

Resumo

Neste estudo pretendeu-se criar um serviço de marcação CE para produtos de pedra aplicados na construção. O sector da pedra natural em Portugal é maioritariamente constituído por pequenas – médias empresas de gestão familiar baseada no saber empírico, havendo fortes carências em relação às obrigações legais do próprio sector. Com o aparecimento da directiva 89/106/CE – produtos de construção, todas as empresas que vendem produtos de pedra para construção na união europeia são obrigadas a fazer a denominada marcação CE. A marcação CE é constituída por duas fases: ensaios tipo – iniciais e controlo de produção em fábrica. Sendo o sistema de atestação de conformidade o 4 (ensaios – tipo iniciais e controlo de produção em fábrica da exclusiva responsabilidade do produtor).

Perante esta obrigatoriedade legal, a Assimagra – Associação dos Mármore e Ramos Afins e uma equipa de engenheiros de materiais da empresa Frontwave – Engenharia e Consultoria S.A começaram a desenvolver, em Janeiro de 2005, um serviço de implementação de marcação CE adaptável ao sector da pedra natural português.

Os resultados obtidos, nos ensaios físico-mecânicos, para os mesmos tipos de pedra, demonstram que esta se trata de um produto natural, cujas propriedades podem sofrer alterações quando é atingido um nível diferente numa mesma pedreira ou em pedreiras distintas.

Abstract

The objective of this study was to develop a CE marking service for the natural stone construction products. The Portuguese natural stone sector is mainly comprised of small-medium companies passed in families and with basic empiric knowledge, leading to great deficits and problems related with the legal obligations of the sector. With the enactment of the stone construction products directive (Directive no. 89/106/CE) all companies that sell their stone construction products in the EU are obliged to have the CE marking. The CE marking is mainly set up by to steps: i) initial-type tests and ii) factory production control. The certification conformity system is the no. 4, and it establishes an exclusive responsibility of the producer in terms of the tests and factory production control.

Pursuant to the above mentioned legal obligation, Assimagra – Portuguese Marble and granites association and FrontWave – Engineering and consultancy, S.A, started to develop, in January 2005, a CE marking implementation service compliant with the Portuguese natural stone sector and legislation.

The experimental results obtained in the physical-mechanical tests for the same stone types allowed the following conclusion: stone is a natural product, witch properties may well suffer alterations when a different quarry level is achieved or when same comes from different quarry locations.

Palavras-chave

- Marcação CE
- Pedra Natural
- Propriedades físico – mecânicas
- Norma Harmonizada
- Produtos de Construção

Keywords

- CE Marking
- Natural Stone
- Physical - Mechanical Properties
- Harmonized Standard
- Construction Product

Índice geral

Resumo	1
Abstract	2
Palavras-chave	3
Keywords	3
Índice geral	4, 5
Índice de figuras	6, 7
Índice de tabelas	8
Índice de Equações	9
Lista de abreviaturas	10
Lista de símbolos	10
1. Contexto	11, 12
2. Revisão Bibliográfica	13
2.1 A Normalização dos Produtos em Pedra Natural para a Construção.....	14 -19
2.2 Marcação CE VS Certificação de Produto.....	19 - 23
2.3 Como fazer a Marcação CE.....	24 - 26
2.4 Vantagens e Desvantagens da Marcação CE.....	26, 27
3. O Serviço Desenvolvido	28 - 32
4. Caracterização Físico-Mecânica de Produtos de Pedra Natural	33
4.1 Resistência à Flexão-Carga centrada e Momento Constante.....	33, 34
4.2 Absorção de Água à pressão Atmosférica.....	34, 35
4.3 Densidade Aparente e Porosidade Aberta.....	35
4.4 Absorção de Água por Capilaridade.....	36
4.5 Resistência à Compressão.....	36
4.6 Resistência ao Gelo.....	36, 37
4.7 Resistência ao Escorregamento – por intermédio de pêndulo de atrito.....	37, 38
4.8 Resistência à Abrasão.....	38, 39
5. Descrição Experimental	40
5.1 Determinação de Resistência à Flexão – Carga centrada e Momento constante.....	40, 41
5.2 Determinação da Absorção de Água à Pressão Atmosférica.....	41, 42
5.3 Determinação da Densidade Aparente e Porosidade Aberta.....	42, 43
5.4 Determinação da Absorção de Água por Capilaridade.....	43, 44

5.5 Determinação da Resistência à Compressão.....	44
5.6 Determinação da Resistência ao Escorregamento.....	45, 46
6. Controlo de Produção em Fábrica.....	47
6.1 Controlo das Matérias - Primas (Propriedades Físico-Mecânicas.....	47
6.2 Controlo dos Equipamentos (Planos de Calibração e Manutenção).....	47
6.3 Controlo do Produto Final (Dimensionamento e Aspecto Visual).....	47 - 52
7. Resultados Experimentais.....	53
7.1 Calcários.....	53 - 56
7.2 Mármorees.....	56 - 58
7.3 Granitos.....	59 - 61
8. Discussão dos Resultados.....	62
8.1 Calcários.....	62
8.2 Mármorees.....	63
8.3 Granitos.....	63, 64
8.4 Correlações e Estimativas.....	64 - 66
9. Conclusões.....	67, 68
10. Principais Dúvidas e Receios dos Industriais Portugueses.....	69, 70
11. Trabalho Futuro.....	71
12. Referências Bibliográficas.....	72, 73
13. Anexos.....	74
Anexo I.....	75 - 78
Anexo II.....	79, 80
Anexo III.....	81 - 91
Anexo IV.....	92
Anexo V.....	93
Anexo VI.....	94 - 99

Índice de figuras

Figura 1 – Calçada Portuguesa aplicada num pavimento exterior.....	15
Figura 2 – Ladrilhos Modulares aplicados num pavimento exterior.....	16
Figura 3 – Placas para pavimentos e escadas	16
Figura 4 – Blocos de pedra para alvenaria	17
Figura 5 – Ardósia aplicada na construção de paredes ou muros	18
Figura 6 – Sistemas de atestação de conformidade para a marcação CE de produtos de construção	22
Figura 7 – Exemplo de uma declaração de conformidade para lajes de pedra natural para pavimento	23
Figura 8 – Modelo de Declaração de Conformidade - Geral	24
Figura 9 - Esquema ilustrativo do serviço de Implementação da marcação CE.....	29
Figura 10 – Esquema ilustrativo do serviço de Implementação e Manutenção	30
Figura 11 – Fases do processo de “Manutenção” da marcação CE.	31
Figura 12 - Posicionamento da amostra num ensaio de determinação da resistência à flexão sob carga centrada.....	33
Figura 13 - Posicionamento da amostra num ensaio de determinação da resistência ao escorregamento.....	38
Figura 14 – Provetes de pedra natural para a determinão da resistência à flexão em carga centrada	40
Figura 15 – Promenor da Máquina de ensaios mecânicos “Instron – 4302 a realizar um ensaio de determinação da resistência à flexão em carga centrada.....	41
Figura 16 – Promenor da Máquina de ensaios “Instron-4302” a realizar um ensaios de determinção da resistência à flexão em momento constante.	41
Figura 17 – Promenor da Máquina de ensaios “Instron-4302”	41
Figura 18 – Saturação de provetes para determinação da densidade aparente.....	42
Figura 19 – Balança para determinção da massa em imersão (massa imersa).....	42
Figura 20 – Provetes de pedra para utilizar na determinação da densidade aparente e porosidade aberta	43
Figura 21 – Representação gráfica da massa de água absorvida por área do provete imerso (g/m^2) vs. Raiz quadrada do tempo ($\text{s}^{0,5}$).....	44
Figura 22 – Máquina de ensaios mecânicos “Instron 8502” utilizada para a realização de ensaios de compressão.	44
Figura 23 – Pêndulo britânico - Mastrad Skid Tester S885	45
Figura 24 – Esquema de medição da largura em 3 sectores	48
Figura 25 – Esquema de medição da espessura em 8 sectores.....	49
Figura 26 – Esquema das posições para a medição do desvio da planeza.....	50
Figura 27 – Esquema da medição dos desvios à rectangularidade.....	50
Figura 28 – Comparação de padrões ornamentais com amostras de referência	51

Figura 29 – Ajuste da tensão a uma distribuição de Weibull, amostra C-15 Moleanos.....	53
Figura 30 – Ajuste da tensão a uma distribuição de Weibull, amostra C-20 Moleanos.....	54
Figura 31 – Ajuste da tensão a uma distribuição de Weibull, amostra C-2 Lioz.....	54
Figura 32 – Ajuste da tensão a uma distribuição de Weibull, amostra C-24 Lioz.....	55
Figura 33 – Ajuste da tensão a uma distribuição de Weibull, amostra C-42 Azul Valverde.....	55
Figura 34 – Ajuste da tensão a uma distribuição de Weibull, amostra C-32 Azul Valverde.....	56
Figura 35 – Ajuste da tensão a uma distribuição de Weibull, amostra M-13 Estremoz.....	57
Figura 36 – Ajuste da tensão a uma distribuição de Weibull, amostra M-11 Estremoz.....	57
Figura 37 – Ajuste da tensão a uma distribuição de Weibull, amostra M-5 Ruivina.....	58
Figura 38 – Ajuste da tensão a uma distribuição de Weibull, amostra M-1 Ruivina.....	58
Figura 39 – Ajuste da tensão a uma distribuição de Weibull, amostra G-7 Pedras Salgadas.....	59
Figura 40 – Ajuste da tensão a uma distribuição de Weibull, amostra G-11 Pedras Salgadas...	60
Figura 41 – Ajuste da tensão a uma distribuição de Weibull, amostra G-13 Amarelo Vila Real.	60
Figura 42 – Ajuste da tensão a uma distribuição de Weibull, amostra G-3 Amarelo Vila Real..	61
Figura 43 – Rectas de regressão linear obtidas para cada tipo de rocha e respectivo coeficiente de correlação.....	66
Figura 44 – Sessão de esclarecimento para os Associados da ASSIMAGRA em Lisboa.....	69
Figura 45 – Modelo de Declaração Geral de Conformidade para “Marmorista de Alvalade” e para o produto “Placas para pavimentos e escadas.....	80
Figura 46 – A entrada da empresa “Marmorista de Alvalade, LDA.”	82
Figura 47 – Interior da empresa “Marmorista de Alvalade”	82
Figura 48 – Parque de matérias-primas da empresa “Marmorista de Alvalade”	82
Figura 49 – Area de Polimento da empresa “Marmorista de Alvalade”	83
Figura 50 – Interior da empresa "Marmorista de Alvalade"	83
Figura 51 – Máquina de corte de chapa da empresa “Marmoista de Alvalade”	83
Figura 52 – O interior da fábrica “Maroufi”	86
Figura 53 – O interior da fábrica “Maroufi”	86
Figura 54 – Parque de matérias-primas da empresa “Maroufi”	86
Figura 55 – Promenor do corte de Blocos com fio dimanantado na mepresa “Maroufi”	87
Figura 56 – Promenos do corte de chapas na empresa “Maroufi”	87
Figura 57 – Promenor do corte de bolcos com disco diamantado na mepresa “Maroufi”	87
Figura 58 – Exemplo A – Empresa que compra blocos de pedra a um fornecedor e o transforma num produto final	95
Figura 59 – Exemplo B – Empresa que compra chapa não acabada a um fornecedor e a transforma num produto final	96
Figura 60 – Exemplo C – Empresa que compra produto final (ex. ladrilhos já polidos) a um fornecedor e vende ao cliente	98

Índice de tabelas

Tabela 1 – Requisitos de caracterização com vista à implementação da marcação CE em Cubos e Paralelepípedos de Pedra Natural para Pavimentos Exteriores	20
Tabela 2 – Requisitos de caracterização com vista à implementação da marcação CE em Placas e Ladrilhos de Pedra Natural para Revestimento de Paredes (interiores e Exteriores)....	21
Tabela 3 – Tolerâncias para as dimensões e para a forma.....	48
Tabela 4 – Resultados da caracterização de três populações de Calcários.....	53
Tabela 5 – Resultados da caracterização de duas populações de Mármore.....	56
Tabela 6 – Resultados da caracterização de duas populações de Granitos.....	59
Tabela 7 – Tabela comparativa de valores de resistência à compressão retirados de bases de dados e valores experimentais com respectiva correlação.....	65
Tabela 8 – Métodos de Determinação das Característica Essenciais e Voluntárias em placas para revestimentos de paredes.....	84
Tabela 9 – Métodos de Determinação das Característica Essenciais e Voluntárias em a placas para pavimentos e escadas.....	85
Tabela 10 – Métodos de Determinação das Característica Essenciais e Voluntárias para “Blocos de pedra para alvenaria”.....	88
Tabela 11 – Métodos de Determinação das Característica Essenciais e Voluntárias para lajes de pedra natural aplicadas em pavimento exterior.....	89
Tabela 12 – Métodos de Determinação das Característica Essenciais e Voluntárias para Guias de Pedra Natural aplicadas em Pavimentos Exteriores.....	89
Tabela 13 – Métodos de Determinação das Característica Essenciais e Voluntárias para Placas para revestimento de paredes e Ladrilhos modulares aplicados em revestimentos de paredes.....	90
Tabela 14 – Métodos de Determinação das Característica Essenciais e Voluntárias para as Placas para pavimentos e escadas e Ladrilhos modulares aplicados em pavimentos e escadas.....	91

Índice de Equações

Equação 1 – Determinação de Resistência à Flexão sob Momento Constante.....	33
Equação 2 – Determinação da Resistência à Flexão sob Carga Centrada.....	33
Equação 3 – Determinação da Absorção de água à Pressão Atmosférica.....	35
Equação 4 – Determinação da Densidade Aparente.....	35
Equação 5 – Determinação da Porosidade Aberta.....	35
Equação 6 – Determinação do Coeficiente de Absorção de Água por Capilaridade.....	36
Equação 7 – Determinação da Resistência à Compressão Uniaxial.....	36
Equação 8 – Cálculo da tensão para dimensionamento - através da estatística de Weibull.....	62

Lista de abreviaturas

CE – Comunidade Europeia
CEN – Comité Europeu de Normalização
UE – União Europeia
EFTA– European Free Trade Association
EN – Norma Europeia
NP – Norma Portuguesa
CPF – Controlo de Produção em Fábrica
DND – Desempenho não determinado
IGM – Instituto Geológico e Mineiro
IST – Instituto Superior Técnico

Lista de símbolos

d_{H20} - densidade da água a 20°C
 M_S – massa do provete seco
 M_{Sat} – massa do provete saturado
 M_I – representa a massa do provete imerso

1. Contexto

Este trabalho foi realizado em parceria com a Assimagra – Associação Portuguesa dos Mármore, Granitos e ramos afins.

Para resumir a origem de todo o serviço desenvolvido remonto até ao ano de 1989, quando surgiu a directiva 89/106/CE, relativa a aproximação das disposições legislativas, regulamentares e administrativas dos Estados – Membros no que respeita aos produtos de construção.

A directiva 89/106/CE ou “Produtos de Construção” obriga a que todos os produtos utilizados na construção – desde o cimento às tintas, passando pelos produtos em pedra natural, possuam a denominada Marcação CE.

A Marcação CE dos produtos em pedra natural é constituída por duas fases: ensaios-tipo iniciais e controlo de produção em fábrica.

Estão descritos na directiva sistemas de marcação CE que vão desde o Sistema 1+ (o mais rigoroso em matéria de segurança) ao sistema 4 (o mais geral), sendo este último o que se aplica aos produtos de construção fabricados em pedra natural. No sistema 4, prevê-se que tanto os ensaios-tipo iniciais dos produtos, como o controlo de produção na fábrica sejam efectuados pelo próprio fabricante.

Em Portugal, a obrigatoriedade desta directiva europeia é concretizada através do Decreto-Lei 113/93 de 10 de Abril.

No entanto, apesar de existir regulamentação para marcação CE de produtos de construção em pedra natural desde 1993, só a meio de ano de 2005 é que o sector despertou para a necessidade de a cumprir. Tal atraso foi devido, entre outros factores, à demora na publicação de muitas das normas de ensaio – essenciais para a concretização de toda a parte técnica do processo de marcação CE.

Perante um sector que apresenta fraca sensibilidade para à necessidade do cumprimento da directiva, a Assimagra começou, em Julho 2005, a trabalhar um projecto com o intuito de criar um serviço que auxiliasse os industriais do ramo da pedra natural na tarefa da marcação CE.

O sector da pedra natural em Portugal é maioritariamente constituído por um grande número de pequenas/médias empresas (transformadoras), frequentemente de estrutura familiar, com recursos humanos pouco qualificados e uma gestão baseada essencialmente no saber empírico do empresário. É por isso muito complicado, para a grande maioria das empresas nacionais, realizar por si só os ensaios físico-mecânicos previstos nas normas harmonizadas e o controlo de produção na fábrica.

Existem, no entanto, empresas de grande dimensão (extractoras e transformadoras) com gestões profissionalizadas e que estão já familiarizadas com muitas questões relacionadas com a marcação CE dos produtos de construção em pedra natural.

A Assimagra reuniu um grupo de profissionais/académicos, no qual eu me incluo, que estudaram ao longo de vários meses (desde Julho 2005) qual seria o serviço que melhor se ajustava para a Marcação CE no sector da pedra natural em Portugal.

Quando se reuniram todas as condições técnicas e logísticas para dar início ao processo foi divulgado pela Assimagra, para todos os seus associados, um pacote de serviços que se adapta à realidade/dimensão de cada empresa.

Neste trabalho, são abordados os principais métodos da caracterização utilizados para a identificação de produtos de pedra aplicados na construção tendo como base as normas harmonizadas de produto. Focam-se igualmente os procedimentos de controlo de produção em fábrica e todos os métodos de caracterização complementares que auxiliaram na correlação/estimativa de algumas das propriedades (por exemplo: determinação da resistência à abrasão).

2. Revisão Bibliográfica

A directiva 89/106/CE ou “Produtos de Construção”, como é mais conhecida, estabelece orientações no sentido de garantir maior qualidade e segurança das construções e pretende que todos os produtos de construção sejam adequados aos fins a que se destinam. Para isso, todos os materiais de construção têm de responder a uma série de requisitos técnicos gerais de segurança, higiénicos e económicos [1, 4, 5]. Tais como:

- Resistência Mecânica e Estabilidade
- Segurança em caso de Incêndio
- Prevenção de aspectos higiénicos, da saúde e do ambiente
- Segurança na utilização
- Durabilidade
- Protecção contra o ruído
- Economia de energia e isolamento térmico

A directiva obriga a que todos os produtos utilizados na construção possuam Marcação CE – os objectivos a cumprir (ensaios-tipo iniciais do produto, controlo de produção na fábrica, inspecções, fiscalizações) variam consoante o sistema de marcação CE em que o produto se insere. [4]

No entanto, todos requisitos da directiva são amplos e isentos de quaisquer pormenores técnicos que possam variar de material para material. Para isso foram elaboradas normas europeias harmonizadas de produto onde constam todos os pormenores técnicos e requisitos essenciais incluindo os ensaios, para cada um dos produtos de construção resultantes da transformação da pedra natural. [1, 4]

As normas harmonizadas são utilizadas por todos os países da União Europeia permitindo uma maior eficácia no intercâmbio comercial entre os sectores produtivo e consumidor e levando a um melhor entendimento entre os produtores, transformadores, distribuidores, consumidores, fomentando uma garantia de qualidade dos produtos finais. [1, 5]

A elaboração das normas está cargo do CEN (Comité Europeu de Normalização) que é composto por membros dos vários países da EU e da EFTA (European Free Trade Association). Cada país deve fazer-se representar por delegados nacionais que devem ser investigadores, técnicos, especialistas de laboratório e industriais do sector das rochas ornamentais. [1, 5]

Desde a proposta inicial de trabalho até á aprovação do documento final vai um longo caminho no qual participam todos os países, através de sugestões de melhoria e emendas aos textos. Da aprovação final dos textos resultam as várias normas EN, publicadas pelo CEN, que constituem os documentos mais importantes para a indústria. [1, 5]

As normas harmonizadas são também elaboradas na perspectiva de sistematizar e uniformizar a terminologia e a classificação dos produtos de construção produzidos a partir da transformação da pedra natural.

Existem, para os vários produtos, normas de aplicação voluntária – “Normas Voluntárias” e essencial – “Normas Harmonizadas”. [1, 5]

2. 1 A Normalização dos Produtos em Pedra Natural para a Construção

Os produtos de pedra são muito apreciados em todo o mundo e sempre foram reconhecidos pela sua beleza e imponência, sendo ainda indiscutível que uma correcta aplicação de pedra traz valor acrescentado em qualquer obra, tanto a nível estético como de durabilidade. As aplicações são muito diversas, sendo possível transformar um grande bloco de pedra numa obra de arte de reconhecido valor estético.

Acontece frequentemente os critérios estéticos prevalecerem sobre os técnicos, muitas vezes porque estes são desconhecidos por quem aplica a pedra. Situações de pedra colocada inadequadamente conduzem frequentemente a factores de aspecto defeituoso, ou mesmo acidentes, que podem ser graves e colocar em risco a vida humana (imagine-se por exemplo uma placa de pedra soltar-se de um prédio, ser acelerada pela gravidade e atingir um ser humano). O tipo (ou seja, características físico-mecânicas), forma e principalmente a aplicação a que a pedra se destina devem ser levados em conta em qualquer obra.

Tal como variam as aplicações, variam aos requisitos nos mais diversos produtos. A normalização de um determinado tipo de produtos para aplicação na construção veio não só uniformiza-los mas também torná-los em produtos cuja qualidade de produção é reconhecida por quem os aplica. Conhecer as propriedades de um produto permite saber aplicá-lo melhor e tornar a sua vida mais longa.

A maioria dos produtos de rocha utilizados no mercado da construção está actualmente agrupada em três grandes categorias [2]:

- Produtos em forma de placa;
- Produtos em pedra maciça;
- Produtos especiais em pedra.

Esta divisão por categorias está intimamente relacionada com o tipo de aplicação/utilização destes produtos. A cada tipo de aplicação diferente estão associadas características e propriedades diferentes, que se forem determinadas e dadas a conhecer a quem aplica o produto, contribuem para um melhor desempenho do mesmo.

Ambas as categorias podem, ou não, incluir a utilização de rochas com carácter ornamental. No entanto, todas devem merecer por parte de quem projecta atenção especial no que respeita às suas características técnicas. Neste sentido, o comité técnico para a normalização de pedras naturais definiu alguns tipos de produtos e respectiva necessidade de caracterização com vista à utilização da marcação CE [14]:

Pavimentos exteriores (ladrilhos, lajes, cubos e guias para chão e escadas):

O fabrico de cubos para calçada, lancis e lajes para pavimentos exteriores são muito comuns no nosso país e constituem uma actividade tradicional. Podemos observar exemplos de aplicação nas muitas praças espalhada de norte a sul de Portugal.

A caracterização deste tipo de produtos é, como facilmente se compreende, fulcral pois fornece elementos de caracterização físico – mecânica que garantem a qualidade do produto final e que se repercutem favoravelmente no preço final que o cliente estará disposto a pagar.

- **Lajes de pedra natural para pavimentos exteriores (NP EN 1341:2004) [13]**

Unidades de pedra natural utilizadas para pavimentos, nas quais a largura excede os 150mm e também é normalmente duas vezes a espessura.

- **Calçada de pedra natural para pavimentos exteriores (NP EN 1342:2004) [34]**



Fig. 1 – Calçada Portuguesa aplicada num pavimento exterior

Pequenos blocos de pedra natural com dimensões de trabalho entre os 50 mm e os 300 mm e com dimensões planas que não excedem normalmente o dobro da espessura. A espessura mínima é de 50 mm.

- **Lancil/Guia de pedra natural para pavimentos exteriores (NP EN 1343:2005) [14]**

Unidades com mais de 300 mm de comprimento, usadas com frequência nas estradas e passeios.

- **Ladrilhos modulares (NP EN 12057:2006) [15]**

Elementos planos de pedra natural com dimensões rectangulares ou quadradas estandardizadas (≤ 610 mm), possuem normalmente espessuras ≤ 12 mm. Podem ser utilizados como pavimentos no exterior mas destinam-se mais a aplicações interiores;

A aplicação de ladrilhos modulares em pavimentos exteriores remonta aos tempos mais remotos e ainda hoje os podemos observar a cumprir a função a que se destinam, atestando a durabilidade das pedras nessa aplicação



Fig. 2 – Ladrilhos Modulares aplicados num pavimento exterior

Revestimentos (exteriores e interiores):

Com a evolução dos dispositivos de fixação torna-se cada vez mais segura e comum aplicação de pedra natural em grandes obras de arquitectura para revestimento de fachadas.

Durante alguns anos observou-se a preferência de outros materiais para este tipo de aplicação contudo, a fraca durabilidade e os custos de manutenção aliados com o avanço da tecnologia do sector das rochas ornamentais (que permite que permite obter dimensões, formatos e acabamentos variados) levaram a um interesse renovado na aplicação da pedra natural em grandes obras de engenharia.

- **Placas para revestimentos de paredes (NP EN 1469:2006) [35]**

Estas placas são cortadas á medida e destinam-se a revestimentos de paredes interiores ou exteriores, podem ainda ser utilizadas para acabamentos em telhados. São fixas por meios mecânicos ou adesivos

Pavimentos interiores (chão e escadas):

- **Placas para pavimentos e escadas (EN 12058:2006) [11]**

Estas placas podem ser utilizadas no interior ou no exterior; Possuem espessuras > 12 mm.



Fig. 3 – Placas para pavimentos e escadas

Blocos de Pedra para Alvenaria (EN 771-5:2003) [12]

Em Portugal existe desde sempre a utilização de pedra maciça em muros, fortificações, palácios, castelos, conventos. São observadas aplicações de alvenaria que utilizam elementos com formato bruto até elementos com formato dimensionado.

Os componentes de pedra natural para a construção em alvenaria não têm dimensões fixas. São ainda hoje em dia habitualmente utilizados para a construção de muros e estão quase sempre ligados entre si por argamassas.

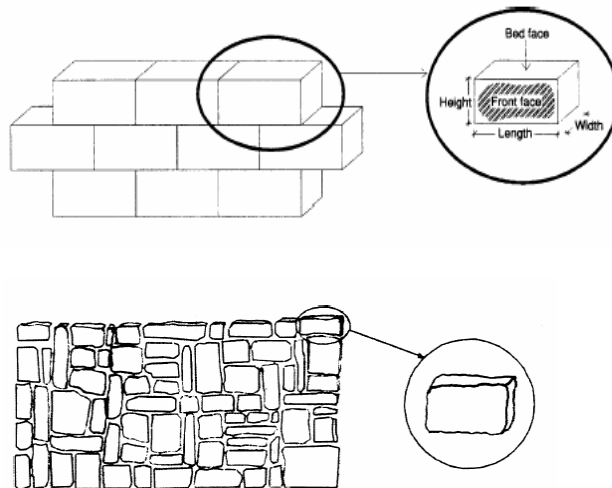


Fig. 4 – Blocos de pedra para alvenaria [12]

Em relação à cantaria, esta possui duas funções principais: a estrutural e a decorativa. Hoje em dia desempenha praticamente só uma função: a decorativa, tendo sido substituída na função estrutural, por razões de custo e segurança, pelo betão armado.

