U.PORTO
FEUP FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

METODOLOGIA DE SELECÇÃO DE REVESTIMENTOS CERÂMICOS – UM AUXILIAR DE PROJECTO

ANA ISABEL RAMOS BORGES

Relatório de Projecto submetido para satisfação parcial dos requisitos do grau de

MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL — ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÕES CIVIS

Orientador: Professor Doutor Jorge Moreira da Costa

FEVEREIRO DE 2008

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2007/2008

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446

✉ miec@fe.up.pt

Editado por

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ feup@fe.up.pt

🌍 http://www.fe.up.pt

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2007/2008 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2008*.

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respectivo Autor, não podendo o Editor aceitar qualquer responsabilidade legal ou outra em relação a erros ou omissões que possam existir.

Este documento foi produzido a partir de versão electrónica fornecida pelo respectivo Autor.

A meus Pais

AGRADECIMENTOS

Concluindo-se este trabalho, gostaria de expressar o meu agradecimento a todas as pessoas que de uma forma ou de outra, deram o seu contributo para a elaboração desta tese,

Ao meu professor e orientador, Jorge Moreira da Costa, pelo apoio, atenção e confiança evidenciada ao longo deste trabalho, pela disponibilidade sempre demonstrada na transmissão de conhecimentos e no esclarecimento de dúvidas. Se por vezes a motivação diminuiu, foi nele que encontrei o incentivo para continuar.

Aos meus pais, pelo amor, pela educação e valores que me transmitiram ao longo da vida; pelo sentido de responsabilidade, humildade e trabalho que me incutiram, sem os quais este trabalho não seria possível.

Aos meus irmãos, Zé e Miguel, cunhadas, Paula e Patrícia e sobrinhas, Inês e Sofia, pelo carinho, apoio, amizade e ajuda sempre útil.

Ao Jorge, pela enorme força e coragem que me transmitiu, pela ajuda sempre pronta e pela sua incansável paciência, dedicação e compreensão.

A todos os amigos e amigas pela amizade e apoio que sempre me deram, em especial a Dani, Jú e Patrícia pelo companheirismo manifestado nestes últimos meses.

A empresa "Materiais de Construção Cunha Gomes, SA", na pessoa do Sr. Zé Cunha Gomes por toda a informação fornecida e pela ajuda dispensada; a todas as empresas produtoras de revestimentos cerâmicos pela informação técnica e comercial que me forneceram sempre com a maior brevidade possível.

A todos vocês, o meu muito obrigado.

RESUMO

O sector da construção é dos mais complexos, se não o mais, no sector industrial. A construção de um edifício engloba sempre inúmeras variáveis, previsíveis ou não. São também em grande número os intervenientes em todo o processo de construção, já para não falar na enorme e dinâmica gama de técnicas e processos construtivos ou no vasto leque de materiais disponíveis e sua constante evolução.

A selecção destes materiais principalmente os visíveis, como os revestimentos cerâmicos, cabe tradicionalmente ao dono de obra ou aos utilizadores. Estes têm uma inegável importância em todo o processo de construção, mas possuem, normalmente, capacidades técnicas limitadas nesta área. Assim, o desconhecimento leva-os a tomar decisões que podem não ser as mais adequadas.

Por outro lado, os gabinetes de projecto são constantemente submersos em publicidade a novos produtos. Esta constante modificação ou inovação nos materiais de construção leva à necessidade de criar métodos de arquivo de todas as informações que lhe chegam, de as actualizar de forma fácil e correcta e de as utilizar de modo ágil e prático, contribuindo para uma maior produtividade e nível de eficiência do trabalho produzido por este perfil de organização consultora.

O presente método visa auxiliar todo o processo de selecção de revestimentos cerâmicos, com principal enfoque no trabalho das pequenas e médias empresas consultoras na área de projecto.

Esta trabalho é então dividido em 7 Capítulos, sendo que no primeiro é a feita uma introdução ao tema e no segundo uma caracterização empresarial do sector da fabricação de revestimentos cerâmicos. O terceiro capítulo consiste numa descrição das principais exigências funcionais dos ladrilhos cerâmicos, assim como outros aspectos relacionados com estes elementos construtivos. O método MC FEUP, que serviu de base a este estudo, é apresentado no capitulo 4. Os dois capítulos seguintes exemplificam então a metodologia apresentada, sendo que no capítulo 5 é apresentada de uma forma geral a proposta de selecção dos revestimentos cerâmicos e no capítulo 6 são analisadas cada uma das exigências funcionais e apresentada uma proposta de classificação.

Palavras-chave: Projecto; Revestimentos Cerâmicos; Selecção; Exigências.

Abstract

The Construction Sector is one of the most complex in the industrial sector, if not the most.

The construction of a building depends on a large number of variables, some predictable, others not. Many actors and stakeholders take part in the construction process, not to mention the enormous and dynamic range of techniques and construction procedures, joined also by a great number of construction materials available and in constant evolution.

The selection of these materials, especially the visible ones, such as ceramic coatings, usually belongs to the owner of the work or to its beneficiaries. They have undeniable importance in the whole construction process, in spite of their limited technical skills in the field. Thus, their natural lack of knowledge often leads them to decisions that may not be the most appropriate.

Furthermore, design offices are constantly submerged by advertisements for new products. The continuous change and innovation of construction materials leads these organisations in creating methods of storing all the received information and finding a practical and appropriate way to update it and use it quickly and effectively.

The present method seeks to help throughout the whole process of selecting ceramic materials, with a special focus on the operation of Design SME's.

This work is divided into 7 chapters, where, in first, is made a theme introduction and in the second a characterization of the entrepreneurial sector of the manufacture of tiles. The third chapter is based on a description of the major functional demands of ceramic tiles, and also other of these constructive elements issues. The MC FEUP method that has served as a base to this study is presented in the chapter 4. The next two chapters exemplify the presented methodology, where, in chapter 5 is presented the process of selecting ceramic materials proposal in a general way and in the chapter 6 are analysed each one of the functional demands and presented a classification proposal.

KEYWORDS: Design, Ceramic Finishes, Specification, Prescription, Demands

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS i
RESUMO iii
ABSTRACT v

1. INTRODUÇÃO 1

2. A INDÚSTRIA DOS ELEMENTOS CERÂMICOS 3
2.1. A HISTÓRIA DOS REVESTIMENTOS CERÂMICOS 3
2.2. CARACTERIZAÇÃO EMPRESARIAL DO SECTOR 4
2.2.1. GENERALIDADES 4
2.2.2. AS EMPRESAS NACIONAIS 5
2.2.3. O MERCADO NACIONAL 6
2.2.4. O MERCADO INTERNACIONAL 8
2.3. O PROCESSO DE FABRICO DOS REVESTIMENTOS CERÂMICOS 9
2.3.1. GENERALIDADES 9
2.3.2. PROCESSO DE FABRICO – PRENSAGEM A SECO 10
2.3.3. PROCESSO DE FABRICO – EXTRUSÃO 11
2.4. QUESTÕES AMBIENTAIS DA INDÚSTRIA CERÂMICA 11
2.4.1. GENERALIDADES 11
2.4.2. CONSUMO DE RECURSOS 12
2.4.3. EMISSÕES PARA A ATMOSFERA 13
2.4.4. CONSUMO DE ÁGUA E DESCARGAS DE EFLUENTES LÍQUIDOS INDUSTRIAIS 14
2.4.5. PRODUÇÃO DE RESÍDUOS 15
2.4.6. EMISSÃO DE RUÍDO 15
2.5. O CUSTO DOS REVESTIMENTOS CERÂMICOS NO CUSTO DO EDIFÍCIO 16
2.6. NOTAS FINAIS 20

3. CARACTERÍSTICAS DOS ELEMENTOS CERÂMICOS 21

3.1. INTRODUÇÃO 21

3.2. MATERIAIS MAIS USADOS EM PORTUGAL 22

3.2.1. LADRILHOS DE GRÉS PORCELÂNICO 22

3.2.2. LADRILHOS DE GRÉS OU LADRILHOS DE SEMI-GRÉS 22

3.2.3. LADRILHOS DE BARRO VERMELHO OU LADRILHOS RÚSTICOS 23

3.2.4. AZULEJOS OU "LADRILHOS POROSOS" 23

3.3. O PROCESSO DE CERTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DA QUALIDADE 23

3.3.1. EM PORTUGAL 23

3.3.2. NO ESTRANGEIRO 24

3.4. EXIGÊNCIAS FUNCIONAIS DE ELEMENTOS CERÂMICOS 24

3.4.1. GENERALIDADES 24

3.4.2. DOCUMENTAÇÃO DE REFERÊNCIA 27

3.4.3. EXIGÊNCIAS DEFINIDAS PELA NORMALIZAÇÃO 29

3.4.3.1. Generalidades 29

3.4.3.2. Tolerâncias de Aplicação 30

3.4.4. EXIGÊNCIAS DEFINIDAS PELA LITERATURA TÉCNICA 31

A. RESISTÊNCIA MECÂNICA E ESTABILIDADE 31

A.1 SOLICITAÇÕES HIGROTÉRMICAS 31

A.1.1 A Acção da Temperatura 31

A.1.2 A Acção da Humidade 33

A.1.3 A Acção da Neve 35

A.2 RESISTÊNCIA À FLEXÃO 36

B. HIGIENE SAÚDE E AMBIENTE 36

B.1 LIBERTAÇÃO OU EMISSÃO DE RADIAÇÕES OU DE SUBSTÂNCIAS TÓXICAS 37

B.2 DESENVOLVIMENTO E FIXAÇÃO DE MICROORGANISMOS NOCIVOS E POEIRAS 37

B.3 CONTROLO DE HUMIDADE INTERIOR 38

C. CONSERVAÇÃO, REPARAÇÃO E LIMPEZA 38

C.1 CONSERVAÇÃO E MANUTENÇÃO 38

C.2 REPARAÇÃO 39

C.3 LIMPEZA 40

C.3.1 Limpeza logo após a fase de obra 40

C.3.2 Limpeza durante o ciclo de vida 41

C.3.2.1 Resistência à formação de nódoas 41
C.3.2.2 Resistência química 41
D. SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO 42
D.1 REACÇÃO AO FOGO 42
E. CONFORTO ACÚSTICO 43
F. DURABILIDADE 44
3.4.5. EXIGÊNCIAS DEFINIDAS EM LITERATURA COMERCIAL 45
G. SEGURANÇA NA UTILIZAÇÃO 45
G.1 RISCO DE ESCORREGAMENTO 46
G.2 RESISTÊNCIA À ABRASÃO 46
G.3 DUREZA SUPERFICIAL 46
G.4 RESISTÊNCIA À FENDILHAGEM 47
G.5 RISCO DE CHOQUE 47
G.6 OUTRAS FORÇAS 47
H. CONFORTO VISUAL E TÁCTIL 47
H.1 CONFORTO VISUAL 48
H.2 CONFORTO TÁCTIL 49
I. ARMAZENAMENTO E MANUSEAMENTO 49
J. PREÇO 50
3.5. NOTAS FINAIS 50

4. METODOLOGIA MC-FEUP 51
4.1. MÉTODO MC-FEUP 51
4.2. CRITÉRIOS DEFINIDOS PARA AVALIAÇÃO 52
4.3. ANÁLISE CRÍTICA ENTRE CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO E OS CRITÉRIOS DO PONTO 3 55
4.4. NOTAS FINAIS 56

5. ESTRATÉGIA DE SELECÇÃO PROPOSTA - CARACTERIZAÇÃO DOS MATERIAIS 57

5.1. DEFINIÇÃO DE CRITÉRIOS PARA AVALIAÇÃO 57

5.2. MÉTODO NF-UPEC 59

5.3. PATOLOGIAS MAIS CORRENTES 60

5.3.1. DESCOLAMENTO E EMPOLAMENTO 61

5.3.2. FISSURAÇÃO 63

5.3.3. ESMAGAMENTO OU LASCAGEM NOS BORDOS DOS LADRILHOS 64

5.3.4. ENODOAMENTO PREMATURO 64

5.3.5. RISCAGEM, DESGASTE OU ALTERAÇÃO DE COR PREMATUROS DOS LADRILHOS 64

5.3.6. DEFICIÊNCIAS DE PLANEZA 65

5.4. NOTAS FINAIS 65

6. PROPOSTA DE METODOLOGIA E CARACTERIZAÇÃO QUALITATIVA 67

6.1. IDENTIFICAÇÃO DOS CRITÉRIOS ADOPTADOS 67

6.1.1. GENERALIDADES 67

6.2. PROCESSO DE CLASSIFICAÇÃO 68

A. RESISTÊNCIA MECÂNICA E ESTABILIDADE 68

A.1 SOLICITAÇÕES HIGROTÉRMICAS 68

A.1.1 Classificação da Acção da Temperatura 68

A.1.2 Classificação da Acção da Humidade 69

A.1.3 Classificação da Acção da Neve 70

A.2 CLASSIFICAÇÃO DA RESISTÊNCIA À FLEXÃO 70

B. HIGIENE SAÚDE E AMBIENTE 71

B.1 CLASSIFICAÇÃO DA LIBERTAÇÃO OU EMISSÃO DE RADIAÇÕES OU DE SUBSTÂNCIAS TÓXICAS 71

C. CONSERVAÇÃO, REPARAÇÃO E LIMPEZA 72

C.3.2.1 Classificação da Resistência à formação de nódoas 72

C.3.2.2 Classificação da resistência química 73

F. DURABILIDADE 74

F.1 CLASSIFICAÇÃO DA DURABILIDADE DE ELEMENTOS HORIZONTAIS 74
F.2 CLASSIFICAÇÃO DA DURABILIDADE DE ELEMENTOS VERTICAIS 75
G. SEGURANÇA NA UTILIZAÇÃO 76
G.1 CLASSIFICAÇÃO DO RISCO DE ESCORREGAMENTO 76
G.2 CLASSIFICAÇÃO DA RESISTÊNCIA À ABRASÃO 77
G.3 CLASSIFICAÇÃO DA DUREZA SUPERFICIAL 79
G.5 CLASSIFICAÇÃO DA RESISTÊNCIA AO CHOQUE 82
H. CONFORTO VISUAL E TÁCTIL 82
H.1 CLASSIFICAÇÃO DE CONFORTO VISUAL 82
I. ARMAZENAMENTO E MANUSEAMENTO 83
6.3. PROCESSO DE QUALIFICAÇÃO 84
6.4. EXEMPLIFICAÇÃO 89
6.4.1. INTRODUÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DOS LADRILHOS 89
6.4.2. CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL E IDENTIFICAÇÃO DAS EXIGÊNCIAS 91
6.4.3. RESULTADOS 91

7. CONCLUSÕES 95

8. BIBLIOGRAFIA 97

9. ANEXOS .....

A. EXIGÊNCIAS DA NORMA ISO 14411 PARA LADRILHOS PRODUZIDOS POR EXTRUSÃO DO GRUPO AI (E≤3%) .....
B. EXIGÊNCIAS DA NORMA ISO 14411 PARA LADRILHOS PRODUZIDOS POR EXTRUSÃO DO GRUPO AIIA-1 (3% <E≤6%) .....
C. EXIGÊNCIAS DA NORMA ISO 14411 PARA LADRILHOS PRODUZIDOS POR EXTRUSÃO DO GRUPO AIIA-2 (3% <E≤6%) .....
D. EXIGÊNCIAS DA NORMA ISO 14411 PARA LADRILHOS PRODUZIDOS POR EXTRUSÃO DO GRUPO AIIB-1 (6% <E≤10%) .....
E. EXIGÊNCIAS DA NORMA ISO 14411 PARA LADRILHOS PRODUZIDOS POR EXTRUSÃO DO GRUPO AIIB-2 (6% <E≤10%) .....
F. EXIGÊNCIAS DA NORMA ISO 14411 PARA LADRILHOS PRODUZIDOS POR EXTRUSÃO DO GRUPO AIII (E> 10%) .....
G. EXIGÊNCIAS DA NORMA ISO 14411 PARA LADRILHOS PRODUZIDOS POR PRENSAGEM A SECO DO GRUPO BIA (E≤0,5%) .....

H. EXIGÊNCIAS DA NORMA ISO 14411 PARA LADRILHOS PRODUZIDOS POR PRENSAGEM A SECO DO GRUPO BIB (0,5% <E≤3%).....

J. EXIGÊNCIAS DA NORMA ISO 14411 PARA LADRILHOS PRODUZIDOS POR PRENSAGEM A SECO DO GRUPO BIIA (3% <E≤6%).....

K. EXIGÊNCIAS DA NORMA ISO 14411 PARA LADRILHOS PRODUZIDOS POR PRENSAGEM A SECO DO GRUPO BIIB (6% <E≤10%).....

L. EXIGÊNCIAS DA NORMA ISO 14411 PARA LADRILHOS PRODUZIDOS POR PRENSAGEM A SECO DO GRUPO BIII (E>10%).....

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – O sector da cerâmica 5
Figura 2 – Volume de exportações e importações em Portugal 6
Figura 3 – Destino das exportações portuguesas.....7
Figura 4 – Origem das importações nacionais.....7
Figura 5 – Principais produtores mundiais.....8
Figura 6 – Consumo de matérias-primas 13
Figura 7 – % dos custos dos elementos de construção no custo total.....18
Figura 8 – % do custo dos revestimentos no custo total do edifício 20
Figura 9 – Resistência à flexão.....36
Figura 10 – Método MCFEUP 56
Figura 11 – Estratégia de selecção proposta.....57
Figura 12 – Descolamento pontual mas extenso sem empolamento 61
Figura 13 – Descolamento generalizado com empolamento grave 62
Figura 14 – Empolamento de revestimento de piso 63
Figura 15 – Aspectos de fissuração em pavimentos e paredes 63
Figura 16 – Arestas degradadas.....64
Figura 17 – Enodoamento e eflorescências.....64
Figura 18 – Alteração do aspecto do revestimento de pavimentos.....65
Figura 19 – Aplicação deficiente e irregular, desnivelamento acentuado 65
Figura 20 – INPUT e OUTPUT.....85
Figura 21 – Exemplificação da metodologia – Características técnicas dos ladrilhos 90
Figura 22 – Exemplificação da metodologia – Características do local e identificação das exigências92
Figura 23 – Exemplificação – resultados 93

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 – Empresas nacionais 6
Quadro 2 – Principais produtores Europeus 8
Quadro 3 – Grupos de ladrilhos – exemplos 10
Quadro 4 – Impactos ambientais 12
Quadro 5 – Emissões para a atmosfera 14
Quadro 6 – Consumo de água 14
Quadro 7 – Grupos e classes de edifícios 17
Quadro 8 – Elementos de construção principais 17
Quadro 9 – % dos custos dos elementos de construção no custo total 18
Quadro 10 – Sector dos revestimentos 19
Quadro 11 – Requisitos essenciais e não Essenciais 25
Quadro 12 – Características técnicas e localizações 26
Quadro 13 – Fontes de informação 28
Quadro 14 – Classificação dos ladrilhos segunda a EN 14411 e seus anexos 29
Quadro 15 – Desvio de verticalidade aceitável 31
Quadro 16 – Parâmetros da resistência mecânica e estabilidade 31
Quadro 17 – Radiação solar global 32
Quadro 18 – Higiene saúde e ambiente 37
Quadro 19 – Conservação, reparação e limpeza 38
Quadro 20 – Limpeza após a fase obra 40
Quadro 21 – Durabilidade 44
Quadro 22 – Durabilidade do edifício em função da durabilidade dos seus constituintes 45
Quadro 23 – Segurança na utilização 45
Quadro 24 – Conforto visual e táctil 47
Quadro 25 – Causas de patologias MCFEUP 51
Quadro 26 – Complexos de objectivos do MC FEUP 53
Quadro 27 – MCFEUP – Objectivo superior – Segurança contra incêndio 54
Quadro 28 – MCFEUP – Objectivo superior – Durabilidade de materiais não estruturais 54
Quadro 29 – Características técnicas intervenientes no processo de selecção 58
Quadro 30 – Proposta de classificação da acção da temperatura 68
Quadro 31 – Proposta de classificação da acção da humidade 69

Quadro 32 – Proposta de classificação da acção da Neve 70
Quadro 33 – Proposta de classificação da acção da resistência à flexão e módulo de rotura 71
Quadro 34 – Proposta de classificação da libertação de substâncias tóxicas 72
Quadro 35 – Proposta de classificação da resistência à formação de nódoas 72
Quadro 36 – Proposta de classificação da resistência química 73
Quadro 37 – Proposta de classificação durabilidade – Elementos verticais 76
Quadro 38 – Proposta de classificação da resistência ao escorregamento 77
Quadro 39 – Proposta de classificação da resistência à abrasão 78
Quadro 40 – Proposta de classificação da dureza superficial 80
Quadro 41 – Proposta de classificação da resistência ao choque 82
Quadro 42 – Proposta de classificação do conforto visual 83
Quadro 43 – Proposta de classificação do armazenamento e manuseamento 83
Quadro 44 – Caracterização do local e identificação das exigências 86
Quadro 45 – Características técnicas dos ladrilhos 87

1
INTRODUÇÃO

"A linguagem das paredes em Portugal, são os azulejos. Não são as tintas, nem as pedras nem o betão, mas sim os azulejos" Ivan Chermayeff in Catalogo Azulejos dos Oceanos

A decisão de aquisição de uma habitação é corrente, mas implica enormes esforços e condiciona a vida familiar durante um longo período de tempo. A inexistência de métodos ou sistemas de informação que tornem o processo de selecção da habitação mais consciente, implica que se opte por habitações tendo em conta, por vezes, apenas factores como preço, localização e primeira impressão com o aspecto da habitação. Estes factores são de inegável importância, mas é também fundamental verificar as características técnicas das habitações, analisar se é o edifício certo para responder às exigências a que vai estar sujeito.

