistências e rapidez na execução. Essa rapidez na execução poderá ser ilustrada se se compararem, por exemplo, os tempos requeridos para o rejuntamento após o assentamento: 72 horas nas argamassas cimentícias convencionais ou colantes contra 6 horas na argamassa adesiva.

Os procedimentos para o assentamento de ladrilhos rochosos com argamassa adesiva são semelhantes aos grafados para a argamassa colante. As principais diferenças residem no fato de a argamassa adesiva possibilitar o assentamento em camadas mais grossas (até 30 mm, contra 4 mm - 8 mm da argamassa colante) e requerer cuidados especiais durante o espalhamento com a desempenadeira denteada para que não forme uma película

superficial sobre o adesivo (nesse caso, recomenda-se aplicar nova camada do produto sobre a camada com a película).

4.3.2 Argamassas de Rejuntamento

Após a secagem das rochas e cura das argamassas de assentamento (mínimo de 72 horas para argamassas cimentícias convencionais ou colantes, e de 6 horas para argamassas adesivas), deve-se proceder ao rejuntamento dos ladrilhos. Para esse rejuntamento podem-se usar três tipos de produto: rejuntamento cimentício industrializado, rejuntamento convencional (à base de calda de cimento e Pó Xadrez®) ou rejuntamento de base acrílica ou epóxi.

Rejuntamentos Cimentícios Industrializados

Os rejuntamentos cimentícios industrializados são geralmente compostos por cimento *Portland*, agregados minerais, pigmentos e aditivos. São preferíveis os produtos aditivados com fungicidas, algicidas e impermeabilizantes. A mistura do rejuntamento com água deve possuir consistência pastosa e firme, sem grumos secos.

A aplicação da mistura deve ser feita em pequenas superfícies para se proceder à limpeza progressivamente. Recomenda-se utilizar desempenadeira de borracha, estendendo e pressionando o produto para dentro das juntas. Após 15 a 40 minutos do rejuntamento, proceder à limpeza, usando esponja macia, úmida e limpa.

Rejuntamento Convencional, à Base de Calda de Cimento e Pó Xadrez®

Recomenda-se que o emprego de rejuntamento convencional, à base de calda de cimento e Pó Xadrez® (produto fabricado pela LanXess), quando adotado, fique restrito a paredes internas sujeitas à molhagem eventual, desde que respeitada a proporção de 20 partes de cimento branco (em volume) para 1 parte de pigmento Pó Xadrez (ou seja, 750 g de pigmento para 20 kg de cimento). Os procedimentos de aplicação são os mesmos descritos para os rejuntamentos cimentícios industrializados.

Rejuntamentos de Base Acrílica ou Epóxi

Os rejuntamentos de base acrílica ou epóxi são adequados para ambientes onde se requer alta impermeabilidade nas juntas. Em áreas externas, sujeitas à insolação, não são recomendados os rejuntamentos epóxi, devendo-se, nestes locais, preferir os de base acrílica.

São aplicados utilizando-se uma espátula plástica, pouco flexível, que pressiona o produto para que penetre em todo espaço das juntas. Deve-se passar a espátula plástica, no sentido contrário, para remover o excesso de rejuntamento. Um melhor acabamento poderá ser obtido passando-se suavemente uma esponja limpa e umedecida com água. As etapas de retirada de excesso e o acabamento não devem ultrapassar 30 minutos após a aplicação do rejuntamento.

Rejuntamentos com Selantes Elastoméricos

Em fachadas são aplicáveis os rejuntamentos compostos por selantes elastoméricos (p.ex. mástique a base de poliuretano ou silicone), apoiados sobre anteparo neutro e flexível (p.ex. espuma de polietileno expandido). Este tipo de rejuntamento, além de ser mais flexível que os cimentícios, evita problemas de infiltrações e eflorescências. Os selantes elastoméricos podem ser utilizados tanto em juntas de assentamento (juntas existentes entre as placas) como em juntas de movimentação (juntas que dividem panos extensos de revestimentos em

panos menores, normalmente posicionadas nas transições viga/alvenaria). Na Fig. 4.3.1 é apresentado um exemplo de utilização deste material em uma junta de movimentação.

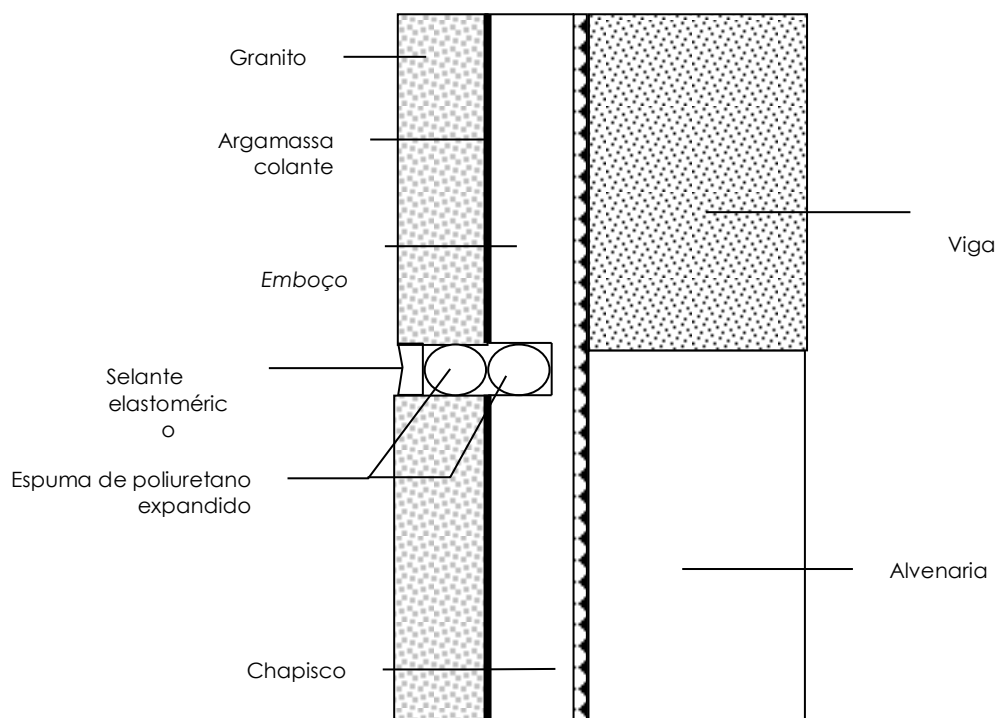


Fig. 4.3.1 – Exemplo de Junta de Movimentação (CARVALHO JR., 1999)

4.4 Pisos Elevados/Flutuantes

As informações registradas neste documento para pisos elevados/flutuantes, referem-se unicamente aos parâmetros tecnológicos sugeridos para especificação das rochas que os constituem, já que dispensam o uso de argamassas de assentamento e rejuntamento. Essas informações constam dos anexos AA, BA e CA, fazendo-se referência às espessuras mínimas recomendadas para as placas de rocha na Tabela 4.7.1, apresentada adiante. Detalhes técnicos sobre processos construtivos demandam projetos especializados e específicos para cada obra objetivada.

4.5 Fachadas Aeradas/Ventiladas

4.5.1 Fixação

A ancoragem das placas rochosas em fachadas ventiladas é efetuada nas estruturas das edificações. Estas estruturas podem ser de concreto, de alvenaria, ou metálicas.

Dispositivos de Fixação

No revestimento de fachadas aeradas/ventiladas as placas rochosas são fixadas por meio de *inserts* metálicos, que têm formatos diversos e a função de:

- fixar as placas no suporte e, Frequentemente, conectar umas às outras;
- sustentar o peso próprio do revestimento, a ação de ventos, pressões internas e outras cargas passíveis de atuação;

- c) impedir o tombamento das placas;
- d) absorver as deformações diferenciais (principalmente dilatações e contrações) entre o revestimento e o suporte, de modo a permitir a dissipação de tensões introduzidas no revestimento;
- e) permitir que o revestimento fique afastado da estrutura de suporte, para promover a livre circulação do ar e eliminação da umidade no sistema revestimento/ suporte.

As placas de revestimento estão submetidas a diversas solicitações (peso próprio, ação de ventos, pressões internas, deformações decorrentes de variações higrótérmicas, etc.) e a sua estabilidade é conseguida pelos *inserts*, desde que bem fixados no suporte e com liberdade de movimentação, demandando-se uma adequada distribuição dos *inserts* nas placas conforme critérios de projeto.

Os *inserts* são geralmente constituídos de três partes, com as seguintes características e funções:

- a) uma parte a ser fixada na estrutura de suporte (dos tipos parafuso, "chumbador", "passante", etc.);
- b) uma parte constituída por barra, cantoneira ou outro perfil metálico, com eventual dispositivo de regulagem, para permitir o adequado posicionamento da placa;
- c) uma parte que permitirá a união com as placas.

Nos ensaios para avaliação dos dispositivos de fixação, os seguintes itens devem ser considerados:

- a) capacidade do suporte de resistir aos esforços transmitidos pelo dispositivo de fixação (arrancamento e momento de engastamento);
- b) distância mínima dos pontos de fixação às extremidades do suporte (cantos), em decorrência dos esforços aplicados e da natureza do suporte;
- c) deformabilidade de todo o dispositivo de fixação, quando a concepção do sistema de fixação das placas exigir que estas se movimentem livremente;
- d) capacidade do dispositivo de fixação de resistir aos esforços transmitidos pelas placas; em caso de dispositivos de fixação com regulagem, os ensaios devem ser conduzidos na condição mais desfavorável.

Os dispositivos de fixação devem ser suficientemente ajustáveis para que possam absorver os eventuais desvios de prumo e de planicidade da estrutura de suporte. Devem ser constituídos, conforme a norma ABNT NBR 13.707/1996, por metais inalteráveis que não sejam atacados por substâncias presentes na atmosfera. Os principais metais que podem ser utilizados são: aço inoxidável; cobre e suas ligas; aço-carbono; alumínio. Segundo a norma ABNT NBR 13.707/1996, deve-se, preferencialmente, usar aço inoxidável, devido a sua grande inalterabilidade e resistência mecânica, levando-se em conta as condições atmosféricas no local da obra para a escolha dos tipos, conforme os critérios:

- a) aço inoxidável do tipo ABNT 304 (AISI 304), para atmosferas urbanas e indústrias isentas de cloretos;

- b) aço inoxidável do tipo ABNT 316 (AISI 316), para atmosferas urbanas, marítimas e industriais que contenham cloreto.

Em casos de necessidade de emprego de outros tipos de materiais, deve-se evitar a associação de metais de natureza diferente, pela possibilidade da ocorrência de corrosão por pares galvânicos.

4.5.2 Características e Dimensionamento das Placas Rochosas

O projeto de revestimento com placas de rocha e *inserts* metálicos deve estabelecer a espessura das placas de acordo com suas dimensões (comprimento e largura), com a resistência mecânica da rocha, com o sistema de fixação a ser empregado e com as cargas atuantes. Deve também considerar a resistência à flexão da rocha obtida a partir de ensaios de caracterização tecnológica.

A norma ABNT NBR 13.707/1996 estabelece os coeficientes de segurança exigidos (mínimo de 2,5) para o sistema de fixação rocha / *inserts*, em virtude do tipo de rocha e da dispersão dos resultados obtidos nos ensaios de determinação da resistência à tração na flexão a três pontos (norma ABNT NBR 12.763) e da resistência à compressão uniaxial (norma ABNT NBR 12.767). A Tabela 4.5.1 abaixo resume esses coeficientes:

Tabela 4.5.1 – Coeficientes de segurança aplicáveis às tensões de ruptura de rochas (compressão e tração na flexão, conforme as normas ABNT NBR 12.767 e NBR 12.763, respectivamente)			
TIPO DE ROCHA	DISPERSÃO DOS RESULTADOS NA COMPRESSÃO E FLEXÃO		
	Até 10%	10% a 20%	Acima de 20%
COEFICIENTE DE SEGURANÇA EXIGIDO			
▪ Ígnea	3	4	6
▪ Metamórfica	4	5	7
▪ Sedimentar	5	6	8

Fonte: norma ABNT NBR 13.707/1996.

4.5.3 Juntas

Com relação às juntas e materiais de preenchimento, as seguintes recomendações da norma ABNT NBR 13.707/1996 são destacadas:

- sempre que houver junta na estrutura de suporte, deve-se prever também junta deste tipo no revestimento, com a mesma abertura daquela existente no suporte;
- as juntas entre as placas devem ser suficientes para absorver as movimentações, tanto da estrutura de suporte, como do revestimento. Cabe ao projetista verificar, em cada caso, a necessidade de juntas de dilatação no revestimento;
- devem ser previstas juntas de dilatação nos encontros das placas com quaisquer elementos distintos que se projetem no plano do revestimento ou para além deste;

- d) quando for empregado material de vedação na junta de dilatação, o fator de forma (proporção largura/profundidade) deve estar compreendido entre 2 e 1, em obediência às prescrições do fabricante do produto. Deve-se prever o uso de material de enchimento, quando for necessário adaptar o perfil das juntas às dimensões ideais do cordão de material de vedação;
- e) as juntas entre as placas colocadas com dispositivos de fixação devem ser vedadas;
- f) o material de vedação deve ser resistente aos agentes atmosféricos, apresentar boa aderência com os materiais nos quais será aplicado, ser estanque ao ar e à água e não causar manchas ou alterações nas rochas às quais são aplicados. Deve ser inerte em presença de substâncias químicas normalmente encontradas nos edifícios (alcalinidade das argamassas e produtos de limpeza), deve ter elasticidade suficiente e mantê-la ao longo do tempo;
- g) os rejuntamentos mais indicados para vedação são aqueles compostos por selantes elastoméricos (p.ex. mástique a base de poliuretano ou silicone), apoiados sobre anteparo neutro e flexível (p.ex. espuma de polietileno expandido). Este tipo de rejuntamento, além de ser mais flexível que os cimentícios, evita problemas de infiltrações e eflorescências. Os selantes elastoméricos podem ser utilizados tanto em juntas de assentamento (juntas existentes entre as placas) como em juntas de movimentação (juntas que dividem panos extensos de revestimentos em panos menores, normalmente posicionadas nas transições viga/alvenaria).

4.6 Aplicação de Selantes e Impermeabilizantes

Selantes e impermeabilizantes são produtos destinados a evitar ou dificultar a absorção de líquidos (substâncias aquosas e oleosas) nos revestimentos em geral. Os selantes são impregnantes, preparados em base água ou solvente, que funcionam como hidro- e/ou oleofugantes e, teoricamente, não devem alterar a textura e o aspecto estético da superfície tratada. Os impermeabilizantes são peliculares, translúcidos ou não, fixados como um verniz ou camada sobre uma superfície.

Dependendo de sua fluidez, os selantes penetram mais ou menos profundamente na superfície das rochas, pela maior ou menor capacidade de permear os espaços vazios (poros) intercomunicantes. A quantidade e dimensão dos poros determinam a capacidade de a rocha absorver líquidos e, portanto, os próprios selantes. Assim, se uma rocha, ou superfície polida dessa rocha, não absorve ou absorve pouca água, ela não precisa ser selada, porque também não absorverá o selante.

As superfícies tratadas com selantes não ficam completamente protegidas do ataque de substâncias quimicamente agressivas. Por sua vez, os impermeabilizantes protegem as rochas do ataque químico, mas eles próprios podem ser atacados.

Mesmo em superfícies não tratadas com selantes e impermeabilizantes, a ação de produtos quimicamente agressivos e/ou manchantes, a partir do contato com a superfície de uma rocha, quase nunca é imediata. Assim, a rápida remoção desses produtos previne a ocorrência de patologias.

Em outro sentido, o contato prolongado da rocha com esses produtos quimicamente agressivos e/ou manchantes pode provocar algumas patologias até em superfícies tratadas com hidro-óleo-repelentes. Destaca-se que a impermeabilização do tardo (verso) das placas e da base dos revestimentos (emboço ou contrapiso), para prevenção de

manchamentos isolados e alterações cromáticas produzidos por umidade ascendente, é tão ou mais importante que a aplicação de hidro-óleo-repelentes na face das placas.

De fato, a maior parte das patologias de manchamento é decorrente da infiltração ascendente de umidade, através da percolação de soluções também responsáveis pelo surgimento de eflorescências e escamações na superfície dos revestimentos. A impermeabilização da face, sem a devida impermeabilização do tardo e base das placas, pode barrar a percolação ascendente de umidade, dificultando a sua transpiração e provocando alterações cromáticas de intensidade variável.

Sobre terrenos muito úmidos, como por exemplo das planícies litorâneas e vales fluviais, entre outros, recomenda-se inclusive a impermeabilização da base dos pisos térreos, pela aplicação de mantas asfálticas ou produtos específicos para essa finalidade.

Quando especificados para ambientes internos, os hidro-óleo-repelentes devem ser aplicados somente após o assentamento das placas e com o revestimento já absolutamente seco, respeitando-se o tempo de cura das argamassas de fixação e rejuntamento. Tanto em ambientes internos quanto externos, é necessário observar a vida útil apontada pelos fabricantes para os diferentes hidro-óleo-repelentes disponíveis no mercado, visando à sua periódica reaplicação.

Além disso, o uso de hidro-óleo-repelentes só pode ser efetuado mediante testes preliminares em amostras da rocha objetivada, com o acabamento de face especificado na obra ou projeto. Pode-se assim observar o resultado da impermeabilização e eventuais alterações cromáticas impostas ao material, para seleção do produto mais adequado.

De forma geral, recomenda-se que o uso de hidro-óleo-repelentes seja, portanto, reservado para rochas nas quais se potencializa o contraste cromático dos manchamentos produzidos por infiltração de líquidos e soluções pigmentantes, bem como para rochas expostas a substâncias quimicamente agressivas.

Em virtude da inexistência de estudos específicos sobre riscos para a saúde humana, pelo contato contínuo com a pele ou alimentos, não se recomendaria a aplicação de hidro-óleo-repelentes em tampos de pia de cozinha, mesmo considerando-se que nestes tampos são de modo convencional manuseados produtos quimicamente agressivos (detergentes, frutas cítricas, óleos e gorduras, etc.).