As cantarias podem ter várias dimensões e acabamentos. São normalmente de forma paralelepipedica e aplicam-se para revestir as portas e janelas

Revestimentos para telhados (coberturas de ardósia ou xisto)

EN 12326-1:2004 – Ardósias e produtos de pedra para cobertura e revestimentos descontínuos [36]

As ardósias são rochas de cor geralmente cinzenta escura a cinzenta-azulada, constituídas por várias camadas que facilmente deslizam umas sobre as outras ao longo de planos de clivagem. Esses planos são resultantes de um baixo grau de metamorfismo devido a compressões tectónicas.

Na grande maior parte dos casos, tratam-se de rochas com grão fino, compostas por minerais argilosos (mica, sericite e clorite) e minerais granulares (quartzo e feldspato).



Fig. 5 – Ardósia aplicada na construção de paredes ou muros

Estes produtos são os que estão sujeitos à normalização, devido ao facto de serem mais uniformes em termos dimensionais por isso mais fáceis de definir. A cada um destes produtos corresponde uma norma harmonizada de produto. De um modo geral, as directivas europeias definem os requisitos essenciais, como sejam os de garantia de segurança quando os produtos são colocados no mercado. Por sua vez, os organismos de normalização europeus têm a tarefa de tecer as especificações técnicas correspondentes, indo ao encontro dos requisitos essenciais das directivas. O seu cumprimento leva à presunção de conformidade com os requisitos essenciais. Estas especificações são denominadas como normas harmonizadas.

As normas harmonizadas são utilizadas por todos os países da União Europeia permitindo uma maior eficácia no intercâmbio comercial entre os sectores produtivo e consumidor e levando a um melhor entendimento entre os produtores, transformadores, distribuidores, consumidores, fomentando uma garantia de qualidade dos produtos finais.

As datas de entrada em vigor das normas acima referidas são:

Outubro 2003 – Pedra natural para pavimentos exteriores (Cubos, Guias e Lajes);

Setembro 2008 – Ardósia e produtos de pedra natural para coberturas e revestimentos descontínuos;

Julho 2006 – Placas de pedra natural para revestimento de paredes;

Setembro 2006 – Placas de pedra natural para pavimentos e degraus;

Setembro 2006 – Ladrilhos modulares em pedra natural;

Meados 2007 – Pedra natural para alvenaria; [5]

Cada norma harmonizada possui as indicações técnicas de todo o controlo a que cada produto deverá ser submetido, assim como a definição do próprio produto (no sector das rochas naturais é frequente existirem equívocos na referência aos produtos por falta de definição dos mesmos. [1])

No caso particular da marcação CE, que é essencialmente constituída por dois grandes grupos de requisitos – o ensaio inicial do produto e o controlo de produção em fábrica – as normas harmonizadas dão as indicações sobre as características dimensionais de cada produto, citam os ensaios físicos, mecânicos ou mesmo químicos a que cada produto terá que ser submetido, e revelam todos os processos de controlo de produção em fábrica que deverão ser implementados.

O conhecimento da performance de um determinado produto e o fornecimento de informação correcta e adequada são apenas dois dos requisitos para a marcação CE de produtos de pedra para a construção.

A regulamentação nacional para a marcação CE destes produtos existe desde 1993 – Decreto-Lei 113/93 de 10 de Abril ¹, mas a realidade é que a grande maioria das empresas desconhece os prazos de entrada em vigor das normas e correm o risco de ser penalizadas com uma coima se venderem os seus produtos no mercado europeu. [6]

Esta inércia do sector relativamente à obrigatoriedade da marcação CE é em grande parte devida ao atraso na elaboração das normas de ensaio, que fez com que as associações do sector também não pudessem actuar mais cedo.

2. 2 Marcação CE Vs Certificação de Produto

A marcação CE surge de uma directiva europeia que dita que todos os materiais de construção têm que ser providos de uma declaração de conformidade. Nos produtos em pedra natural é constituída por duas fases: ensaios-tipo iniciais – nos quais são determinadas as características essenciais para cada tipo de produto, e o controlo de produção na fabrica – permite que o produtor esteja atento às alterações dimensionais dos produtos e às propriedades físico-mecânicas e visuais das matérias – primas. [4,5]

O seu grande objectivo é fornecer ao cliente um conjunto de informações sobre que o produto, permitindo verificar a quem o aplica se este está conforme o objectivo da aplicação a que se destina (por exemplo, caderno de encargos previamente definido). Não é uma certificação de produto mas uma garantia que ao produto são verificadas uma série de características essenciais (presunção de conformidade). [1, 5]

Consoante o produto, variam os ensaios-tipo iniciais exigidos de acordo com a aplicação, forma, dimensão e uso a que se destinam. A marcação CE engloba 7 produtos mas é possível considerar especificações para outras famílias de produtos (por exemplo: bancadas de cozinha, lavatórios, elementos para lareiras, etc.)

No que respeita aos produtos em pedra natural para os quais existem actualmente normas harmonizadas ou voluntárias, é possível encontrar imediatamente quais os tipos de propriedades relevantes a determinar para garantir as características fundamentais descritas pela directiva dos produtos de construção (cada norma harmonizada de produto possui um anexo – ZA no qual se encontram as referências a todas as normas de ensaio relevantes) (ver tabela-1 e tabela-2).

Para os restantes produtos, não existe uma definição genérica de qual ou quais as características a determinar. No entanto, com base em estudos diversos, é possível apontar igualmente quais as propriedades a determinar no caso da maioria dos produtos em rocha utilizados como materiais de construção. Nas Tabelas seguintes indicam-se os requisitos mínimos para caracterizar dois produtos em pedra natural.

¹ Anexo I – Decreto-Lei 113/93 10/04

Propriedades Físico -Mecânicas		Norma de Produto	EN 1342:2000 – Cubos e Paralelepípedos de Pedra Natural para Pavimentos Exteriores	
Designação	Norma de Referência	Requisito Essencial	Requisito Voluntário	Controlo de Produção em Fábrica
Comportamento ao Fogo	EN 13501-1			
Resistência à Flexão	NP EN 12372 ou EN 13161			x ²
Resistência ao Gelo (Flexão após Gelo)	NP EN 12372 ou EN 13161			x ¹
Resistência ao Gelo (Compressão após Gelo)	NP EN 1926	x (48 ciclos gelo+compressão)		
Resistência à Compressão	NP EN 1926	x		x ²
Densidade Aparente e Porosidade Aberta	EN 1936		x	
Resistência ao Choque Térmico	EN 14066			
Resistência ao Desgaste por Abrasão (Capon)	EN 14157	x		x ¹
Resistência ao Escorregamento	EN 14231	x		x ¹
Permeabilidade ao Vapor de Água	EN 12524			
Resistência às Ancoragens	EN 13364			
Tactilidade	Descrição do Perfil da Superfície			
Designação Petrográfica	EN 12407		x	x ¹
Absorção de água à Pressão Atmosférica	EN 13755		x	x ²
Absorção de água por Capilaridade (se a Porosidade aberta for ≥ 1%)	NP EN 1925		x	
Aspecto Visual	Visual			x ³
Características Geométricas	EN 1341 (Anexo A3 e A6)			x ³

Notas

- 1 - De acordo com o sistema de CPF, mas, em geral, pelo menos cada 10 anos
- 2 - De acordo com o sistema de CPF, mas, regra geral, deverão ser realizados cada 2 anos
- 3 - A verificar em cada lote produzido, cuja dimensão e número de provetes são definidos pelo produtor

Tabela 1 – Requisitos de caracterização com vista à implementação da marcação CE em Cubos e Paralelepípedos de Pedra Natural para Pavimentos Exteriores [3].

Propriedades Físico -Mecânicas		Norma de Produto	EN 1469:2004 e EN 12057:2004 – Placas e Ladrilhos de Pedra Natural para Revestimento de Paredes (interiores e Exteriores)	
Designação	Norma de Referência	Requisito Essencial	Requisito Voluntário	Controlo de Produção em Fábrica
Comportamento ao Fogo	EN 13501-1	x		x ¹
Resistência à Flexão	NP EN 12372 ou EN 13161	x		x ²
Resistência ao Gelo (Flexão após Gelo)	NP EN 12372 ou EN 13161	x (12 ciclos gelo+flexão) (exterior)		x ¹
Resistência ao Gelo (Compressão após Gelo)	NP EN 1926			
Resistência à Compressão	NP EN 1926			
Densidade Aparente e Porosidade Aberta	EN 1936	x		x ²
Resistência ao Choque Térmico	EN 14066		x (exterior)	x ¹
Resistência ao Desgaste por Abrasão (Capon)	EN 14157			
Resistência ao Escorregamento	EN 14231			
Permeabilidade ao Vapor de Água	EN 12524	x		x ¹
Resistência às Ancoragens	EN 13364	x		x ¹
Tactilidade	Descrição do Perfil da Superfície			
Designação Petrográfica	EN 12407		x	x ¹
Absorção de água à Pressão Atmosférica	EN 13755		x	x ²
Absorção de água por Capilaridade (se a Porosidade aberta for ≥ 1%)	NP EN 1925		x	x ¹
Aspecto Visual	Visual			x ³
Características Geométricas	EN 1341 (Anexo A3 e A6)			x ³

Notas

- 1 - De acordo com o sistema de CPF, mas, em geral, pelo menos cada 10 anos
- 2 - De acordo com o sistema de CPF, mas, regra geral, deverão ser realizados cada 2 anos
- 3 - A verificar em cada lote produzido, cuja dimensão e número de provetes são definidos pelo produtor

Tabela 2 – Requisitos de caracterização com vista à implementação da marcação CE em Placas e Ladrilhos de Pedra Natural para Revestimento de Paredes (interiores e Exteriores) [3].

Existem vários sistemas para determinar qual o nível de atribuição de conformidade. Uma vez mais salienta-se que a terminologia “conformidade” deve ser essencialmente aplicada à forma como a análise de um determinado produto é efectuada, i.e., seguindo critérios definidos nas normas harmonizadas. Os sistemas utilizados variam e entre o 1+ (o mais rigoroso em termos de segurança) e o 4, este último é o que se aplica aos produtos em pedra natural. [1] [4]

FUNÇÕES	SISTEMA					
	1+	1	2+	2	3	4
I - 1 Controlo de Produção da Fábrica	F	F	F	F	F	F
I - 2 Ensaio Inicial do Produto			F	F		F
I - 3 Ensaio de Amostras Colhidas na Fábrica de Acordo com um Programa de Ensaio Previamente Estabelecido	F	F	F			
II - 1 Ensaio Inicial do produto	C/L	C/L			L	
II - 2 Inspeção Inicial da Fábrica e do Controlo de Produção da Fábrica	C/I	C/I	I	I		
II - 3 Fiscalização, Apreciação e Aprovação contínuas do controlo de produção da Fábrica	C/I	C/I	I			
II - Ensaio Aleatório de Amostras colhidas na Fábrica, no mercado ou no local da obra	C/L					

Fig.6 – Sistemas de atestação de conformidade para a marcação CE de produtos de construção. Organismo Envolvido: **F** – Fabricante; **L** – Laboratório; **I** – Org. Inspeção; **C** – Org. de certificação.[7]

Cabe, neste caso, ao produtor realizar os ensaios-tipo iniciais e implementar um controlo de produção na fábrica. Ambas as tarefas são da sua exclusiva responsabilidade, i.e. podem ser realizados em fábrica. Cada empresa pode subcontratar pessoas ou entidades competentes para a recolha de amostras e realização dos ensaios assim como, para o auxílio no controlo de produção. [5, 8]

Obtidos os requisitos mínimos necessários para caracterizar e avaliar cada tipo de produto, o produtor deve elaborar declarações de conformidade. As declarações de conformidade são documentos exclusivos de cada produtor, que provam ao cliente que o produto que comprou cumpre todos os requisitos exigidos pela respectiva norma harmonizada de produto. [5]

Numa declaração de conformidade têm obrigatoriamente de constar várias informações, tais como: nome do produtor, morada, data em que o produto foi transformado, norma EN de referência para o produto, nome do produto de acordo com a respectiva norma, nome típico da pedra, local de origem, características essenciais, entre outras. (ver fig.7) [4, 5]

As declarações de conformidade são documentos exclusivos de cada produtor, que provam ao cliente que o produto que comprou cumpre todos os requisitos exigidos pela directiva “Produtos de Construção” e pela respectiva norma harmonizada de produto.


 0123
Qualquer Empresa, Lda., Apartado 21, 1000-000 LISBOA 01 0123-CPD-001
EN 1341:2001 Lajes de pedra natural destinadas à circulação de peões e de veículos Resistência à flexão: 3,6 MPa Resistência à flexão: 3,2 MPa (após ensaio de gelo/degelo) Resistência ao escorregamento: 45 Resistência à derrapagem: 45 Resistência ao desgaste por abrasão: NPD

Fig.7 – Exemplo de uma declaração de conformidade para lajes de pedra natural para pavimento exterior [1]

Note-se que no caso de alguma propriedade não ser determinada, existe a possibilidade de colocar na declaração: “DND – Desempenho não determinado” [4, 5]

A determinação das características de cada pedra não é só por si só uma garantia de qualidade na sua utilização. Como tal, é necessário estabelecer alguns critérios que permitam avaliar qual a possibilidade de uma determinada rocha (ornamental ou não) poder ser aplicada na forma de um produto específico. É neste contexto que se enquadra o controlo de produção na fábrica.

A marcação CE de produtos de pedra natural, no sistema de atribuição de conformidade em que está incluída, fica muito aquém da certificação de produto e pode, nalguns casos, nem sequer representar qualquer tipo de garantia de qualidade ou verificação no produto final.

No sistema 4, não existe a intervenção de organismos exteriores à empresa, que realizam amostragens periódicas para ensaios, inspeções iniciais da fábrica ou do controlo de produção (como se verifica, por exemplo, no sistema 1+). O sistema 1+ está ao nível da certificação de produto. De um modo geral, a certificação de um produto baseia-se numa garantia escrita, dada por um organismo certificador independente, que comprova e verifica periodicamente se o produto está conforme com exigências definidas através de normas ou especificações técnicas.

2.3 Como fazer a Marcação CE

Uma empresa que produza determinados produtos em pedra natural e que os venda, para Portugal ou para qualquer outro país da União Europeia, tem de realizar ensaios à matéria-prima e aos produtos finais. No presente sistema de marcação os ensaios podem ser realizados pelo fabricante, por um laboratório (acreditado ou não) ou por qualquer entidade que demonstre ter capacidade para responder perante os valores fornecidos ao cliente. [5]

Os ensaios físico-mecânicos são uma das bases para a elaboração das declarações de conformidade e vão permitir que os clientes aceitem ou rejeitem um produto, sempre que os valores observados sejam inferiores aos desejados para uma determinada aplicação. [5]

A declaração de conformidade é um documento que pode assumir várias formas: uma etiqueta, um carimbo, ou um documento que acompanha a guia de transporte. O produtor pode escolher o formato que mais facilmente se adapta à empresa e à produção. [1, 5, 8]

Nesse documento, o produtor ou o seu mandatário estabelecido na Comunidade autorizado, declara que o produto em questão foi produzido e controlado de acordo com a respectiva norma EN de produto, sob sua total responsabilidade. [5]

Neste trabalho com a Assimagra as declarações de conformidade que foram adoptadas têm o formato seguinte:

DC - Ref. - 4/6 - a

CE

DECLARAÇÃO DE CONFORMIDADE

Aplicação da Directiva 89/106/CE para Produtos de Construção

Norma para a qual a conformidade é declarada: EN 12058:2004

Nome do Produtor: Marmorista de Alvalade, LDA

Morada do Produtor: Rua Acácio Paiva, 33. 1700-004 Lisboa. Tel.: 21 849 21 80

Tipo de Produto: Placas para Pavimentos e Escadas

Ano de Produção: 2006

Declaro que o produto especificado acima, foi produzido e verificado de acordo com a norma EN referida acima, sob minha total responsabilidade.

Assinatura: _____ **Data de Emissão:** _____

Nome Completo: _____ **Local de Emissão:** _____

Função na Empresa: _____

Fig. 8 – Modelo de Declaração Geral de Conformidade para “Marmorista de Alvalade” e para o produto “Placas para pavimentos e escadas”.

Foram criados dois tipos de documentos “**declaração de conformidade geral**” e “**declaração de conformidade específica**” (folha que contem entre outras informações os valores das propriedades e que a norma chama rotulagem). Os dois documentos devem andar sempre juntos, ou seja, mesmo que o cliente não peça devem sempre ser fornecidas a declaração e a folha com os valores das propriedades.

Na **declaração Geral** (fig. 8) os elementos obrigatórios são:

- Nome e endereço do produtor ou do seu agente autorizado estabelecido no EEE, assim como o local de produção;
- Descrição do produto (tipo, identificação, utilização,...) e uma cópia das informações que acompanham a marcação CE;
- Disposições com as quais o produto é conforme;
- Condições específicas aplicáveis à utilização do produto (por exemplo, disposições para utilização em condições especiais, etc.);
- Nome e o cargo da pessoa habilitada para assinar a declaração em nome do produtor ou do seu agente autorizado.
- Nome e endereço do laboratório (s) notificado (s), se relevante. (neste caso não se aplica)

A declaração atrás mencionada deve ser redigida na língua ou línguas oficiais do Estado-Membro onde o produto irá ser utilizado.

Na **declaração específica**² (folha que contem entre outras informações os valores das **propriedades físico – mecânicas**) os elementos obrigatórios são:

- O símbolo da marcação CE;
- Referência à norma harmonizada (dependendo do produto);
- O nome ou a marca de identificação do produtor ou do importador, se o último for o responsável pela conformidade do produto;
- Os dois últimos dígitos do ano de aposição da marca;
- A classificação do produto e a utilização prevista;
- As indicações que identifiquem as características dos produtos (com base nos anexos ZA da respectiva norma)

Têm sempre de existir uma declaração para cada tipo de produto diferente. De salientar que por produto entende-se: Laje, Lancel, Calçada, Ladrilho Modular, Placa para revestimento de paredes, etc... [3, 7]

² Anexo II

O outro elemento essencial da marcação CE é o controlo de produção em fábrica.

Este controlo permite ao produtor estar atento às alterações dimensionais dos produtos e às propriedades físico - mecânicas e visuais das matérias – primas.

Devem ser criados:

- Procedimentos que permitam tornar regular o controlo dimensional dos vários produtos;
- Procedimentos de ensaio à matéria – prima;
- Procedimentos de inspecção ao produto final;
- Procedimentos de inspecção regular dos equipamentos;

Todos estes procedimentos fornecem ao produtor uma maior garantia sobre os valores declarados e permitem-lhe fazer alterações nas declarações de conformidade, sempre que considerar relevante.

[5]

É preciso referir que a marcação CE apenas se refere à pedra explorada num dado momento em determinada zona de uma pedreira e que, por isso, deve ser prevista a repetição dos ensaios de tipo iniciais quando haja mudança significativa das características da matéria-prima dentro da pedreira.

Em suma, têm de ser cumpridas duas fases para a implementação da marcação CE no sector da pedra natural:

Ensaio – tipo às matérias-primas: Permitem a elaboração de declarações de conformidade (documentos que disponibilizam as informações exigidas pelas normas, sem emitir juízos de valor sob os resultados obtidos nos ensaios);

Controlo de produção em fábrica – Ferramenta essencial para ajudar no controlo da variabilidade da matéria-prima e da produção de cada empresa. [5]

No anexo III é possível consultar os casos tipo da implementação da marcação CE em duas empresas – Marmorista de Alvalade e Maroufi.

2.4 Vantagens e Desvantagens da Marcação CE

Apesar do principal objectivo observado pelos industriais do sector seja sempre o cumprimento da lei, existem várias vantagens que muitas vezes não são imediatamente perceptíveis.

Os produtos portugueses em pedra natural para a construção, são bastante apreciados internacionalmente, mas, no entanto, ao não ter sido dada a devida atenção à crescente mutação dos mercados, como seja o aparecimento de pedras de outros países e de produtos mais elaborados, este recurso nacional tem sofrido uma concorrência inesperada, o que veio a dificultar a movimentação das empresas nacionais nos circuitos comerciais internacionais. [23]

A competitividade comercial passa, no curto prazo, pela entrada a tempo nos grandes projectos e a marcação CE não pode ser posta de lado. Não só porque surge como uma medida obrigatória mas também porque inclui processos chave para a evolução de todas as empresas do sector. [23]

O controlo de produção será sempre uma mais valia para as empresas, algo que reconhecerá a qualidade da produção e que irá ter repercussões muito favoráveis nos mercados e nos preços que estes estão dispostos a pagar por um produto cuja qualidade é controlada. [5, 9]

Por outro lado os consumidores passam a ter uma informação técnica mais clara sobre o produto que estão a comprar e têm igualmente uma ferramenta que lhes permite verificar se o produto está conforme para a aplicação a que se destina. [5, 9]

No médio e longo prazo, as empresas que conseguirem competir interna e externamente serão as que promoverem constantemente os seus produtos, dando a conhecer as características e vantagens da pedra e a sua qualidade. [24]

No entanto, esta obrigatoriedade da caracterização e marcação CE dos produtos de pedra devido ao facto de estar incluída no sistema 4 pode não representar qualquer garantia de segurança e qualidade para quem compra os produtos. A fiscalização é apenas assegurada pela ASAE e não existe qualquer outra obrigação de inspeções e amostragens para ensaios realizados por entidades exteriores à empresa.

Se os produtores não estiverem sensibilizados e disponíveis para financiar ensaios físico-mecânicos, os resultados apresentados nas declarações podem não ser representativos para os vários tipos de pedra.

Outro problema, prende-se com repetição dos ensaios sempre que há uma alteração do nível na pedreira. A pedra é um produto natural e como tal as variações das propriedades relacionadas com o local de extracção devem ser contabilizadas e controladas. Este factor não é tido em conta a maior parte das vezes pelos produtores porque o sistema 4 remete para o produtor a exclusiva responsabilidade na elaboração do sistema de marcação CE.

3. O Serviço Desenvolvido

O desafio colocado pela Assimagra é muito ambicioso, já que o sector das rochas ornamentais em Portugal é muito fechado e os produtores nem sempre estão abertos a analisar as vantagens de implementar a marcação CE nos seus produtos. Muitas vezes esta surge apenas como mais uma obrigação com um custo acrescido, que nunca é bem-vindo.

A primeira ideia sobre o serviço a apresentar aos sócios do sector da pedra natural, foi a de tentar analisar todas as variedades de pedra de todas as pedreiras de Portugal e estimar a quantidade de ensaios a realizar num laboratório de reconhecido valor (acreditado ou não). Estes ensaios-tipo iniciais iriam apenas dizer respeito à matéria-prima ficando a faltar os ensaios específicos do produto final e o controlo de produção (feito à medida de cada empresa).

Os valores estimados por um serviço deste tipo seriam “astronómicos”, mesmo depois de divididos por todos os associados da Assimagra. Não era possível esperar que um empresário do sector despenda no mínimo 10000 ou 20000€ para realizar todos os ensaios-tipo iniciais nos seus produtos de pedra. Para não falar do eventual problema que seria a divisão dos custos – já que as empresas podiam sempre alegar que utilizavam menos um determinado tipo de pedra quando comparadas com outra empresa “vizinha”.

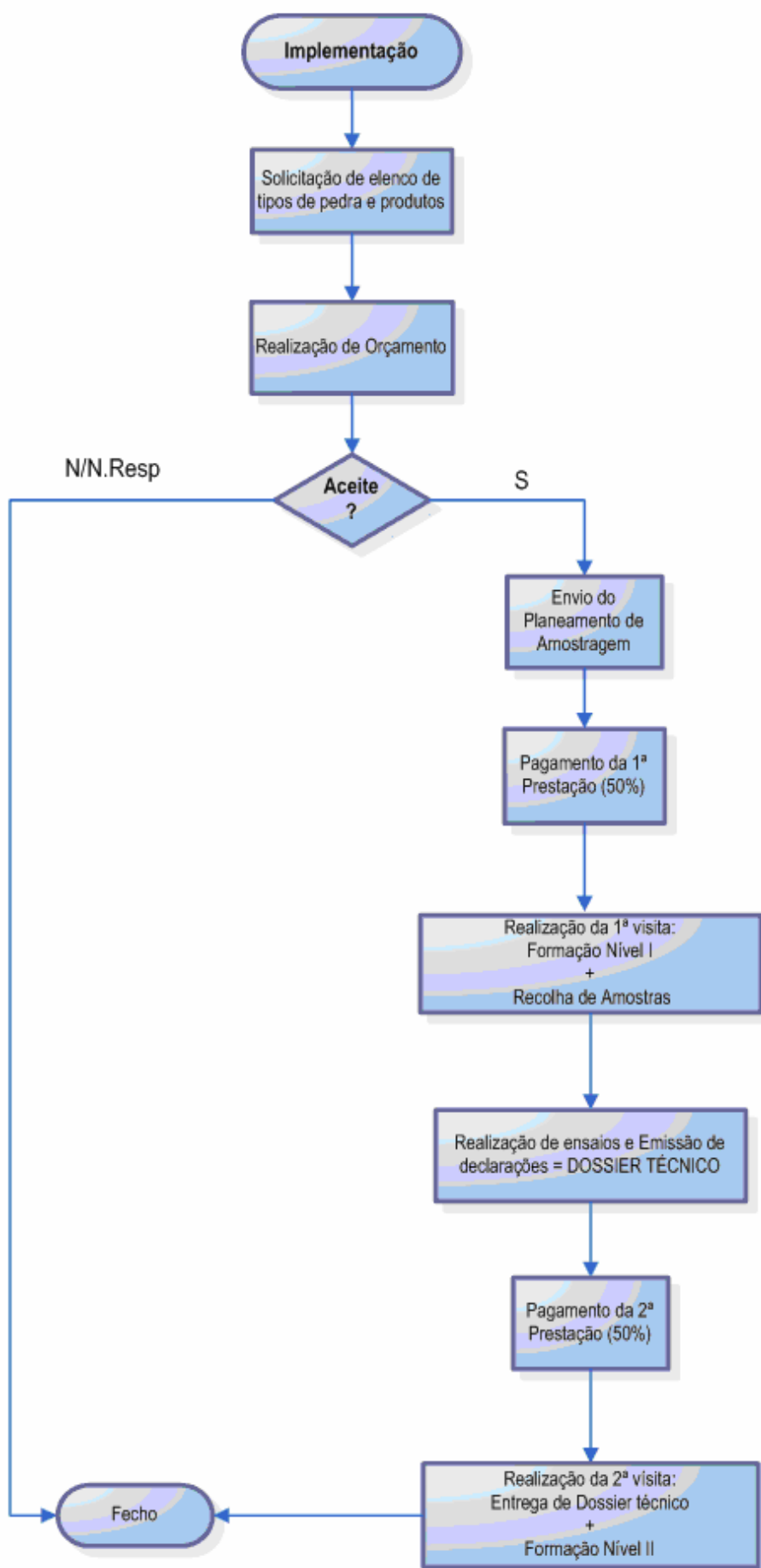
Desta forma foi tentada uma abordagem mais directa que permitiu desenvolver um pacote de serviços ajustável a cada tipo de empresa, da mais familiar à que transforma um “infindável” número de pedras.