A Ficha Técnica da Habitação (FTH) criada através do Decreto-Lei nº. 68/2004 Tentou contornar este obstáculo, visto que nela constam as características técnicas e funcionais do edifício de habitação. Mas quando um simples utilizador pretende adquirir uma habitação e lhe é fornecida a FTH, este tem inúmeras dificuldades em compreender os dados que nela constam.

Durante a execução de uma obra, frequentemente projectistas e restantes responsáveis têm de optar por determinados materiais em detrimento de outros. A legislação existente em Portugal deixa grande liberdade de escolha. Esta selecção é feita, normalmente, com base em critérios como preço, o desempenho em obras anteriores e similares e o conhecimento adquirido sobre determinado material. Contudo, o sector da construção civil é caracterizado pela constante mudança, as condições existentes em obra variam constantemente, o que desafia a experiência adquirida.

Sente-se assim a necessidade da criação de métodos que auxiliem os utilizadores, os donos de obra e os restantes intervenientes do processo construtivo, nas diferentes fases de selecção e escolha que existem no processo.

O sector da construção tem sofrido inúmeras inovações, que vão desde a necessidade de poupança dos recursos naturais, que implica novas técnicas construtivas e novos produtos, o progresso nas capacidades técnicas dos intervenientes e a evolução das exigências dos utilizadores e donos de obra, entre outras. Sendo os edifícios fundamentais para o bem-estar do homem, estes devem possuir características que permitam satisfazer as suas necessidades, o que implica o estabelecimento de exigências funcionais, tanto no seu todo como para as suas partes.

A elaboração de documentos técnicos ou cadernos de encargos baseados na descrição dos materiais tem assim grandes limitações. È fundamental que esses documentos sejam elaborados num contexto exigencial, onde são definidas as exigências de cada órgão, de cada elemento do edifício. O primeiro passo para esta modificação do processo de trabalho do sector passará pela criação de bases de dados, com explicações, qualitativas e quantitativas, das exigências funcionais dos diferentes elementos, componentes e materiais.

Ao longo deste trabalho não nos limitaremos a analisar edifícios habitacionais, mas também aqueles onde se passa grande parte do dia, nomeadamente, escolares, comerciais, públicos, desportivos e industriais, entre outros. No entanto, é o edifício habitacional o grande alvo do presente estudo, devido à orientação da bibliografia consultada e consciência das tensões geradas pela vida contemporânea nos grandes meios, por vezes mal planeados. Tenta-se, assim, compensar o ser humano, criando melhores condições na habitação.

Este trabalho, por questões de organização, é dividido em três partes fundamentais:

Parte 1 – **Caracterização do Sector da Indústria Cerâmica –** Capítulo 2
Parte 2 – **Caracterização dos Ladrilhos Cerâmicos –** Capítulo 3
Parte 3 – **Metodologia de Selecção** – Capítulos 4, 5, 6

Inicialmente será feita uma contextualização histórica, económica e social do sector dos revestimentos cerâmicos em Portugal. Este sector tem uma enorme tradição no nosso País, devida em grande parte às características do nosso solo. Assim, são inúmeras as empresas nacionais a trabalharem nesta área. Em muitas delas, a percentagem de clientes estrangeiros é muito superior à de clientes nacionais. Isto é, existem empresas em Portugal com objectivos claros de exportação da grande maioria da sua produção. Neste ponto é também apresentado o processo de fabrico dos ladrilhos e alguns aspectos relativos a questões ambientais do sector da Cerâmica, como por exemplo, os consumos de recursos naturais deste sector ou as emissões para a atmosfera.

Iniciando a segunda parte deste trabalho, serão apresentados os diversos tipos de ladrilhos existentes no nosso mercado e as suas características mais gerais. De seguida serão formuladas as exigências relativas aos revestimentos de paredes e pavimentos. Estas são indissociáveis, respectivamente, das exigências funcionais do tosco das paredes ou pavimentos. As funções atribuídas ao conjunto, "tosco do elemento" + revestimento, podem ser exercidas pelo elemento (Exigências de Estabilidade) ou pelo revestimento (Exigências de aspecto visual e táctil).

Na terceira parte deste documento é apresentada a metodologia que permite a classificação dos ladrilhos, começando por ser apresentado o método MCFEUP que serviu de base a este estudo. Este é um método de análise da qualidade de projecto e permite identificar os pontos onde um projecto pode ser melhorado. Esta análise é feita através de critérios considerados essenciais para salvaguardar a qualidade das habitações.

Posteriormente no Capítulo 5 onde são identificados os aspectos considerados relevantes para a selecção dos revestimentos cerâmicos, assim como as manifestações de patologias mais correntes. Por fim, no Capítulo 6, é apresentada a metodologia de caracterização qualitativa proposta. Esta metodologia deve ser alvo de vários testes, de forma a validar os dados que nela constam, com o objectivo de se tornar numa ferramenta útil e de confiança, regularmente melhorada e testada.

O objectivo final deste trabalho será lançar uma primeira estrutura qualitativa que permita a criação de um plataforma electrónica que facilite a identificação dos ladrilhos que desempenharão melhor a sua função, tendo em atenção as características da localização e da função do edifício, assim como as exigências e gostos dos seus utilizadores.

2
A INDÚSTRIA DOS ELEMENTOS CERÂMICOS

2.1. A HISTÓRIA DOS REVESTIMENTOS CERÂMICOS

Segundo dados históricos, a cerâmica surgiu no Neolítico, período que se iniciou por volta de 8000 a.C. no Médio Oriente. Pode caracterizar-se este período como o estabelecimento de uma nova relação entre o homem e a natureza. Esta ligação permitiu o desenvolvimento de novas técnicas e meios de controlar os recursos humanos naturais por parte do homem, o que levou à sua sedentarização e ao aparecimento das primeiras cidades. Com a criação de produtos alimentares, o homem sentiu necessidade de armazenar os produtos, de construir as habitações de forma a abrigar as populações e de edificar fornos que possibilitaram a transformação do trigo por eles cultivado em pão, por exemplo. Percebe-se então, a importância que a cerâmica teve para estes povos. A facilidade que tinham em moldar a argila, apenas com a junção da quantidade de água adequada e de esta endurecer após queima, permitiu a criação de objectos simples mas muito práticos. É já no século VI a.C., com os Babilónicos e Assírios, que aparecem os primeiros ladrilhos esmaltados em tons de azul, cinza azulado e creme. Também neste século, os Persas fabricaram objectos em argila cozida de elevado brilho e cor, misturando óxidos metálicos, método ainda usado nos nossos dias. [1]

A indústria cerâmica foi chegando à Europa, através de mercadores árabes que assim transportavam os seus produtos, guardavam os bens essenciais e surpreendiam os povos Europeus.

No século XVI registam-se as primeiras utilizações de azulejos como revestimento de paredes em Portugal, importados de Sevilha em 1503 que era nessa altura um grande centro produtor, devido a presença Árabe na península Ibérica.

A indústria cerâmica Italiana teve um desenvolvimento muito mais rápido que a Portuguesa: assim é na Itália que nasce a arte de pintar directamente os ladrilhos, o que permitiu a realização de diversas composições. Foi através de importações feitas para Portugal de exemplares Italianos e o facto de Ceramistas Flamengos se terem fixado em Lisboa que permitiu a iniciação da produção portuguesa na área dos revestimentos cerâmicos. Estávamos então na segunda metade do Século XVI. [1]

O século XVII acentua o gosto pelos revestimentos cerâmicos em igrejas e palácios. No entanto a encomenda de grandes e únicas composições adequadas a cada espaço, revelaram-se muito dispendiosas. Nascem assim os azulejos de repetição, normalmente de cor lisa mas que, na sua alternância, iam criando malhas decorativas. O custo destes ladrilhos era reduzido, mas a sua aplicação muito difícil e longa, sendo que tornava o processo dispendioso no seu todo. Sentiu-se então necessidade de utilizar azulejos de padrão, primeiro em módulos de repetição com 232 azulejos, depois em módulos maiores, que chegaram a atingir os 12000 azulejos. Durante este século, respirava-

se uma enorme liberdade de expressão entre os pintores de azulejo europeus. Houve quem seguisse a tendência vinda de Roma e quem preferisse a tendência Indiana e Chinesa. Os azulejos eram concebidos em sintonia com o espaço, seja civil ou sagrado, e com o estatuto de quem os pretendesse adquirir. [1]

O último quartel do século XVII é caracterizado pelas inúmeras exportações de conjuntos monumentais de azulejos pintados por especialistas qualificados. Este facto vai despontar na indústria nacional a necessidade de se inovar e de contratar colaboradores mais qualificados, de forma a responder a um público muito mais exigente. Nasce então, dos finais do século XVII até ao século XVIII, o ciclo dos mestres, assim designada a época de maior crescimento da indústria cerâmica portuguesa, que culmina na criação da fundação a Fábrica do Rato em Lisboa, que esteve na origem do aparecimento de outras fábricas, também importantes, por todo o território nacional. [1]

O século XVIII foi o período do reconhecimento, por parte de todo o Mundo da cerâmica Portuguesa, no qual o Brasil teve um papel fundamental, pois foi um dos principais clientes de Portugal.

As inúmeras fábricas já existentes em Portugal no século XIX – como por exemplo em Lisboa e Porto, a Viúva Lamego (criada em 1849), Sacavém (criada em 1858) e Constância (criada em 1836) – com produções industriais ou semi-industriais, implicaram uma redução no custo dos azulejos. A diminuição do custo tornou a utilização dos ladrilhos no exterior e interior dos edifícios mais vulgarizada.

Devido à localização das fábricas, na zona de Lisboa ou do Porto, criaram-se duas sensibilidades: no norte é particular o recurso a relevos pronunciados, num gosto pelo volume e pelo contraste de luz e sombra; já no sul mantêm-se os padrões lisos de memória antiga, transpondo dos espaços interiores para uma quase ostensiva aplicação exterior, nas fachadas.

Já no século XX, a década de 1950 é marcada pelo desenvolvimento urbano, principalmente pela introdução do Metropolitano de Lisboa, as suas estações, até cerca de 1972, foram revestidas por composições de azulejos segundo projectos desenhados por Maria Keil, numa linguagem fundamentalmente abstracta, que lentamente foi renovando a tradição portuguesa e o gosto pelos revestimentos cerâmicos. Desde esta data que o revestimento cerâmico é usado para embelezar inúmeros espaços públicos. [2]

Já em 1998, quando da Exposição Mundial do século XX, a EXPO 98 e em 2004, pela ocasião da realização do Europeu de Futebol de 2004, pôde comprovar-se a actual pertinência do uso do azulejo e da persistência portuguesa por revestimentos cerâmicos. Exemplos da continuação do gosto por este tipo de revestimentos são os inúmeros complexos, desportivos e não só, que optaram por revestimentos cerâmicos para o embelezamento de muitas zonas.

2.2. CARACTERIZAÇÃO EMPRESARIAL DO SECTOR

2.2.1. GENERALIDADES

Portugal tem um subsolo rico de matérias-primas argilosas e fundentes, as características do nosso solo permitem encontrar grandes quantidades de matérias-primas do sector cerâmico com elevada qualidade. Desta forma, foi natural a instalação de indústria cerâmica diversificada no nosso país. Esta indústria engloba desde produtos de construção civil até louça utilitária e decorativa. Na figura seguinte demonstram-se as diversas áreas desta indústria.

Figura 1 – O sector da cerâmica – Adaptado de [3]

2.2.2. AS EMPRESAS NACIONAIS

Segundo a APICER – Associação Portuguesa da Indústria de Cerâmica – existem cerca de 77 empresas portuguesas cuja área de negócio é a produção de revestimentos cerâmicos. Segundo a mesma fonte, estas empregam cerca de 5300 empregados e estão predominantemente localizadas na zona centro do país, distritos de Coimbra e Aveiro. As razões desta distribuição são de ordem geológica, localização das matérias-primas e proximidade de acessibilidades. No Quadro 1 podemos identificar as 11 maiores empresas nacionais. [4]

Este subsector, com o código CAE 263 – *Fabricação de azulejos, ladrilhos, mosaicos e placas cerâmicas,* pertencente ao sector *Fabricação de produtos minerais não metálicos,* código CAE 26, possui uma capacidade de produção instalada que ascende a 80 milhões de m^2 e contribui para a economia nacional com um volume de produção de 75 milhões de m^2. Isto é, as empresas estão a trabalhar perto do seu limite de produção.

Os colaboradores apresentam, em média, uma idade relativamente elevada um percurso profissional longo o que permite concluir que a mão-de-obra é bastante experiente e com um profundo conhecimento tácito, o que confere um saber-fazer de qualidade.

Do volume de produção, cerca de 50 % corresponde a pavimentos em pasta branca e vermelha, 30% a revestimentos e 20% a porcelânico. [4]

Quadro 1 – Empresas nacionais [Dados fornecidos pela Associação Empresarial de Portugal]

Empresa	Concelho	Volume de Negócios - € 2006	Nº Funcionários
Cinca – Companhia Industrial de Cerâmica, SA	Santa Maria da Feira	55.023.414	700
Revigrês – Indústria de Revestimentos de Grés, Lda.	Águeda	41.031.642	321
NovaGrés – Indústria de Cerâmica, S.A	Aveiro	35.705.886	314
Aleluia – Cerâmicas, S.A	Aveiro	24.128.591	480
Recer – Indústria de Revestimentos Cerâmicos, S.A.	Oliveira do Bairro	23.770.863	259
Poceram – Produtos Cerâmicos, S.A	Coimbra	23.310.111	250
Maronagrés – Comércio e Indústria de Cerâmica, S.A	Ílhavo	21.525.685	199
Domino – Indústria Cerâmicas, S.A	Condeixa-a-Nova	20.289.849	200
Gresart-Ceramica Industrial, S.A	Oliveira do Bairro	14.340.376	165
Gresco – Gres de Coimbra, S.A	Coimbra	9.629.698	128
Primus Vitória – Azulejos, S.A	Aveiro	8.390.378	99

2.2.3. O MERCADO NACIONAL

Como se pode verificar na figura 2, as exportações têm registado sucessivos aumentos ao contrário do que ocorre nas importações. Das 11 empresas apresentadas, a sua maioria exporta mais de 50 % da sua produção.

Podemos confirmar a trajectória crescente da indústria portuguesa no exterior, nos mercados internacionais europeus e também nos mercados internacionais não europeus. Como o mercado nacional está de momento estagnado e o mercado Espanhol começa a dar sinais de saturação, as empresas nacionais iniciam a expansão dos seus produtos para mercados fora da União Europeia. Assim, países como Angola, Estados Unidos da América, Rússia, Dubai, Arábia Saudita, estão já na mira das empresas nacionais. Em algumas, a exportação para estes países ascende já a cerca de 10% da sua produção. [4]

Figura 2 – Volume de exportações e importações em Portugal

Na figura 3 podemos analisar quais os principais mercados das empresas Portuguesas, e verificar que França (30 %) e Espanha (10%) e outros países da União Europeia (25%) absorvem grande parte das exportações Portuguesas.

Figura 3 – Destino das exportações portuguesas

Relativamente às importações, podemos concluir que estas estão em queda em 2006 atingiram os 84 milhões de euros e em 2005 cerca de 87 milhões, o que representa um queda de 4,1 %. São de origem Espanhola, a grande maioria de revestimentos cerâmicos que chegam a Portugal.

Mesmo com um grande volume de exportações para a nossa vizinha Espanha, é também dela que importamos a grande maioria de azulejos e mosaicos.

Figura 4 – Origem das importações nacionais

2.2.4. O MERCADO INTERNACIONAL

De acordo, com dados disponibilizados pela *Cerame-Unie – The European Ceramic Industries* à referida associação Portuguesa APICER a indústria de pavimentos e revestimentos cerâmicos na União Europeia atingiu no ano de 2005 um volume de vendas no valor de 10.800 milhões de euros e contava com cerca de 68.000 colaboradores. [4]

Já no ano de 2006, a produção mundial de pavimentos e revestimentos cerâmicos atingiu mais de 7.500 milhões de m^2, o que representa um acréscimo de 10% em relação ao ano anterior. Destes, apenas 1.625 milhões de m^2, correspondentes a cerca de 21%, foram obtidos em países da União Europeia.[4]

Figura 5 – Principais produtores mundiais

A produção portuguesa representa cerca de 1% na produção mundial, isto é cerca de 75 milhões de m2 e 4,6% da produção Europeia. Portugal ocupa o 16º produtor no contexto mundial e o 4º no Contexto Europeu. Os principais produtores a nível mundial são a China, e a nível Europeu, a Espanha e Itália.

Como exportador, Portugal encontra-se na 7ª posição a nível mundial e na 3ª a nível Europeu. Embora a China se apresente como o maior produtor mundial, ainda há dúvidas sobre a qualidade dos seus produtos.

Quadro 2 – Principais produtores europeus

Produção de Pavimentos e Revestimentos na União Europeia – 2006 Milhões de m^2	
Espanha	663
Itália	569
Polónia	110
Portugal	**75**
Alemanha	64
França	36
República Checa	33
Outros	76

2.3. O PROCESSO DE FABRICO DOS REVESTIMENTOS CERÂMICOS

2.3.1. GENERALIDADES

Os principais processos de fabrico de revestimentos cerâmicos são a *prensagem* e *a extrusão*, neste último, a preparação da pasta pode ser executada por via seca ou por via húmida.