4.7 Espessuras Mínimas Sugeridas para Pisos em Geral

As espessuras mínimas exigidas para o revestimento de pisos, tanto convencionais quanto elevados, devem ser arbitradas a partir de três variáveis: comprimento e largura individual das placas, resistência à flexão da(s) rocha(s) selecionada(s) e tipo de tráfego esperado. A Tabela 4.7.1 discrimina essas variáveis e propõe a espessura das placas para três situações de tráfego (pedestres e bicicletas, pedestres até veículos leves e pedestres até veículos de passeio). As ardósias, que são rochas com resistência à flexão normalmente bem mais elevada que a dos granitos, mármore e quartzitos, também atendem com folga a essas condicionantes.

Tabela 4.7.1 - Espessuras Mínimas Sugeridas para Pisos de Granito, Mármore e Quartzito		
DIMENSÃO DAS PLACAS ⁽¹⁾		
COMPRIMENTO / LARGURA	ESPESSURAS	
	Pisos Convencionais ⁽²⁾	Pisos Elevados/Flutuantes
Tráfego de Pedestres e Bicicletas ⁽³⁾		
▪ Até 50 cm	1,0 cm	3,0 cm
▪ Entre 50-100 cm	2,0 cm	4,0 cm
▪ Entre 100-150 cm	3,0 cm	-
Tráfego Misto ⁽⁴⁾ - Pedestres até Veículos Leves ⁽⁶⁾		
▪ Até 50 cm	2,0 cm	4,0 cm
▪ Entre 50-100 cm	3,0 cm	5,0 cm
▪ Entre 100-150 cm	4,0 cm	-
Tráfego Misto ⁽⁵⁾ - Pedestres até Veículos de Passeio ⁽⁷⁾		
▪ Até 50 cm	3,0 cm	5,0 cm
▪ Entre 50-100 cm	4,0 cm	6,0 cm
▪ Entre 100-150 cm	5,0 cm	-

(1) Para placas rochosas sem reforço estrutural.

(2) Para pisos assentados ou apoiados sobre base rígida (concreto).

(3) Rochas com resistência à flexão* ≥ 70 kgf/cm² ou 7,0 MPa.

(4) Rochas com resistência à flexão* ≥ 100 kgf/cm² ou 10,0 MPa.

(5) Rochas com resistência à flexão* ≥ 120 kgf/cm² ou 12,0 MPa.

(6) Até 600 kg/eixo, à velocidade reduzida.

(7) Até 900 kg/eixo, à velocidade reduzida.

* Valores relativos ao método de três pontos (ABNT NBR 12.763).

Nota: Degraus devem ter espessura mínima de 2 cm, assentados sobre base rígida (concreto), e de 4 cm quando flutuantes (vão livre entre apoios não superior a 50 cm), com profundidade não inferior a 20 cm. Para ardósias, as variedades do tipo "matacão" são recomendadas nas peças com espessura ≥ 3 cm.

Fonte: Adaptado e modificado do Manual da Pedra Natural para Arquitectura (HENRIQUES & TELLO coord., 2006)

4.8 Espessuras Mínimas Sugeridas para Revestimentos com Ardósia

A partir das informações técnicas disponíveis e de consultas às empresas produtoras e beneficiadoras de Minas Gerais, apontam-se na Tabela 4.8.1 as espessuras mínimas recomendadas para os revestimentos convencionais, tanto horizontais quanto verticais, com lajotas padronizadas de ardósias. Tal recomendação é julgada importante como tentativa de padronização dos produtos comerciais de ardósia para revestimento, tanto no que se refere ao mercado externo quanto, principalmente, ao mercado interno.

Tabela 4.8.1 – Revestimento de Pisos (1) e Paredes (2) com Ardósia: Espessuras Mínimas Recomendadas (3) para Lajotas Padronizadas (4)

COMPRIMENTO (cm)	LARGURA (cm)	ESPESSURAS (cm)	
		Áreas Internas	Áreas Externas
30,0	30,0	0,8	1,0
40,0	20,0	0,8	1,0
40,0	40,0	0,8	1,0
50,0	50,0	1,0	1,2
60,0	30,0	1,0	1,2
60,0	40,0	1,2	1,5
60,0	60,0	1,2	1,5
70,0	70,0	1,5	1,8
80,0	80,0	1,8	2,2
100,0	100,0	2,0	2,5

- (1) Assentados sobre base rígida de concreto, para tráfego de pedestres, em áreas residenciais.
- (2) Até 3 m de altura, a partir do solo, fixadas com argamassa colante.
- (3) Lajotas preferencialmente calibradas (verso/tardoz levigado ou fresado).
- (4) Sem reforço estrutural.

Nota: a ASTM recomenda espessura mínima de 2 cm para pisos de ardósia em áreas comerciais com tráfego intenso de pedestres (*commercial floors* ou *commercial foot traffic*). No mesmo sentido, a ASTM recomenda que a resistência à abrasão das ardósias, pela norma ASTM C241/C1353, seja ≥ 8 para pisos sujeitos a tráfego normal de pedestres, e ≥ 10 para pisos sujeitos a tráfego intenso de pedestres (áreas públicas e comerciais).

Capítulo 5

CONTROLE DE QUALIDADE: RECEPÇÃO E CONSERVAÇÃO DOS MATERIAIS NA OBRA

5.1 Orientações Gerais

Como referência orientativa para aceitação das peças de rochas de revestimento, durante o período de obra da edificação objetivada, deve-se verificar:

- a) o nível e a homogeneidade do polimento das placas de rochas;
- b) a retitude e ortogonalidade dos lados das placas, bem como se os cantos estão preservados;
- c) a planicidade e variações de espessura das placas, avaliando-se a presença de empenamentos, rugas, dentes, etc.;
- d) a presença de fissuras, fraturas, veios (barbantes), inclusões, concentrações minerais, nódulos (mulas) e outras imperfeições que possam comprometer as características estéticas e o desempenho físico-mecânico das placas;
- e) a presença de minerais deletérios, sobretudo metálicos do tipo sulfeto (pirita e outros), alteráveis por oxidação e capazes de liberar pigmentos manchantes
- f) a presença de manchas ou nódos marrons produzidas por ferrugem, notadamente nos materiais claros;
- g) a presença de incrustações de granalha na lateral e verso das placas, sobretudo nos materiais claros, visando prevenir seu posterior manchamento. Os restos de ferro/aço de granalha ou outros produtos incrustados devem ser completamente eliminados, por meios mecânicos, a seco, utilizando-se escova de aço inoxidável, lixas manuais, lixadeiras elétricas do tipo “Makita” (lixa grossa, nº. 36) ou jato de areia.

É responsabilidade dos fornecedores apresentar quatro placas ilustrativas de cada material, como padrão de referência para o controle de variações estéticas aceitáveis na obra. Os fornecedores devem ainda mostrar o arquivo digital de imagens escaneadas dessas placas, para elaboração de dossiê e acompanhamento da obra, inclusive como cláusula contratual. Não deverão ser aceitas placas com variações estéticas mais acentuadas do que aquelas preestabelecidas e acertadas entre os fornecedores e cliente.

Após o recebimento na obra, as placas rochosas deverão ser armazenadas em ambiente seco e limpo, mantidas na posição vertical, colocadas em local elevado sobre o piso e, para o caso de peças maiores, apoiá-las sobre cavaletes feitos de madeira inerte ou envolvidos por materiais impermeáveis (plástico, borracha, polipropileno expandido, etc.).

Durante a obra, é importante evitar possíveis contaminações das bases (emboço ou contrapiso) dos revestimentos, bem como das argamassas de fixação e rejuntamento e das próprias placas e outras peças de revestimento, pelo seu contato com: materiais ferruginosos (pregos, barras metálicas, palhas de aço, latas, pilhas, limalhas, etc.); madeiras (serragem, tapumes, cavaletes); cigarros, graxas, óleos, tintas, pigmentos e outros produtos manchantes; e, em especial, massa de vidraceiro e urina.

Após o assentamento dos pisos e da completa secagem de suas argamassas de fixação e rejuntamento, deve-se efetuar a limpeza da superfície e a sua proteção, utilizando-se lona plástica incolor recoberta por tecido e pasta de gesso. Nos locais de tráfego intenso durante a obra, placas de madeira clara devem ser ainda colocadas sobre a camada de proteção anterior.

5.2 Tolerâncias Dimensionais

A partir das recomendações expressas pelo MIA – Marble Institute of America, em sua publicação **Dimension Stone Design Manual – Version 6**, bem como das especificações definidas pela União Européia através da norma EN1341 (2001), são apresentadas, na Tabela 5.2.1, as tolerâncias dimensionais admitidas para placas rochosas de revestimento. Deve-se observar que não existem padrões dimensionais fixados nem pela ASTM – American Society for Testing and Materials, nem pela ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.

Tabela 5.2.1 – Tolerâncias Dimensionais para Placas Rochosas de Revestimento		
Espessura da Placa	Tolerância Dimensional	Referência de Consulta
1 cm a 2 cm	± 1 mm a 2 mm	MIA – Marble Institute of America
2 cm a 4 cm	± 2 mm a 3 mm	
4 cm a 8 cm	± 3 mm a 5 mm	
Comprimento / Largura da Placa	Tolerância Dimensional	Referência de Consulta
Qualquer medida**	± 2 mm	MIA – Marble Institute of America
Até 70 cm	± 2 mm	EN1341 (2001)*
> 70 cm	± 4 mm	
Desvio Máximo do Esquadrejamento	Tolerância Dimensional	Referência de Consulta
Qualquer medida**	± 2 mm	MIA – Marble Institute of America
Até 70 cm	± 2 mm	EN1341 (2001)*
> 70 cm	± 4 mm	
Planicidade	Desvio Máximo (flecha)	Referência de Consulta
Placas de até 50 cm	2 mm	EN1341 (2001)*
Placas de 50 cm a 1 m	3 mm	
Placas de 1 m a 1,5 m	4 mm	
Slabs Natural Stone for External Paving;		
** Quando o MIA faz recomendações para as tolerâncias laterais e de desvio do esquadrejamento, deve-se supor que eles considerem padrões modulares de placas com lados não superiores a 1 metro.		

Capítulo 6

LIMPEZA E MANUTENÇÃO DE ROCHAS EM REVESTIMENTOS

A manutenção dos revestimentos requer trabalhos sistemáticos de limpeza, prevenindo-se a impregnação de sujeira, perda de brilho (no caso de superfícies polidas) e outras alterações estéticas nos materiais rochosos aplicados. A limpeza precisa ser efetuada com a maior regularidade possível, utilizando-se esfregão de pano umedecido com água, ou apenas com pequena diluição de detergentes de pH neutro ou sabões puros.

É fundamental evitar o excesso de água, bem como os produtos abrasivos (tipo sapólio) ou quimicamente agressivos (ácidos, soda cáustica, álcool, querosene, acetona, removedores e solventes). Deve-se ainda evitar o contato das rochas com óleos, graxas, tintas e materiais ferruginosos oxidáveis (pregos, palhas de aço, escovas metálicas, recipientes, suportes e peças de mobiliário elaboradas com ferro, etc.), bem como com pós, fragmentos de madeira e outros materiais decomponíveis e pigmentantes. Qualquer substância potencialmente manchante, derramada sobre o revestimento, deve ser limpa com a rapidez possível.

Os revestimentos também necessitam de proteção contra o desgaste abrasivo e riscamento por metais, vidros e outros materiais de dureza elevada. Mesmo no caso dos granitos que, conforme verificado, têm maior resistência abrasiva que os mármore, os trabalhos de limpeza não devem ser efetuados com escovas de cerdas rígidas, palhas de aço e similares, pois tais utensílios podem riscar as superfícies polidas.

Conclui-se destacando que a água e os produtos de limpeza convencionalmente oferecidos nas lojas varejistas não eliminam manchamentos produzidos por infiltração de líquidos ou ataque químico da rocha. Nestes casos, deve-se recorrer a serviços técnicos especializados normalmente oferecidos ou indicados pelas marmorarias.

Capítulo 7

INDICAÇÕES PARA ELABORAÇÃO DO MANUAL DO PROPRIETÁRIO

Tendo em vista a elaboração do manual do proprietário, que contém informações sobre os materiais e processos de maneira geral adotados em uma determinada edificação, são a seguir apresentados os dados julgados de maior interesse para o item referente aos materiais rochosos naturais empregados como revestimentos. Esses dados incluem a identificação dos materiais e sua procedência, bem como seus fornecedores e ambientes de aplicação. Também são mencionados o controle de qualidade exercido para aceitação do material e os procedimentos adotados para o seu assentamento. Complementarmente, são fornecidos aos novos proprietários os critérios gerais recomendados para limpeza e manutenção dos revestimentos.

Exemplo de identificação dos materiais e seus ambientes de aplicação na obra:

Tipo e Designação Comercial	Procedência	Empresa Fornecedora	Ambientes de Aplicação*
Granito Amarelo Capri	Minas Gerais	(indicar)	Fachadas e peitoris das varandas; piso do hall de entrada do edifício.
Granito Samoa Light	Espírito Santo	(indicar)	Pisos, bancadas, rodapés e soleiras das áreas de serviço, cozinha e dos banhos social e suíte.
Mármore Branco Especial	Espírito Santo	(indicar)	Piso e rodapés da sala e varanda, além dos peitoris das janelas frontais e laterais.

* Sempre em placas calibradas com 2 cm de espessura.

Exemplo de apresentação para referência tecnológica do(s) material(is):

As rochas de revestimento utilizadas na obra do Edifício ... são bastante difundidas comercialmente, e ofertadas em bases regulares há mais de 10 anos ao mercado consumidor brasileiro. Os resultados de ensaio de caracterização tecnológica, disponíveis para esses materiais, são adequados e compatíveis a valores de referência apresentados pelas normas ABNT e ASTM, considerando-se os respectivos grupos litológicos (granitos e mármore) e usos pretendidos (revestimentos internos e externos de edificações).

Tal adequação é observada tanto para os principais testes físico-mecânicos de qualificação (resistência à compressão, flexão e desgaste abrasivo), quanto para os índices físicos aceitáveis (densidade, porosidade aparente e absorção d'água). Não se registra, portanto, qualquer restrição de uso para os ambientes de aplicação especificados no Edifício

Exemplo de apresentação sobre o controle de qualidade dos materiais:

Além dos parâmetros tecnológicos avaliados, efetuou-se controle de qualidade das peças colocadas na obra pelos fornecedores, observando-se:

- homogeneidade estética e nível de brilho aceitável para as placas polidas;
- planicidade, ortogonalidade, variações de espessura e acabamento de borda das placas;

- c) presença de minerais oxidáveis e impregnações capazes de produzir manchamentos; e,
- d) presença de fissuras, fraturas, veios (“barbantes”), inclusões, nódulos (“mulas”) e outras imperfeições que pudessem comprometer o desempenho físico-mecânico das placas nos revestimentos.

Após o recebimento na obra, e até sua aplicação, os materiais foram mantidos na posição vertical em local elevado, sem contato com o piso e produtos manchantes.

Exemplo de apresentação sobre os procedimentos de fixação:

Para a fixação dos revestimentos em mármore e granito, incluindo pisos, rodapés, bancadas e peitoris, utilizou-se argamassa ... da marca Para o rejuntamento das peças foi adotado o produto ..., da empresa... A fixação do granito Amarelo Capri, no revestimento das fachadas e peitoris das varandas, foi efetuada pelo método ...

Visando prevenir manchamentos e eflorescências provocadas por umidade ascendente, aplicaram-se duas demãos cruzadas do impermeabilizante ..., fabricado pela ..., no tardo (verso) das placas de revestimento dos pisos.

Durante o período de obras, foram prevenidas contaminações do contrapiso e emboço, argamassas e rochas, evitando-se o seu contato com materiais ferruginosos (pregos, barras metálicas, palhas de aço, latas, limalhas, etc.), madeiras (serragem, tapumes, cavaletes), cigarros, graxas, óleos e outros produtos manchantes.

Exemplo de apresentação sobre os critérios recomendados para limpeza e manutenção:

A manutenção dos revestimentos em mármore e granito requer trabalhos sistemáticos de limpeza, que deve ser efetuada com esfregão de pano, apenas umedecido em água ou com pequena diluição de detergente de pH neutro ou sabões puros. A limpeza regular previne a impregnação de sujeira, perda de brilho (em superfícies polidas), riscamento e outras alterações estéticas nos materiais aplicados.

É muito importante evitar o excesso de água, bem como os produtos de limpeza abrasivos (tipo sapólio) ou quimicamente agressivos (ácidos em geral, soda cáustica, álcool, querosene, acetona, removedores e solventes). Deve-se ainda evitar o contato dos revestimentos com materiais ferruginosos oxidáveis (pregos, palhas de aço, escovas, suportes e recipientes metálicos, etc.), bem como com pós, fragmentos de madeira e outros materiais decomponíveis e pigmentantes (destaque para terra e resinas vegetais).

Dentre os agentes agressivos convencionalmente manuseados nos ambientes residenciais, pode-se salientar as frutas cítricas (principalmente limão), vinagre, refrigerantes gasosos, bebidas isotônicas, cosméticos, gasolina, bebidas alcoólicas coradas (sobretudo vinho tinto), líquidos e massas com oleosidade, óleos, graxas e tintas em geral (destaque para caneta esferográfica). Qualquer substância potencialmente manchante por ataque químico ou absorção superficial, derramada sobre o revestimento, deve ser removida com a rapidez possível.

Os revestimentos também necessitam de proteção contra o desgaste abrasivo e riscamento por metais, vidros e outros materiais de dureza elevada. Reitera-se aqui que os trabalhos de limpeza não devem ser efetuados com escovas de cerdas rígidas, palhas de aço e similares, cujo uso constante pode prejudicar o brilho de materiais até mais duros como os granitos.

Capítulo 8

INFORMAÇÕES DE RESPONSABILIDADE DOS FORNECEDORES

As empresas fornecedoras devem apresentar informações gerais e específicas sobre os materiais ofertados para seus clientes (construtores, especificadores e consumidores finais).