Foram criados dois tipos de serviços: O de “Implementação” e de “Implementação e Manutenção.

O serviço de **“Implementação”** inclui:

- 1) Levantamento das pedras e produtos existentes na empresa;
- 2) Uma primeira visita à empresa para recolha das amostras e formação (Nível I) relativamente a todo o processo de marcação CE - é feita uma apresentação por um técnico onde se explica o enquadramento com a directiva de produtos de construção, o porquê da nova obrigatoriedade, o que é a marcação CE e quais as vantagens, entre outros assuntos;
- 3) Esclarecimentos relativamente aos ensaios mecânicos: Existem determinados ensaios que devido a impossibilidades técnicas, têm de ser realizados em laboratório (externo à própria Assimagra).
- 4) Elaboração e entrega, de todas as declarações de conformidade e de um dossier técnico que contém todos os relatórios de ensaio, procedimentos técnicos e um guia que garante a manutenção do serviço implementado na empresa;
- 5) Uma segunda visita à empresa para entrega do dossier técnico com os certificados e guia de manutenção e para realização do 2º nível de formação e treino relativa a todo o processo de controlo de produção (fornecimento de impressos para controlo geométrico e visual da produção).

A **figura 9** ilustra as várias fases do processo de “Implementação”:



O serviço de “Implementação” pretende fornecer às empresas o “know-how” para manterem o sistema a funcionar e um dossier técnico que guarda todas as declarações de conformidade, relatórios de ensaio e procedimentos técnicos que justificam todos os métodos e correlações utilizadas na determinação das propriedades mecânicas. Neste serviço são inclusivamente fornecidas a formação e documentação para a implementação de um controlo de produção na fábrica.

O serviço de “Implementação e Manutenção” pretende ir mais longe, ou seja, após a implementação do processo de marcação CE surge a manutenção (que não é mais do que um auxílio no CPF – controlo de produção na fábrica) realizada por técnicos especializados que se deslocarão à empresa por mais três vezes durante o espaço de um ano desde que a implementação é efectuada.

O serviço de Manutenção inclui:

- 1) A análise do processo produtivo da empresa, com objectivo de localizar pontos críticos no processo e verificar necessidade de controlo de qualidade;
- 2) O controlo das matérias-primas (análise de fornecedores). É feita uma amostragem para realização de ensaios, com o objectivo de verificar se houve alguma alteração de pedra, ou mesmo de nível dentro da mesma pedra. Caso isso se verifique é feita a actualização das declarações de conformidade.
- 3) O controlo de conformidade do produto final. São analisados, ao longo do tempo, os registos de controlo dimensional e visual dos produtos e são feitos mapas de controlo para permitir identificar os eventuais desvios.

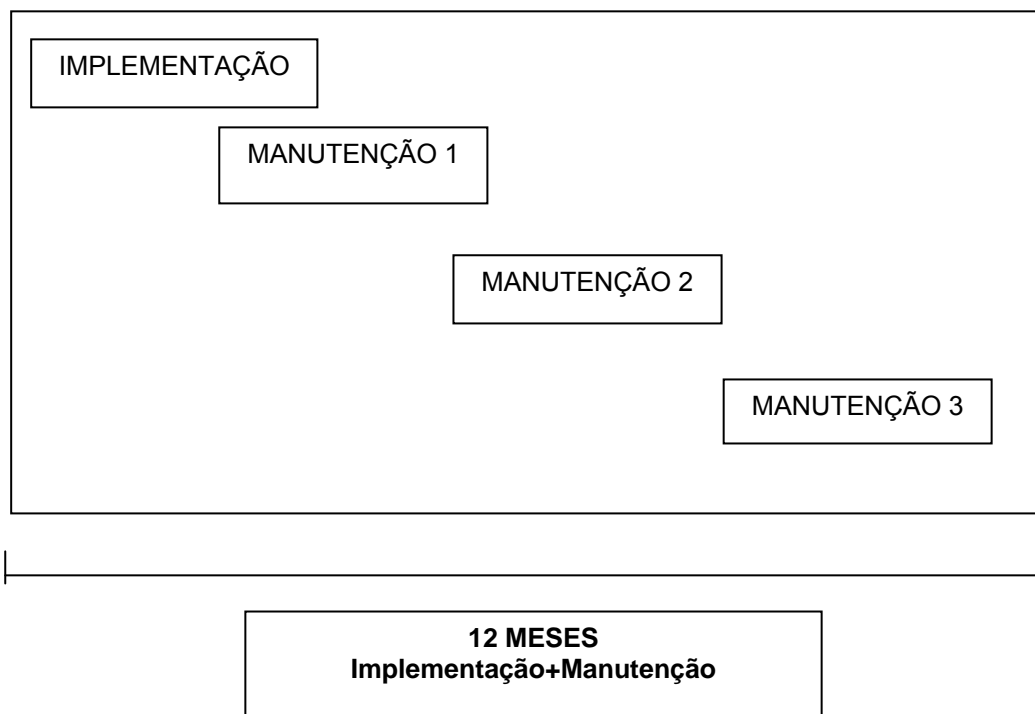
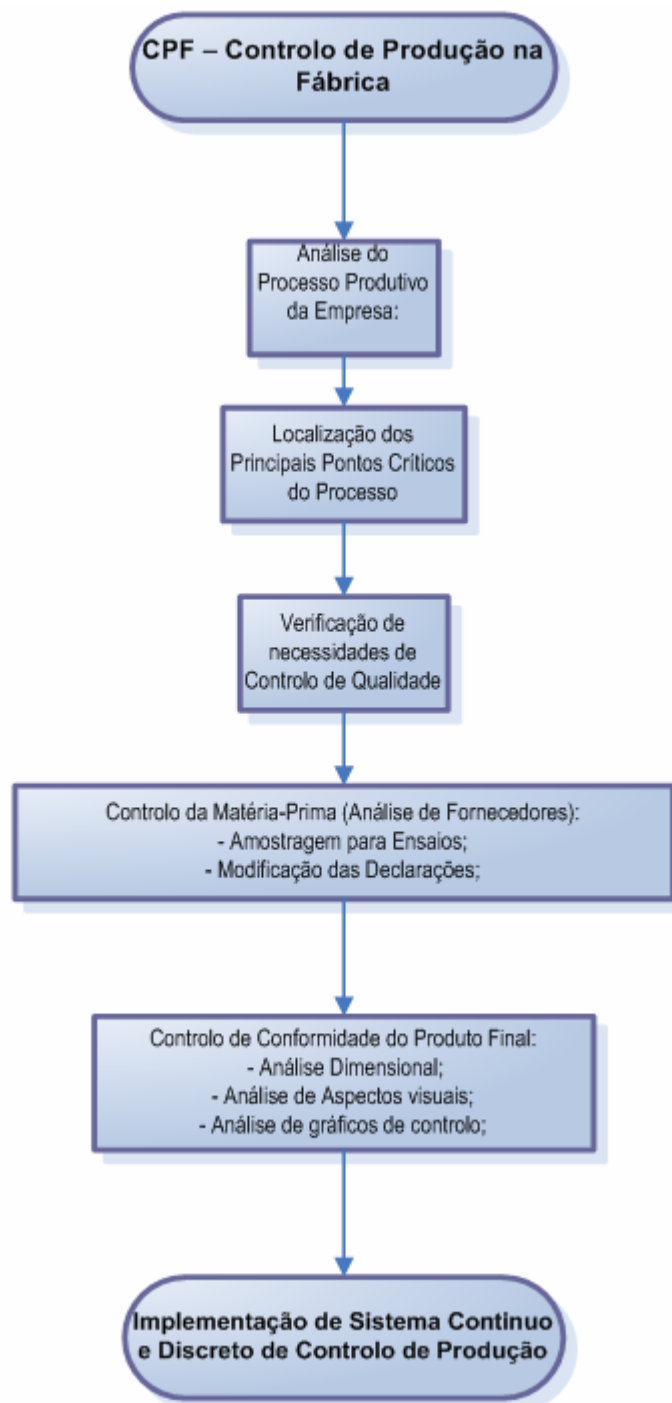


Fig.10 – Esquema ilustrativo do serviço de Implementação e Manutenção

A **figura 11** ilustra as várias fases do processo de “Manutenção”:



Os preços de ambos os serviços ajustam-se consoante o número de pedras e produtos que a empresa transforma.

Uma das vantagens competitivas do serviço está inerente ao facto que, para certos ensaios, nomeadamente para o ensaio de resistência à compressão após ciclo de gelo-degelo, são aplicadas uma série de correlações simples e ferramentas estatísticas as quais se pretendem validar cada vez melhor à medida que são realizados mais ensaios e analisados mais resultados.

Estas correlações simples permitem-nos estimar, por exemplo, um intervalo de valores aceitável para a propriedade mecânica em causa, a qual pode ser obtida num intervalo de tempo muito menor do que os 48 ciclos previstos na norma de ensaios (48 ciclos≈2 meses). Para isso, foram utilizados uma série de valores conhecidos por parte das empresas e comparados com resultados analisados durante o processo de implementação. As ferramentas estatísticas, como a estatística de Weibull, auxiliam-nos na análise da probabilidade de fractura / tipos de defeito que uma determinada rocha possui quando, por exemplo, é comparada com uma pedra de características idênticas. Uma vez mais, deve salientar-se que esta análise não pretende ser estática, mas analisada continuamente sobretudo quando o serviço de manutenção é realizado.

4. Caracterização Físico-Mecânica de Produtos de Pedra Natural para a Construção

4.1. Resistência à Flexão – Carga Centrada e Momento Constante

É um dos métodos considerados mais importantes na caracterização tecnológica de uma pedra natural. Pode ser realizado recorrendo a dois métodos distintos:

- Sob carga centrada (EN 12372)
- Sob momento constante (EN 13161)

Ambos os métodos aconselham a utilização de um número mínimo de 10 provetes obtidos a partir de uma amostragem tão homogênea quanto possível, com acabamento simplesmente serrado, amaciado ou polido. Podem também ser realizados ensaios sobre produtos com outros acabamentos superficiais (flamejado, bujardado). As superfícies com acabamento devem sempre ficar em contacto com os cutelos de apoio (voltadas para baixo).[3]

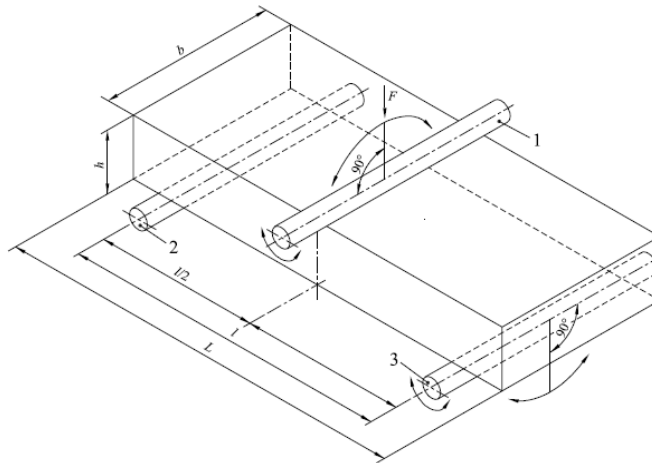


Fig.12 – Posicionamento da amostra num ensaio de determinação da resistência à flexão sob carga centrada

Nos casos em que a rocha possua planos de anisotropia e se for conhecido o plano de utilização (na aplicação), o ensaio deve ser executado com a carga exercida sobre o plano da face que será carregada em obra.

A resistência à flexão exprime-se em N/mm^2 (MPa) e é calculada a partir das seguintes equações:

$$\frac{3F(L_0 - L_i)}{2bh^2} \quad \text{Equação (1)}$$

$$\frac{3F(L_0 - L_i)}{bh^2} \quad \text{Equação (2)}$$

Onde, F é a força de ruptura (N), L_0 e L_i representam as distâncias entre os apoios (mm), b representa a largura (mm) da amostra e h a espessura. [3]

O objectivo da realização de ensaios de determinação de resistência à flexão sob momento constante, utilizando um número elevado de amostras (entre 25 a 30), está relacionado com a utilização de uma ferramenta estatística – estatística de Weibull.

Em pedras naturais do mesmo tipo, é observado um grande número de defeitos distintos tais como fissuras, poros, inclusões, fases secundárias e até efeitos de maquinação/produção do próprio provete. Para estudar a variabilidade da resistência à flexão (em populações idênticas de pedras) foi utilizada a estatística de Weibull que descreve a distribuição da resistência à flexão para materiais frágeis.

A estatística de Weibull tem em conta a teoria do elo mais fraco, segundo a qual a resistência de um determinado corpo envolve todas as probabilidades de sobrevivência de cada um dos elementos de volume individuais. [27]

Utilizando os valores da tensão de ruptura de um grupo de 25/30 provetes e aplicando o método gráfico (ou seja, ajustando os valores da tensão a uma distribuição de Weibull de três parâmetros), estimam-se os parâmetros de Weibull σ_0 = parâmetro de escala e m = parâmetro de forma. O parâmetro m representa o modo como o material fractura, ou seja, a dispersão do tipo de fracturas dentro de determinada população.

Resultados provenientes de amostras que possuam parâmetros de Weibull idênticos podem ser considerados à partida, como amostras com características mecânicas, pelo menos de resistência à flexão, idênticas. Este tipo de análise será discutido à frente.

4.2. Absorção de Água à Pressão Atmosférica

A absorção de água à pressão atmosférica normal e absorção por capilaridade devem ser normalmente determinadas para uma correcta selecção de materiais (embora esta última determinação seja apenas efectuada em rochas com porosidade aberta maior que 1 a 2%) [3]

A água desempenha um papel importante na deterioração dos edifícios que utilizem produtos em pedra natural. Como tal, é de extrema importância a determinação de propriedades que envolvam o transporte de água através dos poros da pedra (absorção de água à pressão atmosférica normal e absorção de água por capilaridade). Os efeitos da água são nefastos não só ao nível da pedra, mas também do betão para onde a água possa ser conduzida se for aplicada uma rocha bastante porosa. Esta situação é particularmente perigosa quando se trata de pedra utilizada no revestimento de fachadas. Se, por exemplo, a pedra (ladrilhos de espessura reduzida) for apenas fixada com o betão através de cimento cola e estes for corroído pela água que atinge o betão através dos poros da pedra, provavelmente ocorrerá a queda de placas devido a falta de poder fixação.

A absorção de água à pressão atmosférica é determinada pelo procedimento descrito na norma NP EN 13755:2005 e a percentagem de água pode ser estimada conhecendo a massa do provete seco e a massa do provete saturado com água, pela equação 3 [28]:

$$\frac{(M_{Sat} - M_S)}{M_S} * 100\% \quad \text{Equação (3)}$$

M_S – Massa do provete seco

M_{Sat} – Massa do provete saturado

4.3. Densidade Aparente e Porosidade Aberta

A densidade aparente de uma dada pedra natural é o quociente entre a massa do provete seco e o seu volume aparente (volume limitado pela superfície externa do provete, incluindo os vazios). A porosidade aberta (ou aparente) é o quociente, percentual, entre o volume dos poros abertos e o volume aparente do provete.

Dado que a densidade aparente é o parâmetro que relaciona a porosidade aberta de uma dada pedra natural com a sua absorção de água, estas três características podem ser determinadas em simultâneo. No entanto, o procedimento descrito na norma EN 1936: 1999 regulamenta que a densidade e a porosidade aparentes devem ser determinadas sob vácuo. Neste trabalho tal não foi possível uma vez que não possuíamos recipientes apropriados para a realização de vácuo.

A densidade aparente (Kg/m^3) pode ser estimada através da equação 4 [3, 18]:

$$\left(\frac{M_S}{(M_{Sat} - M_I)} \right) * d_{H_2O} \quad (\text{kg/m}^3) \quad \text{Equação (4)}$$

d_{H_2O} = densidade da água a 20°C (igual a 998 Kg/m^3);

M_S = massa do provete seco (Kg);

M_{Sat} = massa do provete saturado (Kg);

M_I = representa a massa do provete imerso (Kg);

A porosidade aberta (%) pode ser estimada pela equação 5 [3,18]:

$$\frac{M_{Sat} - M_S}{M_{Sat} - M_I} * 100(\%) \quad \text{Equação (5)}$$

4.4. Absorção de água por Capilaridade

O preenchimento, com água, dos espaços intersticiais, poros ou canais existentes nas rochas, como resultado da tensão superficial, é uma característica específica de cada tipo de pedra natural e designa-se por absorção de água por capilaridade. O método de ensaio para determinar o respectivo coeficiente é descrito na norma NP EN 1925:2000, sendo apenas aplicado a pedras naturais cuja porosidade aberta seja $\geq 1\%$.

A estimativa da absorção de água por capilaridade baseia-se na medição do peso dos provetes imerso ao longo de vários intervalos de tempo. Os intervalos de tempo variam consoante estamos a tratar de uma pedra de alta ou baixa absorção. Os resultados são apresentados graficamente ou seja, absorção de água (g) VS Tempo (s).

O coeficiente de absorção de água por capilaridade pode ser estimado pela representação gráfica, através da seguinte equação 6 [3, 19]:

$$\frac{m_i - m_k}{A\sqrt{t_i - t_k}} \quad \text{Equação 6}$$

Onde m_i e m_k são a massa do provete saturado no intervalo i e k (sendo i superior a k), A é área da face imersa em água (m^2) e t_i e t_k são os tempos decorridos desde o início do ensaio até às pesagens.

A análise dos resultados de absorção de água por capilaridade é importante na medida em que permite estabelecer uma relação entre o perfil de absorção de água e a distribuição dos poros – homogénea ou não homogénea. [2, 19]

4.5. Resistência à Compressão

No ensaio de resistência à compressão uniaxial (EN 1926:2006) é a avaliado desempenho dos provetes quando colocados entre dois pratos paralelos e submetidos a uma determinada carga (a velocidade específica). Os cuidados especiais relativos a este ensaio prendem-se com a preparação das amostras, que devem possuir faces lisas, isentas de irregularidades e rectilíneas.

A resistência à compressão uniaxial exprime-se em N/mm^2 (MPa) e é determinada a partir da seguinte equação 7 [3, 29]

$$R_c = \frac{F}{A} \quad \text{Equação 7}$$

Onde F é a Força de ruptura (N) e A é a área da secção transversal (mm^2).

4.6. Resistência ao Gelo

Este ensaio tem como objectivo a avaliação das alterações sofridas por uma pedra natural na sua aparência visual e/ou nas suas características físico-mecânicas, quando submetida a ciclos sucessivos de gelo-degelo. Esta propriedade assume especial importância para situações em que a

pedra vai ser aplicada no exterior e em zonas cujas condições atmosféricas sejam caracterizadas por períodos regulares de temperaturas abaixo dos 0° C. [3, 20]

Este ensaio é regulamentado pela norma EN 12371: 2001 e prevê a execução de ensaios de identificação e tecnológicos.

Nos ensaios de identificação, a avaliação dos efeitos dos ciclos de gelo-degelo é efectuada recorrendo, simultaneamente, a três parâmetros:

- Inspeção Visual – Exame dos provetes, em todas as suas faces, e atribuição de um valor de acordo com a escala indica na norma. Deve ser efectuada inicialmente e, pelo menos, a cada 14 ciclos;
- Determinação do volume aparente – Deve ser determinado pelo menos a cada 14 ciclos, recorrendo à expressão indicada na norma;
- Cálculo de módulo de elasticidade dinâmico – Deve ser calculado pelo menos a cada 28 ciclos, recorrendo à expressão indicada na norma;

Nos ensaios tecnológicos, a avaliação dos efeitos dos ciclos de gelo-degelo é efectuada apenas através da variação (%) (normalmente decréscimo) numa propriedade específica.

O número de ciclos vai depender do tipo de aplicação para a qual o produto se destino, variando entre os 12 e 48. Após a realização dos ciclos é realizado o teste tecnológico (flexão, compressão, ...) e é avaliada a variação no valor da propriedade relativamente a amostras não sujeitas a ciclos de gelo-degelo. De um modo geral, considera-se que a pedra natural não resistiu ao número de ciclos executados, quando se obtêm decréscimos $\geq 20\%$.

Neste trabalho não foi possível a realização de ciclos de gelo-degelo para avaliação do comportamento dos vários tipos de pedras ensaiadas (por falta de equipamento) no entanto, realizaram-se alguns estudos na tentativa de estimar uma correlação válida para o desempenho em causa. Os estudos realizam-se são referenciados à frente no trabalho. [3,20]

4.7. Resistência ao Escorregamento (por intermédio do pêndulo de atrito)

A aderência entre a superfície de um pavimento e o calçado dos pedestres é uma propriedade cuja determinação é importante, pois permite avaliar a segurança que oferece a face vista de um elemento de pedra natural, aplicado num pavimento, a quem sobre ele caminha. A perda de aderência conduz à perda de equilíbrio do pedestre e ao conseqüente aumento do risco de queda.

Este ensaio é regulamentado pela norma EN 14231:2003. Esta norma parte do pressuposto que todos os pavimentos cuja face vista apresente uma rugosidade superficial superior a 1 mm são considerados anti-derrapantes. Neste caso não é necessário realizar o ensaio. Para todos os outros deve ser determinada, em condições secas e húmidas (SRV seco e SRV húmido, respectivamente). O ensaio pode ser realizado no laboratório ou “*in situ*” em pavimentos em uso.

O equipamento utilizado neste ensaio é denominado por pêndulo de atrito e é constituído por um deslizador de borracha normalizada, montado na extremidade do pêndulo e condicionado por uma mola. Quando o pêndulo oscila, a força de atrito entre o deslizador e a superfície de ensaio é medida

através da redução da amplitude da oscilação, utilizando uma escala calibrada para avaliação das características de atrito da superfície ensaiada.

Como regra geral, consideram-se seguros pavimentos horizontais que apresentem um valor SRV superior a 35, quando obtido com o deslizador largo (escala C da figura). [3, 30]

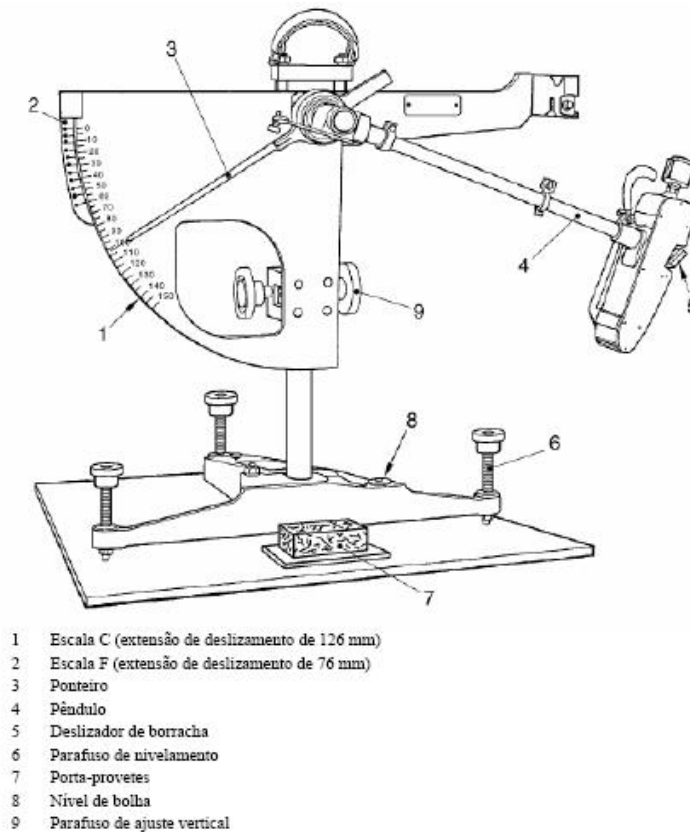


Fig.13 – Posicionamento da amostra num ensaio de determinação da resistência à flexão sob carga centrada

4.8. Resistência à Abrasão

Os elementos em pedra natural utilizados em pavimentos (interiores e exteriores) sofrem, por abrasão, um desgaste variável em função, quer do comportamento da pedra utilizada face a esse tipo de utilização, quer do tipo e intensidade de tráfego a que estão sujeitos.

A norma que regulamenta o ensaio (EN 14157.2004) permite avaliar esta propriedade por três métodos distintos [3,31]:

- Ensaio de desgaste Capon – método de referência;

Neste método de ensaio, a superfície de uma placa de pedra natural é posta em contacto contra a superfície de um disco largo, de aço, por intermédio de uma força constante exercida por um contrapeso. A acção simultânea da rotação do disco e da queda de material abrasivo sobre a zona de contacto placa/disco, durante um intervalo de tempo específico, provoca o aparecimento de uma calote rectangular na superfície da placa, cuja altura corresponde ao valor do desgaste produzido (mm). [3]

- Ensaio de desgaste Böhme;

O ensaio consiste na colocação de um provete (cúbico ou paralelepípedo) na pista de ensaio do disco de desgaste de Böhme, sobre o qual é espalhado abrasivo normalizado. O disco é posto em movimento, à velocidade de (30 ± 1) rotações por minuto, sendo o provete sujeito a uma carga abrasiva de (294 ± 3) N durante 16 ciclos, cada um deles considerando 22 rotações. O decréscimo no volume do provete representa o desgaste por abrasão.

Este método é mais utilizado na Alemanha e não constitui o método de referência para a determinação da resistência à abrasão. [3]

- Ensaio de desgaste Amsler;

Este é o método mais vulgarizado em Portugal, tendo sido realizado durante muitos anos antes do método de Capon se tornar o de referência.

O ensaio é similar ao executado com o disco de desgaste Böhme. Utiliza-se um equipamento denominado tribómetro de Amsler-Laffon, que também consiste num disco munido de uma pista sobre a qual são colocados provetes paralelepípedos, os quais são sujeitos a uma força partilhada de 335 N aplicada em cada um deles. O desgaste do provete é representado pelo decréscimo, em mm, correspondente a um percurso do disco de 200 m.