No processo de prensagem as peças, são prensadas mediante o uso de prensas hidráulicas. Este processo de formação das peças cerâmicas opera por acção da compressão mecânica da pasta no molde e representa um dos procedimentos mais económicos do fabrico de revestimentos cerâmicos de geometria regular.

A extrusão diverge do processo anterior pela ausência da fase de atomização (fase de secagem), e pelas diferenças no processo de conformação. No primeiro processo, a conformação é executada em prensas hidráulicas; neste, em fieiras e mesas de corte.

Ambos os processos têm em comum a primeira fase, de preparação e selecção das matérias-primas que compõem a pasta, matérias-primas argilosas como a argila caulino e fundentes como a areia, o feldspato, entre outros.

A indústria cerâmica emprega matérias-primas sem grande tratamento, sendo utilizadas directamente da extracção, depois de submetidas apenas a um tratamento mínimo. A origem natural exige normalmente uma homogeneização prévia que assegure a continuidade das características.

Após o término do processo de fabrico, os ladrilhos são escolhidos mecanicamente e classificados consoante apresentem ou não defeitos visíveis. É usual catalogá-los de 1ª ou de 2ª escolha; os de 1ª escolha não apresentam defeitos visíveis ao contrário do que acontece nos de 2ª escolha, onde podem aparecer pequenas manifestações de patologias estéticas. Isto é, os de 1ª escolha respondem afirmativamente a todos os critérios exigênciais abrangidos pela norma *EN 14411 – Ceramic Tiles – Definitions, Classification, Characteristics and Marking* – 2003 [5]. Quando as dimensões variam ligeiramente relativamente ao padrão ou caso haja uma variedade na tonalidade da cor é conveniente agrupar os ladrilhos por calibre, no primeiro caso, e por lote de tonalidade, no segundo. Todas as informações das classificações relativas à escolha, calibre e lote devem ser registadas na embalagem, pois durante a aplicação em obra o aplicador tem de conhecer estes dados, de forma a aplicar apenas ladrilhos homogéneos.

A norma *EN 14411* [5] consagra uma classificação que combina o processo de fabrico e absorção de água do produto final. Consoante esta distribuição, os ladrilhos são divididos pelos grupos, como se pode verificar no Quadro 3. A absorção de água é a percentagem em massa de água absorvida, medida segundo a norma ISO 10545-3 [6].

A norma não é aplicável aos ladrilhos produzidos com base no processo designado por C – Outros Processos.

Quadro 3 – Grupos de ladrilhos – exemplos -Adaptada de [7]

Processo de Fabrico	Coeficiente de absorção de água (E)				
	E<=3%		**3%<E≤6%**	**6%<E≤10%**	**E>10%**
A - Extrudido	**AI**		**AIIa**	**AIIb**	**AIII**
	Grés Extrudido		Grés Extrudido Klinker Tijoleira Rústica	Tijoleira Rústica Terracota	Tijoleira Rústica
B - Prensagem a Seco	**BI a**	**BI b**	**BIIa**	**BIIb**	**BIII**
	Pavimento em Grés Klinker Porcelânico	Pavimento em Grés Klinker Pavimento de Bicozedura	Pavimento de Monocozedura	Revestimento de Monocozedura	Azulejo (Faiança)
C – Outro processo – Moldagem Manual	**CI a**		**CIIa**	**CIIb**	**CIII**
			Pavimento Rústico	Pavimento Rústico	Azulejo Pavimento Rústico

2.3.2. PROCESSO DE FABRICO: PRENSAGEM A SECO

Durante o processo de fabrico, existe a hipótese de fazer passar os produtos apenas uma vez no forno para cozedura da pasta cerâmica e fixação de vidrados e decorações – *Processo de Monocozedura* – ou então, a pasta cerâmica vai uma primeira vez ao forno para cozer, onde se obtém o biscoito ou chacota, é aplicada a vidragem e decoração, e termina com uma segunda cozedura – *Processo de Bicozedura*.

O mais evoluído e com melhores resultados, tanto a nível económico como ambiental é o Processo de Monocozedura. Neste, os materiais fundentes – areia, feldspato – são triturados em moinhos rotativos, horizontais, revestidos interiormente com placas de *alubite* e contendo no seu interior cargas moentes de elevada dureza, normalmente bolas de alubite. Desta forma, reduz-se a granulometria dos materiais até ao grau de finura pretendido.

Entretanto as argilas são diluídas em tanques – *turbo diluidores* – peneiradas e, finalmente, misturadas ao material moído. A esta mistura dá-se o nome de *Barbotina*. Procede-se à eliminação de uma parte da água que a Barbotina contém, de modo a alcançar a percentagem de humidade pretendida em cada processo.

O processo de atomização é um processo de secagem, pelo qual uma mistura pulverizada com finas gotas entra em contacto com o ar quente para produzir um produto sólido com baixa percentagem de água. O teor de humidade presente na barbotina pode oscilar entre 0,3 a 0,45 kg de água/kg de sólido seco; após o processo de atomização este valor desce para os 0,05 a 0,07 kg de água/kg de sólido seco.

Após a atomização, a barbotina está homogeneizada e dividida, sendo o pó resultante recolhido e armazenado em silos. Neste momento, tem o nome de pó atomizado. Este é prensado em prensas hidráulicas isostáticas com cunhos adequados de forma a obter as dimensões, formatos e efeitos pretendidos. Após a prensagem, os produtos passam por secadores que atingem temperaturas entre os 100 e 150ºC, onde perdem a humidade de conformação. Nos azulejos e ladrilhos que se pretendem vidrados, o vidro base é aplicado por dispositivos especiais (campânula, pistola, disco) sendo a decoração aplicada por estampagem, serigrafia, impressão por rolos, entre outros. Após o término da vidragem, caso exista, os produtos são cozidos a elevadas temperaturas, acima dos 1100ºC, em fornos

contínuos de rolos, durante cerca de 45 a 90 minutos. Quando termina a cozedura, os produtos são escolhidos em linhas adequadas, actualmente por meios automáticos. Nesta operação, os produtos são classificados quanto a existência de defeitos visuais (tonalidade, desenho, areias, cantos, etc.) ou dimensionais, como já foi referido. [7]

2.3.3. PROCESSO DE FABRICO: EXTRUSÃO

A preparação das matérias-primas é semelhante ao processo anterior. Pode haver necessidade de adição de óxidos ou outros componentes de forma a alterar a cor natural ou a corrigir qualquer componente da mistura.

A distinção entre via húmida ou via seca ocorre na fase de preparação das matérias-primas; no primeiro caso, acrescenta-se água à mistura, de forma a garantir uma plasticidade adequada; já no segundo caso não há qualquer adição.

Assim, as matérias-primas são misturadas e moídas, por via seca, em moinhos do tipo pendular ou de anéis e por via húmida em amassadores de filtro e filtros prensa.

Após preparação das matérias-primas, em ambos os casos, estas são extrudidas em fieiras para a obtenção da espessura desejada e posteriormente seguem para a mesa de corte, onde o material é conformado com o comprimento e largura desejados. O restante processo é semelhante ao anterior.

Normalmente os revestimentos cerâmicos extrudidos não são decorados, apesar de existirem exemplos com acabamentos naturais ou vidrados. [7]

2.4. QUESTÕES AMBIENTAIS DA INDÚSTRIA CERÂMICA

2.4.1. GENERALIDADES

A indústria cerâmica tem o perfil de pouco poluente, sendo o consumo de energia primária a componente que provoca maior impacto. O impacto ambiental é distribuído ao longo do ciclo de vida do material cerâmico, este é normalmente longo e são inúmeros os materiais passíveis de reciclagem.

É durante a fase de produção que os impactos ambientais têm maior relevo. De acordo com as especificidades de cada operação unitária, podemos enumerar os maiores impactos:

- ✓ **Consumo de Recursos Naturais e outros –** Matérias-primas, água e energia
- ✓ **Emissões para a atmosfera –** Resultantes de processos térmicos, atomização, secagem, cozedura e resultantes de processos de tratamento.
- ✓ **Descargas de efluentes líquidos industriais**
- ✓ **Produção de Resíduos**
- ✓ **Emissão de Ruído**

No quadro seguinte, podemos associar os impactos ambientais às principais fases de produção dos revestimentos e pavimentos.

Quadro 4 – Impactos ambientais – Adaptado de [3]

Impactos Ambientais e Fase de Produção								
Aspectos Ambientais	INPUT			OUTPUT				
Fase	Matéria Prima	Água	Energia	Emissões Gasosas	Águas Residuais	Resíduos	Ruído	Calor
Preparação de Pasta	√	√	√	√	√	√	√	
Conformação (Prensagem)			√	√		√	√	
Secagem			√	√		√	√	
Vidragem	√	√	√	√	√	√	√	
Cozedura			√	√		√	√	√
Escolha						√	√	
Embalagem	√		√			√	√	

2.4.2. CONSUMO DE RECURSOS

A evolução tecnológica deste sector tem exigido o uso de matérias-primas especificadas e adequadas a determinados ciclos de cozedura. A consequência deste processo traduz-se na necessidade de optimização da exploração e uso dos recursos naturais e numa prática sistemática de beneficiação desses mesmos recursos. Os ganhos ambientais devidos a esta prática são claros e o resultado é uma exploração inteligente, gerando uma maior quantidade de recursos e uma menor agressão paisagística. No ano de 2002, o consumo de argilas comuns atingiu cerca de 7.000.000 de toneladas [3]

Em Portugal, as principais unidades litostratigráficas produtivas de matéria prima argilosa para fabricação de revestimentos e pavimentos são as argilas, do Cretácio Inferior, exploradas nas regiões de Leiria e Torres Vedras e também do Cretácio Superior, com destaque para as "Argilas de Aveiro" intensamente extraídas na região de Bustos, entre outras. [3]

As explorações das matérias-primas argilosas envolvem um conjunto de acções sequenciais, esquematizadas no diagrama da figura 6. [3]

Relativamente à energia, a indústria cerâmica é um sector onde o seu consumo é enorme, especialmente nas fases de atomização, secagem e cozedura. Os principais combustíveis utilizados são o gás propano e o gás natural. No ano de 2001 consumiu-se cerca de 6,03 Giga Joules por tonelada. [3]

Figura. 6 – Consumo de matérias-primas – Adaptado de [3]

2.4.3. EMISSÕES PARA A ATMOSFERA

Os principais tipos de emissões para a atmosfera são, as emissões fixas, que se efectuam através de chaminés e as emissões difusas, que ocorrem sempre que a emissão de poluentes para atmosfera não é feita através de chaminés, incluindo-se nesta categoria, as fugas e as emissões não confinadas para o ambiente exterior. As principais emissões são partículas, monóxido de carbono (CO) e dióxido de carbono (CO_2). [3]

Na fabricação dos revestimentos e pavimentos, as principais fontes de emissão para atmosfera são os secadores, fornos, atomizadores, as cabines de vidrar e os sistemas de despoeiramento. [3]

Consoante o tipo de indústria, o processo tecnológico instalado e o combustível em uso, o tipo de escoamento e as concentrações de poluentes são diferentes. [3]

Relativamente aos outros subsectores da indústria cerâmica, a produção de revestimentos e pavimentos localiza-se na segunda posição. São as empresas de cerâmica estrutural as maiores emissoras de poluição para a atmosfera, estas produzem telhas, tijolos abobadilhas, etc. Com excepção nas emissões de flúor, onde a indústria de revestimentos e pavimentos é a maior emissora devido a dois factores, o primeiro é a utilização de temperaturas mais elevadas durante o processo de cozedura

o que facilita a libertação de fluoretos. O segundo factor é o teor de flúor nas matérias-primas utilizadas pois em geral é superior a concentração nos restantes subsectores da indústria cerâmica. [3]

Actualmente, existem inúmeras empresas com sistemas de tratamento de fim de linha para retenção de fluoretos. Estes consistem em filtros de absorção com carbonato ou injecção de pó de base alcalina ou alcalino-terroso, seguidos de filtros de manga. [3]

Quadro 5 – Emissões para a atmosfera

Parâmetro	Unidade	Valores	Intervalo Normal de Valores
Caudal	Nm3 gás seco/h	9000	3000 - 15000
Temperatura	ºC	191	106 - 262
O_2	%	17,3	15,5 - 18,8
Partículas	mg/Nm^3, 8% O_2	36	0 - 95
	mg/Nm^3, 18% O_3	8	0 - 22
SO_2	mg/Nm^3, 8% O_2	138	17 - 300
	mg/Nm^3, 18% O_3	32	4 - 69
NOx	mg/Nm^3, 8% O_2	164	84 - 226
	mg/Nm^3, 18% O_3	37	18 - 52
CO	mg/Nm^3, 8% O_2	288	104 - 485
	mg/Nm^3, 18% O_3	66	24 - 112
HF	mg/Nm^3, 8% O_2	134	12 - 343
	mg/Nm^3, 18% O_3	31	3 - 79

Médias e intervalos entre [P10-P90]

Fonte: Medições efectuadas pelo CTCV entre 1998 e 2004 – 1º trimestre – Retirado do livro Impactos Ambientais e Comércio de Emissões [3]

2.4.4. CONSUMO DE ÁGUA E DESCARGAS DE EFLUENTES LÍQUIDOS INDUSTRIAIS

Quadro 6 – Consumo de água – Adaptado de [3]

Fase		Consumo de água (l/m^2)
Preparação de Pasta	Via Seca	1 a 3
	Via Húmida	7 a 15
Conformação (Prensagem)		0,5
Secagem		-
Vidragem		2 a 7
Cozedura		-
Polimento		500-800

A quantidade de água utilizada no processo de fabrico e consequentemente os efluentes líquidos gerados são muito variáveis de subsector para subsector e dentro de cada, são funções das práticas industriais utilizadas. [3]

A captação de água para a indústria cerâmica é, normalmente, subterrânea (furos, poços, minas) ou superficial (lagoa, rios, ribeiras). A utilização de água da rede pública, talvez devido ao seu custo, é

mínima, apenas utilizada em instalações de pequeno porte industrial. O fabrico de revestimentos cerâmicos exige água em grandes quantidades e de elevada qualidade. É já usual a utilização de ETA´s (Estações de Tratamento de Águas) onde se procede ao acerto de pH e ao doseamento de cloro, filtragem (Leitos de areia e/ou carvão activado), e a outros tratamentos, como a osmose. [3]

2.4.5. Produção de Resíduos

Os resíduos industriais são, na grande maioria das indústrias, um factor de grande preocupação. Mas na indústria cerâmica essa preocupação é bem menor, visto que a grande maioria dos resíduos produzidos pela indústria cerâmica são inertes ou não perigosos.

A pequena percentagem de resíduos perigosos em relação à totalidade dos resíduos produzidos é constituída por óleos perigosos e outros compostos orgânicos ou inorgânicos lubrificantes e solventes. Devido à existência de ETAR´s, há ainda que acrescentar as lamas dos sistemas de depuração de efluentes líquidos.

Os principais resíduos sólidos inerentes ao processo de fabrico são incorporados a 100% no processo; sendo assim, não constituem resíduos mas sim um subproduto.

Além dos anteriormente descritos, existem ainda resíduos normais como papel, cartão, plásticos, embalagens e madeira. Mas em muitas empresas estes materiais são também reutilizados, por exemplo o papel e cartão é reciclado e utilizado para a produção de novas embalagens, a madeira é reutilizada na fabricação de paletes e outros materiais.

Das quase 250.000 toneladas de resíduos produzidos pelo sector, cerca de 40% são produzidos pelo subsector de fabrico de revestimentos cerâmicos. Sendo que destes, cerca de 80% são sujeitos a operações de reciclagem, sendo realizadas na própria fábrica cerca de 50%. [3]

2.4.6. Emissão de Ruído

As emissões de ruído podem constituir um grave problema para a vizinhança da fábrica, quando os equipamentos desta não estão devidamente dimensionados e protegidos, ou quando a localização da fábrica não é a mais adequada. Os sistemas de exaustão e ventilação de fornos, equipamentos da secção de preparação de pasta (moinhos, atomizadores), sistemas auxiliares (compressores, geradores de emergência) e sistemas de tratamentos de fim de linha (estações de tratamento de águas residuais, sistemas de tratamento de emissões gasosas, localizados no exterior da instalação fabril), são normalmente os equipamentos que atingem níveis de ruído mais elevados e os passíveis de melhorias.

Podemos, com esta breve explicação, perceber que a indústria cerâmica não é das mais poluentes, mas existem impactos ambientais resultantes da sua actividade que podem ser reduzidos. Através do estudo da União Europeia, *European Integrated Pollution Prevention and Control Bureau, Best Available Techniques in the Ceramic Manufacturing Industry* [6] – December 2006 – foi abordada esta questão e são apresentadas técnicas que podem melhorar o funcionamento da indústria cerâmica, relativamente aos impactos ambientais.

Em França, existem normas que obrigam os produtores a declarar quais foram os consumos necessários para produzir os ladrilhos, ou quais os valores de emissão de substâncias para a atmosfera. Basicamente, o produtor é obrigado a declarar todos os dados, de forma a ser possível avaliar se o ladrilho em causa foi produzido com técnicas que respeitam o ambiente. Assim, pode também o

cliente optar por escolher ladrilhos amigos do ambiente ou não, apelando à consciência ambiental dos cidadãos que começa a ser um factor importante na escolha de muitos produtos

2.5. O CUSTO DOS REVESTIMENTOS CERÂMICOS NO CUSTO DO EDIFÍCIO

Neste ponto pretende-se apresentar alguma informação relativa a parcela que estes materiais assumem nos custos dos edifícios de habitação no nosso país. Para tal, temos como base o estudo efectuado por Artur Bezelga, "Edifícios de Habitação – Caracterização e Estimação Técnico-Económica"[9].

Segundo o autor, de uma forma sintética poder-se-á dizer que foram definidas, analisadas e interrelacionadas as características técnico-económicas mais significativas dos edifícios habitacionais. Estas características foram concebidas e estudadas segundo duas perspectivas principais,

- ✓ Do ponto de vista estático ou de análise – isto é sob, o ângulo da caracterização técnico-económica;
- ✓ Do ponto de vista dinâmico ou de projecto, isto é, fazendo intervir as diferentes características no processo de projecto, sobretudo nos domínios da previsão ou estimação técnico económica.

Assim, de um modo mais preciso, poder-se-á afirmar que o objecto do trabalho de Bezelga é constituído pela área técnico-económica ou tecnológica-económica dos edifícios de habitação ou conjuntos habitacionais.

Este estudo foi aplicado a três fases relativas à vida do edifício, projecto, construção/execução e utilização. Os estudos técnico-económicos efectuados podem integrar-se apenas em sub-fases das três grandes fases do edifício, ou abranger, simultaneamente, duas ou três fases das indicadas. Incluem-se neste último caso, por exemplo os custos globais, que integram, entre outras variáveis, o custo inicial, custo de manutenção e exploração.

Os estudos técnico-económicos ligam, em geral, aspectos como, qualidade, tecnologia e economia. A qualidade engloba as performances e as exigências de qualidade relativas aos diferentes elementos de construção, aos espaços e ao edifício como um todo. O parâmetro relativo às tecnologias engloba os processos e métodos de construção que permitam executar os diferentes elementos dos edifícios. Por fim, o relativo à economia analisa os recursos necessários ou limites para atingir um certo nível de qualidade ou para executar os elementos de construção com as tecnologias escolhidas.