As informações gerais necessárias como base orientativa de qualificação dos materiais, devem abranger aspectos de interesse relativos à sua correta aplicação e conservação. Os parâmetros de referência incluem:

- a) identificação (designação comercial aplicada; outras designações conhecidas/ utilizadas para o mesmo material; e, procedência/localização da jazida);
- b) empresa produtora (lavra) e beneficiadora (serragem e acabamento superficial);
- c) tipo de jazida (matacão ou maciço rochoso);
- d) tipo de polimento das chapas (com ou sem resinamento);
- e) aspectos gerais de interesse já diagnosticados para o material (recomendações de assentamento e limpeza; tendência/sensibilidade a manchamentos e ataque químico; usos recomendados; restrições conhecidas);
- f) outras informações pertinentes (produtos selantes e impermeabilizantes testados e aprovados para a face e tardo das placas; argamassas de fixação e rejuntamento recomendadas, etc.).

As informações específicas são referem-se a resultados de ensaios de caracterização tecnológica, necessários para qualificação dos materiais segundo as normas vigentes. Os resultados desses ensaios permitem balizar os campos de aplicação dos materiais e seu comportamento diante das solicitações, sendo já exigíveis pelos consumidores e constando como itens obrigatórios em catálogos fotográficos promocionais dos fornecedores.

Os seguintes ensaios, designados como índices de qualidade, são assim requeridos:

1. **Petrografia microscópica** (Norma ABNT NBR 12.768), incluindo fotomicrografia de seção delgada, com classificação da rocha, composição mineralógica e feições estruturais.

A análise petrográfica constitui o único método de investigação laboratorial que possibilita a visualização detalhada dos constituintes da rocha, permitindo avaliar as implicações de suas propriedades no comportamento posterior dos produtos aplicados (oxidação de minerais metálicos, escaificação de megacristais fraturados, desgaste abrasivo preferencial, estado microfissural dos cristais e outros). A fotomicrografia funciona como uma impressão digital, servindo de base para a identificação inequívoca do material fornecido.

2. **Índices físicos** (Norma ABNT NBR 12.766), incluindo densidade (massa específica aparente), porosidade aparente e absorção d' água.

A porosidade aparente mostra relação direta com a resistência físico-mecânica da rocha (quanto maior a porosidade aparente, maior será o volume de espaços vazios e,

possivelmente, a porosidade efetiva, ou tendem a tornar o material menos resistente do ponto de vista físico-mecânico). O índice de absorção d'água aponta a possibilidade de infiltração de líquidos e, portanto, do grau de alterabilidade da rocha. A massa específica aparente (densidade) permite fazer inferências sobre a resistência físico-mecânica da rocha, bem como calcular com maior precisão o peso individual das placas especificadas no projeto da edificação.

3. **Desgaste Amsler** (Norma ABNT NBR 12.042).

O teste Amsler permite avaliar a resistência da rocha ante a solicitação abrasiva. A resistência ao desgaste é normalmente proporcional à dureza, na escala de Mohs, dos minerais constituintes da rocha, bem como da textura e imbricamento dos minerais constituintes. Esse teste é particularmente importante para seleção de materiais destinados ao revestimento de pisos.

4. **Compressão uniaxial simples** (Norma ABNT NBR 12.767).

A tensão de ruptura, por compressão uniaxial, é indicativa da resistência da rocha ao cisalhamento, quando submetida à pressão de carga, o que normalmente ocorre em funções estruturais. O ensaio de compressão uniaxial é exigível para todos os empregos possíveis de uma rocha de revestimento (superfícies verticais, pisos, degraus e tampos). A resistência à compressão é sugestiva da sanidade e robustez da rocha, com valores mínimos de referência adotados pela ASTM.

5. **Coefficiente de dilatação térmica linear** (Norma ABNT NBR 12.765).

Em climas tropicais e subtropicais, como o do Brasil, são elevadas as temperaturas máximas nos períodos mais quentes, o que acarreta um processo sensível de dilatação das rochas, especialmente daquelas aplicadas em revestimentos de pisos e fachadas sujeitos à insolação. O coeficiente de dilatação térmica permite definir o espaçamento mínimo recomendável entre as chapas do revestimento, de forma a se evitar seu contato, a compressão lateral e o imbricamento. Os coeficientes mais elevados caracterizam a necessidade de especificação de argamassas flexíveis, tanto de fixação quanto de rejuntamento.

6. **Resistência à flexão**, devendo-se assinalar se o ensaio é o da norma ABNT NBR 12.763 (três pontos) ou da norma ASTM C880 (quatro pontos).

A avaliação da resistência à ruptura por flexão é cada vez mais importante perante às modernas técnicas de revestimento em pisos e fachadas, respectivamente de pisos elevados e fachadas aeradas. Também nas bancadas, e em diversas outras situações, a avaliação da resistência ao esforço de carga perpendicular à maior superfície da placa é fundamental para a qualificação das rochas objetivadas. Assim como no índice de compressão, a resistência à flexão é indicativa da sanidade e robustez da rocha, também com valores mínimos sugeridos pela ASTM para alguns grupos litológicos.

7. **Outros ensaios** eventualmente disponíveis para a rocha, inclusive sobre resistência ao ataque químico, resistência a manchamentos superficiais, teste de envelhecimento acelerado, etc.

PRINCIPAIS FONTES DE CONSULTA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Revestimento de paredes e tetos com argamassas - Materiais, preparo, aplicação e manutenção. ABNT NBR 7.200.** Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Revestimento de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas com utilização de argamassa colante – Procedimento. ABNT NBR 13.755.** Rio de Janeiro, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Argamassa colante industrializada para assentamento de placas de cerâmica – Especificação. ABNT NBR 14.081.** Rio de Janeiro, 2004.

BRADLEY, F; CORDIVIOLA, A.; PRIMAVORI, P. **Il Marmo in Architettura; Tipi, caratteristiche e lavorazione della pietra naturale.** Milano (Itália): Promorama, 2002. v.1. 165 p. (Easy Marble)

BYRNE, Michael. **Setting Tile.** Newtown (CT, EUA): The Taunton Press, 1995. 244 p.

CARVALHO JR., A. N. **Técnicas de Revestimento;** Apostila do Curso de Especialização em Construção Civil. 1.ed. Belo Horizonte: DEMC-EE/UFMG, 1999.

CAVALCANTI, Antônio Manoel de Siqueira. **Tecnologia da Pedra.** Rio de Janeiro : Pongetti, 1951. 309 p.

CHIODI FILHO, Cid. **Aspectos Técnicos e Econômicos do Setor de Rochas Ornamentais.** Rio de Janeiro : CNPq/CETEM, 1995. 75 p., il. (Série Estudos e Documentos, 28)

CHIODI FILHO, Cid. As Ardósias de Minas Gerais, Brasil. **Rochas de Qualidade,** São Paulo, maio/junho 2001. n. 158, p.110-127.

CHIODI FILHO, Cid. Condicionantes Estéticas das Rochas de Revestimento. **Pedras do Brasil,** Vitória, abril/2002. n. 02, p.26-30.

CHIODI FILHO, Cid. A Nova Idade da Pedra. **Pedras do Brasil,** Vitória, maio/2002. n. 03, p.12-15.

CHIODI FILHO, Cid. Critérios de Especificação de Rochas para Revestimentos. **Pedras do Brasil,** Vitória, junho/2002. n. 04, p.32-34.

CHIODI FILHO, Cid. Noções Gerais sobre Beneficiamento de Chapas de Mármore e Granitos. **Pedras do Brasil,** Vitória, julho/2002. n. 05, p.14-15.

CHIODI FILHO, Cid. Caracterização Tecnológica das Rochas Ornamentais e de Revestimento – Parte I. **Pedras do Brasil,** Vitória, outubro/2002. n. 07, p.24-26.

CHIODI FILHO, Cid. Caracterização Tecnológica das Rochas Ornamentais e de Revestimento – Parte II. **Pedras do Brasil,** Vitória, novembro/2002. n. 08.

CHIODI FILHO, Cid & RODRIGUES, Eleno de Paula. **Guia de Referência para Especificação de Rochas Ornamentais e de Revestimento – Termo de Garantia na Arquitetura e Decoração.** Belo Horizonte: LITHOTEC, 1996. s.p., fotos (inédito)

CHIODI FILHO, Cid & RODRIGUES, Eleno de Paula. **Qualificação Técnica de Mármore e granitos – Termo de Garantia na Arquitetura e Decoração**. Belo Horizonte: LITHOTEC, 1996. 17 p., fotos (inédito)

CHIODI FILHO, Cid & RODRIGUES, Eleno de Paula. Análise comparativa de mármore e granitos para revestimento em edificações. **Rochas de Qualidade**, São Paulo, nov./dez. 1997. n. 137, p. 70-86.

CHIODI, Denize Kistemann **A Utilização da Pedra em Revestimentos, Pisos e Calçamentos**. Belo Horizonte, 1997. 6 p. (trabalho apresentado no INAP – Curso de Paisagismo e Técnicas de Jardinagem)

FRASCÁ, Maria Heloísa Barros de Oliveira. Rocha como Material de Construção. In: ISAIA, G.C. ed. **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais**. São Paulo: IBRACON, 2007. 2v. v.1 (Parte III, Capítulo 15)

FRAZÃO, Ely Borges & FARJALLAT, José Eduardo Siqueira. Seleção de Pedras para Revestimento e Propriedades Requeridas. **Rochas de Qualidade**, São Paulo, 1995. n.124, 8 p.

FRAZÃO, Ely Borges & FARJALLAT, José Eduardo Siqueira. Proposta de Especificação para Rochas Silicáticas de Revestimento. In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, ABGE, 8, 1996. **Anais do...**, ABGE, v.1, p. 369-80.

HENRIQUES, A.M.E. & TELLO, J.M.S.N. **Manual da Pedra Natural para a Arquitectura**. Lisboa, (Portugal) : Direcção Geral de Geologia e Energia, 2006. 199 p.

LÓPEZ JIMENO, Carlos ed. **Manual de Rocas Ornamentales; Prospección, explotación, elaboración y colocación**. Madrid: Entorno Grafico, 1995. 695 p.

MARBLE INSTITUTE OF AMERICA. **Dimension Stone Design Manual; version 6**. Cleveland, Ohio (USA) : Marble Institute of America, 2003. 357 p.

PEITER, Carlos & CHIODI FILHO, Cid . **Rochas Ornamentais no Século XXI; Bases para uma Política de Desenvolvimento Sustentado das Exportações Brasileiras**. Rio de Janeiro: CETEM/ABIROCHAS, 2001. 160 p., il.

PERRIER, Raymond. **Les Roches Ornamentales**. Ternay (França): Edition Pro Roc, 2004. 703 p.

PRIMAVORI, Piero. **Planet Stone**. Verona (Itália): Giorgio Zusi Editore, 1999. 326 p.

RODRIGUES, Eleno de Paula; CHIODI FILHO, Cid; COUTINHO, José Moacyr Vianna. Importância da Petrografia para a Previsão do Comportamento da Durabilidade de Rochas Ornamentais. **Rochas & Equipamentos**, Lisboa, 1997. v. 47.

TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M.C.M. de; FAIRCHILD, T.R.; TAIOLI, F. orgs. **Decifrando a Terra**. São Paulo: Oficina de Textos, 2000. Reimpressão, 2001. 568 p.

ANEXOS

CRITÉRIOS ORIENTATIVOS PARA APLICAÇÃO DE REVESTIMENTOS E VOCABULÁRIO TÉCNICO

Considerações Gerais

Os critérios orientativos para especificação, aplicação e eventual impermeabilização das rochas de revestimento foram sumarizados em tabelas explicativas para três grandes grupos: o das rochas silicáticas (granitos e similares) e silicosas (quartzitos, cherts e metaconglomerados), o das rochas carbonáticas (mármore e travertinos) e o das ardósias. Estas tabelas constituem, respectivamente, os anexos A, B e C. Por apresentarem características muito particulares, os calcários (limestones) não foram incluídos entre as rochas carbonáticas para as quais se fornecem orientações.

As tabelas referentes a cada um desses grupos mostram as características tecnológicas desejáveis para especificação, os procedimentos indicados para impermeabilização e os recomendados para aplicação, discriminando o tipo de revestimento (verticais ou horizontais), o ambiente desejado (interno ou externo) e as condições de uso (quando devido).

Para os revestimentos horizontais são abordados os pisos convencionais e elevados/flutuantes, subdividindo-se os revestimentos verticais em paredes internas, fachadas convencionais e fachadas aeradas. Nos pisos convencionais faz-se referência às áreas de molhagem frequente, de molhagem eventual e de umidade ascendente, discriminando-se aqueles com baixo, médio e alto tráfego de pedestres.

Tanto para os revestimentos horizontais quanto verticais, é discutida a questão da impermeabilização do sistema rocha-argamassa, observando-se que o termo impermeabilizante/impermeabilização é empregado para produtos peliculares (normalmente aplicados no verso, emboço ou contrapiso das placas de revestimento), enquanto os termos hidrofugante/hidrofugação e hidro-oleofugante/hidro-oleofugação aplicados para produtos impregnantes, de base água ou solvente, chamados selantes.

Para todos os ambientes de aplicação discriminados nas tabelas, são referenciadas as argamassas de assentamento e rejuntamento mais recomendadas, com as observações devidas caso a caso. Complementarmente às tabelas, são apresentados textos explicativos para melhor entendimento de seu conteúdo (vide Capítulo 4).

No Anexo D é apresentado um vocabulário de termos técnicos e comerciais do setor de rochas ornamentais e de revestimento, em português, espanhol, inglês e italiano, útil para a elaboração de documentos e nas operações de comércio exterior. Esse vocabulário foi elaborado pela Eng^a de Minas Nuria Fernández Castro, do Centro de Tecnologia Mineral – CETEM.

ANEXO A – REVESTIMENTOS COM ROCHAS SILICÁTICAS E SILICOSAS

- Anexo AA Rochas Silicáticas (Granitos e Similares) e Silicosas (Quartzitos / Cherts e Similares) em Revestimentos Horizontais: Parâmetros Tecnológicos Sugeridos para Especificação
- Anexo AB Rochas Silicáticas (Granitos e Similares) e Silicosas (Quartzitos / Cherts e Similares) em Revestimentos Horizontais: Considerações sobre o Uso de Impermeabilizantes e Selantes
- Anexo AC Rochas Silicáticas (Granitos e Similares) e Silicosas (Quartzitos / Cherts e Similares) em Revestimentos Horizontais: Procedimentos Indicados para Assentamento e Rejuntamento
- Anexo AD Rochas Silicáticas (Granitos e Similares) e Silicosas (Quartzitos / Cherts e Similares) em Revestimentos Verticais: Parâmetros Tecnológicos Sugeridos para Especificação
- Anexo AE Rochas Silicáticas (Granitos e Similares) e Silicosas (Quartzitos / Cherts e Similares) em Revestimentos Verticais: Considerações sobre o Uso de Impermeabilizantes e Selantes
- Anexo AF Rochas Silicáticas (Granitos e Similares) e Silicosas (Quartzitos / Cherts e Similares) em Revestimentos Verticais: Procedimentos Indicados para Assentamento e Rejuntamento

ANEXO AA – ROCHAS SILICÁTICAS (GRANITOS E SIMILARES) E SILICOSAS (QUARTZITOS/CHERTS E SIMILARES) EM REVESTIMENTOS HORIZONTAIS: PARÂMETROS TECNOLÓGICOS SUGERIDOS PARA ESPECIFICAÇÃO					
CONDIÇÕES DE USO	PISOS CONVENCIONAIS ⁽¹⁾			PISOS FLUTUANTES ⁽¹⁾	
	Internos ⁽²⁾		Externos ⁽²⁾	Internos	Externos
	Molhagem Eventual	Molhagem Frequente			
ÍNDICE DE ABSORÇÃO D'ÁGUA (%) – Normas ABNT-NBR 12766 e ASTM C97					
Baixo, Médio e Alto Tráfego	≤ 1,0	≤ 0,4	≤ 0,4	≤ 1,0	≤ 0,4
DENSIDADE APARENTE SECA (kg/m³) – Normas ABNT-NBR 12766 e ASTM C97					
Baixo, Médio e Alto Tráfego	≥ 2560 (≥ 2400)	≥ 2560(≥ 2400)	≥ 2560 (≥ 2400)	≥ 2560 (≥ 2400)	≥ 2560 (≥ 2400)
COEFICIENTE DE ATRITO ⁽³⁾ (RESISTÊNCIA AO ESCORREGAMENTO) – Norma ABNT-NBR 13818					
Superfície Horizontal	≥ 0,4	≥ 0,6	≥ 0,6	≥ 0,4	≥ 0,6
Superfície Inclinada	≥ 0,6	≥ 0,8	≥ 0,8	-	-
COEFICIENTE DE DILATAÇÃO TÉRMICA LINEAR (mm/m°C) – Normas ABNT-NBR 12765 e ASTM-E228					
Baixo, Médio e Alto Tráfego	≤ 12,0 x 10 ⁻³	≤ 12,0 x 10 ⁻³	≤ 9,0 x 10 ⁻³	≤ 12,0 x 10 ⁻³	≤ 9,0 x 10 ⁻³
RESISTÊNCIA À FLEXÃO A TRÊS PONTOS (MPa) – Normas ABNT-NBR 12763 e ASTM C99					
Baixo, Médio e Alto Tráfego	≥ 10,34	≥ 10,34	≥ 10,34	≥ 10,34	≥ 10,34
RESISTÊNCIA À FLEXÃO A QUATRO PONTOS (MPa) – Norma ASTM C880					
Baixo, Médio e Alto Tráfego	≥ 8,27	≥ 8,27	≥ 8,27	≥ 8,27	≥ 8,27
RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO UNIAXIAL (MPa) – Normas ABNT-NBR 12767 e ASTM C170					
Baixo, Médio e Alto Tráfego	≥ 131,0	≥ 131,0	≥ 131,0	≥ 131,0	≥ 131,0
DESGASTE ABRASIVO AMSLER (mm/1000 m) – Normas ABNT-NBR 12042					
Baixo Tráfego	≤ 3,0	≤ 3,0	≤ 3,0	≤ 3,0	≤ 3,0
Médio Tráfego	≤ 1,5	≤ 1,5	≤ 1,5	≤ 1,5	≤ 1,5
Alto Tráfego ⁽⁴⁾	≤ 0,7	≤ 0,7	≤ 0,7	≤ 0,7	≤ 0,7

ANEXO AA – ROCHAS SILICÁTICAS (GRANITOS E SIMILARES) E SILICOSAS (QUARTZITOS/CHERTS E SIMILARES) EM REVESTIMENTOS HORIZONTAIS: PARÂMETROS TECNOLÓGICOS SUGERIDOS PARA ESPECIFICAÇÃO (continuação)					
CONDIÇÕES DE USO	PISOS CONVENCIONAIS ⁽¹⁾			PISOS FLUTUANTES ⁽¹⁾	
	Internos ⁽²⁾		Externos ⁽²⁾	Internos	Externos
	Molhagem Eventual	Molhagem Frequente			
ABRASÃO SUPERFICIAL ⁽⁵⁾ – CLASSE PEI – Norma ABNT-NBR 13818 / ANEXO E					
Baixo Tráfego	1 a 5	1 a 5	1 a 5	1 a 5	1 a 5
Médio Tráfego	3 a 5	3 a 5	3 a 5	3 a 5	3 a 5
Alto Tráfego	4 ou 5	4 ou 5	4 ou 5	4 ou 5	4 ou 5
RESISTÊNCIA À ABRASÃO (Abrasion Resistance) – Norma ASTM-C241/Granitos⁽⁶⁾					
Médio Tráfego	≥ 25	≥ 25	≥ 25	≥ 25	≥ 25
RESISTÊNCIA À ABRASÃO (Abrasion Resistance) – Norma ASTM-C241/Quartzitos⁽⁷⁾					
Médio Tráfego	≥ 8	≥ 8	≥ 8	≥ 8	≥ 8
Alto Tráfego	≥ 12	≥ 12	≥ 12	≥ 12	≥ 12

(1) Assentados ou apoiados sobre base rígida de concreto.