Tal como no método anterior existem correlações entre estes e o método de Capon. No caso das correlações Amsler – Capon estas serão apresentadas à frente para discussão. [3]

5. Descrição Experimental

Alguns dos métodos ensaios mais importantes foram estudados e realizados com o apoio do Instituto Superior Técnico. Entre outros destacam-se:

5.1. Determinação da Resistência à Flexão – Carga centrada e Momento constante;

Os valores de resistência à flexão são estimados tendo em conta a realização do procedimento de ensaio estabelecido pela a norma EN 12372: 2006.

O procedimento estabelecido é adaptado relativamente ao tipo de material a ensaiar. Todas as alterações efectuadas relativamente às normas de referências foram alvo de estudos prévios (por exemplo: ensaios ou pesquisa bibliográfica) tendo sido por isso validados para possibilitar a realização deste serviço.

Para o ensaio de flexão em três pontos utilizaram-se 5 provetes de cada tipo de pedra com dimensões: 150x50x20 (mm).

Os ensaios de flexão em três pontos foram realizados numa máquina de ensaios mecânicos “Instron – 4302”, utilizando um dispositivo de flexão e uma célula de carga de 10kN.

O ensaio foi realizado com uma velocidade de 2mm/min e um espaçamento entre os apoios inferiores de 120 mm.

No final é avaliada a carga de ruptura do provete, sendo o resultado final apresentado em forma de resistência mecânica à flexão (valores em tensão - MPa). [17]

Para completar este estudo, foram igualmente realizados os seguintes ensaios:

Ensaio de flexão em quatro pontos ("momento constante") com base no descrito pela norma EN 13161: 2001 / AC: 2002.

Estes ensaios foram realizados utilizando um número elevado de provetes (entre 25 e 30 provetes – de dimensões 150x30x20 (mm)) com vista à utilização de uma ferramenta estatística (estatística de Weibull) que permite analisar o resultado da ruptura tendo em conta a teoria do "elo mais fraco".





Fig. 14, 15, 16 e 17 – Máquina de ensaios mecânicos “Instron – 4302 e provetes de ensaio de vários tipos de pedra

5.2. Determinação da Absorção de Água à Pressão Atmosférica;

A absorção de água à pressão atmosférica (%) foi determinada segundo o procedimento definido na norma NP EN 13755:2005. [28, 31]

As amostras devem ser secas em estufa até que o peso se apresente constante (no mínimo 6 amostras). Cada amostra é pesada e colocada num recipiente de imersão, sobre suportes não oxidáveis e não absorvente. A água corrente é adicionada em três fases: a primeira até metade da altura dos provetes, a segunda até $\frac{3}{4}$ da altura dos provetes (ao fim de 60 minutos) e a terceira até que a água fique a 2,5 cm acima do topo dos provetes.

Aguarda-se o tempo necessário para que os provetes atinjam a massa constante de saturação, o que normalmente acontece a fim de 72 horas de imersão (para a maioria das pedras portuguesas).

Considera-se que a massa constante foi atingida quando, para cada provete, a diferença entre duas pesagens sucessivas não for superior a 0,1% da primeira das duas massas. Imediatamente antes de se proceder à pesagem dos provetes saturados, as superfícies devem ser limpas com um pano húmido.

5.3. Determinação da Densidade Aparente e Porosidade Aberta;

Os valores de Absorção de densidade aparente e porosidade aberta são estimados tendo em conta o procedimento de ensaio estabelecido pela a norma EN 1936: 1999.

O procedimento estabelecido é adaptado relativamente ao tipo de material a ensaiar. Todas as alterações efectuadas relativamente às normas de referências foram alvo de estudos prévios (por exemplo ensaios ou pesquisa bibliográfica) tendo sido por isso validados para possibilitar a realização deste serviço.

Os provetes utilizados neste ensaio possuem as seguintes dimensões: 150x30x20 (mm).

Para a determinação da densidade aparente pesaram-se e mediram-se 5 provetes secos (previamente a 70°C em estufa).

Pesou-se cada um dos 5 provetes imersos em água. Por fim procedeu-se a saturação dos provetes em água e pesaram-se os provetes saturados.

O tempo de permanência na água para saturação dos provetes é estimado de tal forma a que a diferença de massas entre duas medições sucessivas seja menor que 0,1%. [18]

Neste ensaio a saturação dos provetes deveria ser realizada sob vácuo mas devido a falta de equipamento foi apenas realizada a saturação à pressão atmosférica normal (tal como no ensaio de absorção de água).





Fig. 18,19,20 – Saturação de provetes, balança para medição com imersão e provetes de vários tipos de pedra.

A densidade aparente é calculada pela fórmula:

Para a determinação da porosidade aberta (%) pesaram-se e mediram-se 5 provetes secos (previamente a 70°C em estufa).

Pesou-se cada um dos 5 provetes imersos em água. Por fim, pesou-se cada um dos provetes saturados em água. Após os provetes serem retirados da água, as gotas remanescentes foram absorvidas levemente com um pano húmido.

O tempo de permanência na água para saturação dos provetes é estimado de tal forma a que a diferença de massas entre duas medições sucessivas seja menos que 0,1%. [18]

5.4. Determinação da Absorção de Água por Capilaridade:

A determinação da absorção de água por capilaridade é realizada tendo em conta a consulta da norma EN 1925:1999 e NP EN 1925:2000.

Para determinar a absorção de água por capilaridade pesaram-se 5 provetes secos polidos com dimensões: 30x50x150 (mm), calculou-se a área da base dos provetes (média) arredondada a 0,1 mm.

Emergiram-se os provetes em água até que estes ficassem com uma altura de água de aproximadamente 3 ± 1 mm;

Deu-se início á contagem do tempo. Os provetes foram sendo pesados conforme os intervalos de tempo referidos abaixo. As gotas removeram-se com um pano húmido e o valor obtido da pesagem foi arredondado a 0,01 g. [19]

Intervalos para pesagem:

- Pedras de alta absorção – 1min + 3 min + 5 min + 10 min + 15 min + 30 min + 60 min;
- Pedras de baixa Absorção – 30 min + 60 min + 180 min (3 horas) + 480 min (8 horas) + 1440 min (24 horas) + 2880 min (48 horas) + 4320 min [19]

Representou-se graficamente, como ilustrado a baixo, a massa de água absorvida por área do provete imerso (g/m^2) vs Raiz quadrada do tempo ($\text{s}^{0.5}$) [19]

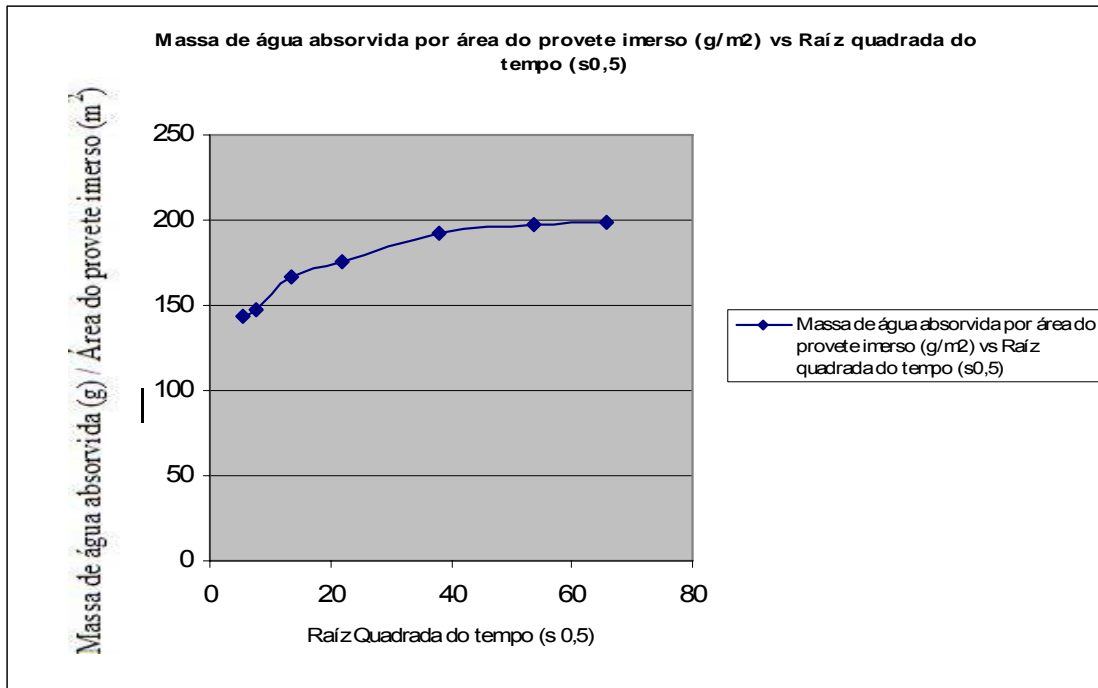


Fig. 21 – Representação gráfica da massa de água absorvida por área do provete imerso (g/m²) vs. Raiz quadrada do tempo (s^{0,5})

5.5 Determinação da Resistência à Compressão

Realizaram-se ensaios de compressão a 10 provetes paralelepípedicos, de dimensão mais reduzida (5x5x5 cm) que a referida na respectiva norma de ensaio, a fim de serem possíveis de realizar nos equipamentos disponíveis. Os ensaios foram realizados numa máquina de ensaios mecânicos "Instron 8502" a qual utiliza uma célula de carga de 500kN.

A velocidade de ensaio utilizada foi de 5mm/min. No final é avaliada a carga de ruptura do provete (KN), sendo o resultado final apresentado em forma de resistência mecânica à compressão (valores em tensão - MPa).



Fig. 22 – Máquina de ensaios mecânicos "Instron 8502" utilizada para a determinação da resistência à compressão

5.6. Determinação da Resistência ao Escorregamento

Os valores de resistência ao escorregamento foram estimados tendo em conta o procedimento de ensaio estabelecido pela norma EN 14231: 2006.

Para a realização deste ensaio é utilizado um pêndulo britânico - Mastrad Skid Tester S885.

O ensaio é realizado em três ladrilhos modulares (de dimensões 300x300x20 mm) que possuem os diversos tipo de acabamento realizados pela empresa.

Primeiro é encontrado/ajustado o zero da escala do pêndulo, após este ajustamento é controlada a altura do pêndulo de modo a que, quando vista de frente, a borracha atravesse toda a amostra.



Fig. 23 – Pêndulo britânico - Mastrad Skid Tester S885

Procedimento (Seco):

O braço que se encontra preso é solto, a borracha atinge a superfície da amostra e o braço é recolhido antes que a borracha toque novamente na amostra. Recolhe-se o valor lido na escala C. O braço volta a ser preso na posição inicial, impedindo a borracha de tocar na superfície até novo ensaio.

Com a mesma orientação da amostra realizam-se cinco medidas sucessivas (lê-se na escala C) até que estas não difiram mais do que três unidades.

A amostra é depois virada 180° da posição inicial e realizam-se novas medições até que cinco sucessivas não difiram igualmente mais de três unidades.

O resultado final é expresso em SRV - Skid Resistance Value (Valor de resistência ao escorregamento).

Repete-se o mesmo procedimento noutras amostras. [30]

Procedimento (Húmido):

As amostras são previamente colocadas dentro de água a $(20\pm 5)^\circ\text{C}$ por um período mínimo de duas horas.

Antes de cada ensaio com o pêndulo a amostra deve ser borrifada com água.

Repetem-se os cinco ensaios sucessivos até ser conseguida atingir uma diferença de três valores entre as medições.

Roda-se a amostra 180° e repetem-se as condições e o número de ensaios.

Repete-se o mesmo procedimento noutras amostras. [30]

6. Controlo de Produção em Fábrica

Segundo a directiva 89/106/CE o controlo de produção na fábrica significa um controlo interno permanente da produção efectuado pelo fabricante.

Todos os elementos, requisitos e disposições adoptados pelo fabricante deverão ser sistematicamente documentados sob a forma de normas e procedimentos escritos. Essa documentação do sistema de controlo de produção deve assegurar a compreensão comum das garantias de qualidade e permitir verificar a obtenção das características exigidas do produto e a funcionalidade efectiva do sistema de controlo de produção. [3]

O controlo de produção de um produto final deve incidir sobre:

6.1 Controlo das matérias-primas (Propriedades Físico - Mecânicas)

Os ensaios de tipo iniciais de um produto em pedra natural, devem ser realizados quando:

- A respectiva norma de produto é aplicada pela primeira vez ou no início da produção de um novo tipo de pedra;
- Quando ocorram alterações significativas da matéria-prima, verificadas visualmente, ou modificações verificadas no CPF;
- Se não ocorrerem alterações deve ser aplicada a frequência de ensaios referida em cada norma de produto;

6.2 Controlo dos equipamentos (Planos de calibração e manutenção);

6.3 Controlo do produto final (Dimensional e Aspecto Visual);

O controlo Dimensional e Visual do produto final devem ser realizados por cada lote produzido. Sendo que, o volume ou quantidade de um lote de produção devem ser determinados pelo produtor tendo em consideração a quantidade diária produzida e o número de remessas referentes a essa quantidade (de um determinado produto)

Por exemplo, no caso dos ladrilhos modulares as características geométricas habitualmente verificadas e os desvios estipulados pela norma de produto (tabela 3) são:

- O comprimento l , a largura b e a espessura d (ou a altura h para os chamados “elementos dimensionados”), preferencialmente em milímetros;
- O desempenamento (planeza) das faces;
- A esquadria (rectangularidade). [13]

As tolerâncias nas **dimensões, planeza e esquadria** devem ser as mencionadas na tabela 3. A tabela 3 não se aplica a ladrilhos modulares com faces naturais clivadas/rachadas, para os quais as tolerâncias nas dimensões, planeza e esquadria devem ser declaradas pelo produtor.

Tabela 3 – Tolerâncias para as dimensões e para a forma

Propriedade		Tolerâncias para as dimensões e para a forma	
		Ladrilhos não calibrados	Ladrilhos calibrados ^a
Dimensões	<i>l, b</i>	± 1 mm	± 0,5 mm
	<i>d</i>	± 1,5 mm	± 0,5 mm
Planeza (apenas para superfícies amaciadas e polidas)		0,15 %	0,10 %
Esquadria		0,15 %	0,10 %

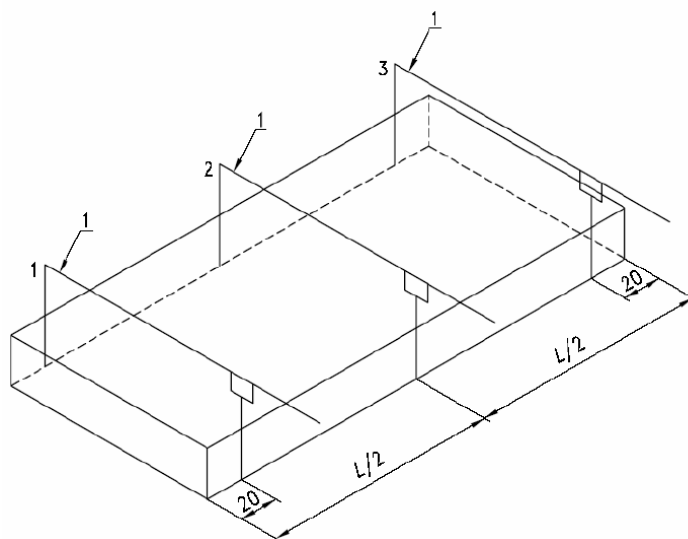
^a Ladrilhos calibrados indicam um produto submetido a acabamento mecânico específico a fim de obter dimensões mais precisas; são adequados para serem aplicados por intermédio de camadas finas de argamassas ou colas.

Em relação aos equipamentos de medição de comprimento, largura e espessura – Ladrilhos e Placas, devem utilizar-se:

- **Paquímetros** com exactidão de $1/20 \text{ mm} = 0,05 \text{ mm}$ e com uma gama de medida pelo menos igual ao tamanho de elemento a ser medido (até $1000 \text{ mm} = 1\text{m}$);

Procedimento de Medição:

Fig. 24 - Esquema de medição da largura em 3 sectores

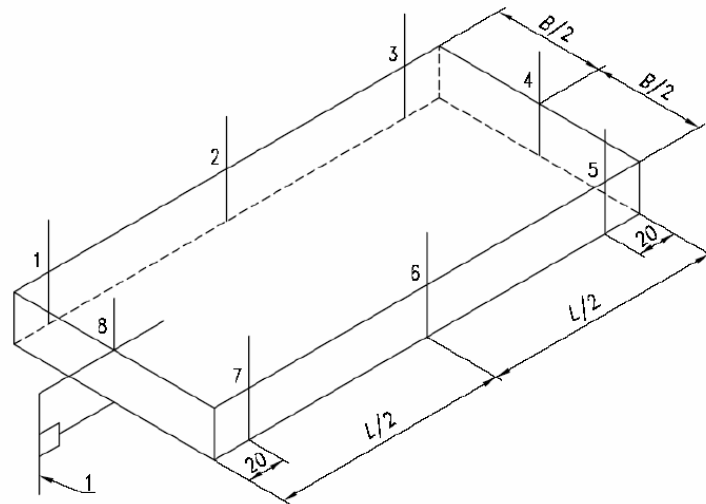


Legenda:

- 1 - Paquímetro
- L - Comprimento

- Todas as medidas deve ser arredondadas à décima de milímetro.
- Para o comprimento e largura, devem ser efectuadas 3 medições por face.
- Para a espessura as medições devem ser efectuadas em 8 locais.

Fig. 25 - Esquema de medição da espessura em 8 sectores



Legenda:

1 - Paquímetro

L – Comprimento de Elemento

B – Largura do elemento

Para a verificação dos desvios à planeza devem utilizar-se:

- **Réguas Metálicas** de secção rectangular com comprimento pelo menos igual ao do elemento a ser medido (máximo 1500mm =1,5m);
- **Conjuntos de apalpa folgas** com exactidão de $1/20 \text{ mm} = 0,05 \text{ mm}$ (para um ladrilho de tamanho mínimo de 200 mm=20cm);

Procedimento de Medição:

- Colocar a régua metálica sobre a superfície;
- Passar o apalpa folgas na superfície do ladrilho;
- Testar em 8 locais diferentes do ladrilho ou placa;

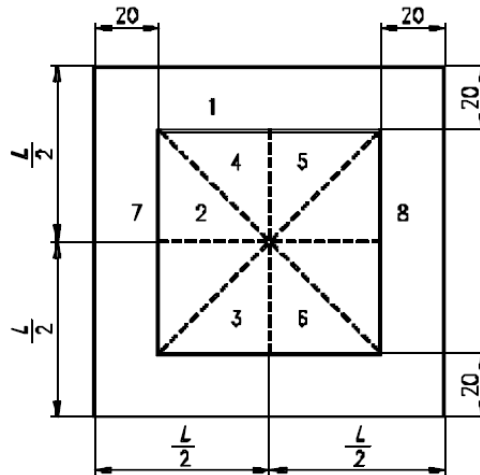


Fig. 26 - Esquema das posições para a medição do desvio da planeza

Para a verificação dos desvios à rectangularidade/esquadria das faces lisas dos produtos, devem utilizar-se:

- Goniómetros (medidor de ângulos) com comprimento maior ou igual a 500mm = 50 cm e com exactidão de 0,1°.

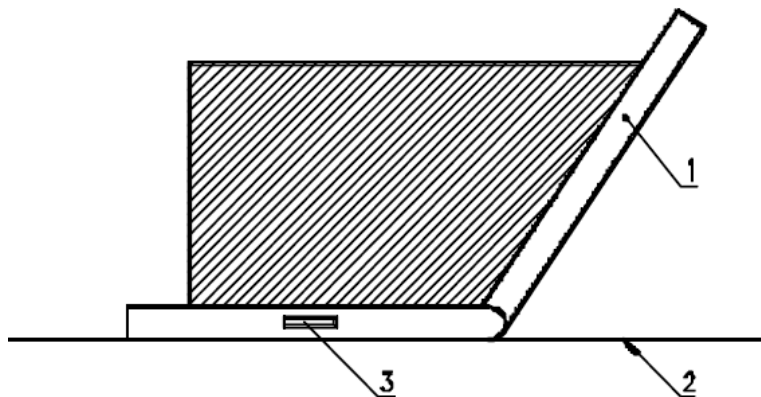


Fig. 27 - Esquema da medição dos desvios à rectangularidade.

Procedimento de Medição:

- O elemento a verificar é colocado sobre uma superfície de referência;
- O ângulo é medido com aproximação a uma casa decimal;
- Repete-se em dois cantos opostos;

O aspecto visual (padrão ornamental) de um dado tipo de pedra pode oscilar, dentro de determinados limites ou, mesmo, dar lugar a variedades diferentes da mesma pedra. Para além disso, é ainda comum constatar-se e admitir-se uma certa variabilidade nas propriedades físicas, mecânicas e químicas dos materiais de idêntica natureza de pedreira para pedreira e, até, frequentemente, dentro de muitas das melhores pedreiras. [1, 5]

O aspecto visual das pedras naturais é utilizado com muita frequência para diferenciar classes de produtos a que vão corresponder preços diferentes, deixando muitas vezes de lado o facto de que muitas dessas pedras podem ter propriedades físico-químicas diferentes. [1, 5]

Para um controlo eficaz do aspecto visual devem ser consideradas amostras de referência. A amostra deve ser constituída por um número de elementos de pedra natural de dimensões suficientes para indicarem o aspecto do produto final.

A área da respectiva superfície deve ser de, pelo menos, $0,01 \text{ m}^2$ (normalmente a face vista deve estar compreendida entre $0,01 \text{ m}^2$ e $0,25 \text{ m}^2$, mas pode ser maior) e deve indicar a aparência aproximada do produto no que respeita à cor, ao venado, à textura e ao acabamento superficial.

Em particular, a amostra de referência deve mostrar características específicas da pedra, tais como, orifícios no caso do travertino, pequenas cavidades no caso dos mármore, fissuras consolidadas por matéria cristalina, manchas, veios cristalinos e manchas ferruginosas. Deve igualmente ser tido em consideração que algumas destas variações (variações de tonalidade e de grão, veios e agregados cristalinos, venados, pontuações, poros e pequenas cavidades, etc.) são intrínsecas a determinados tipos litológicos, pelo que não podem constituir, *a priori*, motivo de rejeição [1, 5]

A amostra de referência não implica que se verifique uma total identidade entre a amostra propriamente dita e o material fornecido; podem sempre ocorrer variações naturais.

Se o processamento da pedra envolver a utilização de produtos de reconstituição superficial, de preenchimento ou produtos similares para colmatação de orifícios, falhas ou fracturas naturais e similares, então a amostra de referência deve evidenciar, de igual modo, o impacto dos mesmos nas superfícies acabadas.

Todas as características evidenciadas pela amostra de referência devem ser consideradas como típicas e não consideradas como defeitos e, por isso, não devem ser utilizadas como motivo para rejeição do material a não ser que a respectiva frequência seja excessiva e se perca o aspecto típico da pedra.

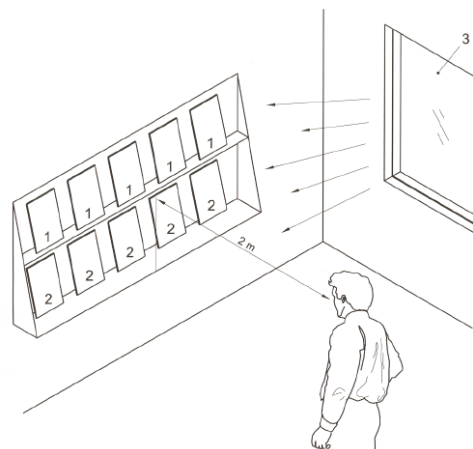


Fig. 28 – Comparação de padrões ornamentais com amostras de referência. [13]

Perante a obrigatoriedade de satisfazer o controlo de produção, a Assimagra e a equipa técnica elaboraram um sistema de controlo de produção para auxiliar os industriais. (Ver ponto 3 – “O serviço desenvolvido”)

São fornecidos vários documentos (folhas para registos de espessura, comprimento, planeza, rectangularidade e controlo visual de amostras) a quem apenas adjudica o serviço “Implementação” e que serão para essas empresas uma boa ferramenta para iniciarem o trabalho de controlo de produção em fábrica.

7. Resultados Experimentais

7.1 Calcários

Tipo de Pedra	Nome da Pedra	Propriedades físico - mecânicas											
		Tensão (MPa)	DP (MPa)	m (Weibull)	σ_0 (MPa)	Tensão (MPa) - carga centrada	DP (MPa)	Densidade Aparente (kg/m ³)	DP (MPa)	Porosidade Aberta (%)	DP (MPa)	Abs. de água à P. Atm (%)	DP (MPa)
Calcário	Moleanos C - 1	8,2	0,8	11,8	8,5	9,9	0,5	2339	30	10,9	0,2	4,7	0,1
	Moleanos C - 15	13,9	0,6	27,5	14,1	12,6	2,0	2357	7	6,9	0,2	2,9	0,1
	Moleanos C - 20	13,0	2,1	7,3	13,9	9,7	4,6	2555	7	2,6	0,1	1,0	0,05
	Moleanos C - 29	9,4	1,0	11,3	9,9	10,0	1,3	2395	23	5,7	0,4	2,4	0,2
	Lioz C - 2	14,8	1,6	10,9	15,5	19,4	1,4	2693	8	0,34	0,05	0,13	0,02
	Lioz C - 22	11,8	1,3	10,7	12,3	12,7	1,8	2686	3	0,32	0,05	0,12	0,02
	Lioz C - 24	13,2	2,2	6,55	14,2	17,1	1,7	2698	1	0,15	0,02	0,06	0,01
	Lioz C - 28	12,0	1,4	10,3	12,6	13,6	1,3	2680	2	0,4	0,1	0,13	0,06
	Azul Valverde C -42	11,4	3,7	5,6	13,4	19,3	1,6	2690	1	0,43	0,04	0,16	0,01
	Azul Valverde C - 39	15,9	2,1	8,8	16,8	13,0	1,5	2632	4	1,0	0,1	0,36	0,02
	Azul Valverde C - 32	12,5	2,7	9,3	13,7	12,7	1,3	2612	8	1,3	0,1	0,5	0,05
	Azul Valverde C - 13	14,9	2,0	8,7	15,7	13,4	1,0	2609	1	1,51	0,04	0,58	0,02

Tabela 4 – Resultados da caracterização de três populações de Calcários

Comparando as três populações distintas de calcários, com iguais acabamentos superficiais e controlo de paralelismo, verifica-se que: Nas quatro amostras de Moleanos, são observados valores muito distintos para o módulo de Weibull 27,5 e 7,3. O ajuste dos valores da tensão (momento constante) a uma distribuição de Weibull (3 parâmetros), para as amostras C-15 e C-20, através do método gráfico pode ser observado nas figuras a baixo.