O estudo de Bezelga começou por dividir os edifícios em dois grupos, Grupo 1 – Edifícios com estrutura reticulada de pilares e vigas em betão armado e no Grupo 2 – Edifícios com estrutura laminar de paredes resistentes em betão armado. Considera-se que, quer o universo do grupo 1, quer o universo do grupo 2 compreendem, cada um deles, dois universos diferenciados, um referente a projectos com fundações directas e outro com fundações indirectas. Visto que estas duas tipologias de edifícios apresentavam características muito semelhantes, Bezelga procurou, como complemento ao estudo, analisar também projectos de edifícios com tipologia menos frequente. Procurava desta forma detectar algumas tendências de variação das percentagens de custos com a variação de certas características dos projectos.

Assim foi possível criar um conjunto de classes de forma a envolver todos os edifícios em estudo, essas classes são apresentadas no quadro 7,

Quadro 7 – Grupos e classes de edifícios

Caracterização e Estimação Técnica e Económica – Bezelga 1984

Grupos e Classes dos Edifícios

Estrutura Reticulada em Betão Armado	1.1	◦	Moradias Unifamiliares com 1 piso – Fundações Directas
	1.2	◦	Moradias Unifamiliares com 2 pisos – Unicamente destinada a Habitação – Fundações Directas
	1.3	◦	Moradias Unifamiliares com 2 pisos (1º piso - Anexos e 2º piso -Habitação) – Fundações Directas
	1.4	◦	Edifícios Multifamiliares com 2 a 3 pisos – Fundações Directas
	1.5	◦	Edifícios Multifamiliares com mais de 4 pisos – Sem elevador – Fundações Directas
	1.6	◦	Edifícios Multifamiliares com mais de 5 pisos – Com elevador – Fundações Directas
	1.6.1	◦	Edifícios Multifamiliares com mais de 4 pisos – Com elevador – Fundações Indirectas
Estrutura Laminar de Paredes resistentes em Betão Armado	2.1	◦	Edifícios sem elevador – Fundações Directas
	2.1.1.	◦	Edifícios sem elevador – Fundações Indirectas
	2.2	◦	Edifícios com elevador – Fundações Directas
	2.2.1	◦	Edifícios com elevador – Fundações Indirectas

Bezelga dividiu os elementos de um edifício em 11 grupos de elementos de construção principais:

Quadro 8 – Elementos de construção principais

Caracterização e Estimação Técnica e Económica – Bezelga 1984

Principais Especialidades

1	◦	Movimentação de Terras
2	◦	Fundações
3	◦	Superestrutura
4	◦	Alvenarias
5	◦	Cobertura
6	◦	Vãos
7	◦	Instalações
8	◦	**Revestimentos**
9	◦	Equipamentos
10	◦	Diversos
11	◦	Arranjos Exteriores

Através da análise de cerca de 150 projectos de habitação ou de complexos habitacionais foi possível a criação de uma base de dados pormenorizada e a consequente validação dos dados de forma adequada. Após o seu tratamento estatístico, que excedem o âmbito desta tese, foi possível chegar a resultados importantes. De forma a não alongar em demasia este capítulo, irá ser apresentada apenas uma tabela resumo com a percentagem de custo de cada elemento de construção em relação ao valor total do edifício. Será feita uma análise mais detalhada relativamente ao campo dos revestimentos.

Quadro 9 – % dos custos dos elementos de construção no custo total

Caracterização e Estimação Técnica e Económica – Bezelga 1984

Percentagem do custo dos elementos de construção em relação ao custo total

	Elementos de Construção	Grupos e Classes dos Edifícios											Valor Médio
		1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	2.1	2.2	1.6.1	2.1.1.	2.2.1	
1	Movimentação de Terras	3	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	Fundações	9	7	7	6	5	4	4	4	8	12	9	7
3	Superestrutura	17	18	23	22	27	28	28	31	25	27	28	25
4	Alvenarias	10	11	9	11	9	9	7	7	10	7	7	9
5	Cobertura	10	7	7	6	3	2	4	1	1	3	1	4
6	Vãos	12	12	12	11	13	11	12	11	12	11	11	11
7	Instalações	10	11	9	11	11	16	16	18	12	15	19	13
8	**Revestimentos**	**21**	**24**	**20**	**24**	**22**	**21**	**20**	**18**	**22**	**15**	**17**	**20**
9	Equipamentos	4	5	3	5	5	5	5	4	5	5	4	4
10	Diversos	3	2	4	4	3	4	4	5	5	4	5	4
11	Arranjos Exteriores	2	3	3	2	0	1	0	0	0	0	0	1

Figura 7 – % dos custos dos elementos de construção no custo total

Através dos valores anteriores podemos verificar que o custo dos revestimentos ocupa um lugar cimeiro na lista dos elementos mais dispendiosos, durante a construção de um edifício. Este valor deve-se, entre outras razões, à enorme área que é necessário revestir com revestimentos iniciais e finais.

Por revestimentos iniciais consideram-se, por exemplo, argamassas com ligantes hidráulicos ou argamassa de cal e areia. Nos revestimentos finais entram os revestimentos cerâmicos, pinturas, estuques, entre outros. O autor defende que, no caso de revestimentos para paredes, tectos e pisos, torna-se difícil efectuar uma classificação de todos os revestimentos possíveis. Assim, é dificultada a particularização, dos cerca de 20% do custo do edifício referentes aos revestimentos, pelas diversas variantes destes elementos. Isto é, não nos é possível identificar qual a relação do custo dos revestimentos cerâmicos apenas, com o custo total do edifício.

Bezelga dividiu o campo dos revestimentos em vários subsectores que são apresentados no quadro 10, onde os indicados a negrito se relacionam com revestimentos cerâmicos.

Através do gráfico presente na figura 8 podemos analisar a diferença de custo entre as diversas aplicações dos revestimentos, onde os dados referentes a possível utilização de revestimentos cerâmicos estão assinalados com uma cor diferente. Verifica-se também, que são os revestimentos de paredes, aqueles cujo custo é mais elevado, logo seguidos pelos revestimentos de piso. Os revestimentos de parede possuem o valor mais elevado, pois são os que cobrem uma área maior. Se pensarmos num compartimento de dimensões correntes, a área de paredes é cerca de 2 a 3 vezes a área de piso. Deste modo, a área a cobrir é superior, o que implica além da aquisição de mais material, o consumo de mais tempo e recursos para a colocação dos ladrilhos e consequentemente um maior custo desta tarefa.

Quadro 10 – Sector dos revestimentos

Caracterização e Estimação Técnica e Económica - Bezelga 1984

Sector dos Revestimentos

- Revestimento de Escadas e Galerias
  - **Revestimento de Degraus, patins e pavimentos**
  - Revestimento inicial de paredes e pavimentos
  - **Revestimento final de paredes e tectos**
- Revestimento inicial de paredes e tectos
  - Rebocos interiores
  - Rebocos exteriores
- **Revestimento final interior de paredes**
  - **Lambris de zonas húmidas**
  - **Restante revestimento interior de paredes**
- Revestimento final interior de tectos
- **Revestimento final exterior**
- Revestimento inicial de piso
- **Revestimento final de piso de zonas secas**
- **Revestimento final de piso de zonas húmidas**

Figura 8 – % do custo dos revestimentos no custo total do edifício

2.6 NOTAS FINAIS

Este capítulo versou sobre a indústria dos revestimentos cerâmicos, nele o leitor pode aprofundar conhecimentos relativamente a caracterização empresarial do sector e a sua relação com o ambiente. Foram também apresentados os processos de fabrico dos ladrilhos e o peso que estes têm no custo global de um edifício.

No capítulo seguinte, será aprofundada a caracterização dos ladrilhos cerâmicos, nomeadamente serão apresentados os ladrilhos mais utilizados em Portugal e as suas exigências funcionais

3
CARACTERÍSTICAS DOS ELEMENTOS CERÂMICOS

3.1. INTRODUÇÃO

O mercado é constituído por uma vasta gama de revestimentos cerâmicos, esta grande variedade de exemplares é fundamentalmente devida as matérias-primas utilizadas e ao processo de fabrico que vão condicionar o grau de vitrificação, ou seja a porosidade da massa cerâmica e assim influenciar o nível de desempenho técnico das peças produzidas, nomeadamente resistência ao desgaste, à flexão e regularidade dimensional entre outras.

È corrente afirmar que o nível de desempenho da peça aumenta com grau de vitrificação, com excepção para a resistência ao choque mecânico de corpos duros que evolui em sentido inverso. [10]

A globalização mundial implica que exigências dos intervenientes no processo construtivo sejam mais apuradas o que se traduz na necessidade de evolução e criação de materiais que consigam responder as necessidades actuais. Também aspectos como protecção do meio ambiente afectam positivamente a actualização dos processos construtivos. Assim, existe a permanente necessidade de evolução dos ladrilhos cerâmicos de modo a atingir níveis técnicos e estéticos mais elevados e encontrar meios de produção mais económicos e menos inimigos do meio ambiente. [10]

A indústria nacional tem conseguido acompanhar esta evolução, conseguindo resultados positivos ao nível da economia de fabrico – automatização e redução dos tempos de cozedura – e aumentando, por vezes significativamente o desempenho técnico global dos ladrilhos. [10]

A grande dificuldade num processo de evolução tecnológica é aumentar o nível de desempenho técnico e impedir que as potencialidades estéticas não diminuam. Isto é, em cada estádio de evolução, seria aconselhável encontrar um produto de nível técnico elevado acompanhado pela respectiva versatilidade estética, mas normalmente esta não é sequer comparável com o estádio tecnológico precedente. Atingido o patamar técnico pretendido é fundamental continuar a evolução que nos conduza à recuperação das potencialidades estéticas. [10]

Um exemplo prático desta problemática é a produção de ladrilhos com baixa porosidade, isto é absorção de água quase nula, que apresentam enormes dificuldades na fase de decoração, mas apresenta elevado desempenho técnico. [10]

Da mesma forma, a evolução da componente estética tem implicado retrocessos na economia do processo de fabrico, por exemplo, quando é necessária a segunda ou terceira cozedura.

Em síntese, podemos então afirmar que a evolução na componente técnica, implica uma não evolução ao nível da estética. Assim, ladrilhos porosos ou semi-grés esmaltáveis possuem maior gama de

variações estéticas que os ladrilhos grés muito vitrificado, do tipo "Klinker". Actualmente, contudo, as recentes inovações tecnológicas permitiram à indústria melhorar o grés porcelânico de forma a estar apto para situações de elevado tráfego e com elevado nível estético. [10]

3.2. MATERIAIS MAIS USADOS EM PORTUGAL

Neste ponto pretende-se fazer uma abordagem aos tipos de ladrilhos mais utilizados em Portugal. Optou-se por fazer apenas, uma caracterização de índole geral de modo que a ligação a norma em vigor – EN 14411 – seja mais fácil e perceptível.

3.2.1. LADRILHOS DE GRÉS PORCELÂNICO

A absorção de água deste tipo de ladrilhos localiza-se normalmente abaixo dos 0,5%, o que se traduz na inserção deste tipo de ladrilhos no grupo BIa (ver quadro 3). Devido a redução da porosidade, existe o perigo de uma elevada contracção, que traz implicações a nível da regularidade dimensional. Desta forma, é necessária uma fiscalização atenta do processo de fabrico e selecção das matérias-primas e mesmo durante a sua aplicação em obra.

Este ladrilho possui elevada resistência a flexão, à formação de nódoas e a acção do gelo, porem apresenta significativa fragilidade perante os choques mecânicos.

A sua base cerâmica é completamente vitrificada e raramente são vidrados. Este tipo de ladrilhos podem ser polidos, contudo, esta acção reduz os desempenhos técnicos a superfície do ladrilho, nomeadamente a resistência a risco e ao endoamento. Estes ladrilhos são normalmente utilizados para revestimento de pavimento. [10]

3.2.2. LADRILHOS DE GRÉS OU LADRILHOS DE SEMI-GRÉS

A sua base cerâmica possui uma porosidade que se pode caracterizar como baixa e pode ou não ter um acabamento vidrado. O semi-grés ou grés semi-vitrificado possui um grau de compacidade e de vitrificação menor que o grés ou grés vidrado. Assim, o grés vidrado com maior vitrificação possui menor resistência ao choque de corpos duros quando comparado com o semi-grés. Devido ao grau de vitrificação, é possível afirmar que estes ladrilhos possuem altas resistências a flexão e a acção do gelo e uma baixa absorção da água.

Os ladrilhos de grés possuem uma absorção de água normalmente entre 1% e 3%, normalmente superior ao grés porcelânico apresentado anteriormente. Situando-se então no grupo AI ou BI (Ver quadro 3) Os ladrilhos de semi-grés apresentam uma absorção de água entre os 3% e os 6% colocando-se então no grupo II – AII ou BII. (Ver quadro 3)

O domínio de utilização desloca-se dos revestimentos de paredes para os revestimentos de pavimentos à medida que a porosidade diminui.

Também neste caso, a fiscalização atenta durante todo o processo de produção, inclusivamente a fase de selecção das matérias-primas é fundamental, visto que não está garantida a obtenção de ladrilhos com boa regularidade dimensional. È também fundamental que em obra e tendo em conta a largura prevista para as juntas, sejam estabelecidos os desvios individuais admissíveis e que seja feita a sua verificação através de ensaios de recepção. [10]

3.2.3. LADRILHOS DE BARRO VERMELHO OU LADRILHOS RÚSTICOS

Esta espécie de ladrilhos, reconhecidos tradicionalmente como de barro vermelho ou rústicos são constituídos por uma base de barro vermelho, de média porosidade e não vitrificada, geralmente não são vidrados. Inserem-se normalmente no grupo AIIb, devido a absorção de água se situar entre os 6 e os 10 %. Preferencialmente são utilizados para revestimento de pavimentos. [10]

3.2.4. AZULEJOS OU "LADRILHOS POROSOS"

A utilização normal destes ladrilhos é em revestimentos de paredes. Faz parte da sua constituição uma base, denominada de biscoito, de material cerâmico poroso, normalmente de cor branca, levemente corada ou da cor do barro vermelho. Esta última não é muito utilizada no nosso país. A base é na sua superfície útil coberta por um vidrado ou esmalte. Este material é normalmente pretendido quando se pretende um patamar de estética elevado, pois possui uma regularidade dimensional elevada em comparação com os restantes tipos de ladrilhos. Contudo, a nível de desempenho técnico é importante ter precauções, visto que, o risco de fissuração e de expansão com a humidade é elevado. Este problema pode ser minorado se houver um especial cuidado na selecção de matérias-primas e durante o processo de fabrico. A absorção de água normal neste tipo de ladrilhos situa-se acima dos 10%, o que o coloca no grupo III da norma NP 14411, conforme se pode ver no quadro3. [10]

3.3 O PROCESSO DE CERTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DA QUALIDADE

3.3.1. EM PORTUGAL

Os processos de certificação e controlo da qualidade pretendem transmitir ao cliente confiança quanto a qualidade dos produtos ou serviços que pretende adquirir. Existem em Portugal vários sistemas de certificação geridos por entidades independentes. Os principais sistemas são,

- ✓ **Certificação do Produto** – Garante que o produto foi avaliado e que os resultados obtidos se encontram dentro dos limites estabelecidos nas normas aplicáveis;
- ✓ **Marca de Produto Certificado** – Também esta certificação garante que o produto foi avaliado e que os resultados obtidos se encontram dentro dos limites estabelecidos nas normas aplicáveis e que a empresa tem operacional um sistema de controlo de produção
- ✓ **Certificação da Empresa** – Evidência que a empresa possui um sistema de gestão da qualidade no âmbito da norma ISO 9001:2000 certificado por uma entidade independente

O controlo da qualidade é uma tarefa que implica a utilização de equipamentos adequados e a presença de operadores qualificados. Esta actividade deve ser efectuada diariamente e inicia-se no controlo das matérias-primas, prossegue para o controlo da fase de processo de fabrico e termina no controlo da qualidade do produto final, os ladrilhos cerâmicos.

O controlo das matérias-primas dá-se no momento de chegada dos materiais a fábrica, onde estes serão alvo de inspecção. Estas acções de fiscalização e verificação do processo permitem reduzir a probabilidade de ocorrência de problemas nas fases seguintes.

O controlo em fase de processo de fabrico deve existir nas várias etapas que constituem o processo. Desta forma, é possível evitar que produtos não aptos, avancem no processo sem, se possível, serem alvo de correcção.

O controlo do produto final permite garantir o cumprimento das disposições aplicáveis, principalmente as da norma NP EN 14411. Desta forma, faz-se uma selecção e só seguem para o mercado os produtos que se considerem aptos.

3.3.2. NO ESTRANGEIRO

Um dos países mais desenvolvidos na vertente de certificação da qualidade construtiva será provavelmente, a França O organismo Francês de utilidade pública denominado por *Associacion Qualitel,* engloba variadas vertentes, entre elas a análise da qualidade de projectos, através do Método de Qualitel e a certificação de empresas na área da Engenharia Civil.

Para obter uma certificação para a empresa podemos escolher entre dois processos, o *NF Logement* e o *Habitat e Environnement.* [11]

Este último permite conciliar o conforto, com o desempenho técnico e o desenvolvimento sustentável. Nesta certificação, o promotor é obrigado a comprometer-se em três pontos essenciais,

- ✓ **Acção Ambiental –** O promotor garante que a execução do edifício obedece a regras ambientais, que o local e os ecossistemas nele existentes foram preservados;
- ✓ **Preservação dos Recursos –** Nesta vertente, ganha-se a garantia de que a habitação foi executada com técnicas que permitiram poupar os recursos naturais como a água e a energia; Que os materiais e equipamentos usados foram seleccionados tendo em atenção o seu impacto ambiental e que sempre que possível se recorreu a materiais reciclados; As instalações sanitárias estão apetrechadas com mecanismos que impedem o consumo de água desnecessário; o edifício possui um isolamento, a nível térmico e acústico, adequado, assim como um volume de ventilação correcto, o que incrementa o ambiente saudável.
- ✓ **Os "gestos verdes" –** Por fim, é o promotor responsável pela orientação do utilizador da habitação em estudo, para que tenha bons comportamentos no que se refere ao ambiente**.**

A marca *NF Logement* é também um método de certificação de empresas, mas não tem esta vertente ambiental. Este é emitido por um organismo francês designado por *CERQUAL*, filial da *Association Qualitel*. Esta certificação baseia-se num processo e caderno de encargos muito restrito. Os temas abrangidos pela certificação são, entre outros, o conforto acústico, o conforto térmico, a ventilação e a durabilidade. Este processo de certificação atesta o nível de qualidade da habitação produzida pelo promotor. [11]

3.4 EXIGÊNCIAS FUNCIONAIS DE ELEMENTOS CERÂMICOS

3.4.1. GENERALIDADES

Os edifícios são obrigados a possuir características que permitem satisfazer as necessidades dos seus utilizadores, sendo importante o estabelecimento de exigências funcionais. Estas traduzem os requisitos a impor, independentemente de materiais e soluções construtivas utilizadas, para que os elementos de construção e consequentemente os edifícios estejam aptos a desempenhar as suas diversas funções, dando assim a resposta às diversas necessidades dos utentes.

As exigências funcionais dos revestimentos de paredes e pavimentos são indissociáveis das exigências funcionais da restante parte opaca. Isto é, as funções atribuídas ao conjunto "parede-revestimento" ou "pavimento-revestimento" podem ser exercidas, com maior ou menor importância por cada um dos constituintes.

A Directiva Europeia dos Produtos de Construção (89/106/CE) [12] define que este tipo de produtos, para poderem circular no mercado europeu, devem apresentar um comprovativo de que respeitam determinadas exigências, de modo que uma vez aplicados em obra, garantam o cumprimento de requisitos essenciais. Além dos requisitos considerados essenciais existem outras exigências que não sendo essenciais, devem ser equacionadas na concepção e projecto de sistemas de revestimento cerâmico.