(2) Em pisos sujeitos à umidade ascendente, recomenda-se impermeabilização do tardo (verso) das placas e também do contrapiso.

(3) O Anexo N da norma ABNT NBR 13818/97 estabelece um valor mínimo de 0,4 para a superfície de pavimentos onde se requer resistência ao escorregamento. Esse valor mínimo é aqui sugerido para superfícies secas de pavimentos não inclinados. O risco de escorregamento e queda de pedestres pode ser minimizado pela redução do tamanho das placas e aumento da largura das juntas de colocação, bem como pela aplicação de produtos antiderrapantes já disponíveis no mercado.

(4) Em um mesmo piso, não se recomenda a utilização de duas ou mais rochas cuja diferença de resistência à abrasão seja superior a 20%.

(5) Ensaio utilizado em revestimentos cerâmicos, aqui apresentado para avaliação comparativa.

(6) Pela Norma ASTM-C241, é de 25 o valor mínimo sugerido para a dureza abrasiva (*abrasive hardness*) de rochas graníticas (*granites*), em pisos submetidos a tráfego normal de pedestres (*flooring subject to normal foot traffic*), aqui indicados como de “médio tráfego”. Não existem valores de referência apresentados para pisos de baixo e alto tráfego de pedestres.

(7) Pela Norma ASTM-C241, são de 8 e 12 os valores mínimos de dureza abrasiva sugeridos respectivamente para pisos de tráfego normal e de alto tráfego de pedestres, revestidos com rochas quartzosas (*quartz-based stones*).

Nota: Valores entre parênteses, grafados para densidade aparente seca, são referentes a rochas silicosas.

ANEXO AB – ROCHAS SILICÁTICAS (GRANITOS E SIMILARES) E SILICOSAS (QUARTZITOS / CHERTS E SIMILARES) EM REVESTIMENTOS HORIZONTAIS: CONSIDERAÇÕES SOBRE O USO DE IMPERMEABILIZANTES E SELANTES					
CONDIÇÕES DE USO	PISOS CONVENCIONAIS ⁽¹⁾				
	INTERNOS			EXTERNOS	
	Molhagem Eventual	Molhagem Frequente	Umidade Ascendente	Molhagem Frequente	Umidade Ascendente
IMPERMEABILIZAÇÃO DO CONTRAPISO E DO TARDOZ / VERSO DOS LADRILHOS ⁽²⁾					
Baixo, Médio e Alto Tráfego	Dispensável	Aplicável	Obrigatório	Aplicável	Obrigatório
APLICAÇÃO DE SELANTES NA FACE DOS LADRILHOS ⁽³⁾					
Baixo, Médio e Alto Tráfego	Dispensável	Aplicável	Não recomendado	Aplicável	Não recomendado
<p>(1) Assentados sobre base rígida de concreto ou contrapiso de argamassa.</p> <p>(2) Utilizar produtos impermeabilizantes, semiflexíveis, à base de cimento Portland e resinas acrílicas. Para rochas claras, sobretudo as silicosas, recomenda-se produtos brancos ou incolores.</p> <p>(3) Utilizar produtos hidro e óleo-repelentes impregnantes, de base água ou solvente, testando-se sua eficácia e eventuais alterações estéticas nos materiais objetivados.</p> <p>Nota: É sempre recomendável a impermeabilização da face e bordas dos tampos de balcão para bares, padarias e restaurantes, observando-se o item (3) acima. A impermeabilização de tampos de mesa e pias para uso residencial (banheiro e cozinha) deve ser efetuada apenas quando necessário, também observando-se o item (3). Em ambientes externos desabrigados, as rochas especificadas para tampos e pisos flutuantes/elevados devem ter, preferencialmente, índice de absorção d'água $\leq 0,4\%$. Os hidro e óleo-repelentes mais indicados para pias de cozinha e balcões, onde se manuseiam alimentos, são os de base água.</p>					

ANEXO AC – ROCHAS SILICÁTICAS (GRANITOS E SIMILARES) E SILICOSAS (QUARTZITOS / CHERTS E SIMILARES) EM REVESTIMENTOS HORIZONTAIS: PROCEDIMENTOS INDICADOS PARA ASSENTAMENTO E REJUNTAMENTO					
TIPOS DE ARGAMASSAS	PISOS CONVENCIONAIS ⁽¹⁾				
	INTERNOS			EXTERNOS	
	Molhagem Eventual	Molhagem Frequente	Umidade Ascendente	Molhagem Frequente	Umidade Ascendente
ARGAMASSAS DE ASSENTAMENTO					
Cimentícia Convencional Semi-seca ⁽²⁾	Aplicável	Aplicável	Não recomendado	Aplicável	Não recomendado
Colante ⁽³⁾	Aplicável	Preferível	Preferível	Preferível	Preferível
Adesiva (Supercola)	Aplicável	Aplicável	Aplicável	Aplicável	Aplicável
ARGAMASSAS DE REJUNTAMENTO ⁽⁴⁾					
Calda Cimento + Pó Xadrez	Aplicável	Não recomendado	Não recomendado	Não recomendado	Não recomendado
Cimentícias Industrializadas ⁽³⁾	Preferível	Aplicável	Aplicável	Aplicável	Aplicável
Acrílicas	Aplicável	Preferível	Preferível	Preferível	Preferível
Epóxi ⁽⁵⁾	Aplicável	Aplicável	Aplicável	Não recomendado	Não recomendado

(1) Assentados sobre base rígida de concreto.

(2) Para rochas claras recomenda-se utilizar cimento branco, preferencialmente aditivado com melhoradores de aderência.

(3) Observar indicação de uso interno ou uso externo, grafada pelo fabricante da argamassa na embalagem do produto (as argamassas de uso externo devem ser flexíveis).

(4) A largura/espacamento das juntas de colocação, que separam os ladrilhos entre si, pode ser de 1 mm a 3 mm para pisos internos e de 3 mm a 5 mm para pisos externos. As rochas mais escuras, a exemplo dos gabros, enquadrados como "granitos" no setor de rochas ornamentais, absorvem mais calor e sofrem, por isto, maior dilatação térmica que as rochas claras. Em áreas expostas ao sol, notadamente com superfícies não polidas, recomenda-se que as juntas de colocação de rochas escuras sejam mais largas que as das rochas claras, sugerindo-se: 6 mm a 8 mm de espaçamento entre placas individuais de até 0,5 m², 8 mm a 10 mm entre placas de 0,5 m² a 1,0 m² e 10 mm a 12 mm entre placas com 1,0 m² a 2,0 m², sempre com argamassas elásticas/flexíveis de rejuntamento.

(5) Segundo fabricantes, não utilizar em locais com temperatura ambiente inferior a 10°C.

ANEXO AD – ROCHAS SILICÁTICAS (GRANITOS E SIMILARES) E SILICOSAS (QUARTZITOS / CHERTS E SIMILARES) EM REVESTIMENTOS VERTICAIS: PARÂMETROS TECNOLÓGICOS SUGERIDOS PARA ESPECIFICAÇÃO			
LOCAIS DE APLICAÇÃO			
PAREDES INTERNAS ⁽¹⁾		FACHADAS CONVENCIONAIS ⁽¹⁾	FACHADAS AERADAS/VENTILADAS ⁽²⁾
Molhagem Eventual	Molhagem Frequente		
ÍNDICE DE ABSORÇÃO D'ÁGUA (%) – Normas ABNT-NBR 12766 e ASTM C97			
≤ 1,0	≤ 0,4	≤ 0,4	≤ 0,4
DENSIDADE APARENTE SECA (kg/m ³) – Normas ABNT-NBR 12766 e ASTM C97			
≥ 2560 (≥ 2400)	≥ 2560 (≥ 2400)	≥ 2560 (≥ 2400)	≥ 2560 (≥ 2400)
COEFICIENTE DE DILATAÇÃO TÉRMICA LINEAR (mm/m°C) – Normas ABNT-NBR 12765 e ASTM-E228			
≤12,0 x 10 ⁻³	≤12,0 x 10 ⁻³	≤ 9,0 x 10 ⁻³	≤ 9,0 x 10 ⁻³
RESISTÊNCIA À FLEXÃO A TRÊS PONTOS (MPa) – Normas ABNT-NBR 12763 e ASTM C99			
≥ 10,34	≥ 10,34	≥ 10,34	≥ 10,34
RESISTÊNCIA À FLEXÃO A QUATRO PONTOS (MPa) – Norma ASTM C880			
≥ 8,27	≥ 8,27	≥ 8,27	≥ 8,27
RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO UNIAXIAL (MPa) – Normas ABNT-NBR 12767 e ASTM C170			
≥ 131,0	≥ 131,0	≥ 131,0	≥ 131,0
<p>(1) Em paredes e fachadas sujeitas à umidade ascendente, recomenda-se impermeabilização do tardo (verso) das placas e do emboço.</p> <p>(2) As características tecnológicas exigidas para qualquer tipo de rocha, em fachadas aeradas/ventiladas, são definidas pelo projeto de revestimento das edificações, tendo-se como variáveis a resistência à flexão, a resistência a ancoragens, a dimensão individual das placas (comprimento, largura e espessura) e o número de inserts de ancoragem. Essas variáveis são inter-relacionadas e especificadas para cada obra individualmente. Pelos padrões europeus e norte-americanos, as placas de revestimento em fachadas aeradas não devem ter espessura inferior a 3,0 cm, admitindo-se 2,5 cm apenas para rochas muito compactas. Fachadas aeradas/ventiladas são de maneira geral recomendadas para revestimentos posicionados acima de 15 m de altura.</p> <p>Nota: Valores entre parênteses, grafados para densidade aparente seca, são referentes a rochas silicosas.</p>			

ANEXO AE – ROCHAS SILICÁTICAS (GRANITOS E SIMILARES) E SILICOSAS (QUARTZITOS / CHERTS E SIMILARES) EM REVESTIMENTOS VERTICAIS: CONSIDERAÇÕES SOBRE O USO DE IMPERMEABILIZANTES E SELANTES					
LOCAIS DE APLICAÇÃO					
PAREDES INTERNAS			FACHADAS CONVENCIONAIS		FACHADAS AERADAS/ VENTILADAS
Molhagem Eventual	Molhagem Frequente	Umidade Ascendente	Molhagem Frequente	Umidade Ascendente	
IMPERMEABILIZAÇÃO DO EMBOÇO E DO TARDOZ/VERSO DOS LADRILHOS ⁽¹⁾					
Dispensável	Aplicável	Obrigatório	Aplicável	Obrigatório	*
APLICAÇÃO DE SELANTES NA FACE DOS LADRILHOS ⁽²⁾					
Dispensável	Aplicável	Não recomendado	Aplicável	Não recomendado	Aplicável
<p>(1) Utilizar produtos impermeabilizantes, semiflexíveis, à base de cimento Portland e resinas acrílicas. Para rochas claras, recomendam-se produtos brancos ou incolores.</p> <p>(2) Utilizar apenas produtos hidro e óleo-repelentes impregnantes, de base água ou solvente, testando-se sua eficácia e eventuais alterações estéticas nos materiais objetivados.</p> <p>* Selantes hidro e óleo-repelentes, com as mesmas indicações do item (2) acima, podem ser aplicados no verso / tardoze e bordas dos ladrilhos de revestimento de fachadas aeradas, para rochas com absorção d'água superior a 0,4%.</p> <p>Nota: já existem alguns produtos antipichação disponíveis no mercado. Estes produtos dificultam a fixação de tintas nas superfícies previamente tratadas, facilitando sua limpeza.</p>					

ANEXO AF – ROCHAS SILICÁTIICAS (GRANITOS E SIMILARES) E SILICOSAS (QUARTZITOS / CHERTS E SIMILARES) EM REVESTIMENTOS VERTICAIS: PROCEDIMENTOS INDICADOS PARA ASSENTAMENTO E REJUNTAMENTO						
TIPOS DE ARGAMASSA	LOCAIS DE APLICAÇÃO					
	PAREDES INTERNAS			FACHADAS CONVENCIONAIS		FACHADAS AERADAS/ VENTILADAS ⁽⁶⁾
	Molhagem Eventual	Molhagem Freqüente	Umidade Ascendente	Molhagem Freqüente	Umidade Ascendente	
ARGAMASSAS DE ASSENTAMENTO						
Cimentícia Convencional Pastosa ^(1,2)	Aplicável	Aplicável	Aplicável	Aplicável	Aplicável	Não recomendado
Colante ^(2,3)	Aplicável	Preferível	Preferível	Preferível	Preferível	Não recomendado
Adesiva (Supercola) ^(2,3)	Aplicável	Aplicável	Aplicável	Aplicável	Aplicável	Não recomendado
ARGAMASSAS DE REJUNTAMENTO ⁽⁴⁾						
Calda cimento + Pó Xadrez	Não recomendado	Não recomendado	Não recomendado	Não recomendado	Não recomendado	Não recomendado
Cimentícias Industrializadas	Aplicável	Aplicável	Não recomendado	Aplicável	Não recomendado	Não recomendado
Acrílicas	Preferível	Preferível	Preferível	Preferível	Preferível	Não recomendado
Epóxi ⁽⁵⁾	Aplicável	Aplicável	Aplicável	Não recomendado	Não recomendado	Não recomendado
Silicone ou Poliuretano	Aplicável	Aplicável	Aplicável	Aplicável	Aplicável	Preferível

(1) Para revestimentos verticais recomenda-se que as argamassas cimentícias convencionais sejam aditivadas com melhoradores de aderência.

(2) Para revestimentos posicionados entre 3 m e 15 m de altura, recomenda-se reforço com o uso de grampos (de cobre ou arame galvanizado), fixados em telas metálicas, preferencialmente eletrossoldadas (conforme norma ABNT NBR 13.707).

(3) Observar indicação de uso interno ou uso externo, grafada pelo fabricante da argamassa na embalagem do produto (as argamassas de uso externo devem ser flexíveis).

(4) A largura/espacamento das juntas de colocação, em paredes internas, pode ser de 1 mm a 3 mm, indicando-se 3 mm a 5 mm para fachadas convencionais. As rochas mais escuras, a exemplo dos gabros, enquadrados como "granitos" no setor de rochas ornamentais, absorvem mais calor e sofrem, por isto, maior dilatação térmica que as rochas claras. Em áreas expostas ao sol, principalmente com superfícies não polidas, recomenda-se assim que as juntas de colocação de rochas escuras sejam mais largas que as das rochas claras, sugerindo-se: 6 mm a 8 mm de espaçamento entre placas individuais de até 0,5 m², 8 mm a 10 mm entre placas de 0,5 m² a 1,0 m² e 10 mm a 12 mm entre placas com 1,0 m² a 2,0 m², sempre com argamassas elásticas/flexíveis de rejuntamento.

(5) Segundo fabricantes, não utilizar em locais com temperatura ambiente inferior a 10°C e em ambientes externos.

(6) São as mais recomendadas para revestimentos posicionados acima de 15 m de altura.

Nota: sempre utilizar argamassas brancas de assentamento para rochas de cores claras.