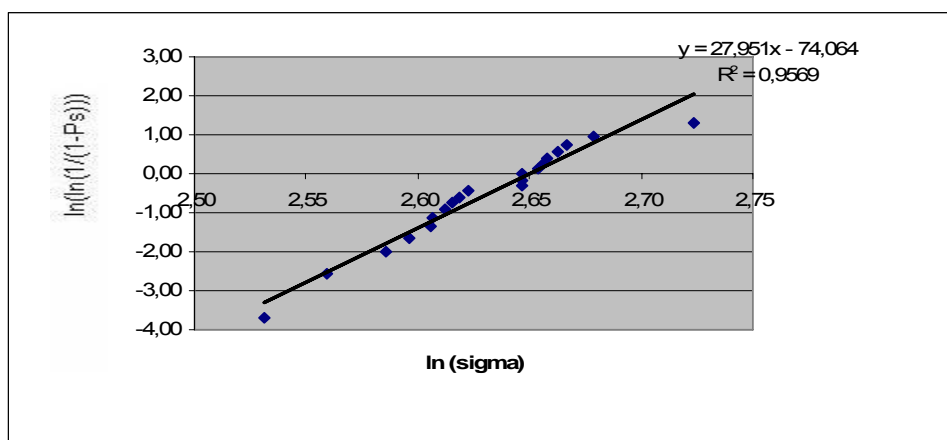


Fig. 29 – Ajuste da tensão a uma distribuição de Weibull, amostra C-15 (Moleanos)

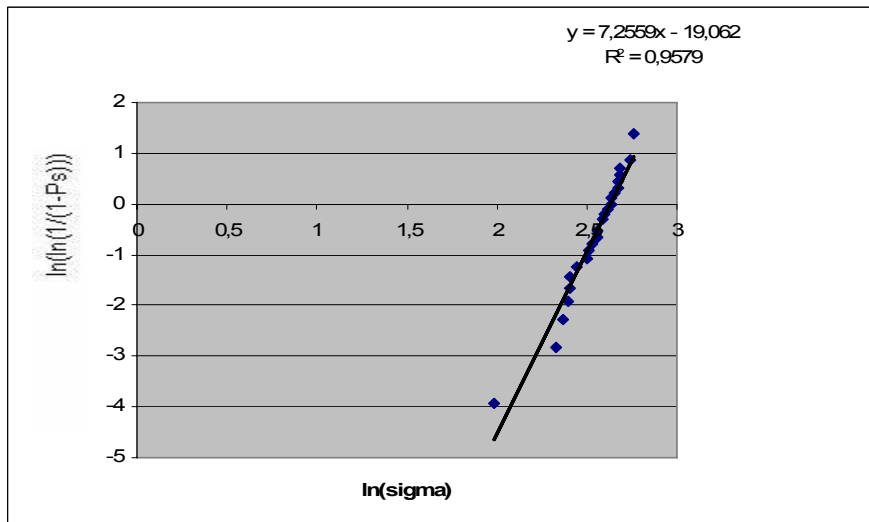


Fig. 30 – Ajuste da tensão a uma distribuição de Weibull, amostra C-20 (Moleanos)

Essa diferença é reflectida no valor médio da resistência à flexão com carga centrada (MPa) – 12,6 e 9,7 (MPa).

O Moleanos é um tipo de pedra que apresenta variações significativas, quando comparado com os outros dois calcários, em termos de porosidades – 2,6 a 10,9 (%), absorção de água – 1,0 a 4,7 (%) e resistência à flexão com momento constante – 8,2 a 13,9 (MPa).

Nas quatro amostras de Lioz, os módulos de Weibull variam entre 6,5 e 10,9. O ajuste dos valores da tensão (momento constante) a uma distribuição de Weibull (3 parâmetros), para as amostras C-2 e C-24, através do método gráfico pode ser observado nas figuras a baixo.

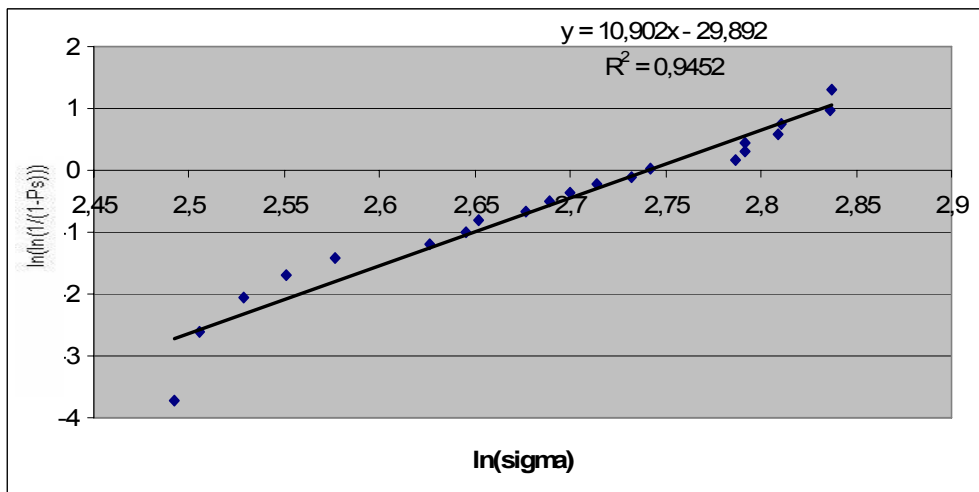


Fig. 31 – Ajuste da tensão a uma distribuição de Weibull, amostra C-2 (Lioz)

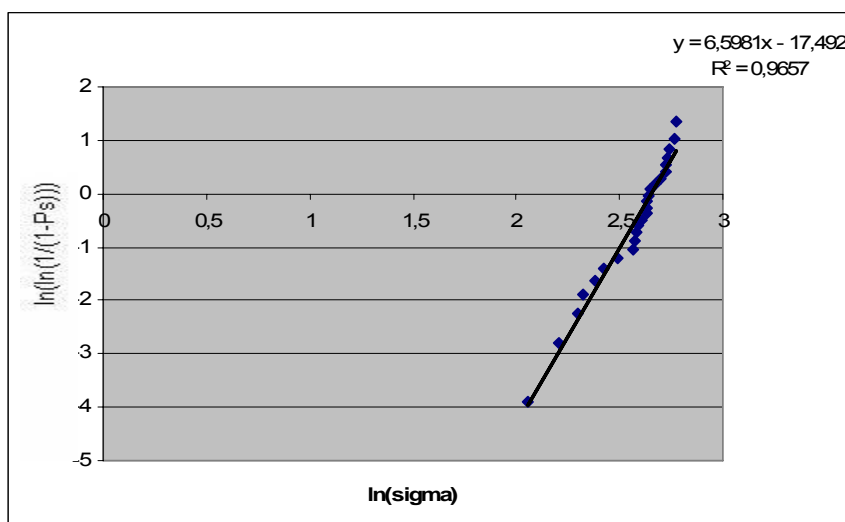


Fig. 32 – Ajuste da tensão a uma distribuição de Weibull, amostra C-24 (Lioz)

O Lioz é um calcário que apresenta menores variações que o Moleanos relativamente a: Porosidade aberta - 0,15 a 0,4 (%), absorção de água - 0,06 a 0,13 (%) e resistência à flexão com momento constante - 11,8 a 14,8 (MPa).

Nas quatro amostras de Azul Valverde, os módulos de Weibull variam entre 5,6 e 9,3. O ajuste dos valores da tensão (momento constante) a uma distribuição de Weibull (3 parâmetros), para as amostras C-42 e C-32 através do método gráfico, pode ser observado nas figuras a baixo.

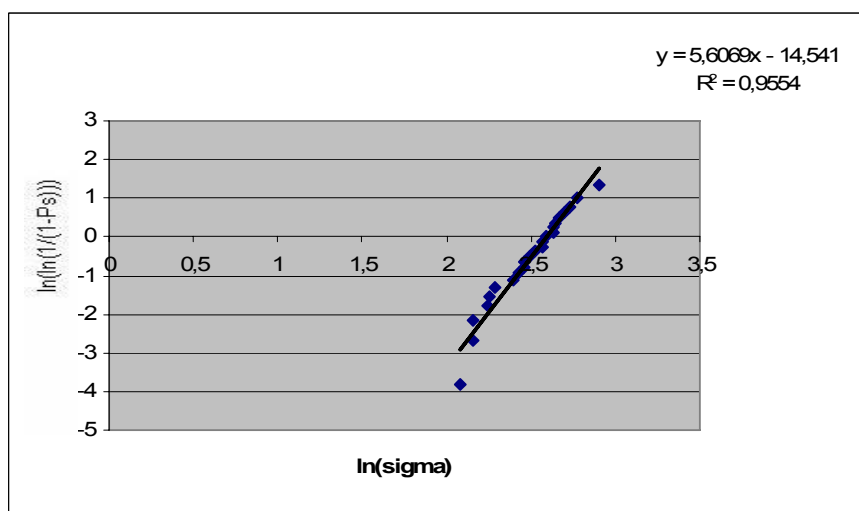


Fig. 33 – Ajuste da tensão a uma distribuição de Weibull, amostra C-42 (Azul Valverde)

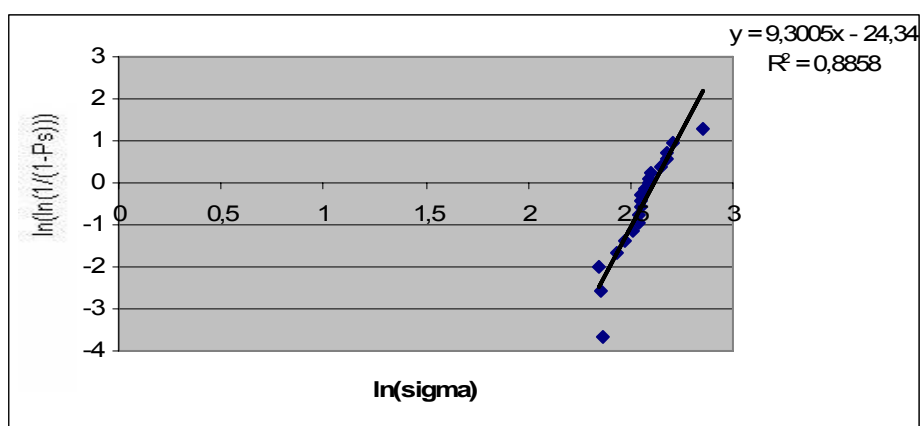


Fig. 34 – Ajuste da tensão a uma distribuição de Weibull, amostra C-32 (Azul Valverde)

O Azul Valverde é um calcário que também apresenta menores variações que o Moleanos relativamente a: porosidade aberta – 0,43 a 1,51 (%) e resistência à flexão com carga centrada – 11,4 a 15,9 (MPa).

Comparando as três populações distintas de calcários, com iguais acabamentos superficiais e controlo de paralelismo, verifica-se uma curiosidade: Nas três populações de calcários, ao valor mais baixo do módulo de Weibull (m) corresponde sempre o valor mais baixo de absorção de água à pressão atmosférica.

7.2 Mármore

Tipo de Pedra	Nome da Pedra	Propriedades físico - mecânicas											
		Tensão (MPa)	DP (MPa)	m (Weibull)	σ_0 (MPa)	Tensão (MPa) - carga centrada	DP (MPa)	Densidade Aparente (kg/m ³)	DP (MPa)	Porosidade Aberta (%)	DP (MPa)	Abs. de água à P. Atm (%)	DP (MPa)
Mármore	Estremoz M-2	13,8	0,7	23,7	14,1	16,8	0,8	2687	2	0,32	0,08	0,12	0,03
	Estremoz M-4	12,4	1,6	8,8	13,1	15,8	1,8	2711	3	0,15	0,01	0,060	0,005
	Estremoz M- 11	19,3	0,9	25,3	19,7	21,5	0,7	2703	1	0,2	0,02	0,072	0,004
	Estremoz M-13	14,8	2,1	8,3	15,7	16,2	1,2	2705	1	0,18	0,02	0,07	0,01
	Ruivina M-1	10,5	0,8	14,9	11,0	13,5	1,6	2673	12	0,19	0,01	0,07	0,01
	Ruivina M- 5	9,6	1,2	9,4	10,1	10,4	1,5	2699	3	0,34	0,05	0,13	0,02
	Ruivina M- 7	14,8	1,6	10,4	15,6	16,5	1,0	2702	2	0,27	0,04	0,10	0,01
	Ruivina M-12	22,7	2,2	12,1	23,7	20,6	1,7	2709	2	0,16	0,01	0,06	0,005

Tabela 5 – Resultados da caracterização de duas populações de Mármore

Comparando duas populações distintas de mármore com iguais acabamentos superficiais e controlo de paralelismo, verifica-se que:

Todas as quatro amostras de Estremoz são bastante homogêneas entre si relativamente à porosidade aberta e absorção de água.

Os módulos de Weibull contudo, já revelam diferenças elevadas – 25,3 e 8,3. Especialmente entre as amostras M-13 e M-11/M-2. O ajuste dos valores da tensão (momento constante) a uma distribuição de Weibull (3 parâmetros), para as amostras M-13 e M-11 através do método gráfico, pode ser observado nas figuras a baixo.

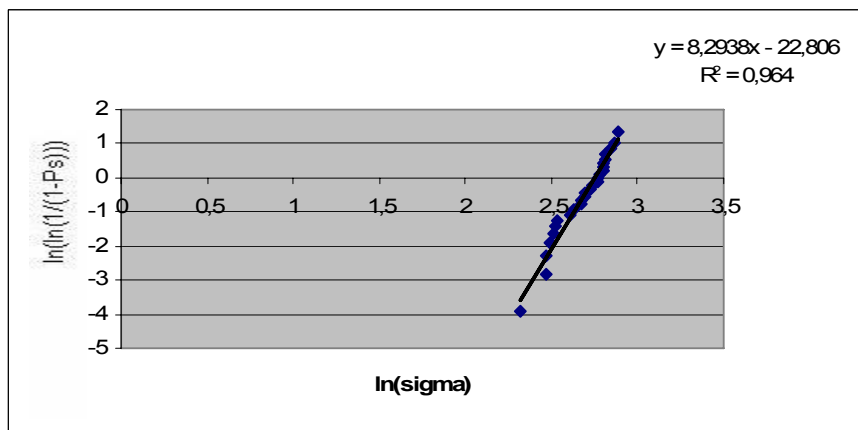


Fig. 35 – Ajuste da tensão a uma distribuição de Weibull, amostra M-13 (Estremoz)

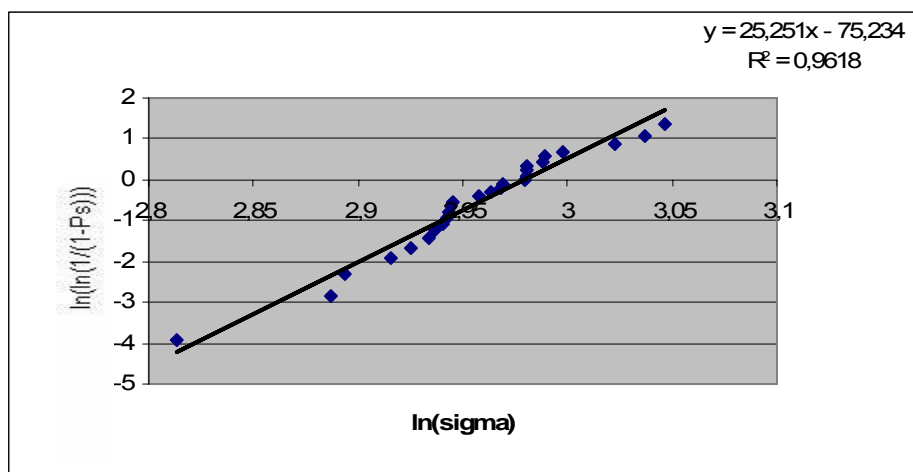


Fig. 36 – Ajuste da tensão a uma distribuição de Weibull, amostra M-11 (Estremoz)

A diferença entre os módulos de Weibull das amostras M-11 e M-13 reflecte-se no valor da resistência à flexão com carga centrada – 21,5 e 16,2 (MPa).

As quatro amostras de Ruivina apresentam valores de porosidade (%) e absorção de água (%) baixos e semelhantes aos observados no Estremoz.

Os módulos de Weibull variam entre – 9,4 e 10,9 nas amostras M-5 e M-1, respectivamente.

O ajuste dos valores da tensão (momento constante) a uma distribuição de Weibull (3 parâmetros), para as amostras M-5 e M-1 através do método gráfico, pode ser observado nas figuras a baixo.

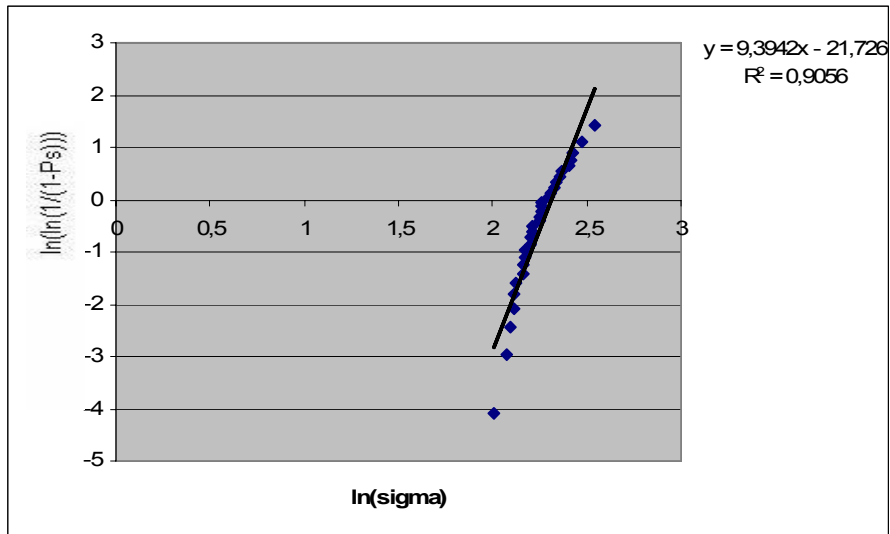


Fig. 37 – Ajuste da tensão a uma distribuição de Weibull, amostra M-5 (Ruivina)

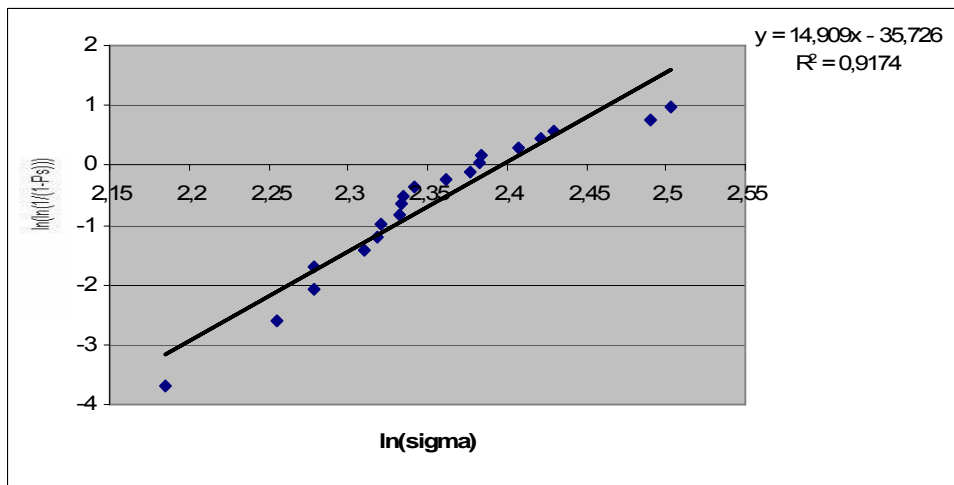


Fig. 38 – Ajuste da tensão a uma distribuição de Weibull, amostra M-1 (Ruivina)

7.3 Granitos

Tipo de Pedra	Nome da Pedra	Propriedades físico - mecânicas											
		Tensão (MPa)	DP (MPa)	m (Weibull)	σ_0 (MPa)	Tensão (MPa) - carga centrada	DP (MPa)	Densidade Aparente (kg/m ³)	DP (MPa)	Porosidade Aberta (%)	DP (MPa)	Abs. de água à P. Atm (%)	DP (MPa)
Granitos	Pedras Salgadas G-1	13,9	0,7	25,2	14,2	17,5	0,3	2606	3	0,51	0,03	0,19	0,01
	Pedras Salgadas G-7	13,6	0,7	24,0	13,9	16,1	0,9	2603	3	0,61	0,08	0,24	0,02
	Pedras Salgadas G-11	13,0	0,6	26,8	13,3	16,3	0,6	2620	2	0,46	0,05	0,18	0,02
	Amarelo Vila Real G-3	7,4	0,7	11,8	7,7	12	1,4	2596	15	1,2	0,1	0,45	0,04
	Amarelo Vila Real G-13	4,9	1,5	3,1	5,5	6,7	0,3	2570	7	1,74	0,02	0,68	0,01
	Amarelo Vila Real G-18	4,5	0,7	6,9	4,9	5,9	0,5	2518	25	2,5	1,1	0,70	0,46

Tabela 6 – Resultados da caracterização de duas populações de Granitos

Comparando 2 populações distintas de granitos verifica-se que:

Nas três amostras de Pedras Salgadas observam-se valores mais baixos de porosidade – 0,46 a 0,61 (%) do que nas 3 amostras do granito Amarelo Vila Real – 1,2 a 2,5 (%).

O granito Pedras Salgadas é mais homogêneo, relativamente à resistência à flexão sob momento constante, quando comparado com o Amarelo Vila Real.

No granito pedras salgadas o módulo de Weibull varia entre 24,0 e 26,8 para as amostras G-7 e G-11, respectivamente.

O ajuste dos valores da tensão (momento constante) a uma distribuição de Weibull (3 parâmetros), para as amostras G-7 e G -11 através do método gráfico, pode ser observado nas figuras a baixo.

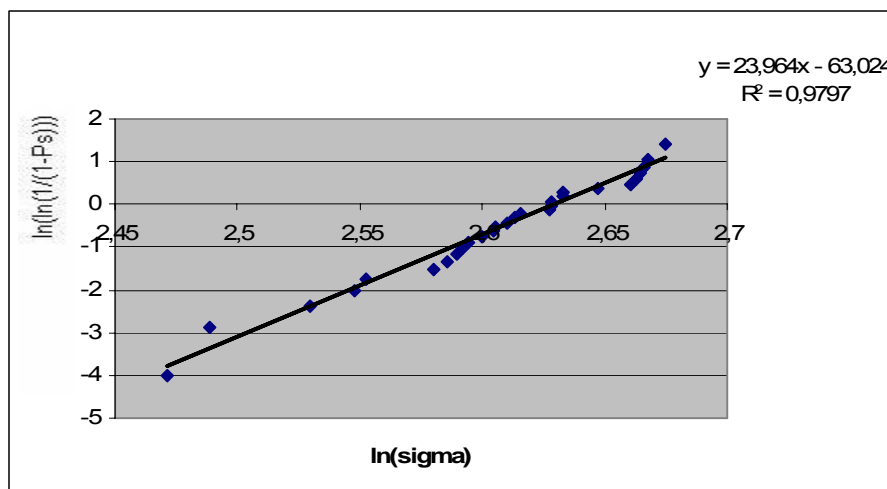


Fig. 39 – Ajuste da tensão a uma distribuição de Weibull, amostra G-7 (Pedras Salgadas)

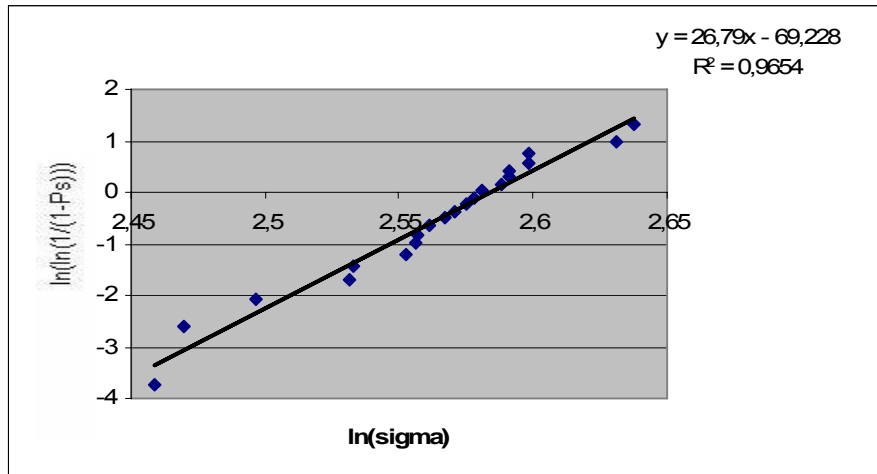


Fig. 40– Ajuste da tensão a uma distribuição de Weibull, amostra G-11 (Pedras Salgadas)

No granito Amarelo Vila real o módulo de Weibull varia entre 3,1 e 11,8 para as amostras G-13 e G-3, respectivamente.

O ajuste dos valores da tensão (momento constante) a uma distribuição de Weibull (3 parâmetros), para as amostras G-13 e G -3 através do método gráfico, pode ser observado nas figuras a baixo.