Quadro 11 – Requisitos essenciais e não essenciais

Metodologia de Selecção de Revestimentos Cerâmicos	
Requisitos Essenciais:	**Requisitos Não Essenciais:**
▫ Resistência Mecânica e Estabilidade	▫ Conservação, Reparação e Limpeza
▫ Higiene Saúde e Ambiente	▫ Conforto Visual e Táctil
▫ Segurança na Utilização	▫ Durabilidade
▫ Segurança contra Incêndio	▫ Armazenamento e Manuseamento
▫ Conforto Acústico	▫ Preço

Aos ***revestimentos para paramentos exteriores***, exige-se que protejam o tosco da parede da acção de diversos agentes agressivos, (água, choques, solicitações higrotérmicas, …) resistindo eles próprios a esses agentes e consequentemente, impedindo a danificação do interior do paramento. Devem também conferir características aceitáveis de planeza, verticalidade e regularidade superficial, de modo a proporcionarem ao edifício o aspecto decorativo pretendido.

Aos ***revestimentos para paramentos interiores*****,** é pedido uma superfície plana, vertical, lisa, uma superfície resistente a choques provenientes da utilização normal. É fundamental garantir que os revestimentos não constituem um perigo para a higiene ou saúde dos utentes: devem assim, ser facilmente laváveis e deve-se favorecer os exemplares que minimizem a libertação de substâncias ou radiações nocivas a saúde ou que impeçam o desenvolvimento e fixação de microorganismos.

No quadro seguinte são apresentados os requisitos divididos pelas quatro localizações mais frequentes, paredes interiores e exteriores, pavimentos interiores e exteriores.

Quadro 12 – Características técnicas e localizações

Metodologia de Selecção de Revestimentos Cerâmicos

	Características Técnicas	Paredes		Pavimentos	
		Interior	Exterior	Interior	Exterior
A.	◦ **Resistência Mecânica e Estabilidade**				
A.1	◦ Solicitações Higrotérmicas				
A.1.1	◦ Acção Temperatura		√		√
A.1.2	◦ Acção Humidade	√	√		√
A.1.3	◦ Acção Neve		√		√
A.2	◦ Resistência a Flexão e Módulo de Rotura			√	√
B.	◦ **Higiene Saúde e Ambiente**				
B.1	◦ Libertação de Substâncias Tóxicas	√		√	
B.2	◦ Desenvolvimento e Fixação de Microorganismos Nocivo e Poeiras	√	√	√	√
B.3	◦ Controlo de Humidade Interior	√		√	
C.	◦ **Conservação, Reparação e Limpeza**				
C.1	◦ Conservação e Manutenção	√	√	√	√
C.2	◦ Reparação	√	√	√	√
C.3	◦ Limpeza				
C.3.1	◦ Limpeza logo após a fase de obra	√	√	√	√
C.3.2	◦ Limpeza durante o ciclo de vida				
C.3.2.1	◦ Resistência a formação de nódoas	√	√	√	√
C.3.2.2	◦ Resistência química				
C.3.2.2.1	◦ Produtos domésticos ou sais de piscina	√	√	√	√
C.3.2.2.2	◦ Ácidos base em baixa Concentração	√	√	√	√
C.3.2.2.3	◦ Ácidos base em alta concentração	√	√	√	√
D.	◦ **Segurança contra Incêndio**				
D.1	◦ Reacção ao Fogo	√	√	√	√
E.	◦ **Conforto Acústico**	√	√	√	√
F.	◦ **Durabilidade**	√	√	√	√
G.	◦ **Segurança na Utilização**			√	√
G.1	◦ Risco de Escorregamento			√	√
G.2	◦ Resistência a Abrasão			√	√
G.3	◦ Dureza Superficial			√	√
G.4	◦ Resistência à Fendilhagem			√	√
G.5	◦ Resistência ao Choque	√	√		
G.6	◦ Outras forças			√	√

Continua

Metodologia de Selecção de Revestimentos Cerâmicos – Continuação

Características Técnicas		Paredes		Pavimentos	
		Interior	Exterior	Interior	Exterior
H	◦ **Conforto Visual e Táctil**				
H.1	◦ Conforto Visual	√	√	√	√
H.2	◦ Conforto Táctil	√	√	√	√
I.	◦ **Armazenamento e Manuseamento**	√	√	√	√
J.	◦ **Preço**	√	√	√	√

3.4.2. DOCUMENTAÇÃO DE REFERÊNCIA

A definição e caracterização das exigências funcionais foram elaboradas com base em diversa informação técnica, dispersa em varios tipos de documentação, como, normas, regulamentos, especificações técnicas, livros da especialidade e documentação comercial, entre outros.

Os regulamentos são publicados através de Decretos-Lei, Leis e Portarias, pelo que exigências neles definidos são de carácter obrigatório. Estes documentos abrangem as exigências consideradas como fundamentais, por exemplo, o REBAP – Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-Esforçado. Já as normas, as especificações técnicas e os documentos pré-normativos estão associados a sistemas de construção corrente. "*Uma norma resulta de um documento pré-normativo, normalmente uma especificação técnica, elaborado por um grupo de peritos da área cientifica e técnica a que o produto diz respeito*" [13] Grande parte das normas existentes em Portugal derivam de especificações do LNEC, muitas vezes provenientes de literatura estrangeira.

A enorme dispersão de informação que existe neste sector, principalmente ao nível de normas europeias, fez com que a União Europeia criasse o Comité Europeu da Normalização (CEN) que tem como objectivo criar normas que iram ser aplicadas em todos os países europeus. O representante português neste organismo é o Instituto Português da Qualidade (IPQ), que após receber as normas europeias as traduz e as relaciona com o nosso mercado.

Em França existe um organismo, *CSTB – Centre Scientifique Techinique du Bâtiment,* que produz *"Documents Techiniques Unifiés (*DTU´s*), e*stes são elaborados por grupos especializados e são considerados referências fundamentais no sector construtivo Francês. Devido a proximidade geográfica, as condições climatéricas semelhantes e ao facto do sector construtivo Francês ter muitas semelhanças com o Português, estes são documentos bastante úteis e aos quais podemos facilmente recorrer em busca de informação técnica.

A literatura técnica é ainda insuficiente, pois não abrange toda a gama de componentes, técnicas e materiais correntemente utilizados no nosso país. Uma das grandes deficiências do sector construtivo é a falta de manuais ou documentos técnicos, visto que normalmente estes quando existem, ora estão muito dispersos ou estão desactualizados. Visto que o sector da construção civil é um sector em constante mudança, seja a nível das técnicas construtivas ou dos próprios materiais de construção, é difícil acompanhar essa evolução com literatura técnica.

A utilização de documentação comercial, como catálogos, nem sempre é adequadamente integrada no processo construtivo no nosso país. Mas na prática, vários intervenientes do sector construtivo – nomeadamente projectistas – vêem frequentemente os catálogos dos produtos como uma fonte importante de informação, pelo que se acredita ser útil a sua introdução neste estudo. Além de que um dos objectivo deste trabalho é a possibilidade de facilmente armazenar, numa aplicação informática, as características técnicas dos produtos constantes nos catálogos. Logo, é de todo o interesse que se aproxime este trabalho ao formato dos catálogos, seja pela informação que neles consta, seja pelo formato ou mesmo pelas unidades por eles utilizadas.

A informação contida nos catálogos foi utilizada apenas nas situações em que as normas em vigor ou a informação em literatura técnica eram escassas ou quando todos os catálogos, que nos serviram de base, eram unânimes num determinado assunto. Nestas últimas situações, optou-se sempre por ir de encontro ao especificado no catálogo, mesmo que, por vezes, não fosse exactamente igual ao especificado na norma (Exemplo – Resistência a Abrasão).

No quadro seguinte é demonstrada qual ou quais as fontes de informação, para a caracterização das exigências funcionais, que serão amplamente abrangidas nos capítulos seguintes.

Quadro 13 – Fontes de informação

Selecção de Revestimentos Cerâmicos			
	Normas	Literatura Técnica	Literatura Comercial
Requisitos Essenciais:			
- Resistência Mecânica e Estabilidade		√ √ √	
- Higiene Saúde e Ambiente	√ √	√ √ √	√
- Segurança na Utilização		√ √ √	√ √
- Segurança contra Incêndio		√ √ √	
- Conforto Acústico		√ √ √	
Requisitos Não Essenciais:			
- Conservação, Reparação e Limpeza		√ √ √	
- Conforto Visual e Táctil			√ √ √
- Durabilidade		√ √ √	
- Armazenamento e Manuseamento			√ √ √
- Preço			√ √ √

√ √ √	Fonte Principal
√ √	Fonte Secundária
√	Fonte Terciária

3.4.3. EXIGÊNCIAS DEFINIDAS PELA NORMALIZAÇÃO

3.4.3.1. Generalidades

Os domínios de utilização dos ladrilhos são vastos, vão desde paredes a pavimentos, no interior ou exterior, em habitações unifamiliar ou multifamiliares, passando por edifícios escolares, comerciais ou mesmo industriais. Contudo, o quadro normativo existente em Portugal e na Europa, não contem metodologias que permitam estabelecer de uma forma clara, quais os domínios de utilização para os diversos exemplos de revestimentos cerâmicos existentes. Isto é, através das normas e/ou regulamentos em vigor onde constam as características dos ladrilhos, não nos é possível avaliar o desempenho de um determinado ladrilho para uma determinada função e localização.

Por outro lado, existe uma vasta gama de características que não tem exigências fixadas, nem limites mínimos de admissibilidade e muito menos, níveis exigências diferenciados que permitissem relacionar com a utilização. Exemplo destas características é a ausência de limites para a durabilidade.

A norma EN 14411 [5], como já foi referido anteriormente, especifica algumas exigências dos ladrilhos cerâmicos. Constituída por 17 anexos, sendo os 12 primeiros de carácter normativo, pois é onde constam as exigências a que os ladrilhos devem responder e os restantes 5 anexos, são de carácter informativo.

Nos anexos A a L apresentam-se as características definidas pela dita norma, para os vários grupos de ladrilhos. Assim como, as normas de ensaio adequadas para a determinação de cada uma das características a confrontarem com as referidas exigências. A maioria dos exames a efectuar estão descrito na norma EN 10545 parte 1 a 16 [14 a 28] [6]

Através do quadro seguinte é possível fazer a ligação entre o grupo de ladrilho e o anexo onde se localiza a tabela.

Quadro 14 – Classificação dos ladrilhos segunda a EN 14411 e seus anexos

Processo de Fabrico	**Grupo de Ladrilhos**				
A - Extrudido	**AI**		**AIIa**	**AIIb**	**AIII**
	Anexo A		Anexo B e C	Anexo D e E	Anexo F
B - Prensagem a Seco	**BI a**	**BI b**	**BIIa**	**BIIb**	**BIII**
	Anexo G	Anexo H	Anexo J	Anexo K	Anexo L
C - Outros Processos	**CIa**		**CIIa**	**CIIb**	**CIII**
	Não abrangido pela norma				

A conformidade com a norma em vigor prova de que os ladrilhos atingem o mínimo do que é lícito esperar deles. Mas, não permite garantir que o seu desempenho é satisfatório, isto é, não garante que os ladrilhos satisfaçam as exigências funcionais que lhes sejam aplicáveis em cada obra ou as correspondentes expectativas dos utilizadores ou aplicadores. [10]

3.4.3.2. Tolerâncias de aplicação

A norma EN 14411 [5] identifica as tolerâncias de fabrico admissíveis nos ladrilhos cerâmicos, ver anexos identificados anteriormente. Mas além de estas tolerâncias, devem ser adicionadas as tolerâncias de aplicação. Estas reportam-se aos revestimentos cerâmicos após a sua aplicação.

– PLANEZA

De acordo com procedimentos definidos a planeza do revestimento é quantificada com uma régua de 2 metros e o desvio máximo admissível é de 6mm. A planeza localizada, isto é, entre dois ladrilhos adjacentes, o desvio máximo admissível é de 1 mm. [7]

Nos sistemas fixados por colagem em camada fina, isto é, reduzida espessura do produto de colagem, a regularidade superficial do revestimento com ladrilhos cerâmicos é determinada pela regularidade do suporte, acompanhando os seus contornos.

– NÍVEL DE ACABAMENTO

O nível de acabamento de um sistema de revestimento de ladrilhos cerâmico só pode ter um desvio máximo de ± 10 mm em relação ao previsto. Na ligação entre superfícies adjacentes distintas esse valor ainda deve ser mais reduzido. [7]

– RECTIDÃO DE JUNTAS E ARESTAS

As diferenças de alinhamento das juntas entre ladrilhos cerâmicos deve ser quantificada com uma régua de 2 metros de comprimento e no máximo pode ter um desvio de 2 mm. [7]

As arestas devem-se desenvolver, o mais possível, segundo uma linha recta, tanto as verticais como as horizontais. Os desvios da linha das arestas relativamente à linha média devem ser limitados para que sejam imperceptíveis. Assim é, referido em várias obras que o desvio máximo das arestas relativamente a sua linha média não deve ultrapassar os 5 mm. [7]

– VERTICALIDADE

A verticalidade do revestimento é fortemente influenciada pela verticalidade do suporte. Esta exigência é definida pelo fio-de-prumo e medida em troços definidos consoante a constituição da parede. A exigência de verticalidade exigida aos vários paramentos é variável consoante os elementos constituintes da parede, conforme se demonstra no quadro 15. [7]

Deste modo, para uma selecção mais confiante é fundamental encontrar outras características, criar patamares de exigências, que nos transmitam melhores garantias de bom desempenho. São essas características que serão apresentadas nos parágrafos seguintes

Quadro 15 – Desvio de verticalidade aceitável

Definição da parede	Desvio da Verticalidade	Altura do troço
Paredes em placas de gesso cartonado	Menor ou igual a 5 mm	≈ 2,5 m
Paredes interiores com reboco em gesso	Menor ou igual a 5 mm	≈ 2,5 m
Paredes de reboco tradicional	Menor ou igual a 5 mm	≈ 3 m

3.4.4. Exigências Definidas pela Literatura Técnica

A. Resistência Mecânica e Estabilidade

A concepção e execução de processos construtivos devem ser pensado para que as cargas susceptíveis de actuarem durante a sua construção e utilização não provoquem danos ou deformações de uma amplitude inadmissível.

Como é do conhecimento geral, os sistemas de revestimento cerâmico, não são caracterizados por ter uma elevada capacidade de resistência estrutural, mas devem ser capazes de responder de forma positiva, a determinadas solicitações. As mais usuais são os choques normais ou excepcionais, as acções climáticas extremas e deformações impostas de carácter estrutural.

A avaliação da capacidade resistente de um sistema de revestimento inclui a parcela relativa a resistência do sistema e a parcela relativa a resistência do sistema de fixação ao suporte.

Quadro 16 – Parâmetros da resistência mecânica e estabilidade

Resistência Mecânica e Estabilidade		
▫ Solicitações Higrotérmicas	Ver	A.1
◦ Acção Temperatura	Ver	A.1.1
◦ Acção Humidade	Ver	A.1.2
◦ Acção Neve	Ver	A.1.3
▫ Resistência à Flexão	Ver	A.2

A.1 Solicitações higrotérmicas

A.1.1 Acção da Temperatura

Apesar de Portugal ser um país de clima ameno, os nossos edifícios podem sofrer amplitudes térmicas, ao longo do ano, da ordem dos 50ºC. Estas solicitações, traduzem-se em tensões ou deformações elevadas, caso exista ou não restrição aos movimentos, eventualmente incompatíveis com as propriedades dos materiais. A avaliação destas tensões e deformações é muito importantes para o dimensionamento dos sistemas de fixação e em especial das juntas.

O alongamento de um material sem restrições de movimento pode determinar-se aproximadamente, pela seguinte expressão,

$$\Delta L = L * \alpha_1 * \Delta T \qquad (1)$$

ΔL – Variação do comprimento do ladrilho por acção da temperatura (m)

L – Comprimento inicial do ladrilho (m)

α_1 – Coeficiente de dilatação térmica ($ºC^{-1}$) – No caso de ladrilhos cerâmicos este valor pode variar desde $6{,}0x10^{-6}$ até $9{,}0*10^{-6}$

Como esta característica é mais preponderante para sistemas de revestimento colocados no exterior, e para esse efeito os ladrilhos mais indicados são os do Grupo AI (ver quadro 3) vamos utilizar como valor base de coeficiente de dilatação térmica o valor de $6{,}0x10^{-6}$

ΔT – Variação da temperatura (ºC) – Calculado com base na distribuição das temperaturas exteriores extremas durante o Verão e durante o Inverno.

A superfície exterior de um elemento de construção sujeita à radiação solar, apresenta uma temperatura superior à do ambiente, esta temperatura pode ser calculada através da expressão:

$$tse = te + \frac{R * \alpha s}{he} \qquad (2)$$

tse – Temperatura superficial exterior (ºC)

te – Temperatura ambiente exterior (ºC)

R – Radiação Solar global (W/m^2) – A intensidade da radiação solar depende de diversos factores, como por exemplo, latitude geográfica, altitude do local, hora do dia, orientação e inclinação da superfície, etc.

Quadro 17 – Radiação solar global

Radiação solar Global W/m^2	
Norte	180
Este	900
Sudeste	980
Sul	1050
Sudoeste	940
Oeste	800

αs - Coeficiente de absorção da radiação solar – Este valor é caracterizado principalmente pela cor do paramento, mas não se pode descurar o efeito da rugosidade da superfície e a sujidade que apresenta. Os valores de αs próximos de zero significam que a superfície não absorve radiação solar, por outro lado, os valores perto da unidade indicam-nos que a superfície absorveu grande parte da radiação.

he – Condutância térmica superficial exterior ($W/m^2.ºC$) – De um modo geral – > he=25 $W/m^2.ºC$

Desta forma conseguimos calcular qual a variação dimensional a que os ladrilhos vão estar sujeitos e assim, sentir a necessidade de dimensionar as juntas assim como os elementos de fixação ao suporte.

A.1.2 A acção da Humidade

A acção da água nos ladrilhos cerâmicos pode provocar inúmeros danos nos ladrilhos cerâmicos. Esta actua a dois níveis, o primeiro é caracterizado pela influência da água na superfície do ladrilho impregnando os ladrilhos mais porosos, com implicações ao nível da expansão e das eflorescências. O segundo nível é caracterizado pela entrada da água para o tardoz do ladrilho, onde pode provocar deficiências no sistema de colagem do ladrilho e assim desencadear progressivos descolamentos.

A ocorrência destes fenómenos, normalmente é causada, pela normal utilização dos ladrilhos, as dificuldades surgem quando as alterações atingem os valores aceitáveis e põem em causa a segurança e saúde dos utentes.

A humidificação dos revestimentos cerâmicos tem várias fontes:

- ✓ Absorção de água liquida
- ✓ Adsorção das moléculas de vapor de água

Para garantir do bem-estar dos utentes dos edifícios, é fundamental controlar o índice de humidade existente no seu interior. A humidade tem vários efeitos, quer sobre os materiais, quer sobre a higiene, saúde dos utentes e do ambiente interno dos edifícios.

Na concepção e projectos de revestimentos cerâmicos é importante atender à maioria das formas de manifestação da humidade, que podem ter origem em:

- ✓ Humidade de construção;
- ✓ Humidade de infiltração;
- ✓ Humidade ascensional;
- ✓ Humidade de condensação;
- ✓ Humidade de higroscopicidade;
- ✓ Humidade devida a causas fortuitas;

A. – HUMIDADE DE CONSTRUÇÃO

Este tipo de manifestação é inerente ao processo construtivo. Ocorre, por vezes, quando os tempos de secagem de argamassas não são respeitados, principalmente quando se aplica ladrilhos com baixa permeabilidade ao vapor de água.