ANEXO B – REVESTIMENTOS COM ROCHAS CARBONÁTICAS

- Anexo BA Rochas Carbonáticas (Mármore e Travertino) em Revestimentos Horizontais: Parâmetros Tecnológicos Sugeridos para Especificação
- Anexo BB Rochas Carbonáticas (Mármore e Travertino) em Revestimentos Horizontais: Considerações sobre o Uso de Impermeabilizantes e Selantes
- Anexo BC Rochas Carbonáticas (Mármore e Travertino) em Revestimentos Horizontais: Procedimentos Indicados para Assentamento e Rejuntamento
- Anexo BD Rochas Carbonáticas (Mármore e Travertino) em Revestimentos Verticais: Parâmetros Tecnológicos Sugeridos para Especificação
- Anexo BE Rochas Carbonáticas (Mármore e Travertino) em Revestimentos Verticais: Considerações sobre o Uso de Impermeabilizantes e Selantes
- Anexo BF Rochas Carbonáticas (Mármore e Travertino) em Revestimentos Verticais: Procedimentos Indicados para Assentamento e Rejuntamento

ANEXO BA – ROCHAS CARBONÁTICAS (MÁRMORES E TRAVERTINOS) EM REVESTIMENTOS HORIZONTAIS: PARÂMETROS TECNOLÓGICOS SUGERIDOS PARA ESPECIFICAÇÃO					
CONDIÇÕES DE USO	PISOS CONVENCIONAIS ^(1,2)			PISOS FLUTUANTES ⁽¹⁾	
	Internos		Externos	Internos	Externos
	Molhagem Eventual	Molhagem Frequente			
ÍNDICE DE ABSORÇÃO D'ÁGUA (%) – Normas ABNT-NBR 12766 e ASTM C97					
Baixo, Médio e Alto Tráfego	≤ 1,0 (≤ 2,0)	≤ 0,2 (≤ 1,0)	≤ 0,2 (≤ 1,0)	≤ 1,0 (≤ 2,0)	≤ 0,2 (≤ 1,0)
DENSIDADE APARENTE SECA (kg/m³) – Normas ABNT-NBR 12766 e ASTM C97					
Baixo, Médio e Alto Tráfego	≥ 2600 (≥ 2300)	≥ 2600 (≥ 2300)	≥ 2600 (≥ 2300)	≥ 2600 (≥ 2300)	≥ 2600 (≥ 2300)
COEFICIENTE DE ATRITO ⁽³⁾ (RESISTÊNCIA AO ESCORREGAMENTO) – Norma ABNT-NBR 13818					
Superfície Horizontal	≥ 0,4	≥ 0,6	≥ 0,6	≥ 0,6	≥ 0,6
Superfície Inclinação	≥ 0,6	≥ 0,8	≥ 0,8	-	-
COEFICIENTE DE DILATAÇÃO TÉRMICA LINEAR (mm/m°C) – Normas ABNT-NBR 12765 e ASTM-E228					
Baixo, Médio e Alto Tráfego	≤ 12,0 x 10 ⁻³	≤ 12,0 x 10 ⁻³	≤ 9,0 x 10 ⁻³	≤ 12,0 x 10 ⁻³	≤ 9,0 x 10 ⁻³
RESISTÊNCIA À FLEXÃO A TRÊS PONTOS (MPa) – Normas ABNT-NBR 12763 e ASTM C99					
Baixo, Médio e Alto Tráfego	≥ 7,0	≥ 7,0	≥ 7,0	≥ 7,0	≥ 7,0
RESISTÊNCIA À FLEXÃO A QUATRO PONTOS (MPa) – Norma ASTM C880					
Baixo, Médio e Alto Tráfego	≥ 5,3	≥ 5,3	≥ 5,3	≥ 5,3	≥ 5,3
RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO UNIAXIAL (MPa) – Normas ABNT-NBR 12767 e ASTM C170					
Baixo, Médio e Alto Tráfego	≥ 55,0	≥ 55,0	≥ 55,0	≥ 55,0	≥ 55,0
DESGASTE ABRASIVO AMSLER (mm/1000 m) – Normas ABNT-NBR 12042					
Baixo Tráfego	≤ 6,0	≤ 6,0	≤ 6,0	≤ 6,0	≤ 6,0
Médio Tráfego	≤ 3,0	≤ 3,0	≤ 3,0	≤ 3,0	≤ 3,0
Alto Tráfego ⁽⁴⁾	≤ 1,5	≤ 1,5	≤ 1,5	≤ 1,5	≤ 1,5

ANEXO BA – ROCHAS CARBONÁTICAS (MÁRMORES E TRAVERTINOS) EM REVESTIMENTOS HORIZONTAIS: PARÂMETROS TECNOLÓGICOS SUGERIDOS PARA ESPECIFICAÇÃO (continuação)					
CONDIÇÕES DE USO	PISOS CONVENCIONAIS ^(1,2)			PISOS FLUTUANTES ⁽¹⁾	
	Internos		Externos	Internos	Externos
	Molhagem Eventual	Molhagem Frequente			
ABRASÃO SUPERFICIAL ⁽⁵⁾ – CLASSE PEI – Norma ABNT-NBR 13818 / ANEXO E					
Baixo Tráfego	1 a 5	1 a 5	1 a 5	1 a 5	1 a 5
Médio Tráfego	3 a 5	3 a 5	3 a 5	3 a 5	3 a 5
Alto Tráfego	4 ou 5	4 ou 5	4 ou 5	4 ou 5	4 ou 5
RESISTÊNCIA À ABRASÃO (Abrasion Resistance) – Norma ASTM-C241/Mármore⁽⁶⁾					
Médio Tráfego	≥ 10	≥ 10	≥ 10	≥ 10	≥ 10
Alto Tráfego	≥ 12	≥ 12	≥ 12	≥ 12	≥ 12

(1) Assentados ou apoiados sobre base rígida de concreto.

(2) Em pisos sujeitos à umidade ascendente, recomenda-se impermeabilização do tardo (verso) das placas e também do contrapiso.

(3) O Anexo N da norma ABNT NBR 13.818/97 estabelece um valor mínimo de 0,4 para a superfície de pavimentos onde se requer resistência ao escorregamento. Esse valor mínimo é aqui sugerido para superfícies secas de pavimentos não-inclinados. O risco de escorregamento e queda de pedestres pode ser minimizado pela redução do tamanho das placas e aumento da largura das juntas de colocação, bem como pela aplicação de produtos antiderrapantes já disponíveis no mercado.

(4) Em um mesmo piso, não se recomenda a utilização de duas ou mais rochas cuja diferença de resistência à abrasão seja superior a 20%.

(5) Ensaio em revestimentos cerâmicos aqui apresentado para avaliação comparativa.

(6) Pela Norma ASTM-C241, são de 10 e 12 os valores mínimos de dureza abrasiva (abrasion hardness) sugeridos respectivamente para pisos de tráfego normal (aqui indicados como de médio tráfego) e de alto tráfego de pedestres, revestidos tanto com mármore quanto com ônix (mármore ônix), travertino, serpentinitos (mármore verde) e calcários (limestones).

Nota: os valores entre parênteses no índice de Absorção d'Água e Densidade Aparente Seca são indicados para travertinos.

ANEXO BB – ROCHAS CARBONÁTICAS (MÁRMORES E TRAVERTINOS) EM REVESTIMENTOS HORIZONTAIS: CONSIDERAÇÕES SOBRE O USO DE IMPERMEABILIZANTES E SELANTES					
CONDIÇÕES DE USO	PISOS CONVENCIONAIS ⁽¹⁾				
	INTERNOS			EXTERNOS	
	Molhagem Eventual	Molhagem Frequente	Umidade Ascendente	Molhagem Frequente	Umidade Ascendente
IMPERMEABILIZAÇÃO DO CONTRAPISO E DO TARDOZ/VERSO DOS LADRILHOS ⁽²⁾					
Baixo, Médio e Alto Tráfego	Dispensável	Aplicável	Obrigatório	Aplicável	Obrigatório
APLICAÇÃO DE SELANTES NA FACE DOS LADRILHOS ⁽³⁾					
Baixo, Médio e Alto Tráfego	Dispensável	Aplicável	Não recomendado	Aplicável	Não recomendado
<p>(1) Assentados sobre base rígida de concreto ou contrapiso de argamassa.</p> <p>(2) Utilizar produtos impermeabilizantes, semiflexíveis, à base de cimento Portland e resinas acrílicas. Para rochas claras, recomendam-se produtos brancos ou incolores.</p> <p>(3) Utilizar apenas produtos hidro e óleo-repelentes impregnantes, de base água ou solvente, testando-se sua eficácia e eventuais alterações estéticas nos materiais objetivados.</p> <p>Nota: É sempre recomendável a impermeabilização da face e bordas dos tampos de balcão para bares, padarias e restaurantes, observando-se o item (3) acima. A impermeabilização de tampos de mesa e pias para uso residencial (banheiro e cozinha) deve ser efetuada apenas quando necessário, também se observando o item (3). Em ambientes externos desabrigados, as rochas carbonáticas especificadas para pisos elevados/flutuantes devem ter, preferencialmente, índice de absorção d'água $\leq 0,2\%$. Os hidro e óleo-repelentes mais indicados para pias de cozinha e balcões, onde se manuseiam alimentos, são os de base água. Os tampos de limestones e travertinos devem ser sempre hidro e óleo-fugados.</p>					

ANEXO BC – ROCHAS CARBONÁTICAS (MÁRMORES E TRAVERTINOS) EM REVESTIMENTOS HORIZONTAIS: PROCEDIMENTOS INDICADOS PARA ASSENTAMENTO E REJUNTAMENTO					
TIPOS DE ARGAMASSAS	PISOS CONVENCIONAIS ⁽¹⁾				
	INTERNOS			EXTERNOS	
	Molhagem Eventual	Molhagem Frequente	Umidade Ascendente	Molhagem Frequente	Umidade Ascendente
ARGAMASSAS DE ASSENTAMENTO					
Cimentícia Convencional Semi-seca ⁽²⁾	Aplicável	Aplicável	Não recomendado	Aplicável	Não recomendado
Colante ⁽³⁾	Aplicável	Preferível	Preferível	Preferível	Preferível
Adesiva (Supercola)	Aplicável	Aplicável	Aplicável	Aplicável	Aplicável
ARGAMASSAS DE REJUNTAMENTO ⁽⁴⁾					
Calda Cimento + Pó Xadrez	Aplicável	Não recomendado	Não recomendado	Não recomendado	Não recomendado
Cimentícias Industrializadas ⁽³⁾	Preferível	Aplicável	Aplicável	Aplicável	Aplicável
Acrílicas	Aplicável	Preferível	Preferível	Preferível	Preferível
Epóxi ⁽⁵⁾	Aplicável	Aplicável	Aplicável	Não recomendado	Não recomendado

(1) Assentados sobre base rígida de concreto.

(2) Para rochas claras recomenda-se utilizar cimento branco, preferencialmente aditivado com melhoradores de aderência.

(3) Observar indicação de uso interno ou uso externo, grafada pelo fabricante da argamassa na embalagem do produto (as argamassas de uso externo devem ser flexíveis).

(4) A largura/espacamento das juntas de colocação, que separam os ladrilhos entre si, pode ser de 1 mm a 3 mm para pisos internos e de 3 mm a 5 mm para pisos externos. As rochas mais escuras absorvem mais calor e sofrem, por isto, maior dilatação térmica que as rochas claras. Em áreas expostas ao sol, sobretudo com superfícies não polidas, recomenda-se assim que as juntas de colocação de rochas escuras sejam mais largas que as das rochas claras, sugerindo-se: 6 mm a 8 mm de espaçamento entre placas individuais de até 0,5 m², 8 mm a 10 mm entre placas de 0,5 m² a 1,0 m² e 10 mm a 12 mm entre placas com 1,0 m² a 2,0 m², sempre com argamassas elásticas/flexíveis de rejuntamento.

(5) Segundo fabricantes, não utilizar em locais com temperatura ambiente inferior a 10°C.

ANEXO BD – ROCHAS CARBONÁTICAS (MÁRMORES E TRAVERTINOS) EM REVESTIMENTOS VERTICAIS: PARÂMETROS TECNOLÓGICOS SUGERIDOS PARA ESPECIFICAÇÃO			
LOCAIS DE APLICAÇÃO			
PAREDES INTERNAS ⁽¹⁾		FACHADAS CONVENCIONAIS ⁽¹⁾	FACHADAS AERADAS / VENTILADAS ⁽²⁾
Molhagem Eventual	Molhagem Frequente		
ÍNDICE DE ABSORÇÃO D'ÁGUA (%) – Normas ABNT-NBR 12766 e ASTM C97			
≤ 1,0 (≤ 2,0)	≤ 0,2 (≤ 1,0)	≤ 0,2 (≤ 1,0)	≤ 0,2 (≤ 1,0)
DENSIDADE APARENTE SECA (kg/m³) – Normas ABNT-NBR 12766 e ASTM C97			
≥ 2600 (≥ 2300)	≥ 2600 (≥ 2300)	≥ 2600 (≥ 2300)	≥ 2600 (≥ 2300)
COEFICIENTE DE DILATAÇÃO TÉRMICA LINEAR (mm/m°C) – Normas ABNT-NBR 12765 e ASTM-E228			
≤ 12,0 x 10 ⁻³	≤ 12,0 x 10 ⁻³	≤ 9,0 x 10 ⁻³	≤ 9,0 x 10 ⁻³
RESISTÊNCIA À FLEXÃO A 3 PONTOS (MPa)			
≥ 7,5	≥ 7,5	≥ 7,5	≥ 7,5
RESISTÊNCIA À FLEXÃO A 4 PONTOS (MPa)			
≥ 5,8	≥ 5,8	≥ 5,8	≥ 5,8
RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO UNIAXIAL (MPa)			
≥ 60,0	≥ 60,0	≥ 60,0	≥ 60,0
<p>(1) Em paredes e fachadas sujeitas à umidade ascendente, recomenda-se impermeabilização do tardo (verso) das placas e do emboço.</p> <p>(2) As características tecnológicas exigidas para mármore e outras rochas carbonáticas, em fachadas aeradas/ventiladas, são definidas pelo projeto de revestimento das edificações, tendo-se como variáveis a resistência à flexão, a resistência a ancoragens, a dimensão individual das placas (comprimento, largura e espessura) e o número de inserts de ancoragem. Essas variáveis são inter-relacionadas e especificadas para cada obra individualmente. Pelos padrões europeus e norte-americanos, as placas de revestimento em fachadas aeradas não devem ter espessura inferior a 3,0 cm, admitindo-se 2,5 cm apenas para rochas muito compactas. Fachadas aeradas/ventiladas são de maneira geral recomendadas para revestimentos posicionados acima de 15 m de altura.</p> <p>Nota: os valores entre parênteses no índice de Absorção d'Água e Densidade Aparente Seca são indicados para travertinos.</p>			

ANEXO BE – ROCHAS CARBONÁTICAS (MÁRMORES E TRAVERTINOS) EM REVESTIMENTOS VERTICAIS: CONSIDERAÇÕES SOBRE O USO DE IMPERMEABILIZANTES E SELANTES					
LOCAIS DE APLICAÇÃO					
PAREDES INTERNAS			FACHADAS CONVENCIONAIS		FACHADAS AERADAS
Molhagem Eventual	Molhagem Frequente	Umidade Ascendente	Molhagem Frequente	Umidade Ascendente	
IMPERMEABILIZAÇÃO DO EMBOÇO E DO TARDOZ/VERSO DOS LADRILHOS ⁽¹⁾					
Dispensável	Aplicável	Obrigatório	Aplicável	Obrigatório	★
APLICAÇÃO DE SELANTES NA FACE DOS LADRILHOS ⁽²⁾					
Dispensável	Aplicável	Não recomendado	Aplicável ⁽³⁾	Aplicável ⁽³⁾	Recomendado
<p>(1) Utilizar produtos impermeabilizantes, semiflexíveis, à base de cimento Portland e resinas acrílicas. Para rochas claras, recomendam-se produtos brancos ou incolores.</p> <p>(2) Utilizar apenas produtos hidro e óleo-repelentes impregnantes, de base água ou solvente, testando-se sua eficácia e eventuais alterações estéticas nos materiais objetivados.</p> <p>(3) As rochas carbonáticas são em geral mais sensíveis que os granitos, quartzitos e ardósias, aos agentes químicos agressivos da poluição atmosférica (sobretudo das chuvas ácidas) nas grandes metrópoles e do aerossol marinho nas áreas litorâneas. Nesses casos, a aplicação de hidro e óleo-repelentes na face dos revestimentos externos é mais recomendável do que nas rochas graníticas, pois o tratamento permite prevenir parcialmente a degradação das rochas.</p> <p>★ Selantes hidro e óleo-repelentes, com as mesmas indicações do item (2) acima, podem ser aplicados no verso / tardoZ e bordas dos ladrilhos de revestimento, para rochas com absorção d'água superior a 1,0%.</p> <p>Nota: já existem alguns produtos antipichação disponíveis no mercado, que dificultam a fixação de tinta nas superfícies previamente tratadas, facilitando sua limpeza.</p>					

**ANEXO BF – ROCHAS CARBONÁTICAS (MÁRMORES E TRAVERTINOS) EM REVESTIMENTOS VERTICAIS:
PROCEDIMENTOS INDICADOS PARA ASSENTAMENTO E REJUNTAMENTO**

TIPOS DE ARGAMASSA	LOCAIS DE APLICAÇÃO					
	PAREDES INTERNAS			FACHADAS CONVENCIONAIS		FACHADAS AERADAS ⁽⁶⁾
	Molhagem Eventual	Molhagem Frequente	Umidade Ascendente	Molhagem Frequente	Umidade Ascendente	
ARGAMASSAS DE ASSENTAMENTO						
Cimentícia Convencional ^(1,2)	Aplicável	Aplicável	Não recomendado	Não recomendado	Não recomendado	Não recomendado
Colante ^(2,3)	Aplicável	Preferível	Aplicável	Preferível	Aplicável	Não recomendado
Adesiva (Supercola) ^(2,3)	Aplicável	Aplicável	Preferível	Aplicável	Preferível	Não recomendado
ARGAMASSAS DE REJUNTAMENTO ⁽⁴⁾						
Calda cimento + Pó Xadrez	Não recomendado	Não recomendado	Não recomendado	Não recomendado	Não recomendado	Não recomendado
Cimentícias Industrializadas	Aplicável	Aplicável	Não recomendado	Aplicável	Não recomendado	Não recomendado
Acrílicas	Preferível	Preferível	Preferível	Preferível	Preferível	Não recomendado
Epóxi ⁽⁵⁾	Aplicável	Aplicável	Aplicável	Não recomendado	Não recomendado	Não recomendado
Silicone ou Poliuretano	Aplicável	Aplicável	Aplicável	Aplicável	Aplicável	Preferível

(1) Para revestimentos verticais recomenda-se que as argamassas cimentícias convencionais sejam aditivadas com melhoradores de aderência.

(2) Para revestimentos posicionados entre 3 e 15 m de altura, recomenda-se reforço com o uso de grampos (de cobre ou arame galvanizado), fixados em telas metálicas, preferencialmente eletrossoldadas (conforme norma ABNT NBR 13707).

(3) Observar indicação de uso interno ou uso externo, grafada pelo fabricante da argamassa na embalagem do produto (as argamassas de uso externo devem ser flexíveis).