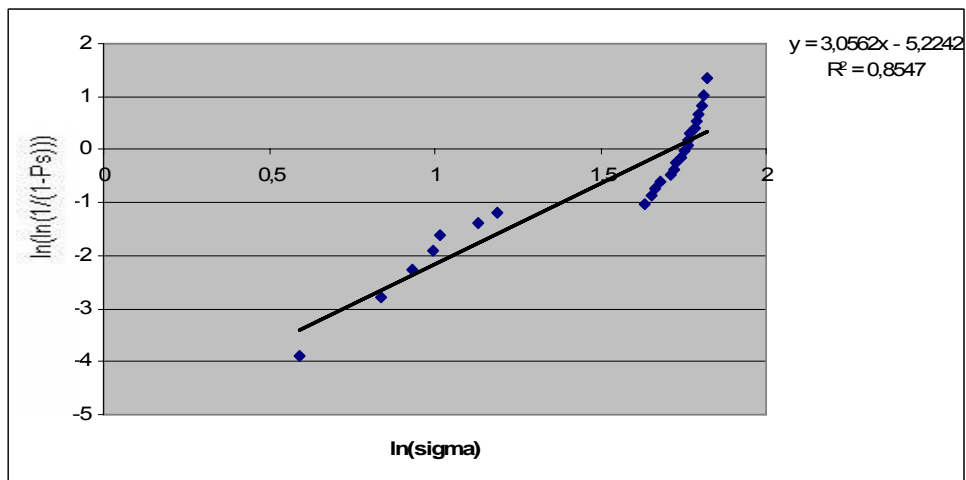


Fig. 41 – Ajuste da tensão a uma distribuição de Weibull, amostra G-13 (Amarelo Vila Real)

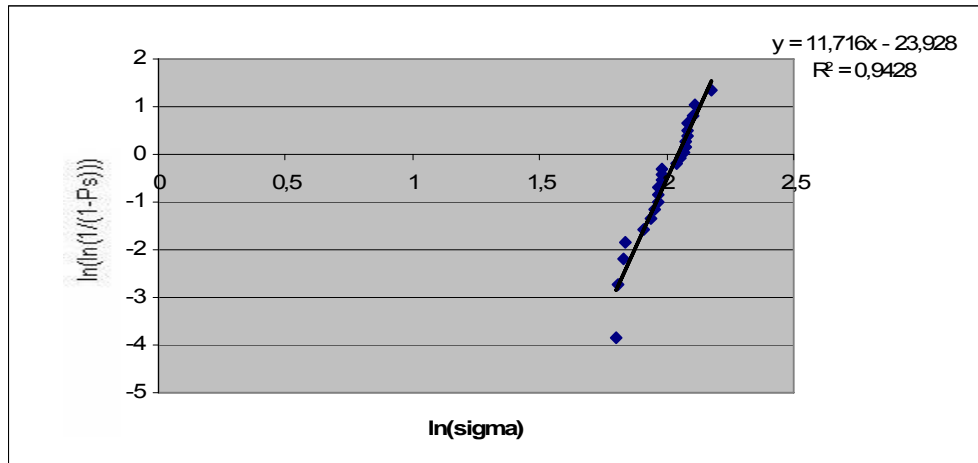


Fig. 42 – Ajuste da tensão a uma distribuição de Weibull, amostra G-3 (Amarelo Vila Real)

8. Discussão dos Resultados

8.1 Calcários

A diferença observada nos valores de resistência à flexão sob carga centrada nas amostras C-15 e C-20 (Moleanos), 12, 6 e 9,7 (MPa) respectivamente, não permite estar atento ao desempenho mecânico à flexão do tipo de calcário C-20. O calcário C-20 apresenta um valor de m (modulo de Weibull) de 7,3, valor muito inferior ao apresentado pelo calcário C-15 ($m=27,5$).

O mesmo se passa com a diferença entre os valores de resistência à flexão sob carga centrada nas amostras C-2 e C-24 (Lioz), 19,4 e 14,2 (MPa) respectivamente, que não permite estar atento ao desempenho mecânico à flexão destas. O calcário C-24 apresenta um valor de $m=6,5$, já no calcário C-2 o valor de m é de 10,9.

Nos calcários Azul Valverde, C-42 e C-32, a diferença entre os valores de resistência à flexão sob carga centrada é muito pequena não permitindo uma vez mais identificar os diferentes desempenhos mecânicos à flexão, reflectidos nos valores de m (5,6 e 9,3 para C-42 e C-32 respectivamente).

O problema aqui observado está relacionado com o tipo de ensaio que se realiza. A determinação da resistência à flexão sob carga centrada (3 pontos) ensaia apenas um plano da amostra, levando a problemas de efeitos de escala. Teríamos de utilizar um maior número de amostras para conseguir observar a diferença entre o comportamento à flexão dos vários tipos de calcário.

A estatística de Weibull revela-se aqui como uma ferramenta muito poderosa para comparar populações e prever desempenhos. Com esta ferramenta podemos extrapolar valores de tensão de provetes de pequena dimensão, para amostras de maiores volumes, vejamos a equação (8):

$$\left(\frac{\sigma_1}{\sigma_2} \right) = \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^{1/m}$$

Conhecendo o valor da tensão de ruptura da amostra 1 – σ_1 , o volume da amostra 1 – V_1 e o respectivo modulo de Weibull – m é possível extrapolar qual o valor da resistência à flexão (momento constante) para uma amostra com volume V_2 de maiores dimensões.

Outra observação importante prende-se com as variações (dentro dos mesmo tipos litológicos) na porosidade aberta e na absorção de água à pressão atmosférica. Estas diferenças, de maior incidência nas várias amostras de Moleanos, são inerentes às várias zonas de extracção da pedra. A níveis diferentes vão sempre corresponder propriedades mecânicas diferentes. A variação dos níveis na pedra não é contabilizada por muitos dos industriais que vendem a pedra sob a mesma designação.

8.1 Mármore

A diferença observada nos valores de resistência à flexão sob carga centrada (3 pontos) nas amostras M-13 e M-11 (Estremoz), 16,2 e 21,5 (MPa) respectivamente, não permite estar atento ao desempenho mecânico à flexão do tipo de mármore Estremoz M-13. M-13 apresenta um valor de m (modulo de Weibull) de 8,3, valor muito inferior ao apresentado pelo mármore M-11 ($m=25,3$).

O mesmo se passa com a diferença entre os valores de resistência à flexão sob carga centrada em M-5 e M-1 (Ruivina), 10,4 e 13,5 (MPa) respectivamente, que não permite estar atento ao desempenho mecânico à flexão destas amostras. O mármore M-5 apresenta um valor de $m=9,4$, já em M-1 o valor de m é de 14,9.

É levantado, neste caso dos mármore, o mesmo problema que nos calcários. Se o número de amostras para realização de ensaio de flexão sob carga centrada (obrigatório para efeitos de marcação CE) não for suficiente, podem cometer-se erros graves na escolha de um tipo de pedra para uma aplicação em fachada, em bancada, em pavimentos.

Todas as quatro amostras de Estremoz são bastante homogêneas entre si relativamente à porosidade aberta (%) e absorção de água (%). Este tipo de pedra não apresenta, normalmente, grandes variações nestas propriedades. No entanto, quando se varia de nível dentro da mesma pedreira há grandes variações na resistência à flexão (sob momento constante – 4 pontos) muito relacionadas com o facto de estarmos ou não na presença de matérias carbonosas – veios (comuns em vários tipos diferentes de Estremoz) [32].

Normalmente os produtores identificam e conhecem os vários tipos de Estremoz por classes. Sendo que, quanto mais “limpa” e sem veios for a pedra mais elevado é o preço.

A pedra Ruivina é bastante semelhante ao Estremoz, em termos de propriedades físico-mecânicas. Microscopicamente o Ruivina caracteriza-se por ser: calcítico com textura granoblástica, granulado bastante uniforme (médio a fino) e muito elevada pureza, apenas ocorrendo a sua impregnação por matéria carbonosa em bandas e lenticulas, que transmitem a cor cinzenta escura ao mármore. Possui zonas com ligeira deformação. [32] O Estremoz caracteriza-se por ser: calcítico de textura granoblástica, com granularidade média. O elemento diferenciador entre as duas pedras é a presença de matéria carbonosa no Ruivina que leva a uma tonalidade cinza escura.

O conhecimento das diferenças entre os vários tipos de mármore existe mas é muitas vezes baseado no saber empírico do transformador ou do aplicador.

8.3 Granitos

As diferenças observadas nos valores de resistência à flexão sob carga centrada (3 pontos) nas amostras G-7 e G-11 (Pedras Salgadas), 16,1 e 16,3 (MPa) respectivamente, são pequenas e mesmo assim existe uma diferença nos valores dos módulos de Weibull. Para G-11 observa-se um valor de $m=26,8$ e para G-7 um valor de $m=24,0$.

No granito Amarelo Vila Real a diferença entre os valores de resistência à flexão sob carga centrada nas amostras G-3 e G-13, 12,0 e 6,7 (MPa) respectivamente, não permite realçar a discrepância observada nos valores dos módulos de Weibull e consequentemente o distinto comportamento mecânico à flexão. Para G-3 $m=11,8$ e para G-13 $m= 3,1$.

O granito Pedras Salgadas é uma pedra extremamente uniforme, quando comparado com o granito Amarelo Vila Real, em termos de absorção de água (%) e porosidade aberta (%). Convém por isso, utilizar um maior número de amostras para caracterizar o granito Amarelo Vila Real. Este tipo de pedra é muito apreciado no norte do país pelo seu aspecto amarelado que confere um tom de antiguidade a todas as obras em que é aplicado.

8.4 Correlações e estimativas

Para além dos ensaios físico mecânicos efectivamente realizados, como sejam: Determinação de resistência à flexão, determinação da densidade aparente e porosidade aberta, determinação da absorção de água à pressão atmosférica, determinação da resistência à compressão e a determinação da resistência ao escorregamento, Importa referir a tentativa de utilização de correlações/estimativas.

Estas correlações/estimativas verificaram-se ao nível de duas propriedades: Determinação da resistência ao gelo e determinação da resistência à abrasão.

No caso da resistência ao gelo, analisaram-se valores de resistência à compressão, existentes em bases de dados, antes e depois do teste de gelividade. Verificou-se, curiosamente, que após o teste de gelividade havia, geralmente, um aumento do valor de resistência à compressão. Esse aumento é um facto comprovado em muitas rochas, nomeadamente nas mais compactas e, fica a dever-se, segundo A. Casal Moura, a uma reorientação do elipsóide das tensões dentro da pedra, causada, justamente, pelas sucessivas dilatações e compressões do material que constitui as pedras. Inicialmente, pensou-se que se deveria a qualquer erro operatório, mas, depois, verificou-se que o mesmo acontecia com pedras descritas em catálogos (italianos, por ex^o). [3]

Para validar esta observação “teórica” deveríamos ter repetido os ciclos de gelo-degelo no entanto, tal não foi possível porque o equipamento (estufa) se encontrava avariada.

No entanto, com os valores dos ensaios de determinação da resistência à compressão e com os valores das bases de dados, fez-se uma extrapolação para o valor da compressão após os ciclos de gelo-degelo.

Da análise dos resultados obtidos, verificou-se que a resistência à compressão efectuada neste trabalho é cerca de metade daquela observada na base de dados (tabela 7). Este facto ficou a dever-se à dimensão dos provetes utilizados neste trabalho os quais não são, muito provavelmente, adequados para o tipo de ensaio que se pretende.

			Resultados experimentais			
	RC antes (base de dados) MPa	RC depois (base de dados) MPa	RC antes (ensaio) MPa	RC depois (extrapolação) MPa	Aumento estimado (%)	Valor do aumento para os resultados experimentais (MPa)
	RV – Ruivina	93	95,2	47,4	48,5	2,3
EZ – Estremoz	81,2	85,2	48,0	50,2	4,7	2,3
LZ – Lioz	105	138	58,3	72,2	23,9	13,9
MO – Moleanos	91,7	93	46,5	47,1	1,4	0,6

Tabela 7 – Tabela comparativa de valores de resistência à compressão retirados de bases de dados e valores experimentais com respectiva correlação.

Desta forma, e para estes ensaios em particular, os resultados foram apresentados de forma restrita, i.e., foram considerados como valores de referência apenas para inferir sobre qual o aumento (em percentagem) estimado nas amostras ensaiadas.

Nos relatórios de ensaio realizados foram igualmente apresentados os resultados relativos aos valores de base de dados os quais na realidade representam mais fielmente o resultado final para cada tipo de pedra. Apesar disso, encontram-se em realização ensaios adicionais utilizando provetes de maior dimensão que possam permitir uma análise mais fidedigna do resultado após gelividade.

No caso da estimativa para a determinação da resistência à abrasão Capon (método normalizado), foi utilizada uma correlação desenvolvida por A. Casal Moura, Crisitina Carvalho [26] que relaciona os valores de desgaste Amsler com os de Capon.

A Secção de Caracterização de Rochas Ornamentais e Industriais do Laboratório do I.G.M. possui, em arquivo, os resultados de inúmeros ensaios de desgaste Amsler dos vários tipos de rochas naturais (granitos, mármore, calcários, xistos, etc.). Efectuando testes de desgaste Capon com provetes das amostragens em arquivo foi possível estabelecer, para os principais tipos de rochas e para a gama de desgastes mais comuns, correlações satisfatórias entre os dois métodos.

As rectas de correlação linear obtidas para cada tipo de rocha constituem uma aproximação satisfatória para conversão recíproca dos valores de desgaste (Figura 43). Para o caso dos granitoides, são propostas rectas de correlação linear consoante o tipo de acabamento da superfície, as quais se ajustam bastante melhor que a recta de correlação linear global respectiva. [26-3]

Estudo comparativo dos desgastes Amsler e Capon
Rectas de regressão linear obtidas

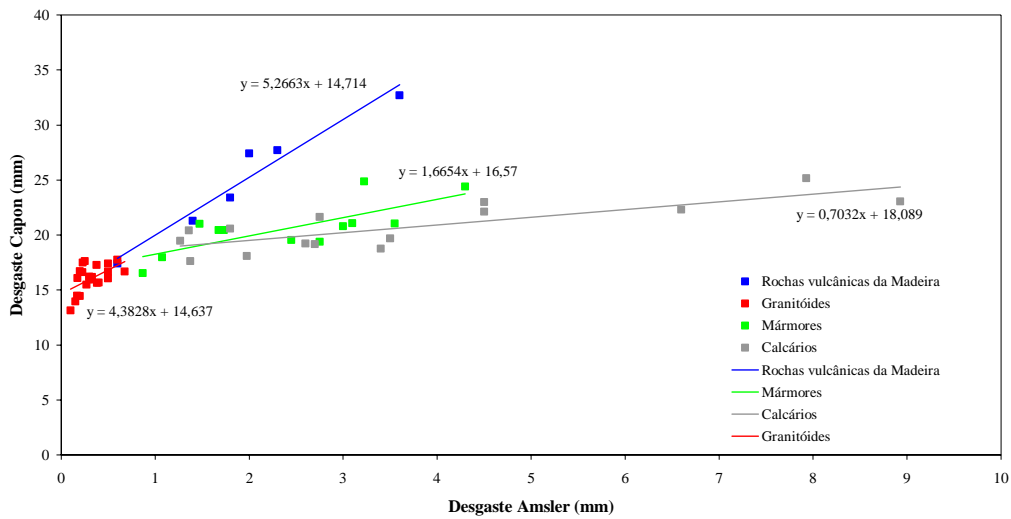


Fig. 43 – Rectas de regressão linear obtidas para cada tipo de rocha e respectivo coeficiente de correlação [26]

O conhecimento do desgaste por abrasão torna-se importante para avaliar a aptidão das rochas naturais para utilização em pavimentos interiores e exteriores e em degraus de escadas e fundamentar a sua prescrição em função do tipo e intensidade de tráfego previstos.

Na impossibilidade técnica de realizar ensaios pelo método Capon, foram consultadas bases de dados nas quais são apresentados valores mais comuns de desgaste Amsler e foi aplicada a correlação acima descrita para os diferentes tipos litológicos.

9. Conclusões

A caracterização físico-mecânicas de produtos de pedra natural para a construção (englobada na obrigatoriedade da marcação CE) pretende ser uma plataforma para que as empresas possam crescer e afirmar-se como produtoras de rochas ornamentais de grande qualidade.

O tipo de serviço que foi criado para auxiliar as empresas é altamente competitivo e fornece uma grande parte do “know-how” de que estas necessitam ao mais baixo custo do mercado.

A competitividade deste serviço é justificada devido à utilização de algumas correlações (as quais se encontram em permanente actualização sempre que novos ensaios são realizados e mais resultados são analisados) que permitem diminuir o tempo de realização dos ensaios sem comprometer a validade técnica dos resultados.

Relativamente aos resultados, os valores obtidos para os mesmos tipos de pedra têm demonstrado que esta se trata de um produto natural, cujas propriedades podem sofrer alterações quando é atingido um nível diferente numa mesma pedreira. Variando de pedreira os valores dos resultados também se alteram.

Estas alterações são claramente mais notórias nas rochas mais porosas como os calcários e dentro deste grupo as variações são, por exemplo, mais elevadas no Moleanos do que no Lioz. Esta diferença parece ser justificada pela maior presença de fósseis no Lioz o que lhe confere uma estrutura menos porosa.

No geral, os métodos utilizados na caracterização revelaram-se adequados para o sistema de marcação em vigor (sistema 4) contudo, a determinação da resistência à flexão sob carga centrada mostrou-se claramente insuficiente para prever o comportamento mecânico à flexão de um determinado tipo de pedra, com o objectivo de ser aplicada na construção. Neste campo, a estatística de Weibull surge como um auxiliar de elevado valor permitindo, de um modo acessível, distinguir populações idênticas e até dimensionar produtos equação (8).

Determinando os valores de resistência à flexão sob momento constante (ensaio não incluído em nenhuma norma de produto para marcação CE) para um número elevado de provetes, facilmente se colocam os valores da tensão (MPa) numa folha de cálculo e se obtém um ajuste à distribuição de Weibull de forma a calcular o parâmetro de forma (m de Weibull) e o parâmetro de escala (σ_0). Podem assim ser comparados dois tipos de pedra que, à partida eram considerados semelhantes. Esta ferramenta estatística pode ser colocada à disponibilidade das empresas e será uma mais valia para quem vende, compra e aplica produtos de pedra natural na construção.

Por vezes, ao longo de vários meses de caracterização de produtos chegavam amostras com a mesma denominação (por exemplo Moca Creme) mas que após a realização dos ensaios se verificava claramente que não podiam a mesma pedra. Este é um problema muito comum no sector e os industriais foram sendo alertados ao longo do tempo para a correcção destas situações. A única solução para este problema seria analisar todas as pedras de todas as pedreiras de Portugal, sempre

colhidas a partir de um planeamento de amostragem bem definido. Tal solução não é de modo algum economicamente viável para as empresas, especialmente quando o grau de “exigência” inerente à marcação destes produtos é o mais baixo dos sistemas utilizados.

Ao longo do tempo tem vindo a ser construída uma grande base de dados, onde se colocam: os valores de todas as propriedades de todas as pedras analisadas, o local de origem da pedra, a empresa que a transforma, os vários denominações que a pedra pode ter, entre outras informações relevantes, para que num futuro próximo todas as variedades de diferentes empresas/pedreiras estejam identificadas.

A equipa técnica e a Assimagra têm respondido a todos os pedidos, tentando chegar ao maior número de associados possível. Até à data foram realizados 105 orçamentos, 40 dos quais resultaram em adjudicações.

Apesar de ser um custo para os empresários, a marcação CE (ainda que inserida no sistema 4), vai permitir atingir uma competitividade industrial que de outro modo não seria possível. Só um investimento na qualidade irá permitir às empresas de hoje que continuem a funcionar amanhã.

O conhecimento das propriedades físico-mecânicas e o controlo da produção garantem ao produtor uma melhor penetração no mercado, fazendo com que o produto final chegue mais próximo do cliente.

Com este trabalho, que vai desde a caracterização Físico-Mecânica de produtos até às sessões de esclarecimento para os associados da Assimagra, os industriais estão cada vez mais sensibilizados para o cumprimento das normas europeias, apercebendo-se que uma imagem de eficiência e qualidade e um produto de características bem definidas, constituem uma mais valia para empresa.

No entanto, constata-se que a curto prazo, será essencial implementar mais formação profissional compatível com as necessidades de cada empresa. Colmatando assim a escassez e a pouca formação/informação existente.

10. Principais Dúvidas e Receios dos Industriais Portugueses

A divulgação do serviço desenvolvido em parceria com a Assimagra foi feita aos associados em Dezembro de 2005 e a primeira adjudicação surgiu em meados de Março de 2006.

Para estar mais perto dos industriais e perceber as suas necessidades e receios, já que seriam impossível irmos a todas as empresas de todos os associados, surgiu a ideia de realizar sessões de esclarecimento para acompanhar as empresas nos passos iniciais da implementação da marcação CE.



Fig. 44 – Sessão de esclarecimento para os associados da Assimagra em Lisboa. [22]

Desde Maio de 2006 já foram feitas cinco sessões: Lisboa, Pêro Pinheiro, Borba, Porto de Mós e Porto.

Estas sessões revelaram-se vitais para que o serviço se ajustasse cada vez mais às necessidades de um sector rico em conhecimento empírico, mas carente de uma abordagem técnica adequada.

Ao longo das sessões de esclarecimento foram-nos postas muitas questões que mostraram quase sempre que 80% da assistência não fazia ideia do que era ou para que servia a marcação CE dos produtos de construção feitos a partir de pedra natural.

Uma das principais questões surge sempre colocada por empresas que não possuem pedreira e que compram, blocos ou chapas, a fornecedores³.

Estes empresários perguntam-nos porque é que são eles que tem de fazer os ensaios e não quem lhes vende o bloco ou a chapa?

Se assim fosse teriam a vida facilitada, já que só teriam de se preocupar com os ensaios específicos do produto final e com o controlo de produção na fábrica. Mas o principal problema reside no facto do bloco e da chapa não serem considerados produto final no âmbito da marcação CE. Logo, quem vende bloco ou chapa por transformar não necessita de fazer ensaios mecânicos à pedra.

Ao fim de quase dois anos de trabalho junto das empresas o processo de comunicação melhorou bastante e as acções de esclarecimento junto das empresas são uma continuidade para que cada

³ Anexo VI – Casos tipo de empresas transformadoras que não possuem pedreira própria - soluções

vez mais a indústria se aperceba da necessidade de conhecer os seus produtos e saber como aplicá-los em obra.

11. Trabalho Futuro

No conhecimento das características das pedras e dos mecanismos de alteração eventualmente induzidos pelos agentes que sobre elas irão actuar, deverá assentar a escolha correcta dos tipos litológicos que melhor se poderão adaptar a cada aplicação específica, tarefa que ficará simplificada se se dispuser de casos concretos de aplicação de cada tipo de rochas, ou, na falta destes, de valores de referência para as características técnicas mais relevantes exigidas para cada caso. É neste último caso que se enquadra a certificação de produtos e é esse o caminho que a Assimagra e a equipa técnica que trabalha na marcação CE de produtos em pedra natural para a construção, têm em vista com a implementação da “marca de pedra portuguesa” - Stonept®.

Esta marca será atribuída às empresas que cumprirem requisitos obrigatórios (inerentes à própria marca). As empresas que aderirem irão ser acompanhadas por técnicos da Assimagra/equipa técnica que garantem que os produtos produzidos cumprem todos os parâmetros essenciais para usarem a “marca de pedra portuguesa” – símbolo de qualidade e competitividade

Outros trabalhos já em curso, no âmbito da caracterização e conhecimento de propriedades das pedras naturais, avançam para o estudo da resistência à flexão e tenacidade à fractura, tendo em conta a mecânica da fractura dos 3 tipos (classes) litológicos e utilizando a análise estatística – estatística de Weibull. Pretende-se estudar quais os tipos de defeitos que levam a fractura de cada um dos tipos litológicos, observando as fotografias das superfícies de fractura de um grande número de amostras. Considerando os poros, inclusões, fissuras, fases secundárias, interfaces entre grãos (fases) e até defeitos inerentes ao processo de produção das próprias amostras.

12. Referências Bibliográficas

- [1] – Moura, A. Casal; “Qualidade Industrial e marcação CE”, Março 2006
- [2] - Casal Moura, A., *O Granito na Construção Civil e na Arquitectura: Requisitos Técnicos dos Produtos*. Rochas & Equipamentos, 2001(N.61): p. 14-44
- [3] A. CRUZ REAES PINTO, A. ASSUNÇÃO ALHO, A. CASAL MOURA, A. ESTEVES HENRIQUES, C. CARVALHO, J. RAMOS, N. ALMEIDA, V. MESTRE, “Manual da Pedra Natural para Arquitectura”, DGGE, (2006), p.97-114.
- [4] – Directiva 89/106/CE
- [5] – Morandini, Angélica Frisa; “Finished Products, Market and Characterisation: Na Introduction”, Osnet Editions; Volume 15, 2004/5, pp 1-11.
- [6] – Decreto-Lei 113/93 10/04
- [7] – <http://www.ctcv.pt/>
- [8] – Guia para a interpretação da directiva nova abordagem – Comissão Europeia
- [9] – <http://www.ce-marking.org/>
- [10] - <http://moi.gov.cy/pdf/European%20Standards.pdf>
- [11] – EN 1469:2004 - Natural stone products. Slabs for cladding. Requirements
- [12] – EN 12058:2004 - Natural stone products. Slabs for floors and stairs. Requirements
- [13] – EN 771 – 5:2003 - Specification for masonry units - Part 6: Natural stone masonry units
- [14] – EN 1341:2001 – Slabs of natural stone for external paving. Requirements and test methods.
- [15] – EN 1343:2001 - Kerbs of natural stone for external paving - Requirements and test methods
- [16] – EN 12057:2004 - Natural stone products. Modular tiles. Requirements
- [17] – EN 12372:2001 - Natural stone test methods - Determination of flexural strength under concentrated load
- [18] – EN 1936:1999 – Natural Stone test methods – Determination of real density and apparent density, and of total and open porosity.
- [19] – EN 1925:2000 – Natural Stone Test methods – Water absorption by capillarity.
- [20] – EN 12371:2001 – Natural Stone Test Methods – determination of Frost Resistance
- [21] - Katz, O., Reches, Z., Roegiers, J-C., Evaluation of Mechanical Rock Properties Using a Schmidt Hammer, Technical Note, International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, 37 (2000), 723-728.
- [22] - <http://www.assimagra.com>
- [23] - <http://www.gee.min-economia.pt/resources/docs/publicacao/RT/rochas.pdf>
- [24] – Amaral, P.M, Guerra Rosa, L., Cruz Fernandes, J.; Determination of Schmidt rebound hardness consistency in granite; Technical Note; International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences; 36 (1999) 833-837.
- [25] – Amaral, P.M; Mechanical Behaviour of Ornamental Stones; pp 150-157; Instituto Superior Técnico; 2005
- [26] - A. Casal Moura, Cristina Carvalho - "Rochas Naturais - Estudo Comparativo dos Desgastes Amsler e Capon", laboratório do IGM, S. Mamede Infesta.

- [27] - Amaral, P.M, Guerra Rosa, L., Cruz Fernandes, J.; Weibull Statistical Analysis of Granite Bending Strength; ROCK MECHANICS AND ROCK ENGINEERING (accepted for publication – Reference no. 348/07)
- [28] - EN 13755:2001 – Determinação da absorção de água à pressão atmosférica.
- [29] – EN 1926:2006 - Métodos de ensaio para pedra natural. Determinação da resistência à compressão.
- [30] - EN 14231:2003 - Natural stone test methods. Determination of the slip resistance by means of the pendulum tester.
- [31] – EN 14157:2004 - Natural stones. Determination of abrasion resistance.
- [32] – Montoto, Modesto; “Petrophysics at the rock matrix scale: hydraulic properties and petrographic interpretation”; Publicaciones técnicas; enresa; 11/2003.
- [33] - <http://rop.ineti.pt/rop/>
- [34] - NP EN 1342:2004 – Cubos e paralelepípedos de pedra natural para pavimentos exteriores. Requisitos e métodos de ensaio.
- [35] - NP EN 1469:2006 – Produtos em pedra natural – Placas para revestimento de paredes – Requisitos.
- [36] - EN 12326-1:2004 – Ardósias e produtos de pedra para cobertura e revestimentos descontínuos

13. Anexos

MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA E ENERGIA

Decreto-Lei n.º 113/93

de 10 de Abril

Os empreendimentos de construção, incluindo os edifícios e outras obras de construção e de engenharia civil, devem ser concebidos e realizados por forma a satisfazerem um conjunto de condições reputadas de interesse público.