B. – HUMIDADE DE INFILTRAÇÃO

Este tipo de humidade é proveniente de água da chuva, de neve, ou de espaços húmidos (Lavandarias, Instalações sanitárias, etc.), quer por infiltrações em pontos singulares, quer por absorção dos próprios materiais. São inúmeros os casos em que a envolvente dos edifícios funciona como barreira estanque, que impedem a entrada da água para os paramentos interiores, assim como evita a humidificação prolongada de elementos construtivos.

A capacidade de impermeabilização de um elemento é sobretudo determinada pela capacidade de resistir à penetração de água proveniente do exterior, pela estanquidade dos componentes ou através de disposições construtivas que impeçam a transferência de água para o interior, como é o caso de espaços de ar ventilados. É também fundamental que o elemento possa rapidamente eliminar o excesso de água quando as condições atmosféricas assim o permitam.

Os revestimentos cerâmicos, por si só, não garantem a estanquidade à água, terá de ser o elemento construtivo no seu todo. Em elementos horizontais, essa função cabe, à camada de impermeabilização, nos elementos verticais é importante analisar o tipo de suporte, a existência ou não de espaços de ar ventilados, etc.

No caso dos paramentos interiores, é normal classificar os locais em função da exposição à humidade, tendo em conta factores como, higrometria do local, exposição das paredes à água líquida, características de manutenção e limpeza das paredes.

C. – HUMIDADE ASCENCIONAL

Este tipo de humidade manifesta-se se os elementos estiverem em contacto com solo húmido ou mesmo água e os materiais constituintes apresentem elevada capilaridade. As fontes de humidade podem ser as águas freáticas e/ou águas superficiais. A existência de um corte hídrico adequado pode evitar a existência de humidade ascensional.

A ascensão capilar progride até um nível em que se verifique o equilíbrio entre a evaporação e a capilaridade. Quando se coloca um material impermeável, por exemplo, ladrilhos cerâmicos, a altura da ascensão capilar aumenta até se atingir um novo equilíbrio. A altura de progressão da humidade ascensional depende das condições higrométricas dos ambientes, da insolação, da porosidade de materiais, etc

D. – HUMIDADE DE CONDENSAÇÃO

A ocorrência de condensações depende de factores como, constituição dos elementos construtivos e condições climáticas. Quando a condensação ocorre no interior dos elementos construtivos diz-se *condensação interna*, quando ocorre à superfície, *condensação superficial*. Sempre, que em determinadas condições, o ar (Mistura de ar seco com vapor de água) contacta com superfícies mais frias e a sua humidade absoluta (g/m^3 ou kg/kg) atinge o limite de saturação, para a temperatura em causa, ocorrem condensações.

As envolventes dos edifícios estão sujeitas a elevadas variações de temperaturas e pressão de vapor de água, desta forma, ocorrem fluxos de calor e humidade através dos elementos que a compõem. Ocorrem condensações internas, sempre que no interior dos elementos, as pressões parciais de vapor instaladas, igualam a pressão de saturação. Existem inúmeros métodos que permitem facilmente avaliar o risco de ocorrência destas condensações, aconselha-se que em casos particulares se estude a fundo este problema.

O aparecimento de gotas de água na superfície de elementos, como os ladrilhos, ou o desenvolvimento de bolores, são os efeitos mais visíveis de ocorrência de condensações superficiais. Pode-se afirmar que ocorrem condensações superficiais, sempre que a temperatura de ponto de orvalho (ts ºC) iguala ou ultrapassa a temperatura da superfície de um elementos construtivo (θi ºC). Isto é, ocorrem condensações se $\theta i \leq ts$.

$$\Theta i = ti - \frac{K}{hi}(ti - te) \qquad (2)$$

ti – Temperatura do ambiente interior (ºC);

K – Coeficiente de transmissão térmica do elemento – [W/(m^2*ºC)];

hi – Condutância térmica superior interior - [W/(m^2*ºC)];

te – Temperatura do ambiente exterior (ºC);

O Inverno é a estação do ano mais problemática, visto que normalmente a temperatura superficial é inferior à temperatura ambiente interior.

O valor do coeficiente de transmissão térmica deve ser o menor possível, isto é, deve-se seleccionar os materiais com maior resistência térmica. As zonas de variações significativas da resistência térmica são denominadas por pontes térmicas e são usualmente, o local mais crítico dos edifícios relativamente a condensações. Uma ponte térmica é toda e qualquer zona da envolvente dos edifícios, em que a resistência térmica é sensivelmente alterada. Seja por utilização de materiais com diferentes resistências térmicas ou até pela modificação da geometria da envolvente. Os revestimentos cerâmicos não são indicados para o tratamento de pontes térmicas, contudo, as anomalias associadas aos deficientes tratamentos dessa zona influenciam o desempenho dos revestimentos. O tratamento de pontes térmicas deve traduzir-se numa melhoria do ponto de vista térmico mas, sem por em causa questões de estabilidade e resistência mecânica. Por vezes, a melhor solução é ocultar a manifestação das anomalias.

Os ladrilhos cerâmicos tem um valor de coeficiente de transmissão térmica alto, ou seja, uma resistência térmica baixa. Assim, os revestimentos cerâmicos não são indicados para a função de diminuição do risco de ocorrência de condensações, no entanto, devido a algumas características podem ser úteis na ocultação dos efeitos das condensações. Visto que os ladrilhos são facilmente laváveis e os de superfície vidrada, principalmente, não contribuem para o desenvolvimento e fixação de bolores podem ser uma óptima opção para locais, onde o risco de ocorrência de condensações é elevado.

A.1.3 Acção da Neve

A acção da neve é muito importante para o correcto dimensionamento de paramentos horizontais, coberturas ou pavimentos no exterior das habitações. Para este trabalho não vamos considerar a neve como uma sobrecarga, visto não estarmos num país de grandes e prolongadas nevadas. Isto é, quando ocorre uma nevada, esta tem uma duração curta, quer seja por razões climatéricas quer seja pela acção do homem em limpar ou liquefazer a neve facilmente. Contudo, é fundamental que o ladrilho resista ao gelo, é vital garantir que o ladrilho não fique danificado por estar em contacto com temperaturas tão baixas.

Em zonas onde é usual haver a ocorrência de geadas ou mesmo nevadas, é importante garantir a segurança das pessoas, isto é, aconselha-se a utilização de ladrilhos que impeçam o escorregamento e que sejam resistentes ao congelamento. Relativamente ao escorregamento este vai ser avaliado no ponto G.1.

A.2 RESISTÊNCIA À FLEXÃO

Na construção de edifícios, os intervenientes na construção, talvez por razões de poupança económica, de tempo ou desconhecimento técnico, não colocam os produtos de colagem em todo o tardoz do ladrilho. Esta acção não é adequada, pois aumenta o risco de descolamento e empolamento dos ladrilhos cerâmicos, sendo a reduzida resistência a flexão uma das principais causas das patologias manifestadas em revestimentos cerâmicos. Este pouco cuidado na aplicação dos ladrilhos, aliado ao não completo nivelamento e alisamento do pavimento, faz com que o ladrilho não fique completamente apoiado. Isto é, criam-se zonas "falsas" debaixo do ladrilho. Esta falta de apoio do ladrilho, durante a sua utilização cria solicitações de flexão.

Visto que nos ladrilhos de tamanho reduzido, normalmente coloca-se o produto de colagem em todo o seu tardoz e a área de pavimento que ocupa é reduzida, a resistência a flexão não se requer muito elevada, pois, a probabilidade de alguma zona do ladrilho ficar sem apoio é reduzida.

Mas o mesmo já não se verifica em ladrilhos de dimensões superiores, pois a área é superior, criando-se mais e maiores zonas "falsas" o que implica valores superiores para as solicitações. Desta forma, é conveniente que o ladrilho possua uma resistência a flexão de acordo com as suas dimensões.

Figura 9 – Resistência à flexão

B. HIGIENE SAÚDE E AMBIENTE

A selecção dos revestimentos dos edifícios, deve ser feita tendo como base a protecção da saúde, segurança e higiene dos utentes. Assim devemos escolher os produtos que não sejam nocivos para o ambiente dos edifícios e que zelem pelo bem-estar dos seus utilizadores

A função dos revestimentos cerâmicos neste objectivo, esta relacionada com:

- ✓ Minimização da libertação ou emissão de radiações ou substâncias nocivas por parte dos seus componentes;
- ✓ Minimização da possibilidade de favorecerem o desenvolvimento e fixação de microorganismos nocivos e poeiras;
- ✓ Contributo para o controlo da humidade no interior das construções;

Quadro 18 – Higiene saúde e ambiente

Higiene Saúde e Ambiente		
▫ Libertação ou Emissão de Radiações ou de Substância Nocivas	Ver	B.1
▫ Desenvolvimento Fixação de Microorganismos Nocivos e Poeiras	Ver	B.2
▫ Controlo de Humidade Interior	Ver	B.3

B.1 Libertação ou Emissão de Radiações ou de Substâncias Tóxicas

A consideração da primeira característica torna-se vital, quando se esta perante o estudo de soluções para ladrilhos vidrados em contacto com produtos alimentares, bancadas de trabalho de cozinhas ou nos locais de indústria alimentar, por exemplo. Segundo a norma europeia em vigor, EN 14411 – Anexo Q os revestimentos de pavimentos e paredes não devem libertar Cádmio, a libertação de chumbo também não deve ocorrer, principalmente se for em locais com contacto directo com alimentos. Não existe um valor limite específico, mas sempre que seja necessário deve-se pedir ao fabricante os valores das análises feitas aos ladrilhos.

B.2 Desenvolvimento e Fixação de Microorganismos Nocivos e Poeiras;

Por razões de conforto táctil, visual e de higiene, os ladrilhos devem ser facilmente laváveis e facilitar as operações de limpeza. Desta forma, a manutenção do bom aspecto e das condições higiénicas é facilmente mantida.

Normalmente, os paramentos existentes em espaços húmidos, cozinhas e instalações sanitárias, são os que necessitam de limpeza mais frequente, sendo as juntas, o ponto mais problemático. Pelo que a superfície deve "facilitar" a limpeza.

As fachadas dos edifícios, e focando-nos na parte opaca, mais especificamente nos revestimentos, verificamos que são o primeiro contacto das poeiras com o edifício. Assim, é vital garantir que as superfícies não favoreçam a fixação de poeiras, e no caso, de que isso aconteça, as nódoas daí resultantes não sejam definitivas. Pelo que a aplicação de um processo de limpeza deve, facilmente, devolver a fachada o seu aspecto original

Os paramentos exteriores estão sujeitos as grandes amplitudes térmicas, que criam uma heterogeneidade de temperaturas à superfície dos ladrilhos cerâmicos, que provoca a deterioração do aspecto dos paramentos por formação de zonas de fixação preferencial de poeiras. Este fenómeno, designado por termoforese, consiste na fixação das poeiras nas zonas mais frias dos ladrilhos.

Para que a inevitável deterioração gradual do aspecto dos revestimentos se processe com homogeneidade em todo o paramento, deve-se, reduzir ao mínimo possível a referida heterogeneidade da temperatura superficial. As condensações localizadas podem agravar este problema.

Em conclusão, um adequado sistema de revestimento, não deve favorecer a fixação de poeiras ou microorganismos, desta forma é importante garantir que:

- ✓ Os ladrilhos não devem ser excessivamente ásperos ou pegajosos, principalmente quando ficam expostos a poluição atmosférica ou ás poeiras do ar;
- ✓ Os ladrilhos não devem permanecer húmidos por longos períodos de tempo;

- ✓ O sistema de revestimento não contribua para o desenvolvimento de microorganismos;

As superfícies que permanecem húmidas por longos períodos de tempo, ou nas quais a humidade relativa permanece acima dos 80% proporcionam a fixação de microorganismos. No interior dos edifícios, locais como, lavandarias, instalações sanitárias e pontes térmicas requerem maior atenção. Já no exterior as superfícies, normalmente, mais afectadas, são as protegidas do vento e da radiação solar (paramentos orientados a norte), as superfícies sujeitas a salpicos de água, socos ou embasamentos das fachadas. Para evitar a fixação de microorganismos, deve se ventilar bem a habitação ou então, aplicar produtos fungicidas que podem retardar o problema, mas não o eliminar.

Visto estes últimos dois pontos estarem ligados com a limpeza dos ladrilhos, a sua classificação é analisada no ponto seguinte deste trabalho, relativamente a Conservação, Reparação e Limpeza

B.3 Controlo de Humidade Interior

A acção da humidade já foi abordada no ponto A.1.2 – Acção da Humidade

C. CONSERVAÇÃO, REPARAÇÃO E LIMPEZA

Quadro 19 – Conservação, reparação e limpeza

Conservação, Reparação e Limpeza		
▫ Conservação	Ver	C.1
▫ Reparação	Ver	C.2
▫ Limpeza	Ver	C.3
▫ Limpeza logo após a fase de obra	Ver	C.3.1
▫ Limpeza durante o ciclo de vida	Ver	C.3.2
▫ Resistência à formação de nódoas	Ver	C.3.2.1
▫ Resistência a produtos químicos ou domésticos	Ver	C.3.2.2
▫ Produtos domésticos ou sais de piscina	Ver	C.3.2.2.1
▫ Ácidos base em baixa concentração	Ver	C.3.2.2.2
▫ Ácidos base em alta concentração	Ver	C.3.2.2.3

C.1. Conservação e Manutenção

É fundamental proceder a acções de conservação e manutenção de forma a preservar e manter o desempenho dos ladrilhos. Quando aplicadas ao processo construtivo, permitem que os diversos materiais respondam de forma mais satisfatória às solicitações a que estão sujeitos, durante todo o seu ciclo de vida. Desta forma ampliam, o ciclo de vida útil do edifício.

É apresentada de seguida uma pequena listagem de possíveis operações de manutenção que, podem e devem, ser aplicadas a revestimentos cerâmicos:

- ✓ Evitar a permanência nos sistemas de revestimento de agentes agressivos;
- ✓ Evitar produtos abrasivos e golpes que possam riscar, romper ou deteriorar a superfície dos ladrilhos;
- ✓ Periodicamente, limpar-se-ão os ladrilhos com uma lavagem com água e sabão e detergentes não abrasivos.
- ✓ Para eliminar as manchas negras devido à humidade, devem-se limpar com lixívia doméstica.
- ✓ De 5 em 5 anos serão revistos os vários revestimentos, substituindo-os quando necessário.
- ✓ De 5 em 5 anos será verificado o estado e enchimento das juntas, guarnições, rodapés e cantoneiras com material de enchimento e vedação

Existem mais tarefas que podem ser aplicadas aos revestimentos, mas para não alongar em demasia este trabalho, apenas se indicam estes exemplos. Relativamente a frequência com que devem ser feitas as operações de manutenção, pensa-se que de 5 em 5 anos é o período ideal. Estes intervalos de tempo não dependem apenas do sistema construtivo, mas também das condições do meio onde esta inserido o edifício e das solicitações a que os elementos construtivos estão sujeitos.

C.2 REPARAÇÃO

De um modo geral, a facilidade de reparação de um sistema de revestimento é avaliada tendo em conta a dificuldade de substituir algumas partes ou a totalidade do sistema. Este ponto é fundamental em locais de grande afluência de público, visto o risco de degradação dos ladrilhos e dos restantes componentes do sistema de revestimento, é superior que em situações de afluência e solicitações normais. Também o desconforto provocado aos utentes, devido ás operações de reparação, deve ser minimizado, de forma a restabelecer o mais rápido possível o bem-estar e a segurança dos utilizadores.

Pode dizer-se que os elementos ou componentes são fácil substituição ou reparação, se esta for possível de efectuar em qualquer altura de uma forma rápida, fácil e eficaz. Desta forma é importante, que o material seja de fácil armazenagem e aplicação. Os responsáveis pela construção do edifício, devem ter a noção da importância da armazenarem exemplos dos materiais utilizados na obra de forma a facilitar estas operações de reparação e ou substituição. Para se conseguir uma substituição rápida, fácil e eficaz, é conveniente então que:

- ✓ Durante a execução se pense armazenar alguns exemplares;
- ✓ Os ladrilhos sejam de fácil armazenagem e aplicação;
- ✓ Facilidade de aprovisionamento de um produto idêntico ou equivalente;
- ✓ Possibilidade para os utilizadores ou responsáveis, restabelecerem de imediato a situação, mesmo que provisoriamente, a segurança e o conforto base.

Pode ocorrer situações em que é necessário proceder a substituição de uma parte dos ladrilhos de uma fachada, assim procede-se a aquisição da quantidade necessária. Por sorte, o fabricante fabrica ou possui em armazém exemplares do modelo pretendido, igual ao original. Mas após colocação em obra verifica-se que a tonalidade dos novos ladrilhos é diferente da dos anteriores. Esta situação pode obrigar ao levantamento da totalidade dos ladrilhos e a sua integral substituição, o que implica um acréscimo de custos e de tempo.

C.3 LIMPEZA

A facilidade de limpeza de um ladrilho cerâmico é normalmente elevada, principalmente quando comparada com outros sistemas de revestimento, por exemplo madeiras. Deste modo, espera-se sempre, que um revestimento cerâmico seja de fácil limpeza e que resista as acções de limpeza a que vai estar sujeito. Só desta forma, é possível zelar pela saúde e higiene dos utilizadores.

O desempenho dos revestimentos cerâmicos não deve ser prejudicado pelas operações de limpeza que lhe sejam adequadas, o que implica uma definição cuidada e prévia dos métodos e produtos compatíveis com os elementos do sistema de revestimento.

Não devem ser utilizados produtos tóxicos, cáusticos, inflamáveis ou de cheiro intenso e persistente nas operações de limpeza.

O processo de limpeza de ladrilhos tem duas fases bastante distintas e ambas muito importantes, a primeira tem a ver com a limpeza após a fase de obra e a outra, já enunciada, relativamente a limpeza durante todo o ciclo de vida dos ladrilhos.

C.3.1 Limpeza logo a seguir a fase de obra:

Quadro 20 – Limpeza após a fase obra

Diferentes tipos de Manchas e Produtos de Limpeza		
Tipo de Mancha	**Produto de Limpeza**	**Observação**
Cimento e produtos à base de cimento	Acido acético 10% Ácido clorídrico 10% Ácido fosfórico 10%	▫ Atenção produto corrosivo
Pinturas a óleo	Álcool metílico	▫ Produtos Inflamáveis: ▫ Arejar bem; ▫ Não fumar ou fumegar perto; ▫ Impedir faíscas de ferramentas ou interruptores eléctricos; ▫ Proteger as mãos; ▫ Proteger materiais de PCV, alumínio, zinco ou borracha;
Decapante de soldadura		
Mastique		
Fruta e sumos de fruta – mancha recente		
Molhos de tomate		
Pintura vinílica, gliceroftálica Cola e matériais plásticas	Benzina	
Fuelóleo	Tricloro etileno	
Fruta e sumos de fruta - mancha antiga		
Óleo de linhaça	Álcool etílico	
Mercurocromo	Permanganato de potássio seguido de ácido oxálico	
Tinta fresca	Água de javel	
Grafitis	Cloreto de metileno e álcool	

De acordo com a experiência, alguns autores dividiram os materiais contaminantes do final da obra em três grandes grupos: [7]

- ✓ Produtos do acabamento de construção: Cimento, cal, gesso, etc;
- ✓ Produtos do tipo de óleo, gorduras, etc;
- ✓ Outros (Tintas, Frutas, etc)

Cada grupo destes tem necessidades de limpeza específicas, desde os produtos ao seu modo de aplicação. Assim, é de todo o interesse testar sempre os produtos de limpeza em pequenas partes de modo a verificar o comportamento do suporte e dos ladrilhos assim como eficácia da remoção.