(4) A largura/espacamento das juntas de colocação, em paredes internas, pode ser de 1 mm a 3 mm, indicando-se 3 mm a 5 mm para fachadas convencionais. As rochas mais escuras absorvem mais calor e sofrem, por isto, maior dilatação térmica que as rochas claras. Em áreas expostas ao sol, notadamente com superfícies não polidas, recomenda-se que as juntas de colocação de rochas escuras sejam mais largas que as das rochas claras, sugerindo-se: 6 a 8 mm de espaçamento entre placas individuais de até 0,5 m², 8 mm a 10 mm entre placas de 0,5 m² a 1,0 m² e 10 mm a 12 mm entre placas com 1,0 m² a 2,0 m², sempre com argamassas elásticas/flexíveis de rejuntamento.

(5) Segundo fabricantes, não utilizar em locais com temperatura ambiente inferior a 10°C.

(6) São as mais recomendadas para revestimentos posicionados acima de 15 m de altura.

Nota: sempre utilizar argamassas brancas de assentamento para rochas de cores claras.

ANEXO C – REVESTIMENTOS COM ARDÓSIAS

- Anexo CA Ardósias em Revestimentos Horizontais: Parâmetros Tecnológicos Sugeridos para Especificação
- Anexo CB Ardósias em Revestimentos Horizontais: Considerações sobre o Uso de Impermeabilizantes e Selantes
- Anexo CC Ardósias em Revestimentos Horizontais: Procedimentos Indicados para Assentamento e Rejuntamento
- Anexo CD Ardósias em Revestimentos Verticais: Parâmetros Tecnológicos Sugeridos para Especificação
- Anexo CE Ardósias em Revestimentos Verticais: Considerações sobre o Uso de Impermeabilizantes e Selantes
- Anexo CF Ardósias em Revestimentos Verticais: Procedimentos Indicados para Assentamento e Rejuntamento

ANEXO CA – ARDÓSIAS EM REVESTIMENTOS HORIZONTAIS: PARÂMETROS TECNOLÓGICOS SUGERIDOS PARA ESPECIFICAÇÃO					
CONDIÇÕES DE USO	PISOS CONVENCIONAIS ⁽¹⁾			PISOS FLUTUANTES ⁽¹⁾	
	Internos ⁽²⁾		Externos ⁽²⁾	Internos	Externos
	Molhagem Eventual	Molhagem Frequente			
ÍNDICE DE ABSORÇÃO D'ÁGUA (%) – Normas ABNT-NBR 12766 e ASTM C97					
Baixo, Médio e Alto Tráfego	≤ 1,0	≤ 0,6	≤ 0,6	≤ 1,0	≤ 0,6
DENSIDADE APARENTE SECA (kg/m ³) – Normas ABNT-NBR 12766 e ASTM C97					
Baixo, Médio e Alto Tráfego	≥ 2700	≥ 2700	≥ 2700	≥ 2700	≥ 2700
COEFICIENTE DE ATRITO ⁽³⁾ (RESISTÊNCIA AO ESCORREGAMENTO) – Norma ABNT-NBR 13818					
Superfície Horizontal	≥ 0,4	≥ 0,6	≥ 0,6	≥ 0,4	≥ 0,6
Superfície Inclinada	≥ 0,6	≥ 0,8	≥ 0,8	-	-
COEFICIENTE DE DILATAÇÃO TÉRMICA LINEAR (mm/m°C) – Normas ABNT-NBR 12765 e ASTM-E228					
Baixo, Médio e Alto Tráfego	≤ 12,0 x 10 ⁻³	≤ 12,0 x 10 ⁻³	≤ 9,0 x 10 ⁻³	≤ 12,0 x 10 ⁻³	≤ 9,0 x 10 ⁻³
RESISTÊNCIA À FLEXÃO A TRÊS PONTOS ⁽⁴⁾ (MPa) – Normas ABNT-NBR 12763 e ASTM C99					
Baixo, Médio e Alto Tráfego	≥ 51,0	≥ 51,0	≥ 51,0	≥ 51,0	≥ 51,0
RESISTÊNCIA À FLEXÃO A QUATRO PONTOS ⁽⁴⁾ (MPa) – Norma ASTM C880					
Baixo, Médio e Alto Tráfego	≥ 42,0	≥ 42,0	≥ 42,0	≥ 42,0	≥ 42,0
RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO UNIAXIAL ⁽⁴⁾ (MPa) – Normas ABNT-NBR 12767 e ASTM C170 ⁽⁵⁾					
Baixo, Médio e Alto Tráfego	≥ 69,0	≥ 69,0	≥ 69,0	≥ 69,0	≥ 69,0
DESGASTE ABRASIVO AMSLER (mm/1000 m) – Norma ABNT-NBR 12042					
Baixo Tráfego	≤ 6,0	≤ 6,0	≤ 6,0	≤ 6,0	≤ 6,0
Médio Tráfego	≤ 4,5	≤ 4,5	≤ 4,5	≤ 4,5	≤ 4,5
Alto Tráfego ⁽⁶⁾	≤ 3,0	≤ 3,0	≤ 3,0	≤ 3,0	≤ 3,0

ANEXO CA – ARDÓSIAS EM REVESTIMENTOS HORIZONTAIS: PARÂMETROS TECNOLÓGICOS SUGERIDOS PARA ESPECIFICAÇÃO (continuação)					
CONDIÇÕES DE USO	PISOS CONVENCIONAIS ⁽¹⁾			PISOS FLUTUANTES ⁽¹⁾	
	Internos ⁽²⁾		Externos ⁽²⁾	Internos	Externos
	Molhagem Eventual	Molhagem Frequente			
ABRASÃO SUPERFICIAL ⁽⁷⁾ – CLASSE PEI – Norma ABNT-NBR 13818 / ANEXO E					
Baixo Tráfego	1 a 5	1 a 5	1 a 5	1 a 5	1 a 5
Médio Tráfego	3 a 5	3 a 5	3 a 5	3 a 5	3 a 5
Alto Tráfego	4 ou 5	4 ou 5	4 ou 5	4 ou 5	4 ou 5

(1) Assentados ou apoiados sobre base rígida de concreto. (2) Em pisos sujeitos à umidade ascendente, recomenda-se impermeabilização do tardo (verso) das placas e também do contrapiso. (3) O Anexo N da norma ABNT NBR 13818/97 estabelece um valor mínimo de 0,4 para a superfície de pavimentos onde se requer resistência ao escorregamento. Esse valor mínimo é aqui sugerido para superfícies secas de pavimentos não inclinados. O risco de escorregamento e queda de pedestres pode ser minimizado pela redução do tamanho das placas e aumento da largura das juntas de colocação, bem como pela aplicação de produtos antiderrapantes já disponíveis no mercado. (4) Perpendicularmente aos planos de clivagem ardósiana ou alinhamento mineralógico. (5) Pela forte anisotropia conferida por seus planos de clivagem, as ardósias não são usualmente submetidas a ensaio de compressão uniaxial, apesar do que a Norma ASTM-C170 apresenta um intervalo de valores entre 10.000 Psi (~69 MPa) e 15.000 Psi (~103 MPa) para resistência à compressão dessas rochas, perpendicularmente à clivagem ardósiana. (6) Em um mesmo piso, não se recomenda a utilização de duas ou mais rochas cuja diferença de resistência à abrasão seja superior a 20%. (7) Ensaio em revestimentos cerâmicos aqui apresentado para avaliação comparativa.

Nota: A ASTM define ensaios específicos de resistência à flexão (ASTM-C120) e absorção d'água (ASTM-C121), bem como de valor de resistência abrasiva (ASTM-C241), para caracterização tecnológica de ardósias de revestimento (*slate dimension stone*). Os valores de referência apontados para esses ensaios, pela norma ASTM C629, são os seguintes:

AMBIENTES	NORMAS		
	ASTM C120	ASTM C121	ASTM C241
	Resistência à Flexão (psi)	Absorção d'Água (%)	Resistência à Abrasão
Ardósia para Interiores	≥ 7200*	≤ 0,45	≥ 8 (≥10)
	≥ 9000**		
Ardósia para Exteriores	≥ 7200*	≤ 0,25	≥ 8 (≥10)
	≥ 9000**		

* Paralelo ao alinhamento mineralógico. ** Perpendicular ao alinhamento mineralógico. **Notas:** para conversão a MPa, dividir o valor em psi por 145. Pela Norma ASTM-C241, o valor mínimo de 10 é sugerido para resistência abrasiva (*abrasive hardness*) de ardósias utilizadas em pisos comerciais e de alto tráfego de pedestres.

ANEXO CB – ARDÓSIAS EM REVESTIMENTOS HORIZONTAIS: CONSIDERAÇÕES SOBRE O USO DE IMPERMEABILIZANTES E SELANTES					
CONDIÇÕES DE USO	PISOS CONVENCIONAIS ⁽¹⁾				
	INTERNOS			EXTERNOS	
	Molhagem Eventual	Molhagem Frequente	Umidade Ascendente	Molhagem Frequente	Umidade Ascendente
IMPERMEABILIZAÇÃO DO CONTRAPISO E DO TARDOZ / VERSO DOS LADRILHOS ⁽²⁾					
Baixo, Médio e Alto Tráfego	Dispensável	Aplicável	Recomendado	Recomendado	Recomendado
APLICAÇÃO DE SELANTES NA FACE DOS LADRILHOS ⁽³⁾					
Baixo, Médio e Alto Tráfego	Dispensável	Aplicável	Não recomendado	Aplicável	Não recomendado
APLICAÇÃO DE SELANTES NA BORDA DOS LADRILHOS ⁽³⁾					
Baixo, Médio e Alto Tráfego	Dispensável	Aplicável	Recomendado	Recomendado	Recomendado
<p>(1) Assentados sobre base rígida de concreto ou contrapiso de argamassa.</p> <p>(2) Utilizar produtos impermeabilizantes, semiflexíveis, à base de cimento Portland e resinas acrílicas.</p> <p>(3) Utilizar produtos hidro e óleo-repelentes impregnantes, de base água ou solvente, testando-se sua eficácia e eventuais alterações estéticas nas ardósias objetivadas.</p> <p>Nota: É sempre recomendável a impermeabilização da face e bordas de tampos de balcão para bares, padarias e restaurantes, observando-se o item (3) acima. A impermeabilização de tampos de mesa e pias para uso residencial (banheiro e cozinha) deve ser efetuada apenas quando necessário, também se observando o item (3). Em ambientes externos desabrigados, as ardósias especificadas para tampos e pisos flutuantes/elevados devem ter, preferencialmente, índice de absorção d'água $\leq 0,6\%$, recomendando-se impermeabilização das bordas de cada peça. Os hidro e óleo-repelentes mais indicados para pias de cozinha e balcões, onde se manuseiam alimentos, são os de base água.</p>					

ANEXO CC – ARDÓSIAS EM REVESTIMENTOS HORIZONTAIS: PROCEDIMENTOS INDICADOS PARA ASSENTAMENTO E REJUNTAMENTO					
TIPOS DE ARGAMASSAS	PISOS CONVENCIONAIS ⁽¹⁾				
	INTERNOS			EXTERNOS	
	Molhagem Eventual	Molhagem Frequente	Umidade Ascendente	Molhagem Frequente	Umidade Ascendente
ARGAMASSAS DE ASSENTAMENTO ⁽²⁾					
Cimentícia Convencional Semi-seca	Aplicável	Aplicável	Não recomendado	Aplicável	Não recomendado
Colante ⁽³⁾	Aplicável	Preferível	Preferível	Preferível	Preferível
Adesiva (Supercola)	Aplicável	Aplicável	Aplicável	Aplicável	Aplicável
ARGAMASSAS DE REJUNTAMENTO ⁽⁴⁾					
Calda Cimento + Pó Xadrez	Aplicável	Não recomendado	Não recomendado	Não recomendado	Não recomendado
Cimentícias Industrializadas ⁽³⁾	Preferível	Aplicável	Aplicável	Aplicável	Aplicável
Acrílicas	Aplicável	Preferível	Preferível	Preferível	Preferível
Epóxi ⁽⁵⁾	Aplicável	Aplicável	Aplicável	Não recomendado	Não recomendado

(1) Assentados sobre base rígida de concreto.

(2) Visando à otimização de desempenho, recomenda-se que as argamassas de assentamento sejam aditivadas com melhoradores de aderência e que o verso/tardoz das placas e lajotas tenha superfície áspera (calibradas e/ou fresadas).

(3) Observar indicação de uso interno ou uso externo, grafada pelo fabricante da argamassa na embalagem do produto (as argamassas de uso externo devem ser flexíveis).

(4) Como rochas escuras, as ardósias absorvem mais calor e sofrem por isso maior dilatação térmica que as rochas claras, por exemplo quando expostas ao sol. Os espaçamentos assim recomendados para juntas de colocação, que separam os ladrilhos / placas entre si, devem ser superiores aos de rochas mais claras, sugerindo-se 3 mm a 5 mm para interiores e, para exteriores, 6 mm a 8 mm (placas individuais de até 0,5 m²) ou 8 mm a 10 mm (placas individuais de até 0,5 m² a 1,0 m²), sempre com utilização de argamassas elásticas / flexíveis e impermeabilizantes.

(5) Segundo fabricantes, não utilizar em locais com temperatura ambiente inferior a 10°C.

ANEXO CD – ARDÓSIAS EM REVESTIMENTOS VERTICAIS: PARÂMETROS TECNOLÓGICOS SUGERIDOS PARA ESPECIFICAÇÃO			
LOCAIS DE APLICAÇÃO			
PAREDES INTERNAS ⁽¹⁾		FACHADAS CONVENCIONAIS ⁽¹⁾	FACHADAS AERADAS/ VENTILADAS ⁽²⁾
Molhagem Eventual	Molhagem Frequente		
ÍNDICE DE ABSORÇÃO D'ÁGUA (%) – Normas ABNT-NBR 12766 e ASTM C97			
≤ 1,0	≤ 0,6	≤ 0,6	≤ 0,6
DENSIDADE APARENTE SECA (kg/m³) – Normas ABNT-NBR 12766 e ASTM C97			
≥ 2700	≥ 2700	≥ 2700	≥ 2700
COEFICIENTE DE DILATAÇÃO TÉRMICA LINEAR (mm/m°C) – Normas ABNT-NBR 12765 e ASTM-E228			
≤ 12,0 x 10 ⁻³	≤ 12,0 x 10 ⁻³	≤ 9,0 x 10 ⁻³	≤ 9,0 x 10 ⁻³
RESISTÊNCIA À FLEXÃO A 3 PONTOS⁽³⁾ (MPa) – Normas ABNT-NBR 12763 e ASTM C99			
≥ 51,0	≥ 51,0	≥ 51,0	≥ 51,0
RESISTÊNCIA À FLEXÃO A 4 PONTOS⁽³⁾ (MPa) – Norma ASTM C880			
≥ 42,0	≥ 42,0	≥ 42,0	≥ 42,0
RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO UNIAXIAL⁽³⁾ (MPa) – Normas ABNT-NBR 12767 e ASTM C170			
≥ 69,0	≥ 69,0	≥ 69,0	≥ 69,0
<p>(1) Em paredes e fachadas sujeitas à umidade ascendente, recomenda-se impermeabilização do tardo (verso) das placas e do emboço.</p> <p>(2) As características tecnológicas exigidas para qualquer tipo de rocha, em fachadas aeradas/ventiladas, são definidas pelo projeto de revestimento das edificações, tendo-se como variáveis a resistência à flexão, a resistência a ancoragens, a dimensão individual das placas (comprimento, largura e espessura) e o número de inserts de ancoragem. Essas variáveis são inter-relacionadas e especificadas para cada obra individualmente. Pelos padrões europeus e norte-americanos, as placas de revestimento em fachadas aeradas não devem ter espessura inferior a 3,0 cm, o que, para ardósias, recomenda a utilização das variedades do tipo "matação". Fachadas aeradas/ventiladas são de maneira geral recomendadas para revestimentos posicionados acima de 15 m de altura.</p> <p>(3) Perpendicularmente aos planos de clivagem ardósiana ou alinhamento mineralógico.</p>			

Nota: A ASTM define ensaios específicos de resistência à flexão (ASTM C120), absorção d'água (ASTM C121) e resistência abrasiva (ASTM C241), para caracterização tecnológica de ardósias de revestimento (*slate dimension stone*). Os valores de referência apontados para esses ensaios, pela norma ASTM C629, são os seguintes:

AMBIENTES	NORMAS		
	ASTM C120	ASTM C121	ASTM C241
	Resistência à Flexão (psi)	Absorção d'Água (%)	Resistência à Abrasão
Ardósia para Interiores	≥ 7200*	≤ 0,45	≥ 8
	≥ 9000**		
Ardósia para Exteriores	≥ 7200*	≤ 0,25	≥ 8
	≥ 9000**		

*Paralelo ao alinhamento mineralógico.
 **Perpendicular ao alinhamento mineralógico.
 Nota: Para conversão a MPa, dividir o valor em psi por 145.