Tais condições, consideradas como exigências essenciais, dizem respeito, para além da segurança, da durabilidade e de certos aspectos económicos das construções, à salvaguarda de valores como a saúde e segurança de pessoas e bens, o património ambiental e a qualidade de vida.

A satisfação das exigências essenciais implica a não utilização nos empreendimentos de materiais de construção cujas características, por inadequados, as possam comprometer.

Necessário se torna, conseqüentemente, especificar as exigências essenciais a ter em conta e definir os procedimentos a adoptar com vista a garantir que as características dos materiais de construção a utilizar àquelas se adequem.

Sobre estas matérias, o Conselho das Comunidades Europeias adoptou a Directiva n.º 89/106/CEE, de 21 de Dezembro de 1988, relativa à aproximação das legislações dos Estados membros inerentes aos materiais de construção, à qual importa dar cumprimento.

Assim:

Nos termos da alínea a) do n.º 1 do artigo 201.º da Constituição, o Governo decreta o seguinte:

Artigo 1.º

Âmbito

1 — O presente diploma visa definir os procedimentos a adoptar com vista a garantir que os materiais de construção se revelem adequados ao fim a que se destinam, de modo que os empreendimentos em que venham a ser aplicados satisfaçam as exigências técnicas essenciais.

2 — Para efeitos do presente diploma, entende-se por:

- a) Materiais de construção — os materiais destinados a ser incorporados ou aplicados, de forma permanente, nos empreendimentos de construção, adiante designados por materiais;
- b) Empreendimentos de construção — os edifícios e outras obras de construção e de engenharia civil, adiante designados por obras.

Artigo 2.º

Regulamentação

As exigências técnicas essenciais das obras susceptíveis de condicionar as características dos materiais nelas utilizados e, bem assim, o modelo da marca de conformidade CE e sistemas de comprovação da conformidade são objecto de portaria do Ministro da Indústria e Energia.

Artigo 3.º

Colocação dos materiais no mercado

1 — Para colocação no mercado, os materiais a que se refere o artigo 1.º terão de revelar aptidão ao uso a que se destinam, apresentando características tais que as obras em que venham a ser incorporados, quando convenientemente planeadas e executadas, possam satisfazer as exigências essenciais dos empreendimentos.

2 — Presumem-se aptos ao uso a que se destinam os materiais nos quais esteja aposta a marca de conformidade CE, a que se refere o artigo 4.º

3 — Embora possam não ter aposta a marca de conformidade CE, podem ser colocados no mercado:

- a) Os materiais que constem da lista de materiais menos importantes no que concerne aos aspectos de saúde e de segurança, elaborada pela Comissão, desde que acompanhados de uma declaração de conformidade com as boas práticas técnicas;

- b) Os materiais que satisfaçam disposições nacionais conformes com o Tratado que instituiu a Comunidade Económica Europeia (CEE), até que sejam abrangidos por normas harmonizadas ou aprovações técnicas europeias.

Artigo 4.º

Marca

1 — O fabricante ou o seu mandatário estabelecido na Comunidade pode apor a marca de conformidade CE no próprio material, numa etiqueta nele fixada, na respectiva embalagem ou nos documentos comerciais de acompanhamento, desde que o material tenha sido objecto de uma declaração emitida pelo fabricante —declaração de conformidade CE— e ou de um certificado emitido por uma entidade qualificada para o efeito —certificado de conformidade CE— evidenciando a sua conformidade com as especificações técnicas aplicáveis.

2 — Caso os materiais em causa sejam também abrangidos por outros diplomas, a marca CE indicará que as exigências estabelecidas nos mesmos foram igualmente cumpridas.

3 — É proibida a afixação nos materiais ou suas embalagens de marcas que possam confundir-se com a marca de conformidade CE.

Artigo 5.º

Especificações técnicas

As especificações técnicas referidas no n.º 1 do artigo anterior pertencem a um dos seguintes tipos:

- a) Norma nacional que transponha uma norma harmonizada, isto é, que transponha uma especificação técnica elaborada pelo Comité Europeu de Normalização (CEN) ou pelo Comité Europeu de Normalização Electrotécnica (CENELEC), mediante mandatos conferidos pela Comissão;
- b) Aprovação técnica europeia;
- c) Especificação técnica nacional, caso não exista norma harmonizada aplicável, que a Comissão, ouvido o Comité Permanente da Construção (CPC), indicou beneficiar da presunção de conformidade com os requisitos essenciais, notificando-a aos Estados membros, e cuja referência é publicada no *Jornal Oficial das Comunidades Europeias*.

Artigo 6.º

Aprovação técnica europeia

1 — A aprovação técnica europeia é o reconhecimento técnico da aptidão de um material para o uso a que o mesmo se destina.

2 — A aprovação técnica europeia pode ser concedida:

- a) A materiais para os quais não exista uma norma harmonizada nem um mandato para a sua elaboração e para os quais a Comissão, após consulta ao CPC, considere não poder elaborar uma norma harmonizada;
- b) A materiais que se afastem de forma significativa das normas harmonizadas ou das especificações técnicas nacionais referidas, respectivamente, nas alíneas a) e c) do artigo 5.º;

- c) A materiais para os quais existam guias de aprovação técnica europeia elaborados pela Organização Europeia de Aprovação Técnica (EOTA — European Organization for Technical Approvals), mesmo nos casos em que a Comissão tenha conferido mandato para a elaboração de uma norma harmonizada ou estabelecido a possibilidade da sua elaboração, cessando os seus efeitos com a entrada em vigor da norma nacional que transponha a norma harmonizada sobre a matéria;

- d) A materiais em relação aos quais, embora tendo conferido mandato para a elaboração de uma norma harmonizada ou estabelecido a sua elaboração como possível, a Comissão, excepcionalmente, após consulta ao CPC e durante um período determinado, autorize a concessão.

3 — A aprovação técnica europeia de um material baseia-se em análises, ensaios e demais condições indicados nos documentos interpretativos referidos no artigo 12.º da Directiva n.º 89/106/CEE, do Conselho, de 21 de Dezembro de 1988, bem como nos guias elaborados pela EOTA e relativos ao material em causa ou família de materiais a que pertence, e será, em geral, concedida por um prazo de cinco anos, prorrogável.

4 — O certificado de aprovação técnica europeia é emitido a pedido do fabricante ou do seu mandatário estabelecido na Comunidade.

5 — Na falta dos guias referidos no n.º 3, a aprovação técnica europeia pode ser concedida por referência às exigências essenciais e aos documentos interpretativos pertinentes, mediante deliberação conjunta das entidades que constituem a EOTA, ou apreciação favorável do CPC, caso aqueles não cheguem a acordo.

6 — A aprovação técnica europeia é da competência, em Portugal, do Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) e das entidades que para tal venham a ser designadas, por despacho conjunto dos Ministros da Indústria e Energia e das Obras Públicas, Transportes e Comunicações, ouvido o LNEC.

Artigo 7.º

Declaração e certificado de conformidade CE

1 — A declaração de conformidade CE e o certificado de conformidade CE, referidos no n.º 1 do artigo 4.º, pressupõem a observância do sistema de comprovação da conformidade estabelecido nas especificações técnicas aplicáveis.

2 — As declarações e certificados de conformidade CE serão redigidos em língua portuguesa.

Artigo 8.º

Entidades qualificadas

1 — As entidades de certificação e de inspecção e os laboratórios de ensaio envolvidos nos sistemas de comprovação de conformidade devem estar qualificados para o efeito, nos termos do Decreto-Lei n.º 165/83, de 27 de Abril, que instituiu o Sistema Nacional de Gestão da Qualidade (SNGQ), possuindo um seguro de responsabilidade civil nos casos em que essa responsabilidade não esteja coberta pelo Estado.

2 — Será comunicada à Comissão a lista das entidades qualificadas nos termos do número anterior.

Artigo 9.º

Procedimentos efectuados em outros Estados membros

1 — As declarações e os certificados de conformidade CE, bem como os ensaios e inspecções efectuados em qualquer Estado membro da Comunidade, de harmonia com a Directiva n.º 89/106/CEE e outra regulamentação comunitária aplicável, têm o mesmo valor que os documentos e procedimentos nacionais correspondentes.

2 — Mediante pedido do fabricante ou do seu mandatário estabelecido na Comunidade, em casos concretos e na ausência de especificações técnicas de um dos tipos referidos no artigo 5.º, serão considerados em harmonia com as disposições nacionais conformes com o Tratado que institui a CEE, nos termos da alínea b) do n.º 3 do artigo 3.º, os materiais que tenham obtido resultados satisfatórios em ensaios e inspecções efectuados por uma entidade aprovada no Estado membro onde tiverem sido fabricados, segundo os métodos em vigor em Portugal ou reconhecidos como equivalentes pelo Instituto Português da Qualidade (IPQ).

3 — Quando se verificar que a entidade aprovada referida no número anterior não efectua os ensaios ou as inspecções nas condições devidas, o IPQ informará desse facto o Estado membro respectivo, para que este desenvolva as diligências adequadas, das quais dará conhecimento ao IPQ.

4 — Quando as diligências referidas se mostrem insuficientes, o IPQ informará desse facto o Estado membro respectivo e poderá ser impedida a comercialização e utilização do material em causa, nos termos do artigo seguinte.

Artigo 10.º

Cláusula de salvaguarda

1 — Quando, relativamente a um material declarado em conformidade com as disposições aplicáveis, se verificar não se encontrar apto para o uso a que se destina, será provisoriamente proibida ou limitada a sua comercialização, até que ao mesmo seja conferida a aptidão em falta.

2 — Compete ao Ministro da Indústria e Energia o reconhecimento, por despacho, dos pressupostos referidos no número anterior.

Artigo 11.º

Fiscalização

1 — A fiscalização do cumprimento do disposto no presente diploma cabe às delegações regionais da Indústria e Energia (DRIE), sem prejuízo das competências atribuídas por lei a outras entidades.

2 — Os técnicos das entidades a que se refere o número anterior podem colher amostras dos materiais abrangidos pelo presente diploma, devendo ser-lhes prestado todo o apoio necessário ao exercício das suas funções.

3 — As entidades fiscalizadoras podem solicitar, quando necessário para o exercício das suas funções, o auxílio das autoridades.

4 — Das infracções verificadas será levantado auto de notícia, nos termos das disposições legais aplicáveis.

5 — Os autos relativos a infracções verificadas por outras entidades serão por estas enviados, depois de devidamente instruídos, à DRIE competente.

Artigo 12.º

Contra-ordenações

1 — O incumprimento do disposto nos artigos 3.º e 4.º constitui contra-ordenação punível com coima de 5000\$ a 500 000\$, sem prejuízo da responsabilidade civil ou penal do mesmo decorrente, podendo ser ainda determinada, como sanção acessória, a apreensão dos materiais em causa, sempre que a sua utilização em condições normais represente perigo que o justifique.

2 — A negligência e a tentativa são puníveis.

3 — Se o infractor for uma pessoa colectiva, o montante máximo da coima é de 6 000 000\$, em caso de dolo, e de 3 000 000\$, em caso de negligência.

4 — A aplicação das sanções previstas nos n.ºs 1 e 3 compete ao director da DRIE em cuja área a contra-ordenação tiver sido verificada.

5 — A receita das coimas previstas nos n.ºs 1 e 3 reverte:

- Em 60% para o Estado;
- Em 20% para o serviço que levantou o auto;
- Em 10% para o serviço que aplicou a coima;
- Em 10% para o IPQ.

Artigo 13.º

Acompanhamento da aplicação do diploma

1 — O IPQ e o LNEC acompanharão a aplicação do presente diploma, propondo as medidas necessárias à prossecução dos seus objectivos e as que se destinem a assegurar a ligação com a Comunidade e os Estados membros.

2 — Compete ao IPQ:

- Manter a Comissão e os Estados membros permanentemente informados das entidades de qualificação reconhecida para as intervenções previstas no presente diploma;
- Informar a Comissão e o Estado membro em causa ou todos os Estados membros de quaisquer medidas tomadas nos termos do n.º 4 do artigo 9.º ou contra quem tiver apostado indevidamente a marca CE em materiais abrangidos pelo presente diploma;
- Informar imediatamente a Comissão das medidas tomadas ao abrigo do artigo 10.º, indicando os seus fundamentos e em especial se a situação resultou de falta de aptidão do material ao uso a que se destina, de má aplicação das especificações técnicas aplicáveis ou de deficiência das próprias especificações técnicas aplicáveis;
- Promover a publicação no *Diário da República*, da lista de materiais mencionada na alínea a) do n.º 3 do artigo 3.º e das referências dos documentos indicados nas alíneas a) e c) do artigo 5.º;
- Notificar o CPC da inadequação das especificações técnicas referidas nas alíneas a) e b) do artigo 5.º relativamente ao disposto nos artigos 2.º e 3.º da Directiva n.º 89/106/CEE.

3 — Ao LNEC incumbe:

- a) Coordenar a actividade de aprovação técnica europeia das restantes entidades de aprovação que venham a ser designadas em Portugal nos termos do n.º 6 do artigo 6.º;
- b) Promover a publicação das aprovações técnicas europeias por si concedidas e da versão portuguesa dos guias de aprovação técnica europeia referidos na alínea c) do n.º 2 do artigo 6.º;
- c) Dar conhecimento dessas aprovações técnicas às demais entidades que constituem a EOTA e enviar-lhes, para informação, quando lho solicitarem, cópia de todos os documentos relativos a qualquer dessas mesmas aprovações.

4 — As restantes entidades de aprovação designadas nos termos do n.º 6 do artigo 6.º promoverão, por

intermédio do IPQ, a publicação das aprovações técnicas europeias por elas concedidas, procedendo, relativamente a elas, de modo análogo ao referido na alínea c) do número anterior.

Visto e aprovado em Conselho de Ministros de 3 de Dezembro de 1992. — *Aníbal António Cavaco Silva* — *Jorge Braga de Macedo* — *Luís Fernando Mira Amaral* — *Joaquim Martins Ferreira do Amaral* — *Fernando Manuel Barbosa Faria de Oliveira*.

Promulgado em 19 de Março de 1993.

Publique-se.

O Presidente da República, MÁRIO SOARES.

Referendado em 22 de Março de 1993.

O Primeiro-Ministro, *Aníbal António Cavaco Silva*.

Anexo II – Exemplo de Declaração de Conformidade Especifica para um produto de Pedra para a Construção


 Ano: 2006	Norma de Referência: EN 12058:2004 Produto: Placas de Pedra Natural para pavimentos e escadas Denominação de acordo com a norma EN 12440: - Nome Tradicional: Estremoz Claro - Designação Petrográfica: Mármore - Cor Típica: Branco com veios cinzento escuros - Local de Origem: Bencatel – Borba Principais Aplicações: Pavimentos e Escadas Exteriores	
	Marmorista de Alvalade, Lda.	
Características	Valores Declarados	Métodos de Ensaio
Resistência à Flexão - Menor valor esperado - Valor médio - Desvio padrão	16,0 MPa 16,8 MPa 0,8 MPa	EN 12372 ou EN 13161
Resistência ao escorregamento	SRV seco: 75 SRV húmido: 42	EN 14231
Resistência ao Gelo	Não se verificaram quaisquer alterações ao fim de 48 ciclos de ensaio	EN 12371
Resistência ao Choque Térmico	DND	EN 14066
Densidade Aparente e Porosidade Aberta	2687 kg/m ³ 0,3%	EN 1936
Absorção de Água à Pressão Atmosférica	0,1%	EN 13755

Fig. 45 – Exemplo de Declaração de Conformidade Especifica para um produto de Pedra para a Construção – Marmorista de Alvalade

Anexo III – Casos de Estudo da Implementação da Marcação CE – Marmorista de Alvalade e Maroufi

Casos de Estudo

O serviço desenvolvido com a Assimagra está em pleno crescimento e à medida que os prazos de entrada em vigor das normas se aproximam são cada vez mais as empresas que pretendem implementar a marcação CE dos seus produtos.

Como casos de estudo vou focar duas empresas, uma empresa familiar, que transforma normalmente cerca de quatro tipos de pedra e realiza obras de pequena dimensão a clientes particulares. Fica situada em pleno centro da cidade de Lisboa – Marmorista de Alvalade, LDA. A outra empresa é de maior dimensão, transforma cerca de trinta tipos de pedra diferentes e fica situada em Cella – Moledo, zona de Castro D’Aire/Viseu.

Implementação do serviço de Marcação CE – Marmorista de Alvalade, LDA.



Fig. 46, 47 e 48 – A entrada da empresa “Marmorista de Alvalade, LDA.” e o parque de matérias-primas.



Fig. 49, 50 e 51 – A área de polimento, o interior da empresa e a máquina de corte de chapa (respectivamente).

O processo inicia-se num pedido de orçamento à Assimagra – através do preenchimento de um impresso inicial, onde se colocam quais as pedras e quais os produtos produzidos na empresa.

Com base no número de pedras e produtos, ensaios a realizar e no número de declarações de conformidade a emitir é realizado um orçamento. Após adjudicação do orçamento, é enviado ao cliente um planeamento de amostragem.

Os produtos fabricados nesta empresa são “Placas para Revestimentos de Paredes” e “Placas para Pavimentos e Escadas”.

Para cada um destes produtos existe uma norma, que já foi acima referida, que é respectivamente: NP EN 1469:2006 e NP EN 12058:2004. Em cada uma destas normas existe um Anexo ZA no qual estão descritos os ensaios essenciais a determinar e os voluntários, que tal como o nome indica podem ou não ser determinados.

Nesse caso temos:

Propriedades Físico -Mecânicas		Norma de Produto	EN 1469:2004 e EN 12057:2004 – Placas e Ladrilhos de Pedra Natural para Revestimento de Paredes (interiores e Exteriores)	
Designação	Norma de Referência	Laboratório	Interno	Base de dados/Correlação
Comportamento ao Fogo	EN 13501-1		X	
Resistência à Flexão	NP EN 12372 ou EN 13161		X	
Resistência ao Gelo (Flexão após Gelo)	NP EN 12372 ou EN 13161			X
Densidade Aparente e Porosidade Aberta	EN 1936		X	
Resistência ao Choque Térmico	EN 14066		X	
Permeabilidade ao Vapor de Água	EN 12524	X		
Resistência às Ancoragens	EN 13364	X		
Tactilidade	Descrição do Perfil da Superfície		X	
Designação Petrográfica	EN 12407		X	
Absorção de água à Pressão Atmosférica	EN 13755		X	
Absorção de água por Capilaridade (se a Porosidade aberta for $\geq 1\%$)	NP EN 1925		X	
Aspecto Visual	Visual		X	
Características Geométricas	EN 1341 (Anexo A3 e A6)		X	

Tabela 8 – Métodos de Determinação das Característica Essenciais e Voluntárias em placas para revestimentos de paredes. [15]

Propriedades Físico -Mecânicas		Norma de Produto	EN 12058:2004 e EN 12057:2004 – Placas e Ladrilhos de Pedra Natural para Pavimentos e Escadas (interiores e Exteriores)	
Designação	Norma de Referência	Laboratório	Interno	Base de dados/Correlação
Comportamento ao Fogo	EN 13501-1		X	
Resistência à Flexão	NP EN 12372 ou EN 13161		X	
Resistência ao Gelo (Flexão após Gelo)	NP EN 12372 ou EN 13161			X
Densidade Aparente e Porosidade Aberta	EN 1936		X	
Resistência ao Choque Térmico	EN 14066		X	
Resistência ao Desgaste por Abrasão (Capon)	EN 14157			X
Resistência ao Escorregamento	EN 14231		X	
Permeabilidade ao Vapor de Água	EN 12524	X		
Tactilidade	Descrição do Perfil da Superfície		X	
Designação Petrográfica	EN 12407		X	
Absorção de água à Pressão Atmosférica	EN 13755		X	
Absorção de água por Capilaridade (se a Porosidade aberta for $\geq 1\%$)	NP EN 1925		X	
Aspecto Visual	Visual		X	
Características Geométricas	EN 1341 (Anexo A3 e A6)		X	

Tabela 9 – Métodos de Determinação das Característica Essenciais e Voluntárias em a placas para pavimentos e escadas. [14]

As tabelas 8 e 9 são realizadas com base nas normas harmonizadas de produto e servem para mais facilmente se identificarem todos os ensaios que deverão ser realizados.

Existe uma coluna para “Laboratório” ou seja, existem determinados tipos de ensaios que a equipa técnica não possui equipamento para os realizar. O cliente é sempre informado nestes casos e, se desejar obter um valor para a propriedade mecânica em causa, pode sempre requisitar-nos o contacto de um laboratório externo à Assimagra que o realize.

A coluna “Interno” destina-se às propriedades que a equipa técnica tem capacidade de realizar em laboratório.

A coluna “Base de Dados/Correlação” destina-se às propriedades que a equipa técnica não tem capacidade para realizar em laboratório mas para as quais pode ser estabelecida uma correlação

logo, é possível obter um valor que se relaciona com o que iria ser obtido através do método descrito na norma de ensaio.

Tais correlações estão previstas e vêm referidas em guias interpretativos⁴ para a directiva 89/106/CE. A mais valia deste serviço recai precisamente aqui, na aplicação de conhecimentos técnicos específicos para estabelecer correlações (ou por vezes correcções e estimativas, dependendo do tipo de informação que a empresa possua) que nos permitam chegar a um intervalo de valores adequado, de modo a oferecer um serviço adequado ao preço mais acessível.

4.2. Implementação do serviço de Marcação CE – Maroufi – Soc. Granitos e Mármore, Lda.



Fig. 52, 53 e 54 – O interior da fábrica “Maroufi” e algumas das matérias-primas

⁴ Anexo IV e Anexo V – “Guia para a Aplicação das Directivas Elaboradas com Base nas Disposições da Nova Abordagem”



Fig. 55, 56 e 57 – O corte de chapas e corte de blocos na empresa “Maroufi”

O processo tem igualmente início num pedido de orçamento à Assimagra. O cliente preenche o impresso com as pedras e os produtos que transforma na empresa.

Com base no número de pedras e produtos, ensaios a realizar e no número de declarações de conformidade a emitir, é realizado um orçamento.

Após a adjudicação do orçamento é enviado ao cliente um planeamento de amostragem onde constam as dimensões e o número de amostras necessárias à realização dos ensaios tipo iniciais.

Os produtos fabricados nesta empresa são os “Blocos de pedra para alvenaria”, “Lajes de pedra natural para pavimentos exteriores”, “Lancil de pedra natural para pavimentos exteriores”, “Placas para Revestimentos de Paredes”, “Ladrilhos Modulares” e “Placas para Pavimentos e Escadas”.

Para cada um destes produtos existe uma norma, que já foi referida acima, que é respectivamente:

- EN 771 – 5:2003;
- EN 1341:2001;
- EN 1343:2001;
- EN 1469:2004;
- EN 12057:2004
- EN 12058:2004.

Em cada uma destas normas existe um Anexo ZA no qual estão descritas as características essenciais a determinar e as características voluntárias, que tal como o nome indica podem ou não ser determinadas.

Nesse caso temos:

Propriedades Físico -Mecânicas		Norma de Produto	Elementos de Alvenaria em Pedra Natural EN 771-5:2003	
Designação	Norma de Referência	Laboratório	Interno	Base de dados/Correlação
Comportamento ao Fogo	EN 13501-1		x	
Resistência à Flexão	NP EN 12372		x	
Resistência ao Gelo (Compressão após Gelo)	EN 12371		x	
Resistência à Compressão	EN 772-1		x	
Densidade Aparente e Porosidade Aberta	EN 1936		x	
Permeabilidade ao Vapor de Água	EN 12524	x		
Designação Petrográfica	EN 12407		x	
Absorção de água à Pressão Atmosférica	EN 13755		x	
Absorção de água por Capilaridade (se a Porosidade aberta for $\geq 1\%$)	EN 772-11		x	
Aspecto Visual	Visual		x	
Características Geométricas	EN 1341 (Anexo A3 e A6)		x	
Configuração	EN 772-16		x	
Resistência da colagem ao cisalhamento	Anexo C EN 998-2:2003 ou EN 1052-3	x		
Resistência da colagem à Flexão	EN 1052-2	x		
Propriedades Térmicas	EN 1745		x	

Tabela 10 – Métodos de Determinação das Característica Essenciais e Voluntárias para “Blocos de pedra para alvenaria”. [13]

Propriedades Físico -Mecânicas		Norma de Produto	EN 1341:2001 – Lajes de Pedra Natural para Pavimentos Exteriores	
Designação	Norma de Referência	Laboratório	Interno	Base de dados/Correlação
Resistência à Flexão	NP EN 12372 ou EN 13161		x	
Resistência ao Gelo (Flexão após Gelo)	NP EN 12372 ou EN 13161		x	
Densidade Aparente e Porosidade Aberta	EN 1936		x	
Resistência ao Desgaste por Abrasão (Capon)	EN 14157			x
Resistência ao Escorregamento	EN 14231		x	
Designação Petrográfica	EN 12407		x	
Absorção de água à Pressão Atmosférica	EN 13755		x	
Absorção de água por Capilaridade (se a Porosidade aberta for $\geq 1\%$)	NP EN 1925		x	
Aspecto Visual	Visual		x	
Características Geométricas	EN 1341 (Anexo A3 e A6)		x	

Tabela 11 – Métodos de Determinação das Característica Essenciais e Voluntárias para lajes de pedra natural aplicadas em pavimento exterior. [14]

Propriedades Físico -Mecânicas		Norma de Produto	EN 1343:2000 – Guias de Pedra Natural para Pavimentos Exteriores	
Designação	Norma de Referência	Laboratório	Interno	Base de dados/Correlação
Resistência à Flexão	NP EN 12372 ou EN 13161		x	
Resistência ao Gelo (Flexão após Gelo)	NP EN 12372 ou EN 13161			x
Densidade Aparente e Porosidade Aberta	EN 1936		x	

Designação Petrográfica	EN 12407		x	
Absorção de água à Pressão Atmosférica	EN 13755		x	
Absorção de água por Capilaridade (se a Porosidade aberta for $\geq 1\%$)	NP EN 1925		x	
Aspecto Visual	Visual		x	
Características Geométricas	EN 1341 (Anexo A3 e A6)		x	

Tabela 12 – Métodos de Determinação das Característica Essenciais e Voluntárias para Guias de Pedra Natural aplicadas em Pavimentos Exteriores. [15]

Propriedades Físico -Mecânicas		Norma de Produto	EN 1469:2004 e EN 12057:2004 - Placas e Ladrilhos de Pedra Natural para Revestimento de Paredes (interiores e Exteriores)	
Designação	Norma de Referência	Laboratório	Interno	Base de dados/Correlação
Comportamento ao Fogo	EN 13501-1		x	
Resistência à Flexão	NP EN 12372 ou EN 13161		x	
Resistência ao Gelo (Flexão após Gelo)	NP EN 12372 ou EN 13161			x
Densidade Aparente e Porosidade Aberta	EN 1936		x	
Resistência ao Choque Térmico	EN 14066	x		
Permeabilidade ao Vapor de Água	EN 12524	x		
Resistência às Ancoragens	EN 13364	x		
Tactilidade	Descrição do Perfil da Superfície		x	
Designação Petrográfica	EN 12407		x	
Absorção de água à Pressão Atmosférica	EN 13755		x	
Absorção de água por Capilaridade (se a Porosidade aberta for $\geq 1\%$)	NP EN 1925		x	
Aspecto Visual	Visual		x	
Características Geométricas	EN 1341 (Anexo A3 e A6)		x	

Tabela 13 – Métodos de Determinação das Característica Essenciais e Voluntárias para as Placas para revestimento de paredes e Ladrilhos modulares aplicados em revestimentos de paredes. [11,16]

Propriedades Físico -Mecânicas		Norma de Produto	EN 12058:2004 e EN 12057:2004 – Placas e Ladrilhos de Pedra Natural para Pavimentos e Escadas (interiores e Exteriores)	
Designação	Norma de Referência	Laboratório	Interno	Base de dados/Correlação
Comportamento ao Fogo	EN 13501-1		x	
Resistência à Flexão	NP EN 12372 ou EN 13161		x	
Resistência ao Gelo (Flexão após Gelo)	NP EN 12372 ou EN 13161			x
Densidade Aparente e Porosidade Aberta	EN 1936		x	
Resistência ao Choque Térmico	EN 14066	x		
Resistência ao Desgaste por Abrasão (Capon)	EN 14157			x
Resistência ao Escorregamento	EN 14231		x	
Permeabilidade ao Vapor de Água	EN 12524	x		
Tactilidade	Descrição do Perfil da Superfície		x	
Designação Petrográfica	EN 12407		x	
Absorção de água à Pressão Atmosférica	EN 13755		x	
Absorção de água por Capilaridade (se a Porosidade aberta for $\geq 1\%$)	NP EN 1925		x	
Aspecto Visual	Visual		x	
Características Geométricas	EN 1341 (Anexo A3 e A6)		x	

Tabela 14 – Métodos de Determinação das Característica Essenciais e Voluntárias para as Placas para pavimentos e escadas e Ladrilhos modulares aplicados em pavimentos e escadas. [12, 16]

O procedimento do serviço seguido numa empresa de grande dimensão é o mesmo que o de uma empresa pequena.