O quadro anterior (20) apresenta alguns tipos de manchas mais frequentes e a composição que os produtos de limpeza mais adequados, devem possuir, de forma a melhor retirar a mancha. São apresentadas também, algumas observações de modo a que o processo de limpeza corra sem nenhum tipo de incidentes.

Aconselha-se que no final de qualquer obra, os ladrilhos sejam limpos e deve ser removida a camada superior de impermeabilização, no caso de ladrilho polidos, de modo a restituir à peça o seu brilho.

C.3.2 Limpeza durante o ciclo de vida:

A classificação da limpeza dos ladrilhos é feita com base em dois critérios, o primeiro é a resistência à formação de nódoas o segundo aborda a resistência química dos ladrilhos.

C.3.2.1 Resistência à Formação de Nódoas

Os revestimentos de paramentos, principalmente paramentos interiores de paredes, devem resistir à formação de nódoas, com carácter definitivo, de produtos químicos ou domésticos, cuja utilização é inerentes ao uso de cada tipo de espaço.

Para indústrias transformadoras ou nas quais são utilizadas substâncias liquidas, é vital ter em atenção as acções de limpeza. Como o pavimento é, normalmente, muito sacrificado, por queda de substâncias como leite, vinho, óleos, e a movimentação de pessoas e máquinas é vital uma selecção cuidada do ladrilho a utilizar, assim como a elaboração do mapa de limpeza onde se indicaram os produtos e técnicas que se devem usar nas operações de limpeza.

C.3.2.2 Resistência Química

A resistência química de ladrilhos cerâmicos é fundamental de modo a garantir que os produtos de limpeza, ou os seus constituintes, não prejudicam os ladrilhos. Isto é, quando em operações de limpeza se utilizam certos produtos domésticos, estes não devem danificar os ladrilhos.

Ocorre por vezes, em ladrilhos com baixa resistência química, quando se procede a operações de limpeza com produtos domésticos, por exemplo lixívia, este vai perdendo o brilho, a cor, a sua textura com maior ou menor velocidade, consoante as características do ladrilho.

Os revestimentos dos paramentos, principalmente interiores, devem resistir as nódoas, com carácter definitivo, provocadas por produtos químicos. Estes produtos são normalmente produtos de limpeza doméstica, mas podem também ser substâncias utilizadas em indústrias transformadoras.

Assim, os ladrilhos devem resistir a acção dos produtos e processos de limpeza, que eventualmente sejam abrasivos. Esta característica pressupõe no entanto que os produtos e as acções sejam os adequados para os ladrilhos.

D. SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO

Em caso de incêndio, os edifícios e os seus elementos estruturais, devem:

- ✓ Manter a estabilidade pelo máximo de tempo possível;
- ✓ Limitar o aparecimento e propagação do fogo;
- ✓ Limitar a propagação para as construções vizinhas;
- ✓ Garantir a segurança dos utentes e equipas de salvamento, quer durante a entradas e saídas do edifício, quer do tempo que permanecerem dentro do edifício;

D.1 Reacção ao fogo

Os revestimentos cerâmicos devem contribuir para minimizar o risco de deflagração e propagação do fogo e para garantir tempos de alarme, evacuação e sobrevivência dos utilizadores. Os revestimentos e todos os restantes elementos construtivos não devem favorecer a propagação do fogo.

O respeito pelas condições de segurança contra incêndio pode ser avaliada pela reacção ao fogo dos revestimentos cerâmicos, que nos indica a contribuição dos materiais para a origem e propagação do incêndio.

A qualificação dos materiais de construção, neste caso revestimentos cerâmicos, do ponto de vista da reacção ao fogo, no contexto actual da legislação nacional, compreende cinco classes numéricas.

Classe M0 – Materiais não combustíveis;

Classe M1 – Materiais não inflamáveis;

Classe M2 – Materiais dificilmente inflamáveis

Classe M3 – Materiais moderadamente inflamáveis

Classe M4 – Materiais facilmente inflamáveis;

Existem outros sistemas Europeus de classificação dos materiais tendo em conta a reacção ao fogo. Não é contudo possível estabelecer equivalências entre os vários métodos. Desta forma, e visto que a maioria dos fabricantes de revestimentos cerâmicos nacionais, utilizam a classificação antes definida, é essa que também, neste estudo prevalece. [7]

O comportamento dos revestimentos cerâmicos em matéria de reacção ao fogo foi já testado diversas vezes, é assim bem conhecido e estável. Desta forma, há a possibilidade de lhe ser atribuída uma "classificação sem necessidade de ensaio", por decisão da comissão 96/603/CE. Estes materiais pertencem então a classe MO – Materiais não combustíveis. [7]

Pode-se assim concluir, que a reacção ao fogo não é um factor determinante na selecção do revestimento cerâmico a utilizar, visto toda a vasta gama de hipóteses, pertence a classe de reacção ao fogo de maior desempenho. Performance semelhante acontece para a generalidade dos restantes componentes do sistema. – Produtos de fixação, de preenchimento de juntas, …. -

E. CONFORTO ACÚSTICO

Ao contrário do que seria de esperar, o *RGR – Regulamento Geral Sobre o Ruído*, não tem captado tanta atenção, dos intervenientes no processo construtivo, como outros regulamentos similares. Este facto pode dever-se a, não obrigatoriedade de verificação do cumprimento de exigências no processo de licenciamento e ao facto das soluções construtivas utilizadas na dita construção tradicional satisfazerem o exigido pelo referido regulamento. [7]

Contudo, a concepção e execução dos edifícios, sejam habitacionais ou não, deve garantir que o ruído proveniente do exterior e do interior do edifício, se mantenha em níveis que não afectem a saúde dos utentes.

O ruído dos edifícios pode ter duas vertentes em função do processo de transmissão, *sons de percussão,* decorrentes de acções de choque ou outras solicitações mecânicas aplicadas directamente sobre os elementos de construção e os *sons aéreos* nos quais a origem da emissão sonora não se verifica por acção directa sobre os elementos construtivos. [7]

Nas zonas urbanas denota-se desde a uns anos a esta parte, um acréscimo do nível sonoro, geralmente provocado pelo tráfego rodoviário, zonas comerciais e industriais intensas, o que tem condicionado o conforto dos utentes e diminuindo a sua qualidade de vida.

A envolvente dos edifícios é constituída por uma parte opaca e uma zona envidraçada. A zona opaca normalmente, não necessita de grandes cuidados, relativamente ao isolamento acústico, pelo contrário a zona dos envidraçados, implica normalmente atenções especiais. [7]

Contudo, o âmbito deste estudo engloba apenas o revestimento de zonas opacas. Desta forma, vamos apenas indicar alguns cuidados que se devem ter no tratamento dos revestimentos cerâmicos de zonas opacas de forma a melhorar o conforto acústico dos utentes.

Os revestimentos cerâmicos actuam no isolamento de ruídos transmitidos por percussão entre os diferentes pisos de um edifício e no controlo do tempo de reverberação devido a sons aéreos.

No caso dos pavimentos, sons de percussão, pretende-se impedir que a energia passe pelos vários elementos construtivos, isto é convêm desligar os elementos entre si. Uma técnica conhecida é a chamada "laje flutuante" na qual é colocado um material resiliente que efectua uma separação entre a face superior do pavimento e a face inferior. Desta forma impede-se que a vibração da face superior do pavimento atinja a face inferior. [7]

Para o isolamento a sons aéreos, é importante atender ao coeficiente de absorção sonora dos materiais (α), que se traduz na relação da energia absorvida e energia incidente. Uma janela ou porta aberta, que absorve na totalidade o som emitido tem, teoricamente, um valor de α igual a unidade. Já um paramento revestido com material cerâmico, pouco absorvente, possui um α muito próximo de 0. È importante referir que os materiais variam o seu poder de absorção conforme a frequência do som que é emitido. Só a título de exemplo pode-se referir que uma parede de betão revestida com mosaico possui um coeficiente de absorção sonora, para a frequência de 125 Hz igual a 0,01 e para uma frequência de 2000 Hz esse valor duplica. [7]

As características de absorção acústicas dos materiais vão ter um papel importante no tempo de reverberação de um compartimento. O tempo de reverberação é o tempo que um ruído decresce 60 dB. Para salas de espectáculo este valor é de importância vital e depende não só do revestimento utilizado, como também, da geometria da sala, da existência ou não de mobiliário e da sua disposição.

Mas, a absorção dos espaços depende não só das características absorventes do material como também do tipo de suporte utilizado. Os suportes com alguma flexibilidade têm demonstrado um desempenho mais satisfatório, relativamente ao isolamento de sons aéreos, em relação aos suportes mais fixos.

F. DURABILIDADE

A aplicação de materiais não estruturais, como é o caso de revestimentos cerâmicos, encontra ainda, poucas referências, apesar de pertencer a um conjunto de situações onde a manifestação de patologias é usual e o custo de reparação/substituição elevado.

Os sistemas de revestimento, devem conseguir responder afirmativamente a um conjunto de acções, que são abordadas neste trabalho. As solicitações ou a sua intensidade, variam consoante, a localização do revestimento, seja parede ou pavimento, seja interior ou exterior

Quadro 21 – Durabilidade

Durabilidade		
▫ Durabilidade de Elementos Horizontais	Ver	F.1
▫ Durabilidade de Elementos Verticais	Ver	F.2

Antes da análise desta característica, é importante definir o conceito de Durabilidade, "*Período durante o qual o desempenho do material se mantém num nível compatível com a satisfação dos requisitos essenciais em condições normais de uso e conservação*". Este período é razoável do ponto de vista económico pelo que deverá ter em conta factores como:

- ✓ Custos de concepção, construção, utilização, inspecção, manutenção, reparação do sistema;
- ✓ Custos decorrentes da impossibilidade de utilização;
- ✓ Custos de gestão e exploração;
- ✓ Aspectos ecológicos;
- ✓ Riscos e consequências de uma falha do sistema de revestimento durante o seu período de vida e os custos de um seguro que cubra tais riscos;

A utilização de materiais de durabilidade alta numa construção implica um acréscimo de durabilidade do próprio edifício. A título de exemplo apresenta-se o quadro 22 onde se pode analisar a durabilidade das construções em função da durabilidade dos produtos:

Quadro 22 – Durabilidade do edifício em função da durabilidade dos seus constituintes – Adaptado de [7]

		Durabilidade dos Edifícios (Anos)			
		10	25	50	100
Durabilidade dos Produtos de Construção (Anos)	Material facilmente reparável ou substituível	10	10	10	10
	Material reparável ou substituível	10	25	25	25
	Material para toda a vida	10	25	50	100

3.4.5. Exigências Definidas em Literatura Comercial

G. Segurança na Utilização

Visto o âmbito do nosso estudo ser apenas revestimentos cerâmicos, vamos neste ponto analisar apenas os riscos associados a estes materiais. Os edifícios devem ser projectados e executados de forma a minimizar o risco de acidente por parte dos seus utentes durante a sua utilização normal. Os edifícios tanto habitacionais como os de serviços devem ser lugares onde a segurança para adultos e crianças esteja salvaguardada.

As características a seguir apresentadas podem ter a desvantagem de ocorrer em pequenas partes do paramento ou pavimento. Isto é, se pensarmos num corredor de entrada do edifício, a zona central é a mais solicitada pelos utentes, ou seja, esses ladrilhos vão estar sujeitos a maiores solicitações que os encostados a parede, de lado, por exemplo.

Como são, normalmente, zonas de grande afluência é desagradável do ponto de vista estético ter elementos do sistema de revestimento degradados. Também é, desaconselhável que o tempo de reparação se alonga em demasia, assim é conveniente que no processo de selecção dos ladrilhos considerar elementos de fácil substituição ou reparação, já apresentados.

Quadro 23 – Segurança na Utilização

Segurança na Utilização		
▫ Risco de Escorregamento	Ver	G.1
▫ Resistência à Abrasão	Ver	G.2
▫ Dureza Superficial	Ver	G.3
▫ Resistência à Fendilhagem	Ver	G.4
▫ Resistência ao Choque	Ver	G.5
▫ Outras forças	Ver	G.6

G.1 RISCO DE ESCORREGAMENTO

As exigências ao nível do escorregamento apenas se põem nos revestimentos de pavimentos, fundamentalmente em pavimentos de zonas húmidas como, casas de banho ou cozinhas em edifícios habitacionais. Zonas circundantes de uma piscina também deve merecer atenção especial de forma a evitar o escorregamento de adultos e crianças. Assim, os produtos cerâmicos para revestimentos de pavimentos devem possuir características antiderrapantes.

O risco de escorregamento dos utentes depende também da área do pavimento, da largura das juntas entre ladrilhos, do tipo de utilização do espaço, da frequência e tipo de manutenção do revestimento e dos produtos utilizados nesta operação.

Para análise deste risco, é fundamental quantificar o coeficiente de resistência ao escorregamento. Vários fabricantes de revestimentos cerâmicos portugueses utilizam para o efeito as normas alemãs, DIN 51130 e DIN 51097, que permitem determinar o referido coeficiente, subdividindo em teste em dois grupos distintos, *Escorregamento Calçado,* aplicável a zonas onde normalmente os utentes circulam calçados*, e o Escorregamento Descalço,* aplicável a locais onde tendencialmente se circula descalço.

G.2 RESISTÊNCIA À ABRASÃO

Também denominada por resistência ao desgaste, esta propriedade dos ladrilhos cerâmicos esta relacionada com o desgaste que estes sofrem decorrente da circulação de pessoas e objectos. Deve ser entendido como uma processo em que os ladrilhos vão ficando riscados, desgastados. Assim, não é correcto separar esta propriedade, da característica de dureza superficial, que vai ser analisada no ponto seguinte. Como facilmente se percebe esta propriedade é preponderante em ladrilhos vidrados. A resistência a abrasão é denominada como *Resistência a Abrasão Profunda* para os ladrilhos não vidrados e *Resistência a Abrasão Superficial* para ladrilhos vidrados

G.3 DUREZA SUPERFICIAL

Para avaliar a dureza superficial dos ladrilhos cerâmicos, a indústria cerâmica utiliza a Escala de Mohs. Esta escala permite quantificar a dureza de um mineral, isto é, a resistência de um determinado mineral oferece ao risco, por outras palavras, a dificuldade que as partículas da superfície têm em sair. Esta escala possui 10 níveis, estando o nível mais baixo, nível 1, associado ao talco que pode ser facilmente riscado com uma unha e no nível mais elevado, nível 10, associado ao diamante, por ser o mineral mais duro e assim riscar todos os outros e nenhum o riscar.

Em locais onde a circulação de pessoas e objectos é média alta, ou onde é provável o acumular de areias, poeiras ou outros resíduos, é importante garantir que o ladrilho não se deixa riscar facilmente. Estes locais são por exemplo entradas de edifícios colectivos, entradas, halls e corredores dentro das habitações individuais, zonas de entrada de centros comerciais, etc.

Alem das questões estéticas inerentes ao facto de o pavimento se deixar riscar, é também necessário garantir que a zona onde o ladrilho se danifica não parte, isto é, normalmente a zona central do ladrilho, não fica demasiado exposta em termos de resistência a flexão.

G.4 RESISTÊNCIA À FENDILHAGEM

Na execução dos ladrilhos vidrados, pode ocorrer que a camada mais exterior se possa danificar. Esta camada, vidrada, pode fendilhar. Assim para locais com grande afluência é conveniente escolher ladrilhos que possuam uma grande resistência a fendilhagem ou então, ladrilhos não vidrados. Esta propriedade acaba por estar ligada a dureza superficial dos produtos de revestimento.

G.5 RISCO DE CHOQUE

Os elementos construtivos devem ser capazes de resistir aos choques normais ou excepcionais, sem por em risco a segurança dos utentes. Os elementos construtivos no seu todo (paredes ou pavimentos), principalmente o tosco devem resistir aos choques excepcionais. Já os choques decorrentes da utilização normal devem ser suportados pelo sistema de revestimento.

A exposição aos choques não é igual para todos os edifícios ou para todos os paramentos. Se analisarmos aos paramentos exteriores facilmente se percebe que fachadas adjacentes a vias pedonais ou áreas de recreio estão mais sujeitas a solicitações de choque que fachadas de acesso privado sem qualquer via pedonal ou área de jogos e recreio. A existência de elementos de protecção, como muros, ou guarda corpos, ou mesmo determinados tipos de plantações podem proteger a fachada e expô-la menos a acção de choques.

G.6 OUTRAS FORÇAS

A apreciação do comportamento de revestimentos cerâmicos a outras forças, esta associada ao risco de queda de elementos, quer sobre utentes da construção, quer sobre pessoas que estejam na proximidade dos edifícios. Os riscos de queda dos revestimentos podem ser avaliados em função da resistência do sistema de fixação ao suporte. No caso dos sistemas colados, âmbito deste estudo, remetem-se à aderência entre as diferentes camadas que compõe o sistema. Esta aderência é avaliada através de ensaios de corte ou arrancamento por tracção.

È fundamental ter cuidados na aplicação dos ladrilhos para garantir uma boa aderência, mas solicitações higrotérmicas ou mesmo as características dos ladrilhos vão influenciar esta propriedade.

È praticamente impossível prever qual o efeito destes fenómenos todos juntos, assim temos de utilizar regras práticas, as quais a experiência se encarregou de testar.

H. CONFORTO VISUAL E TÁCTIL

Quadro 24 – Conforto visual e táctil

Conforto Visual e Táctil		
▫ Conforto Visual	Ver	H.1
▫ Conforto Táctil	Ver	H.2

H.1 CONFORTO VISUAL

Os revestimentos cerâmicos são muitas vezes escolhidos, por transformarem os compartimentos em locais agradáveis. A cor que eles emprestam aos pavimentos e às paredes permite modificar completamente os diferentes locais. Assim a superfície e os acabamentos dos paramentos das paredes deve ser agradáveis a vista e ao tacto.

Devem, então os ladrilhos ostentar:

- ✓ Juntas e arestas rectas;
- ✓ Verticalidade adequada;
- ✓ Uma homogeneidade de cor e brilho;
- ✓ Uma planeza adequada ao pretendido;
- ✓ A superfície sem qualquer defeito – Fissuras, Destacamento, Irregularidades;
- ✓ Superfícies limpas e sem zonas de endoamento;

Para paramentos exteriores e de forma a não prejudicar os utentes de construções vizinhas é importante que os ladrilhos não reflictam muita luz.

Como já foi referido, a norma EN 14411, define as exigências relacionadas com os ladrilhos cerâmicos, nomeadamente, em termos de rigor dimensional e a qualidade superficial. Podem ocorrer casos, em que o efeito pretendido é diferente do especificado pela norma, então as exigências não se aplicam, ficando o fabricante responsável por expor eventuais exigências complementares verificadas.

De forma a avaliar o aspecto dos ladrilhos deve-se executar um exame visual a uma distância perpendicular à superfície em análise de 1,5 m, utilizando uma iluminação não rasante.

As dimensões dos ladrilhos podem ser modulares ou não. São formatos modular aqueles cuja dimensão nominal (e designação) é múltipla ou submúltipla de M (segundo a norma ISO 1006 M=100mm) e cuja superfície é igual ou superior a $9000m^2$. Vários fabricantes identificam estes formatos colocando um M antes da designação nominal.