ANEXO CE – ARDÓSIAS EM REVESTIMENTOS VERTICAIS: CONSIDERAÇÕES SOBRE O USO DE IMPERMEABILIZANTES E SELANTES					
LOCAIS DE APLICAÇÃO					
PAREDES INTERNAS			FACHADAS CONVENCIONAIS		FACHADAS AERADAS
Molhagem Eventual	Molhagem Frequente	Umidade Ascendente	Molhagem Frequente	Umidade Ascendente	
IMPERMEABILIZAÇÃO DO EMBOÇO E DO TARDOZ/VERSO DOS LADRILHOS ⁽¹⁾					
Dispensável	Aplicável	Recomendado	Recomendado	Recomendado	Recomendado ⁽³⁾
APLICAÇÃO DE SELANTES NA FACE DOS LADRILHOS ⁽²⁾					
Dispensável	Aplicável	Não recomendado	Aplicável	Não recomendado	Aplicável
APLICAÇÃO DE SELANTES NA BORDA DOS LADRILHOS ⁽²⁾					
Dispensável	Aplicável	Não recomendado	Aplicável	Não recomendado	Recomendado
<p>(1) Utilizar produtos impermeabilizantes, semiflexíveis, à base de cimento Portland e resinas acrílicas.</p> <p>(2) Utilizar apenas produtos hidro e óleo-repelentes impregnantes, de base água ou solvente, testando-se sua eficácia e eventuais alterações estéticas nas ardósias objetivadas.</p> <p>(3) Impermeabilização recomendada, porém com a utilização de selantes hidro e óleo-repelentes, para rochas com absorção d'água superior a 0,6%.</p> <p>Nota: Já existem alguns produtos antipixação disponíveis no mercado, que dificultam a fixação de tinta nas superfícies previamente tratadas, facilitando sua limpeza.</p>					

ANEXO CF – ARDÓSIAS EM REVESTIMENTOS VERTICAIS: PROCEDIMENTOS INDICADOS PARA ASSENTAMENTO E REJUNTAMENTO

TIPOS DE ARGAMASSA	LOCAIS DE APLICAÇÃO					
	PAREDES INTERNAS			FACHADAS CONVENCIONAIS		FACHADAS AERADAS ⁽⁶⁾
	Molhagem Eventual	Molhagem Frequente	Umidade Ascendente	Molhagem Frequente	Umidade Ascendente	
ARGAMASSAS DE ASSENTAMENTO						
Cimentícia Convencional ^(1,2)	Aplicável	Aplicável	Não recomendado	Não recomendado	Não recomendado	Não recomendado
Colante ^(2,3)	Aplicável	Preferível	Aplicável	Preferível	Aplicável	Não recomendado
Adesiva (Supercola) ^(2,3)	Aplicável	Aplicável	Preferível	Aplicável	Preferível	Não recomendado
ARGAMASSAS DE REJUNTAMENTO⁽⁴⁾						
Calda cimento + Pó Xadrez	Não recomendado	Não recomendado	Não recomendado	Não recomendado	Não recomendado	Não recomendado
Cimentícias Industrializadas	Aplicável	Aplicável	Não recomendado	Aplicável	Não recomendado	Não recomendado
Acrílicas	Preferível	Preferível	Preferível	Preferível	Preferível	Não recomendado
Epóxi ⁽⁵⁾	Aplicável	Aplicável	Aplicável	Não recomendado	Não recomendado	Não recomendado
Silicone ou Poliuretano	Aplicável	Aplicável	Aplicável	Aplicável	Aplicável	Preferível

(1) Para revestimentos verticais recomenda-se que as argamassas cimentícias convencionais sejam aditivadas com melhoradores de aderência.

(2) Para revestimentos posicionados entre 3 m e 15 m de altura, recomenda-se reforço com o uso de grampos (de cobre ou arame galvanizado), fixados em telas metálicas, preferencialmente eletrossoldadas (conforme norma ABNT NBR 13707).

(3) Observar indicação de uso interno ou uso externo, grafada pelo fabricante da argamassa na embalagem do produto (as argamassas de uso externo devem ser flexíveis).

(4) Como rochas escuras, as ardósias absorvem mais calor e sofrem maior dilatação térmica que as rochas claras, por exemplo quando sujeitas à insolação. Os espaçamentos recomendados para juntas de colocação, que separam os ladrilhos entre si, em paredes e fachadas de ardósia, devem ser superiores aos das rochas mais claras, sugerindo-se 3 mm a 5 mm para interiores e, para fachadas convencionais e aeradas, 4 mm a 6 mm (placas até 0,3 m²), 6 mm a 8 mm (placas até 0,6 m²), 8 mm a 10 mm (placas de 0,6 m² a 1,0 m²) e 10 mm a 12 mm (placas individuais superiores a 1,0 m²). O rejuntamento de fachadas convencionais deve ser sempre efetuado com argamassas elásticas / flexíveis e impermeabilizantes.

(5) Segundo fabricantes, não utilizar em locais com temperatura ambiente inferior a 10°C.

(6) São as mais recomendadas para revestimentos posicionados acima de 15 m de altura, sempre com ardósias do tipo “matacão”.

ANEXO D – VOCABULÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E COMERCIAIS DO SETOR DE ROCHAS ORNAMENTAIS E DE REVESTIMENTO³

Português	Español	English	Italiano
Abóbada	Bóveda	Vault	Volta
Absorção	Absorción	Absorption	Assorbimento
Acabamento	Acabado	Finish	Finitura
Acabamento Areado	Acabado Arenado	Sanded Finish	Sabbiato
Acabamento da Máquina	Acabado De Máquina	Machined	Prodotto a Macchina
Aço Inoxidável	Acero Inoxidable	Stainless Steel	Acciaio Inox
Acordo	Acuerdo	Agreement	Accordo
Aglomerante	Aglomerante	Binding Agent	Legante
Agressivo	Agresivo	Aggressive	Aggressivo
Água de Resfriamento	Agua de Refrigeración	Cooling Water	Acqua di Raffreddamento
Águas Subterrâneas	Aguas Subterráneas	Ground Water	Acqua Freatica
Ajuste Fino	Ajuste Preciso	Fine Tuning	Aggiustamento Fine
Alavanca	Palanca	Lever	Leva
Alheta	Canto Pilastra	Rebate	Scuretto
Altura	Altura	Height	Altezza
Altura De Trabalho	Altura De Trabajo	Working Height	Altezza Di Lavoro
Amarelado	Amarillento	Yellowish	Giallognolo
Amarelo	Amarillo	Yellow	Giallo
Ancoragem	Anclaje, Ancoraje	Anchor, Anchoring	Ancoraggio
Andaimes	Andamiaje	Scaffolding	Impalcatura
Anúncio	Anuncio	Advertisement	Annuncio
Aparelho	Aparato	Device	Attrezzo
Apicoado	Abujardado	Bush Hammered	Bocciardato
Aplicação	Instalación	Installation	Installazione

³ Elaborado pela Eng^a de Minas Nuria Fernández Castro, do Centro de Tecnologia Mineral – CETEM, Coordenação de Apoio Tecnológico à Micro e Pequena Empresa.

ANEXO D – VOCABULÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E COMERCIAIS DO SETOR DE ROCHAS ORNAMENTAIS E DE REVESTIMENTO³

Português	Español	English	Italiano
Apropriado	Apropiado	Appropriate	Adatto
Aquisição, Compra	Adquisición	Purchase	Acquisto
Arame	Alambre	Wire	Filo Metallico
Arcada	Arcada	Arcade	Arcata
Arco	Arco	Arch	Arco
Ardósia	Pizarra	Slate	Ardesia
Arenito	Arenisca	Sandstone	Arenaria
Argamassa	Mortero	Mortar	Malta
Arquiteto	Arquitecto	Architect	Architetto
Arquitetura	Arquitectura	Architecture	Architettura
Arruela	Arandela	Washer	Rondella
Arruela Dentada	Arandela Dentada	Jagged Teeth Washer	Rondella Zigrinata
Artesanato	Artesanía	Craft	Artigianato
Artesão	Artesano	Craftsman	Artigiano
Assinatura	Firma	Signature	Firma
Atacadista	Mayorista	Wholesaler	Grossista
Atenção Ao Cliente	Servicio Al Cliente	Customer Service	Assistenza Clienti
Atraso	Retraso	Delay	Ritardo
Autorização	Autorización	Authorization	Autorizzazione
Aviso	Aviso	Notice	Avviso
Balaustrada	Balaustrada	Balustrade	Balaustrata
Balaústre	Balaústre	Baluster	Balaustro
Banco	Bancada	Bench	Bancata
Banco de Dados	Banco de Datos	Database	Banca Dati
Banho	Baño	Bath	Bagno
Barato	Barato	Cheap	Economico
Barco, Navio	Barco	Ship, Vessel	Nave

ANEXO D – VOCABULÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E COMERCIAIS DO SETOR DE ROCHAS ORNAMENTAIS E DE REVESTIMENTO³

Português	Español	English	Italiano
Basalto	Basalto	Basalt	Basalto
Bisotadora	Biseladora	Chamfering Machine	Bisellatrice
Bisotê	Bisel	Chamfer	Bisello
Bloco	Bloque	Block	Blocco
Bloco Esquadrejado	Bloque Escuadrado	Squared Block	Blocco Squadrato
Bocal De Ajuste	Casquillo De Ajuste	Control Sleeve	Boccola di Regolazione
Borda	Canto	Edge	Costa
Borda 1/2 Boleada	Canto 1/2 Redondo	Quarter Bullnose Edge	Costa a Mezzo Toro
Borda Bisotada	Canto Biselado	Beveled Edge	Costa Bisellata
Borda Boleada	Canto Redondo	Bullnose Edge	Costa a Toro
Borda Boleada Com Rebaixo	Canto Redondo Con Rebaje	Stepped Bullnose Edge	Costa a Listello e Toro
Borda Chanfrada	Canto Chaflán	Large Bevel and Straight Edge	Costa Dritta com Piano Inclinato
Borda Chanfrada Arredondada	Canto Chaflán Redondeado	Shark Nose Edge	Costa a Tonda com Piano Inclinato
Borda Meia Cana	Canto Media Caña	Half Bullnose Edge	Costa Becco di Civetta
Borda Peito de Pomba	Canto Pecho de Paloma	Ogee Edge	Costa Gola
Borda Ranhurada	Canto Ranurado	Slot Cut-Out Edge	Costa com Slot
Borda Reta	Canto Recto	Flat Edge	Costa Dritta
Broca	Brocas	Drilling Bit	Fioretto
Bruto	Bruto	Gross	Lordo
Cabeça de Parafuso	Cabeza de Tornillo	Screw Head	Testa della Vite
Cabeçote	Cabecal	Head	Testa
Cabos de Ancoragem	Amarras de Anclaje	Anchor Wires	Fune di Ancoraggio
Caixa	Caja	Box	Cassa
Caixa de Marchas	Caja de Cambio	Gear Box	Cambio
Caixote	Cajón	Crate	Cassa
Calçada, Passeio	Acera	Sidewalk	Marciapiede
Calcário	Caliza	Limestone	Calccare

ANEXO D – VOCABULÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E COMERCIAIS DO SETOR DE ROCHAS ORNAMENTAIS E DE REVESTIMENTO³

Português	Español	English	Italiano
Calibradora	Calibradora	Calibrating Machine	Calibratrice
Calibrar	Calibrar	Calibrate	Calibrare
Camada	Capa	Layer	Strato
Câmara	Cámara	Chamber	Camera
Câmbio, Mudança	Cambio	Exchange, Change	Scambio, Cambiamento
Caminhão	Camión	Truck	Camion
Cantos Tamborados	Guijarros	Cobblestone	Ciottolo
Capeamento	Cobertura	Overburden	Capellaccio
Característico	Característico	Characteristic	Caratteristico
Carga de Ruptura	Carga de Rotura	Breaking Load	Carico di Rottura
Caro	Caro	Expensive	Costoso
Carrinho	Carro	Trolley	Carrello
Carta de Crédito	Carta de Crédito	Letter of Credit	Lettera di Credito
Casa	Casa	House	Casa
Cavidade	Hueco	Cavity	Cavo
Cemitério	Cementerio	Graveyard, Cemetery	Cimiterio
Centro de Trabalho	Centro de Trabajo	Work Center	Centro di Lavoro
Certificado de Origem	Certificado del País de Origen	Certificate of Origin	Certificato d'Origine
Certificar	Certificar	Certify	Atestare
Chapa	Tabla	Slab	Lastra
Chumbo	Plomo	Lead	Piombo
Cinza	Gris	Grey	Grigio
Cliente	Cliente, Comitente	Customer	Cliente
Código Internacional do Banco	Clave Bancaria	ABA/SWIFT Code	Codice Bancario
Coloração	Coloración	Colouring	Colorazione
Coluna	Columna	Column	Colonna
Comércio	Comercio	Commerce, Trade	Commercio

ANEXO D – VOCABULÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E COMERCIAIS DO SETOR DE ROCHAS ORNAMENTAIS E DE REVESTIMENTO³

Português	Español	English	Italiano
Comércio Atacadista	Comercio al por Mayor	Wholesale	Commercio all'Ingresso
Comissão	Comisión	Commission	Provvigione
Componente	Componente	Component	Componente
Comprimento	Largo	Length	Lunghezza
Concreto	Hormigón	Concrete	Calcestruzzo
Condições de Pagamento	Condiciones de Pago	Payment Conditions	Condizioni di Pagamento
Construção Antiga	Construcción Antigua	Old Building	Vecchia Costruzione
Construção Civil	Obras Públicas	Civil Works	Lavori di Costruzione
Construir	Construir	Build	Costruire
Contabilidade	Contabilidad	Accounting	Contabilità
Contrato	Contrato	Contract	Contratto
Cor	Color	Color	Colore
Corda	Cuerda	Rope	Corda
Cornija	Cornisa	Cornice	Cornice
Corrida	Carrera	Run	Corsa
Corrigido	Corregido	Amended	Rettificato
Cortadora de Contorno	Cortadora de Contorno	Countouring Machine	Contornatrice
Cortar com Jato a'Água	Cortar a Chorro de Agua	Water Jet Cutting	Tagliare a Getto d'Acqua
Corte	Corte	Cut	Taglio
Corte em Ângulo	Corte em Ángulo	Rake Cut	Taglio Obliquo
Corte Horizontal	Corte Horizontal	Horizontal Cut	Taglio Orizzontale
Corte Radial	Corte Radial	Radial Cut	Taglio Radiale
Corte sob Medida	Corte a Medida	Cut to Size	Tagliato a Dimensione
Corte Vertical	Corte Vertical	Vertical Cut	Taglio Verticale
Curva	Curva	Curve	Curva
Curvatura	Curvatura	Curvature	Curvatura
Custo de Mão-de-Obra	Coste de la Mano de Obra	Labor Costs	Costo della Manodopera

ANEXO D – VOCABULÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E COMERCIAIS DO SETOR DE ROCHAS ORNAMENTAIS E DE REVESTIMENTO³

Português	Español	English	Italiano
Dano	Daño	Damage	Danno
Data de Entrega	Fecha de Entrega	Delivery Date	Termine di Consegna
Data Estimada de Chegada	Fecha Estimada de Llegada	Estimated Time of Arrival - E.T.A	Arrivo Previsto
Data Estimada de Salida	Fecha Estimada de Salida	Estimated Time of Dispatch - E.T.D	Partenza Prevista
Decantador, Espessador	Decantador, Espesador	Thickener	Addensatore
Decoração	Decoración	Decoration	Decorazione
Defeito	Defecto	Defect	Difetto
Degrau	Peldaño	Step	Scalino
Demanda	Demanda	Demand	Domanda
Depósito de Rejeitos	Escombrera	Waste Pile	Area di Scaricatura
Descarregar	Descargar	Unload	Scaricare
Desconto	Descuento	Discount	Sconto
Desenhar	Dibujar	Draw	Disegnare
Desgaste	Desgaste	Wear	Usura
Diabásio	Diabasa	Diabase	Diabase
Diagrama	Diagrama	Diagram	Diagramma
Diâmetro	Diámetro	Diameter	Diametro
Dimensão	Dimensión	Dimension	Dimensione
Diorito	Diorita	Diorite	Diorite
Direção (Gerência)	Dirección	Management	Direzione
Diretor Geral, Gerente	Director General	General Manager	Direttore
Disco	Disco	Disc	Disco
Dureza	Dureza	Hardness	Durezza
Edifício	Edificio	Building	Edificio
Efluentes	Aguas Residuales	Sewage	Acque Di Scarico, Acque Di Rifiuto
Eixo	Eje	Axis	Asse
Elasticidade	Elasticidad	Elasticity	Elasticità

ANEXO D – VOCABULÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E COMERCIAIS DO SETOR DE ROCHAS ORNAMENTAIS E DE REVESTIMENTO³

Português	Español	English	Italiano
Em Moeda	Al Contado	Cash	In Contanti
Embalagem	Embalaje	Packing	Imballaggio
Embarcador	Embarcador	Shipper	Spedizionere
Embutidos	Empotrados	Embedded	Incassati
Empilhadeira	Carretilla Elavadora	Fork Lift Truck	Carrello Elevatore
Empilhadeira	Torito	Fork Lift	Carello
Empresa	Empresa	Enterprise	Azienda
Empresa de Navegação	Naviera	Shipping Company	Compagnia di Navigazione
Enceradeira	Ceradora	Waxing Machine	Ceratrice
Enchimento de Isopor	Cacahuetes de Polyspan	Peanut Fill	Polistirolo Espanso per Imballagio
Encomenda	Encargo	Order	Incarico
Endereço	Dirección	Address	Indirizzo
Engate	Enganche	Coupling	Coppia
Engrenagem	Engranaje	Gearing	Ingranaggio
Ensaio de Carga	Ensayo de Carga	Load Test	Prova di Carico
Ensaio de Resistência à Abrasão	Ensayo de Resistencia a la Abrasión	Abrasion Resistance Test	Prova di Resistenza all'Abrasion
Ensaio de Resistência ao Deslizamento	Ensayo de Resistencia al Deslizamiento	Slip Resistance Test	Prova di Resitenza allo Scivolamento
Ensaios	Ensayos	Tests	Prove
Entrega	Entrega	Delivery	Consegna
Envelhecer	Envejecer	Age	Invecchiare
Envelhecido	Envejecido	Aged	Invecchiato
Envio, Despacho	Despacho	Dispatch	Spedizione
Equipamento	Equipo	Equipment	Attrezzatura
Equipe	Equipo	Team	Squadra
Escada	Escalera	Stair	Scala
Escavação	Excavación	Excavation	Scavo, Scavazione
Escorregar	Resbalar	Slip	Scivolare

ANEXO D – VOCABULÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E COMERCIAIS DO SETOR DE ROCHAS ORNAMENTAIS E DE REVESTIMENTO³