Quando o cliente reúne todas as amostras necessárias é realizada a primeira visita à empresa. É sempre pedido que as amostras sejam devidamente identificadas e embaladas para que todo o trabalho posterior seja facilitado garantindo a total rastreabilidade do trabalho sobre os resultados obtidos.

Posteriormente, são realizados todos os ensaios e é elaborado o “Dossier Técnico” da empresa, no qual vão estar arquivadas: declarações de conformidade, relatórios de ensaio, procedimentos técnicos, impressos para controlo de produção na fábrica e guia para a manutenção da conformidade.

Anexo IV – Excertos do “Guia para a Aplicação das Directivas Elaboradas com Base nas Disposições da Nova Abordagem” – Comissão Europeia

1.2 Elementos básicos das directivas “Nova Abordagem”⁶

- *As directivas “Nova Abordagem” baseiam-se nos seguintes princípios:*
 - ⇒ *A harmonização é limitada aos requisitos essenciais;*
 - ⇒ *Só os produtos que preencham os requisitos essenciais poderão ser colocados no mercado e entrar em serviço;*
 - ⇒ *Presume-se que as normas harmonizadas, cujos números de referência foram publicados no Jornal Oficial e que foram transpostas para as normas nacionais, estão conformes com os requisitos essenciais correspondentes;*
 - ⇒ *A aplicação das normas harmonizadas ou de outras especificações técnicas continua a ser voluntária, podendo os fabricantes optar livremente por qualquer solução técnica que assegure o cumprimento dos requisitos essenciais; e*
 - ⇒ *Os fabricantes podem escolher entre os diversos processos de avaliação da conformidade previstos na directiva aplicável*

3. RESPONSABILIDADES

3.1. Fabricante

3.1.1. Directivas “Nova Abordagem”

- *Um fabricante, na acepção da nova abordagem, é a pessoa responsável pela concepção e o fabrico de um produto tendo em vista a sua colocação no mercado da Comunidade em seu próprio nome.*
- *O fabricante tem a obrigação de assegurar que um produto destinado a ser colocado no mercado da Comunidade é concebido e fabricado, e a sua conformidade avaliada, de acordo com os requisitos essenciais consignados nas disposições das directivas “Nova Abordagem” aplicáveis.*
- *O fabricante poderá utilizar produtos acabados, partes ou componentes pré-fabricados, ou subcontratar as suas tarefas. Todavia, deve conservar sempre o controlo global e ter a competência necessária para assumir a responsabilidade pelo produto.⁴⁷*

Anexo V – Excertos de “Guidance Paper B” – European Comission

3.2 Verifications and tests

3.2.1. General comments

The manufacturer must have or have available the installations, equipment and personnel which enable him to carry out the necessary verifications and tests. He may, as may his agent, meet this requirement by concluding a sub-contracting agreement with one or more organisations or persons having the necessary skills and equipment.

The manufacturer must calibrate or verify and maintain the control, measuring or test equipment in good operating condition, whether or not it belongs to him, with a view to demonstrating conformity of the product with its technical specification. The equipment must be used in conformity with the specification or the test reference system to which the specification refers.

3.2.3. Tests

Tests should be in accordance with the test plan and be carried out in accordance with the methods indicated in the technical specification.

These methods should generally be direct methods.

It is however possible, in the case of certain characteristics, that the prescribed specification gives the possibility of using indirect test methods if a definite correlation or relationship can be established and if possible verified between specified characteristic X - the characteristic to be verified - and another characteristic Y which is easier or safer to measure than characteristic X. Indirect test methods may be retained when available and appropriate.

Depending on the system of attestation of conformity adopted for the product or the product family, initial type tests on the product may be carried out by the manufacturer himself or must be carried out or validated by an notified body.

In the latter case, this obligation only applies to tests to determine characteristics for which the choice of attestation of conformity system requires the intervention of an notified body or laboratory. These characteristics are given in Annex 3 of the mandates.

The same is true for audit tests on samples taken from the factory, market or site when the system of attestation of conformity adopted is the certification of the product and includes the carrying out or validation of these tests by the notified body concerned.

**Anexo VI – Casos – tipo de empresas transformadoras de pedra natural que não possuem
pedreira própria - Soluções**

Os exemplos seguintes (A, B e C) ilustram os três principais tipos de empresas que não possuem pedra e que, por isso, compram a matéria-prima a fornecedores:

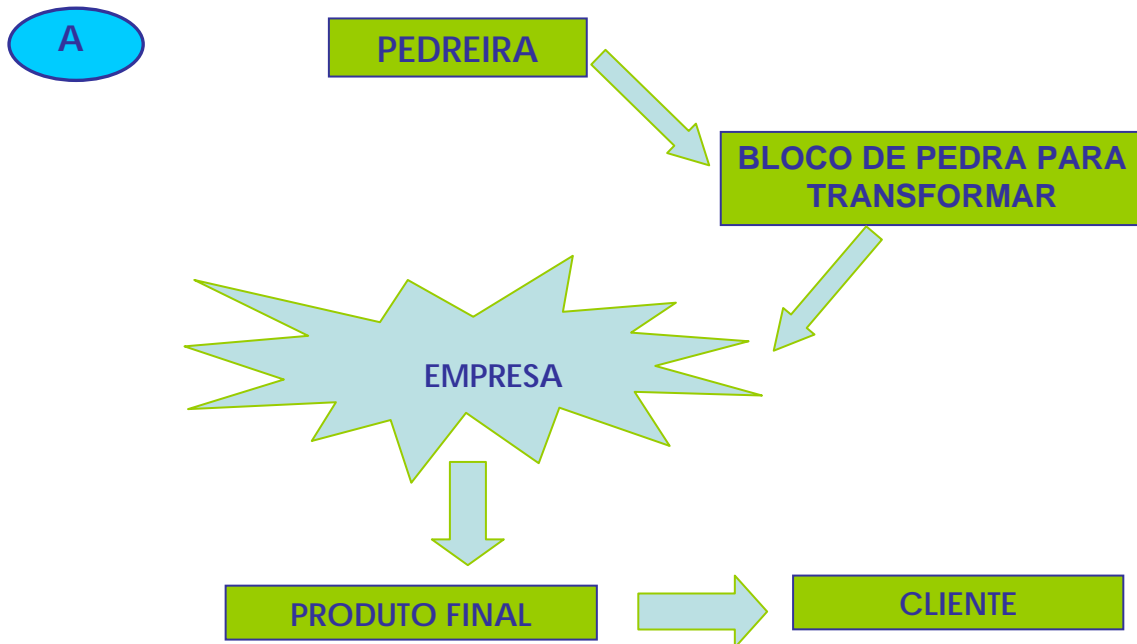
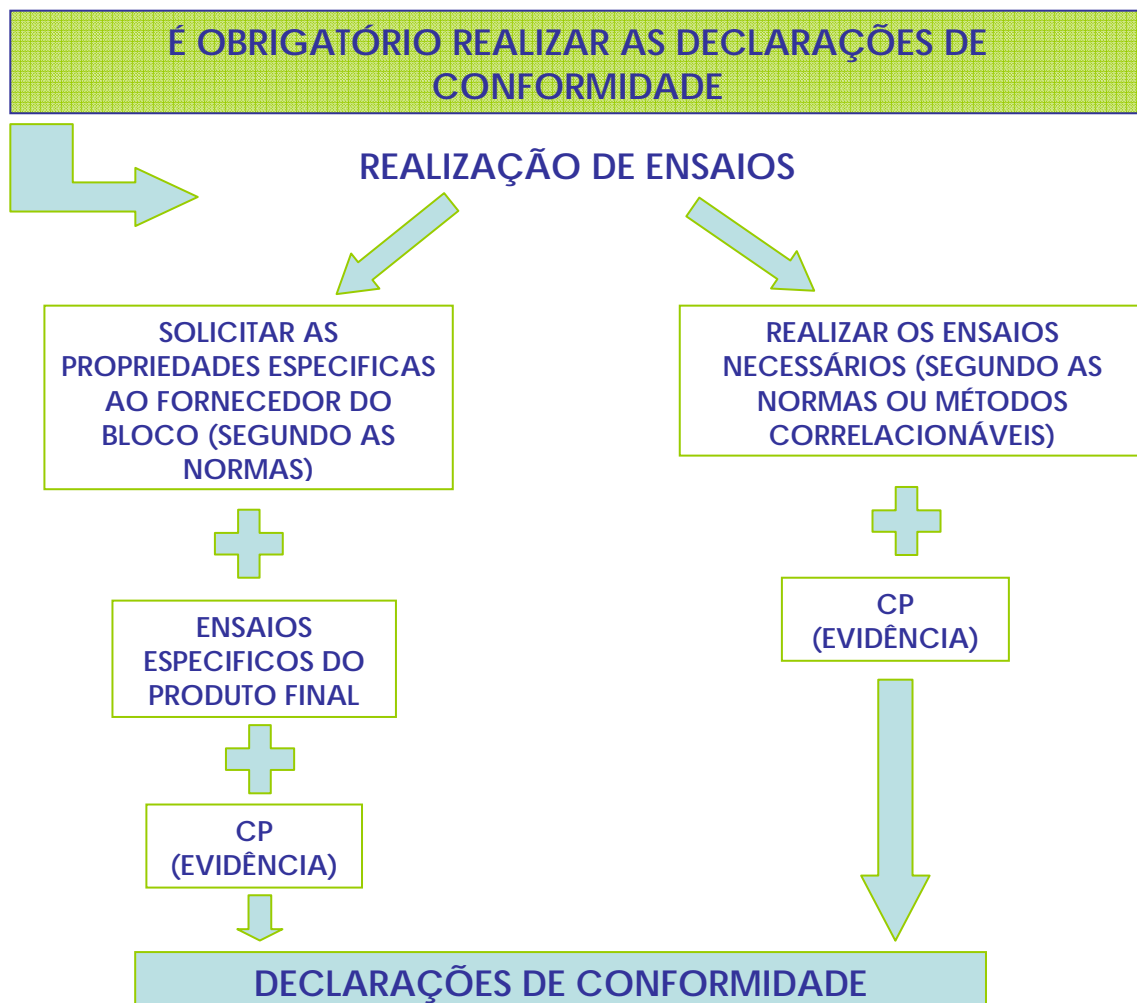


Fig. 58 – Exemplo A – Empresa que compra blocos de pedra a um fornecedor e o transforma num produto final



- **EXISTEM DUAS VIAS:**

- Solicitar as propriedades específicas ao fornecedor do bloco (segundo as normas);
- Realizar os ensaios específicos do produto final e o controlo de produção (evidência);
- Elaborar as declarações de conformidade para cada produto.

OU ENTÃO...

- Realizar os ensaios necessários (segundo as normas ou métodos correlacionáveis);
- Criar um sistema de controlo de produção;
- Elaborar as declarações de conformidade para cada produto.

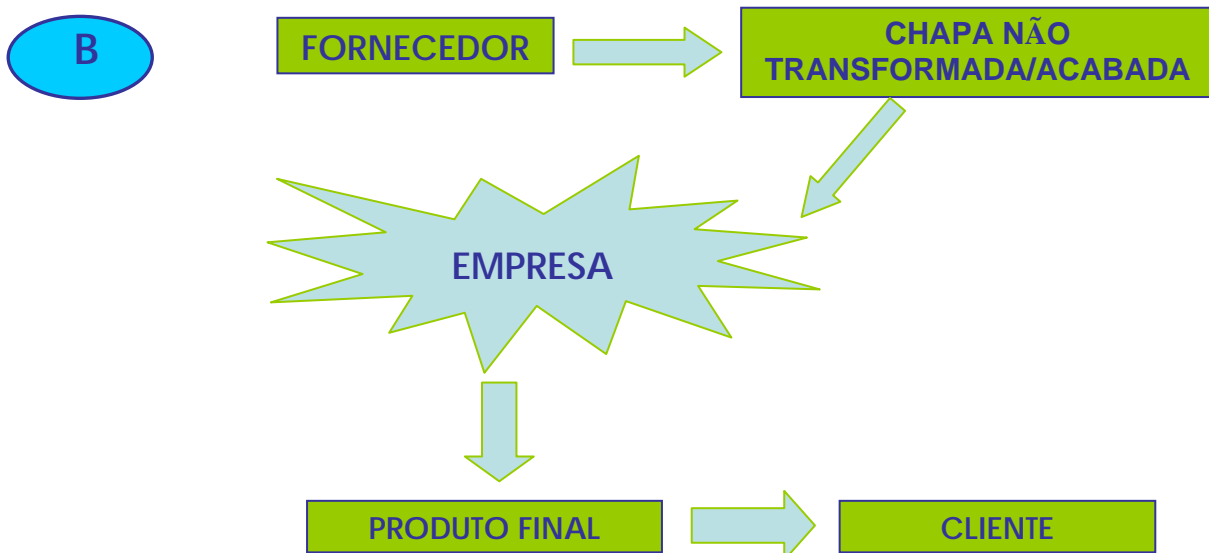
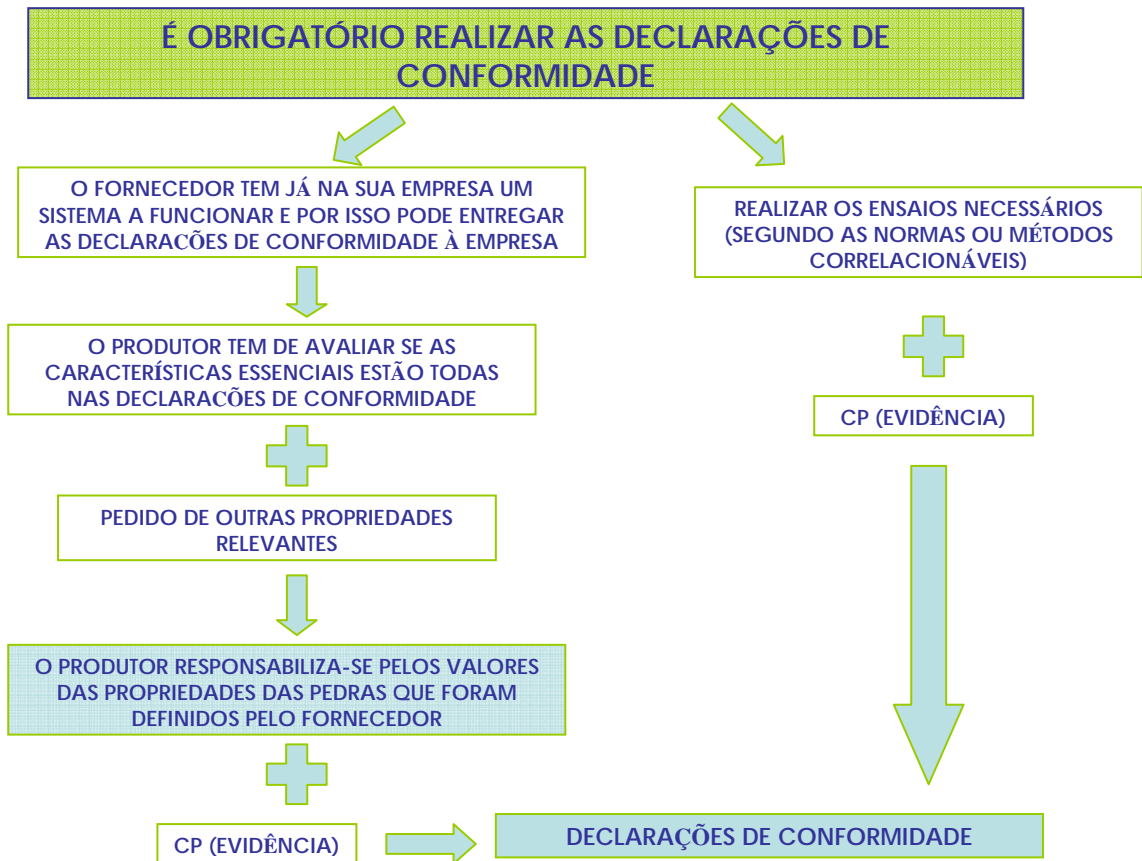


Fig. 59 – Exemplo B – Empresa que compra chapa não acabada a um fornecedor e a transforma num produto final



EXISTEM DUAS VIAS:

- O fornecedor pode ter já a funcionar um sistema e entregar ao produtor as declarações de conformidade da chapa não transformada/acabada;
- Cabe ao produtor avaliar se as características essenciais estão todas nas declarações de conformidade e solicitar outras propriedades que ache relevantes.
- Ao aceitar os valores das propriedades mecânicas definidas no certificado do fornecedor, a responsabilidade pelos valores das propriedades das pedras passa a ser do produtor, podendo emitir as declarações de conformidade em seu nome (produtor).

OU ENTÃO...

- Realiza os ensaios necessários (segundo as normas ou métodos correlacionáveis);
- Cria um sistema de controlo de produção;
- Elabora as declarações de conformidade para cada produto.

C

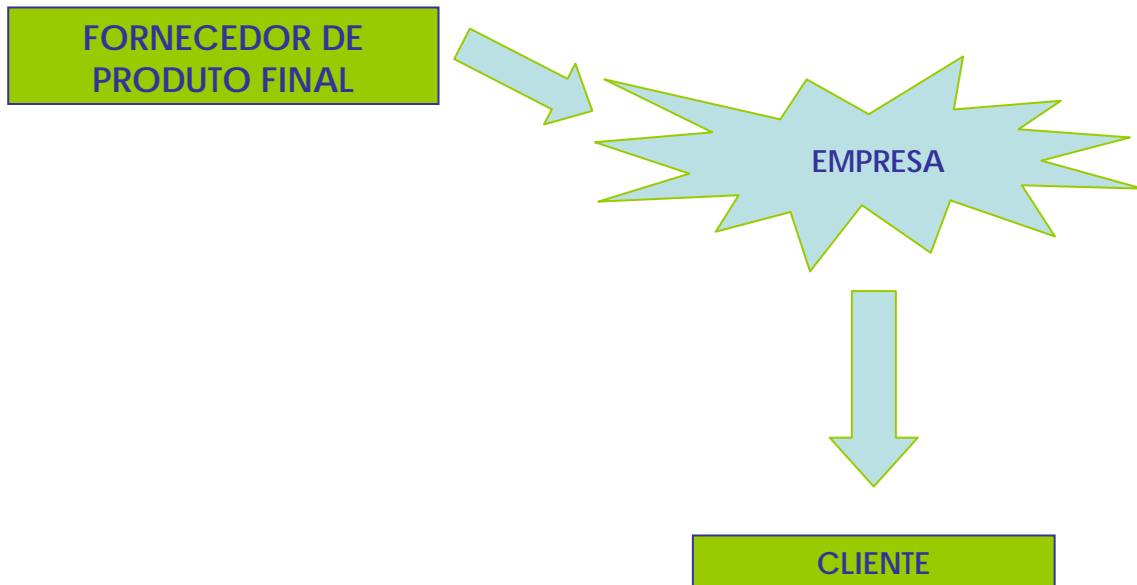
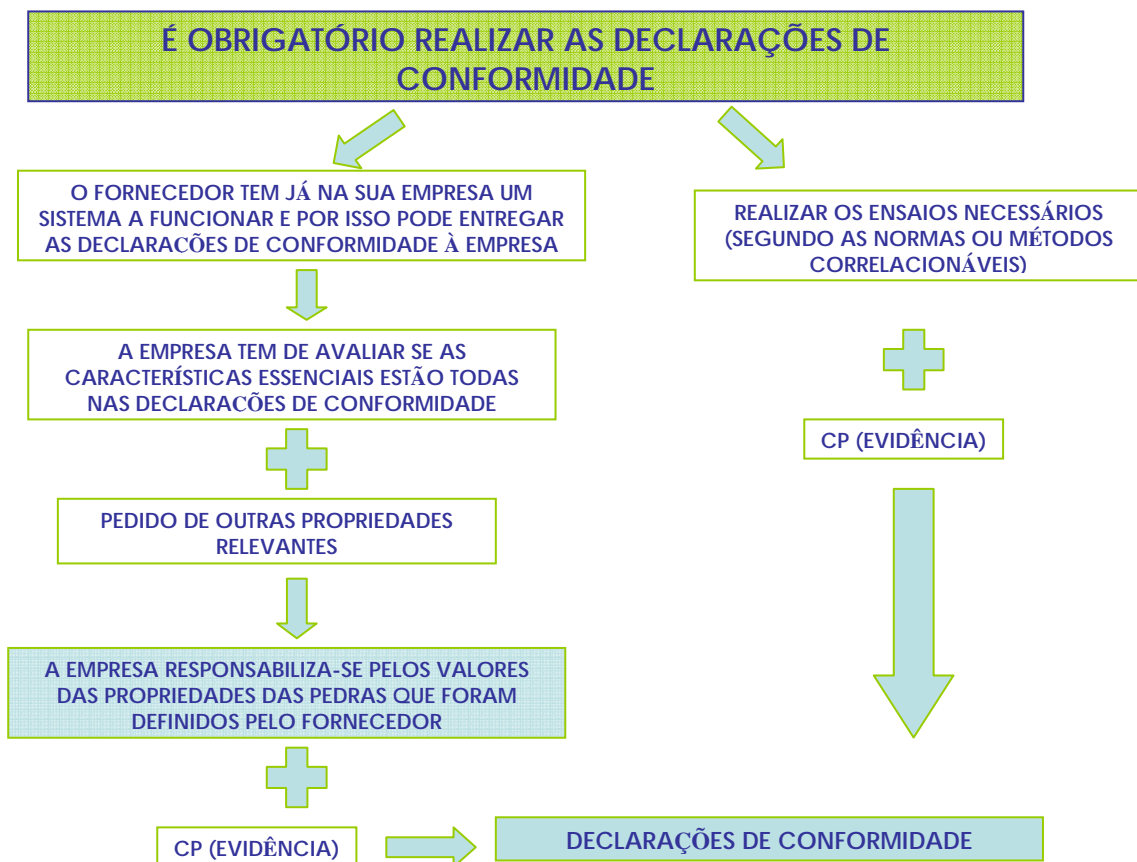


Fig. 60 – Exemplo C – Empresa que compra produto final (ex. ladrilhos já polidos) a um fornecedor e vende ao cliente



EXISTEM DUAS VIAS:

- O fornecedor dos ladrilhos pode ter já a funcionar um sistema e pode entregar ao produtor as declarações de conformidade deste produto acabado.
- Cabe ao produtor avaliar se as características essenciais estão todas nas declarações de conformidade e solicitar outras propriedades que ache relevantes.
- Ao aceitar os valores das propriedades mecânicas definidas no certificado do fornecedor, a responsabilidade pelos valores das propriedades das pedras passa a ser do produtor, podendo emitir as declarações de conformidade em seu nome (produtor). Se não emitir declarações em seu nome não está a vender um produto seu (mas de quem lhe forneceu) e assume um papel de distribuidor.

OU ENTÃO...

- Realiza os ensaios necessários (segundo as normas ou métodos correlacionáveis);
- Cria um sistema de controlo de produção (mesmo não produzindo efectivamente tem de controlar dimensional e visualmente o produto que está a vender);
- Elabora as declarações de conformidade para cada produto.

Outra questão importante prende-se com a variabilidade das pedras com que trabalham.

Muitas empresas trabalham por vezes mais de 30 tipos de pedra e pensar que tem de as analisar todas, caso contrário não estarão a cumprir um requisito legal e podem nem sequer conseguir vender o produto.

Estas empresas podem estar hoje a trabalhar com 5 tipos de pedra e para o mês que vem já trabalham com outros 5 tipos diferentes.

Para tentar resolver esta situação, foi criado o serviço de “Implementação e Manutenção”, que permite, entre outras vantagens, que a equipa técnica se desloque à empresa de três em três meses para recolher amostras da produção e ir actualizando as declarações de conformidade.

Este serviço complementar inclui ainda a verificação da eficácia do sistema de controlo de produção implementado na empresa.

Ao longo de todas as sessões de esclarecimento têm surgido muitas outras questões, que por vezes saem fora do âmbito da marcação CE mas, que permitem chegar mais perto de quem trabalha todos os dias com a pedra e que traduzem um sector muitas vezes esquecido e enganado.