Português	Español	English	Italiano
Escritório	Oficina	Office	Ufficio
Espessura	Espesor	Thickness	Spessore
Esquadrejadora	Escuadradora	Squaring Machine	Squadratrice
Esquadrear os Blocos	Cuadrar los Bloques	Block Squaring	Squadrare i Blocchi
Esteira	Cinta Transportadora	Conveyor Belt	Nastro Convogliatore
Estrutura	Estructura	Structure	Struttura
Estudo De Viabilidade	Estudio De Viabilidad	Feasibility Study	Studio Di Fattibilità
Experimento	Experimento	Experiment	Esperimento
Exploração	Exploración	Exploration	Esplorazione
Exploração, Lavra	Explotación	Exploitation, Quarrying	Estrazione, Coltivazione
Exportação	Exportación	Export	Esportazione
Exposição	Exposición	Exhibition	Esposizione
Expositor	Expositor	Exhibitor	Espositore
Extração	Extracción	Extraction	Estrazione
Fábrica	Fábrica	Factory	Fabbrica
Fachada	Fachada	Façade	Facciata
Faixas	Bandas	Strips	Striscie
Fatura Proforma	Factura Proforma	Proforma Invoice	Fattura Proforma
Feira	Feria	Fair, Show	Fiera
Ferramenta	Herramienta	Tool	Utensile
Ferovia	Ferrocarril	Railway	Ferrovía
Figura	Figura	Figure	Figura
Filtrar	Filtrar	Filter	Filtrare
Filtro	Filtro	Filter	Filtro
Filtro Prensa	Filtro Prensa	Press Filter	Filtro Pressa
Finalização, Acabamento	Finalización, Acabamiento	Finishing	Finitura
Fio Diamantado	Hilo de Diamante	Diamond Wire	Filo Diamantato

ANEXO D – VOCABULÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E COMERCIAIS DO SETOR DE ROCHAS ORNAMENTAIS E DE REVESTIMENTO³

Português	Español	English	Italiano
Fissura	Fisura	Fissure, Crack	Fessura, Crepa
Fixação	Fijación	Fixing	Fissazione
Flameado	Flameado	Flamed	Fiammato
Floculante	Floculante	Floculant	Flocculante
Folheto, Folder	Folleto	Brochure, Leaflet	Prospetto
Fonte	Fuente	Fountain	Fontana
Forma	Forma	Shape	Forma
Formato	Formato	Format	Formato
Fóssil	Fósil	Fossil	Fossile
Fragmento	Fragmento	Fragment	Frammento
Fresa	Fresa	Milling Tool	Fresa
Fresa Ponte	Cortadora de Puente	Bridge Saw Machine	Fresatrice a Ponte
Fresadora	Fresadora	Milling Machine	Fresa
Frete Aéreo	Carga Aérea	Air Freight	Nolo Aereo, Carico Aereo
Frete Marítimo	Carga Marítima	Ocean Freight	Nolo Marittimo, Carico Marittimo
Frete, Carga	Carga	Freight, Load	Carico
Frontão	Frontón	Gable	Frontone
Fronteira	Frontera	Border	Frontiera
Funcionário, Empregado	Empleado/a	Employee	Impiegato
Fundação	Fundación	Foundation	Fondazione
Fundações	Cimientos	Foundations	Fondamenta
Furadeira	Taladradora	Drilling Machine	Perforatrice
Furo	Taladro	Bore	Foro
Furo de Fixação	Agujero de Anclaje	Anchor Hole	Foro di Ancoraggio
Furos de Fixação para Concreto Protendido	Agujeros para Concreto Pretensado	Precast Anchor Holes	Fori di Ancoraggio per Calcestruzzo Armato Precompresso
Furos de Fixação Perpendiculares	Agujeros Anclaje Cruzados	Cross Anchor Holes	Fori di Ancoraggio Cruzatti
Furos em Ângulo	Agujeros en Ángulo	Angle Holes	Fori in Angolo

ANEXO D – VOCABULÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E COMERCIAIS DO SETOR DE ROCHAS ORNAMENTAIS E DE REVESTIMENTO³

Português	Español	English	Italiano
Gancho	Gancho	Hook	Gancio
Ganho, Lucro	Ganancia	Profit	Profitto
Garantia	Garantía	Guarantee	Garanzia
Garantir	Garantizar	Guarantee	Garantire
Geada	Helada	Frost	Gelo
Geografia	Geografía	Geography	Geografia
Geologia	Geología	Geology	Geologia
Geólogo/a	Geólogo/a	Geologist	Geologo
Gesso	Yeso	Plaster	Gesso
Girar	Girar	Turn	Girare
Grandalha	Granalla	Grit	Griglia
Grande Formato	Gran Formato	Large-Size	Gran Formato
Granito	Granito	Granite	Granito
Grão	Grano	Grain	Granulo
Grátis	Gratis	Free Of Charge	Gratis
Gravar	Grabar	Engrave	Incidere
Gravura	Grabado	Engraving	Incisione, Incavato
Guia, Meio-Fio	Bordillo	Kerb	Cordolo
Guindaste	Grúa	Crane	Gru
Hemisfério	Hemisferio	Hemisphere	Emisfero
Igreja	Iglesia	Church	Chiesa
Importação	Importación	Import	Importazione
Incluso	Incluido	Included	Incluso
Injeção	Inyección	Injection	Iniezione
Inspeção	Inspección	Inspection	Verifica
Instalar, Aplicar	Instalar	Install	Installare
Instruções de Uso	Instrucciones de Uso	Operating Instructions	Istruzioni per l'Uso

ANEXO D – VOCABULÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E COMERCIAIS DO SETOR DE ROCHAS ORNAMENTAIS E DE REVESTIMENTO³

Português	Español	English	Italiano
Intercâmbio de Dados	Intercambio de Datos	Data Exchange	Scambio di Dati
Intermediário	Intermediario	Middleman	Intermediario
Jardim	Jardín	Garden	Giardino
Jateado com Areia	Arenado	Sandblasted	Sabbiato
Jato d'Água	Chorro de Agua	Water Jet	Getto d'Acqua
Jazidas	Yacimientos	Deposits	Giacimenti
Junta	Junta	Joint	Giunta
Junta Falsa	Junta Falsa	False Jointe	Legame
Lacrar, Selar	Lacrar, Sellar	Seal	Lacrare, Sigillare
Lado Do Bloco	Cara del Bloque	Block Side	Lato del Bloco
Lado Posterior Da Chapa	Cara Posterior de la Placa	Back Side of the Slab	Lato Posteriore della Lastra
Ladrilho	Baldosa	Tile	Piastrella
Lajota	Plaqueta	Tile	Mattonella
Lama	Lodo	Sludge	Fango
Lama Prensada	Tortas Sólidas	Solid Cakes	Fango Pressato
Lápide	Lápida	Tombstone	Lapide
Laranja	Naranja	Orange	Arancione
Largura da Máquina	Anchura de la Máquina	Machine Width	Larghezza Macchina
Lavado com Ácido	Lavado al Ácido	Acid Wash	Pulire com Acidi
Lavatório, Pia de Banheiro	Lavabo	Toilett Bowl	Lavavo
Lei	Ley	Law	Legge
Levantar	Levantar	Lift	Sollevare
Levigado	Apomazado	Honed	Levigato
Limpeza	Limpieza	Cleaning	Pulitura
Lintel	Dintel	Lintel	Architrave
Líquido	Líquido	Liquid	Liquido
Longo	Largo	Long	Lungo

ANEXO D – VOCABULÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E COMERCIAIS DO SETOR DE ROCHAS ORNAMENTAIS E DE REVESTIMENTO³

Português	Español	English	Italiano
Ltda.	S.L.	Ltd.	s.r.l.
Mancha de Umidade	Mancha de Humedad	Wet Spot	Macchia d'Umidità
Mandril	Mandril	Spindle	Mandrino
Manual	Manual	Manual	Manuale
Manutenção	Mantenimiento	Maintenance	Manutenzione
Máquina de Estucar	Estucadora	Filling Machine	Stuccatrice
Maquinário	Maquinaria	Equipment	Macchinari
Máquinas Usadas	Máquinas Usadas	Used Machines	Macchinari Usati
Marca Registrada	Marca Registrada	Trade Mark	Marchio Registrato
Martelo	Martillo	Hammer	Martello
Martelo Pneumático / Perfuratriz	Martillo Neumático / Taladro	Pneumatic Drill	Martello Pneumatico/ Perforatrice
Massa	Masilla	Mastic	Stucco
Matéria Prima	Materia Prima	Raw Material	Materiale Grezzo
Materiais de Construção	Materiales de Construcción	Building Materials	Materiale Edilizio
Medida	Medida	Measure	Misura
Meio Ambiente	Medio Ambiente	Environment	Ambiente
Mercado	Mercado	Market	Mercato
Mercadorias de Qualidade	Mercancías de Calidad	Quality Goods	Merce di Prima Qualità
Mesa	Mesa	Table	Tavolo
Mesa de Trabalho	Mesa de Trabajo	Work Bench	Tavolo di Lavoro
Metro Quadrado	Metro Cuadrado	Square Meter	Metro Quadrato
Mineração	Minería	Mining	Indústria Minerária
Mistura	Mezcla	Mixture	Miscuglio
Modalidade de Pagamento	Formas de Pago	Payment Terms	Modalità de Pagamento
Modelo, Padrão	Plantilla	Pattern	Disegno
Moldura	Marco	Frame	Incastonatura
Monofio	Monohilo	Monowire	Monofilo

ANEXO D – VOCABULÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E COMERCIAIS DO SETOR DE ROCHAS ORNAMENTAIS E DE REVESTIMENTO³

Português	Español	English	Italiano
Monolâmina	Monolama	Monoblade	Monolama
Montagem	Montar	Assemblage	Montaggio
Montanha	Montaña	Mountain	Montagna
Monumento	Monumento	Monument	Monumento
Motor	Motor	Engine	Motor
Motor Elétrico	Motor Eléctrico	Electric Engine	Motore Elettrico
Muro	Muro	Wall	Muro
Natural	Natural	Natural	Naturale
Nota Fiscal	Factura	Invoice	Fattura
Número do Pedido	Número de Pedido	Order Number	Numero d'Ordine
Objeto	Objeto	Object	Oggetto
Oferta	Oferta	Offer	Offerta
Ouro	Oro	Gold	Oro
Pacote	Paquete	Bundle	Fascio
Pagamento na Entrega	Pago contra Entrega	C.O.D. (Cash on Delivery)	Contassegno
Pagamentos a Receber	Cobros Pendientes	Receivables	Crediti
Pallet	Palé	Pallet	Pallet
Pantógrafo	Pantógrafo	Pantograph	Pantografo
Parafuso	Tornillo	Screw	Vite
Paralelepípedos	Adoquines	Paving Stone	Cubetti
Parapeito	Parapeto	Parapet	Parapetto
Parecido, Semelhante	Parecido	Similar	Simile
Parede	Pared	Wall	Parete
Pastilhas	Pastillas	Segments	Segmenti
Patente	Patente	Patent	Brevetto
Pátio	Patio	Courtyard	Cortile
Pavimento	Pavimento	Paving	Pavimentazione

ANEXO D – VOCABULÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E COMERCIAIS DO SETOR DE ROCHAS ORNAMENTAIS E DE REVESTIMENTO³

Português	Español	English	Italiano
Peça de Reposição	Pieza de Recambio	Spare Part	Parte di Ricambio
Pedido	Pedido	Order	Ordine
Pedido, Solicitação	Pedido, Solicitud	Request	Richiesta
Pedra	Piedra	Stone	Pietra
Pedra-Pomes	Piedra Pómez	Pumice Stone	Pietra Pomice
Pedreira	Cantera	Quarry	Cava
Pedreira a Céu Aberto	Cantera a Cielo Abierto	Open Pit Quarry	Cava a Cielo Aperto
Pedreiro	Albañil	Mason	Muratore
Peitoril	Alféizar	Window Sill	Davanzale
Pêlo	Pelo	Chink	Pelo
Perfil	Perfil	Profile	Profilo
Perfiladora	Refiladora	Shape Cutter	Contornatrice
Perfuração	Perforación	Drilling	Perforazione
Perícia, Relatório	Dictámen, Informe	Report	Perizia
Perigo	Peligro	Danger	Pericolo
Perlinas	Perlinas	Beads	Perline
Permeabilidade	Permeabilidad	Permeability	Permeabilità
Permeável	Permeable	Permeable	Permeabile
Peso	Peso	Weight	Peso
Peso Específico	Peso Específico	Specific Weight	Peso Specifico
Pesquisa	Investigación	Research	Ricerca
Petrografia	Petrografía	Petrography	Petrografia
Pia	Agujero Seno Lavabos	Bowl Cut Out	Foro di Lavello
Píer	Muelle	Dock	Approdo
Pincel	Pincel	Chisel	Scalpello
Pinos	Pernos	Bolts	Bullone
Piscina	Piscina	Swimming Pool	Piscina

ANEXO D – VOCABULÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E COMERCIAIS DO SETOR DE ROCHAS ORNAMENTAIS E DE REVESTIMENTO³

Português	Español	English	Italiano
Piso	Suelo	Floor	Pavimento
Placas, Ladrilhos	Placas	Tiles	Mattoni
Planta	Planta	Floor Plan	Pianta
Plástico de Bolhas de Ar	Plástico de Burbujas	Bubble Paper	Foglio Protettivo
Polia	Polea	Pulley	Puleggia
Polido	Pulido	Polished	Lucidato
Politriz	Pulidora	Polishing Machine	Lucidatrice
Politriz de Bordas	Pulecanto	Edge Polishing Machine	Lucidacoste
Ponte	Grúa Puente	Bridge Crane	Gru a Ponte
Ponte	Puente	Bridge	Ponte
Porto	Puerto	Harbor	Porto
Prazo de Entrega	Plazo de Entrega	Delivery Time	Tempi di Consegna
Preço de Compra	Precio de Compra	Wholesale Price	Prezzo d'Ecquisito
Preço de Lançamento	Precio de Lanzamiento	Introductory Price	Prezzo di Lancio
Pressão	Presión	Pressure	Pressione
Preto	Negro	Black	Nero
Processamento	Elaboración	Processing	Lavorazione
Produzir	Producir	Manufacture	Produrre
Programa de Trabalho	Programa de Trabajo	Work Schedule	Programa di Lavoro
Quantidade	Cuantía, Cantidad	Quantity	Quantità
Quartzito	Cuarcita	Quartzite	Quarzite
Quebrado	Roto	Broken	Rotto
Químico	Químico	Chemical	Chimico
Ranhura, Rasgo	Ranura	Groove	Scanalatura
Ranhuras Cortas na Borda	Ranuras Cortas en Canto	Slot	Tacca
Região	Región	Region	Regione
Regulamento	Reglamento	Regulation	Regolamentare

ANEXO D – VOCABULÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E COMERCIAIS DO SETOR DE ROCHAS ORNAMENTAIS E DE REVESTIMENTO³

Português	Español	English	Italiano
Rejeito	Desperdicio	Waste	Scarto
Rejeito	Rechazo	Refusal	Rifiuto
Relatório	Informe	Report	Raporto
Rendimento	Rendimiento	Output	Rendimento
Resina	Resina	Resin	Resina
Resistência à Compressão	Resistencia a Compresión	Compressive Resistance	Resistenza a Compressione
Resistência à Flexão	Resistencia a Flexión	Flexural Strength	Resistenza a Flessione
Resistência a Impacto	Resistencia al Impacto	Impact Resistance	Resistenza all'Urto
Resistência ao Deslizamento	Resistencia al Deslizamiento	Slip Resistance	Resistenza allo Scivolamento
Resistência ao Gelo	Resistencia al Hielo	Frost Resistance	Resistenza al Gelo
Restauração	Restauración	Restoration	Restauro
Revestimento	Revestimiento	Covering	Rivestimento
Revestimentos	Cerramientos	Cladding	Rivesfimenti
Rocha	Roca	Rock	Roccia
Rocha Ornamental	Piedra Natural	Natural Stone	Pietra Naturale
Romaneio de Embarque	Albarán	Packing List	Lista per Imballaggio
Ruinoso	Amenaza De Ruina	Danger Of Collapse	Pericolo Di Crollo
S.A.	S.A.	Plc	S.p.A
Seco	Seco	Dry	Asciutto
Semiprocessado	Semiacabado	Semifinished	Semilavorato
Serra	Sierra	Saw	Segatrice
Serra Ponte	Fresadora de Puente	Gantry Saw	Fresa a Ponte
Serrado	Aserrado	Sawn	Segato
Serviço Pós-Venda	Servicio Post Venta	After Sales Service	Assistenza Post Vendita
Sobrecarga	Sobrecarga	Overload	Sovraccarico
Sulco	Surco	Groove	Surco
Sulcos Antiderrapantes	Cortes Antideslizantes	Antislip Grooves	Scanalature Antisdrucciolo

ANEXO D – VOCABULÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E COMERCIAIS DO SETOR DE ROCHAS ORNAMENTAIS E DE REVESTIMENTO³

Português	Español	English	Italiano
Suporte	Soporte	Support	Sostegno
Talha-bloco	Cortabloque	Block Cutter	Tagliablocchi
Talhado	Tallado	Carved	Scolpito
Tamanho	Tamaño	Size	Dimensione
Tampo de Cozinha	Encimera de Cocina	Vanity Top	Top per Cucina
Taxa	Tasa	Fee	Tassa
Tear	Telar	Gang Saw	Telaio
Teclado	Teclado	Keyboard	Tastiera
Tela	Pantalla	Screen	Schermo
Terra	Tierra	Ground	Terra
Textura	Textura	Texture	Tessitura
Tijolo	Ladrillo	Brick	Mattone
Torno	Torno	Lathe	Tornio
Transportador	Transportista	Carrier	Vettore
Tratamento	Tratamiento	Treatment	Trattamento
Trava	Pasador	Bolt	Bullone
Treliça	Celosía	Lattice	Frangisole
Túmulo	Tumba	Tomb	Tomba
Umidade	Humedad	Humidity	Umidità
Urgente	Urgente	Urgent	Urgente
Uso	Uso	Use	Impiego
Válvula	Válvula	Valve	Valvola
Varanda	Barandilla	Railing	Parapetto
Veios	Vetas	Veins	Vene
Venda	Venta	Sale	Vendita
Ventilada	Ventilada	Ventilated	Ventilata
Ventosa	Ventosa	Suction Cup	Ventosa

ANEXO D – VOCABULÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E COMERCIAIS DO SETOR DE ROCHAS ORNAMENTAIS E DE REVESTIMENTO³

Português	Español	English	Italiano
Verde	Verde	Green	Verde
Volante	Volante	Flywheel	Volante