Uma forma de garantir o conforto visual é verificar se os ladrilhos cumprem a proporção áurea, também designada por número de ouro ou número áureo. Este é uma constante real algébrica irracional denotada por ψ com o valor arredondado, a três casas decimais, de 1,618.

Os ladrilhos rectangulares podem ambicionar serem considerados rectângulos de ouro, isto é, a proporção entre a largura e o comprimento ser igual ao número de ouro, ou seja, de 1,618.

Este valor, esta a muitos séculos, associado a inúmeras artes, desde a escultura, a pintura, passando pela arquitectura são inúmeros os exemplos, onde se pode verificar esta ralação.

Ao analisar o ladrilho, como unidade e não no trabalho final como um todo e verificar qual a relação entre a largura e comprimento pode-se ter a sensibilidade do conforto visual que este pode proporcionar. Ao utilizar ladrilhos, que por si só são agradáveis, a probabilidade de no conjunto, após uma colocação correcta, com as juntas adequadas essa sensação de encantador se manter é superior, aos casos em que o ladrilho solitário é, por si só, pouco agradável.

H.2 CONFORTO TÁCTIL

Qualquer superfície, revestida com elementos cerâmicos e acessível aos utentes, deve ser agradável ao tacto e a vista, de modo a transmitir aos utentes uma sensação de bem-estar. Não devem ser pegajosas, nem ásperas. Devem manter-se húmidas o mínimo possível, a excepção de casos onde as condições de utilização assim o obrigue, lavandarias por exemplo.

Quando tocamos num ladrilho é normal ele transmitir-nos uma sensação de frio. Porém, existem no mercado, materiais com acabamento de mate em que esta situação já não se verifica. Estes, possuem uma textura mais "quente", quando tocados por nós, transmitem uma sensação mais agradável.

A existência de arestas vivas ou cortantes nos paramentos do edifício é bastante desagradável, quer a nível do conforto táctil como a nível da insegurança que provoca nos utilizadores. Para estas características apenas existem recomendações do que não deve ocorrer no edifício de modo a salvaguardar a segurança de utentes.

I. ARMAZENAMENTO E MANUSEAMENTO

Uma forma de o cliente conhecer qual o processo de certificação a que o produto foi sujeito, é analisando a etiqueta do produto. O símbolo de conformidade deve aparecer na embalagem e/ou em toda a documentação comercial que acompanha o produto. Alem destes dados, devem também aparecer, os seguintes dados:

- ✓ Referência a norma Europeia:
- ✓ Identificação do produtor;
- ✓ Classificação do produto e a que se destina;
- ✓ Identificação de algumas das características do produto

Após a etiquetagem, os produtos podem ou não seguir directamente para obra, assim os fabricantes e os donos de obra, devem criar condições, para que os revestimentos cerâmicos fiquem armazenados por um período, por vezes indeterminado. È vital garantir que durante este armazenamento, os ladrilhos não sofram alterações significativas da sua performance e que não fiquem danificados.

O local de armazenagem deve possuir algumas características básicas:

- ✓ Ser um local plano, sem grandes desníveis;
- ✓ Ser um local abrigado do vento, chuva de condições atmosféricas adversas;
- ✓ Os ladrilhos não devem estar em contacto directo com o chão;
- ✓ Os ladrilhos não devem ser atingidos por humidades, principalmente humidade ascensional;

Chegado o momento de instalar o material no local correcto, é necessário desloca-lo da zona de armazenamento até para o local onde vai ser instalado. Normalmente este manuseamento é efectuado, caixa a caixa, com equipamentos mecânicos ou mesmo através de transporte manual, que requer alguns cuidados.

Se por um lado é imperial salvaguardar a saúde dos trabalhadores, por outro material muito leve pode levar a uma falta de cuidado e atenção no manuseamento e transporte.

J. PREÇO

O preço é uma característica fundamental em qualquer processo de selecção, principalmente em obras de construção civil. Nestas é particularmente importante, visto normalmente o preço total atingir valores muito elevados. As obras de construção civil englobam normalmente grandes quantidades de material o que implica grandes custos na aquisição e aplicação desse material. Os cerâmicos não são excepção. Numa primeira impressão podemos ficar com a sensação, de que estes têm um custo reduzido, mas como o preço vem em função da área a revestir que normalmente são grandes o que significa que o seu custo total é significativo.

Além do custo dos revestimentos não podemos esquecer que é necessário adquirir produtos de colagem, produtos destinados a aplicação nas juntas e ainda peças cerâmicas como rodapés.

Neste capítulo, vamos apenas fazer umas observações relativamente ao custo dos cerâmicos. Para o efeito consultaram-se tabelas de preços de três das grandes empregas portuguesas na área dos revestimentos cerâmicos. Neste conjunto, analisaram-se os preços de cerca de 100 tipos diferentes de ladrilhos, variando a sua cor, formato, dimensão, função, acabamento e processo de fabrico. Deste modo, podemos afirmar que:

.

- ✓ A cor branca é normalmente a que possui custo mais reduzido;
- ✓ A gama de cores: Vermelho, Laranja, Roxo são normalmente as que têm os preços mais elevados.
- ✓ Existem casos em que a variação das dimensões do ladrilho, não significa uma variação no seu preço;
- ✓ A escolha por ladrilhos rectificados, pode significar um incremento de cerca de 10 Euros/m^2
- ✓ O acabamento do ladrilho não é factor fundamental na variação do preço, isto é, escolher um ladrilho Mate ou Brilhante, ou por exemplo Liso ou Estruturado não implica grandes diferenças no valor a pagar;

3.5. NOTAS FINAIS

No presente capítulo foram exploradas as várias vertentes que influenciam o desempenho dos ladrilhos. Numa primeira fase foram identificados os materiais mais utilizados em Portugal, seguidamente foram caracterizados os processos de certificação e de avaliação de qualidade e por fim foram estudadas as diversas exigências funcionais dos elementos cerâmicos.

No capitulo seguinte abrange o estudo do método de avaliação da qualidade de projecto MC FEUP que serviu de apoio na criação desta metodologia.

4
METODOLOGIA MC-FEUP

4.1. O MÉTODO MC-FEUP

Segundo organismos Europeus, a qualidade no sector da construção está intimamente relacionada com a qualidade dos projectos. A entidade Francesa, Bureau Securitas, responsável pelos diagnósticos de deficiências construtivas no seu país, emitiu em 1979 um relatório de análise de cerca de 10000 situações de deficiências construtivas. Destas inúmeras situações, a entidade conclui que cerca de metade eram devidas à fraca qualidade dos projectos, onde a pormenorização deficiente era muito vulgar. Estudos similares efectuados noutros países europeus revelaram resultados muito semelhantes, como se pode ver no quadro seguinte. [29]

Quadro 25 – Causas de patologias (MCFEUP)

MC FEUP					
Causas de deficiência	**Belgica**	**Reino Unido**	**Alemanha**	**Dinamarca**	**Roménia**
	%	%	%	%	%
Projecto	46	49	37	36	37
Materiais	15	11	14	25	22
Utilização	8	10	11	9	11
Execução	22	29	30	22	19
Outras	9	1	8	8	11

Também em Portugal este cenário é real. A fase de projecto é vista, como menos importante quando comparada com a fase de construção e selecção dos materiais. Mas esta comparação suscita alguma surpresa, senão vejamos:

- ✓ As condições de elaboração de um projecto são mais agradáveis que as condições de execução da obra.
- ✓ È durante a fase de projecto, que está reunido um nível técnico dos intervenientes normalmente mais elevado;
- ✓ As diversas alternativas, durante a fase de projecto, podem ser confrontadas, alteradas, melhoradas, sem que isso altere significativamente o custo final do edifício.

Mas mesmo assim, é durante a fase de projecto que se tomam decisões e opções responsáveis pela grande maioria das patologias, que implicam custos de reparação de montantes muito similares aos resultantes de opções todas durante a fase de obra. Fase esta, onde o número de intervenientes é superior, onde a capacidade técnica é inferior e que as condições adversas são constantes.

As enormes evoluções que tem surgido no âmbito da construção propriamente dita, são maioritariamente direccionadas para técnicas mais modernas, novos métodos e materiais mais eficientes, estas evoluções são inegavelmente importantes. Mas como já verifica-mos é a fase de projecto a grande responsável pelas patologias existente nos nossos edifícios.

È então, no área de projecto que se insere o MC-FEUP [30], método de análise da qualidade de projectos. Este trabalho encontra-se dividido em quatro partes,

- ✓ Parte 1 – Influência do projecto no nível global da qualidade de um edifício;
- ✓ Parte 2 – Coordenação da equipa de projecto;
- ✓ Parte 3 – Métodos de avaliação da qualidade de projectos;
- ✓ Parte 4 – Ponderação de objectivos e critérios de avaliação;

No método MCFEUP é apresentada uma hierarquia de objectivos que descrevem de forma extensa mas compatível com uma aplicação prática às diversas componentes da qualidade de um edifício de habitação, tanto no campo construtivo e de instalações como nos domínios da modelação e organização de espaço. [30]

Com base nesta hierarquia serão propostos critérios de avaliação das soluções de projecto associadas aos diversos objectivos estabelecidos, critérios baseados em parâmetros de obtenção directa desde peças escritas ou desenhadas dos diversos projectos de especialidade. [30]

Por fim, é apresentada no MCFEUP uma ponderação dos vários níveis da hierarquia de objectivos permitindo a obtenção de níveis de qualidade parcelares e globais para o projecto, possibilitando a comparação entre soluções de projecto diversas, e eventualmente, possibilitando, a sua utilização como apoio a sistemas de financiamento. [30]

4.2 – CRITÉRIOS DEFINIDOS PARA AVALIAÇÃO

O objectivo principal e fundamental do MCFEUP é aumentar a qualidade dos edifícios de habitação. Para o efeito este método engloba dois complexos de objectivos denominados de:

- ✓ **Eficiência de Aspectos Construtivos** – Que avalia o modo como é feita a materialização física dos diversos elementos de construção, bem como a sua capacidade de satisfazer as necessidades correntes da utilização da habitação; [30]
- ✓ **Eficiência da Utilização de Espaços** – Serão avaliados os espaços colocados à disposição dos futuros utilizadores, em termos de número, finalidade, dimensões e organização. [30]

Ambos os objectivos foram desenvolvidos numa filosofia de estrutura em árvore, deste modo, são apresentados na figura seguinte os objectivos superiores contemplados,

Quadro 26 – Complexos de objectivos do MC FEUP

MCFEUP	
Objectivos Superiores	
Complexo de Objectivos	**Objectivos Superiores**
Eficiência de Aspectos Construtivos	Segurança Estrutural
	Segurança Contra Incêndio
	Conforto Ambiental
	Durabilidade de Materiais Não-Estruturais
	Eficiencia e Manutenção de Instalações
Eficiência de Utilização de Espaços	Concepção Espacial de Zonas Privativas
	Utilização de Zonas Comuns do Edificio

Os objectivos superiores apresentados a negrito são os que abordam a área dos revestimentos.

De forma a não alongar em demasia este capítulo é apresentada de seguida a subdivisão dos objectivos superiores, mas só dos que se relacionam com revestimentos cerâmicos. Isto é, a Segurança contra incêndio (quadro 27) e a Durabilidade de materiais não-estruturais (quadro 28).

Os revestimentos entram no âmbito da segurança contra incêndio, visto que o MCFEUP avalia os materiais existentes em comunicações horizontais. Isto é, segundo o MCFEUP estes locais deviam estar revestidos com materiais que impeçam a propagação do incêndio e assim garantir a segurança dos utentes. Como já foi referido os revestimentos cerâmicos, pertencem a classe M0, o que implicaria a obtenção da nota máxima.

No capítulo da Durabilidade de Materiais Não estruturais pretende-se analisar o desempenho dos revestimentos existentes em zonas comuns e privativas, interiores e exteriores do edifício.

Quadro 27 – Objectivo superior – Segurança contra incêndio

MCFEUP - COMPLEXOS DE OBJECTIVOS
Objectivos Superiores

Complexo de Objectivos	Objectivos Superiores	Objectivo Parcial	Objectivo Critério	Critério de Avaliação
Eficiência de Aspectos Construtivos	Segurança Contra Incêndio	Segurança Passiva	Interior do Edifício	- Isolamentos de Acessos Verticais **- Revestimentos em Zonas Comuns**
		Meios de Ataque		

Quadro 28 – Objectivo superior – Durabilidade de materiais não estruturais

MCFEUP - COMPLEXOS DE OBJECTIVOS
Objectivos Superiores

Complexo de Objectivos	Objectivos Superiores	Objectivo Parcial	Objectivo Critério	Critério de Avaliação
Eficiência de Aspectos Construtivos	Durabilidade de Materiais não estruturais	Interior do Edifício	Zonas Comuns	**- Revestimento de Paredes** **- Revestimento de Pavimento**
			Zonas Privativas	**- Revestimento de Paredes zona corrente** **- Revestimento de Pavimento em zonas húmidas** - Constituição estrutural de paredes em zonas húmidas **- Revestimento de Pavimento**
		Envolvente Exterior	Fachadas	**- Zonas Opacas** - Caixilharias - Protecções Exteriores de vãos e aberturas
			Coberturas	- Sistema de impermeabilização e protecção mecânica

4.3 – ANÁLISE CRÍTICA ENTRE CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO E OS CRITÉRIOS DO PONTO 3

Como já se percebeu, o MCFEUP permite identificar lacunas existentes no projecto dos edifícios habitacionais. Aspira ser um método que auxilie, todos os intervenientes do processo construtivo desde o coordenador de projecto, passando pelo dono de obra ou utilizadores e até instituições públicas e privadas.

O MCFEUP é uma metodologia que possibilita uma avaliação sistemática, sob várias perspectivas das soluções apresentadas em projecto. Engloba a verificação de áreas, como as fundações e a segurança estrutural até áreas como as instalações e a concepção e organização de espaços. Assim espera-se que a um vasto leque de elementos do sector construtivo seja alvo de análise do MCFEUP.

Contudo, de modo a analisar todos os objectivos a que se propõe o método não pode, nem deve entrar em grandes pormenorização das características dos materiais. Cria apenas uma hierarquia onde define qual o tipo de material que melhor desempenhará as suas funções. Não entra nas diferentes séries existentes de cada material.

Analisando os campos relativos aos revestimentos, O MCFEUP exige apenas, para o revestimento de paredes em zonas comuns, por exemplo, que os revestimentos deverão possuir a resistência adequada a pequenos choques e a possibilidade de processos de limpeza. Estas características são muito vagas, apenas nos podem sugerir que tipo de ladrilho devo usar. Mas já não auxiliam, a selecção dentro de cada categoria. São características muito pouco precisas, que não nos permitem de modo claro definir, qual o revestimento, dos inúmeros que existem no mercado que melhor se adequara as exigências em causa. Variáveis como a resistência a humidade, resistência química, preço e durabilidade devem também ser introduzidas no método e assim definir de forma mais objectiva e ponderada o melhor revestimento

Assim como, os revestimentos devem responder as exigências dos utilizadores e devem ir de encontro as características do edifício em estudo, do compartimento onde vão ser colocados, etc … Deste modo, o MCFEUP deveria possibilitar a introdução de dados de forma a caracterizar o compartimento ou o edifício em causa.

Os intervenientes do processo construtivo devem então observar o MCFEUP como um método que avalia de um modo geral os parâmetros do processo construtivo. Um método que engloba características e exigências gerais. E o método criado neste trabalho, que para os Revestimentos Cerâmicos permite introduzir características e exigências mais específicas.

OS		DURABILIDADE DE MATERIAIS NÃO ESTRUTURAIS
OP	I	INTERIOR DO EDIFÍCIO

OC	I.1.	ZONAS COMUNS

CA	**I.1.1.**	**REVESTIMENTOS DE PAREDES**	**1/1**

Descrição

Os revestimentos das paredes das zonas de circulação comuns, entre a entrada do edifício e os acessos às habitações, deverão possuir resistência adequada a pequenos choques e possibilidade de lavagem eficaz com meios correntes.

Avaliação

Nota		
4	2	0
• revestimentos cerâmicos (tijolos, placagens, azulejos) • materiais em grés cerâmico • tijolos de vidro • pedras naturais • revestimentos metálicos • fibrocimento envernizado • madeira envernizada em fábrica	• pintura de base plástica sobre emboço e reboco • alcatifa ou tapetes agulhados • madeira envernizada no local • rebocos decorativos com acabamento rugoso • vidros e espelhos • outros revestimentos não incluídos nas notas 0 e 4	• pintura ou revestimento plástico directo sobre base unicamente emboçada • rebocos não revestidos • papel • tecidos • alvenaria aparente de tijolos ou blocos furados

Figura 10 – Método MCFEUP

4.4. NOTAS FINAIS

O capítulo anterior serviu então para apresentar a metodologia de análise de qualidade de projectos, o MC FEUP. Este é dividido em dois complexos de objectivos que englobam os vários complexos de objectivos que permitem avaliar a qualidade dos projectos dos edifícios.

No capitulo seguinte, é apresentada a estratégia de selecção que irá permitir analisar qual o ladrilho que desempenhara melhor as suas funções.

5

ESTRATÉGIA DE SELECÇÃO PROPOSTA – CARACTERIZAÇÃO DOS MATERIAIS

5.1. DEFINIÇÃO DOS CRITÉRIOS PARA AVALIAÇÃO

No capítulo 3 foi apresentada uma vasta gama de características que permitem definir e caracterizar os ladrilhos cerâmicos. Contudo, nem todas são obrigadas a intervir no processo de selecção.

Segundo se pode analisar no diagrama da figura 12 considera-se apenas as características, cujo nível exigencial varie de situação para situação. As exigências cujos patamares se mantêm constantes qualquer que seja a localização ou utilização do ladrilho não são necessárias no método de selecção contudo não são desprezáveis.

Figura 11 – Estratégia de selecção proposta

Todos os ladrilhos sem excepção pertencem a classe M0 de resistência ao fogo, qualquer que seja o grupo a que o ladrilho pertença, apesar da utilização e localização que irá ter e as dificuldades as quais terá de responder, o nível exigencial mantém-se constante. Desta forma é desnecessário entrar com este ponto no método de selecção, pois ele não vai influenciar os resultados. E como este, existem outras características nesta situação.

As características a considerar devem ir de encontro às expectativas dos utilizadores para os 4 grandes domínios de aplicação, pavimentos no interior e exterior e paredes também no interior e exterior. Mas por outro lado, existem características para as quais é de toda a conveniência a existência de classes de desempenho diferenciadas, consoante a utilização ou localização do ladrilho.

Sendo assim, é apresentado no quadro 27 as características relevantes para o processo de selecção dos ladrilhos cerâmicos.

Quadro 29 – Características técnicas intervenientes no processo de selecção

Metodologia de Selecção de Revestimentos Cerâmicos		
	Características Técnicas	**Entra na metodologia?**
A.	◦ **Resistência Mecânica e Estabilidade**	
A.1	◦ Solicitações Higrotérmicas	
A.1.1	◦ Acção Temperatura	**Sim!**
A.1.2	◦ Acção Humidade	**Sim!**
A.1.3	◦ Acção Neve	**Sim!**
A.2	◦ Resistência a Flexão e Modulo de Rotura	**Sim!**
B.	◦ **Higiene Saúde e Ambiente**	
B.1	◦ Libertação de Substâncias Tóxicas	**Sim!**
B.2	◦ Desenvolvimento e Fixação de Microorganismos Nocivos e Poeiras	Não!
B.3	◦ Controlo de Humidade Interior	Não!
C.	◦ **Conservação, Reparação e Limpeza**	
C.1	◦ Conservação e Manutenção	Não!
C.2	◦ Reparação	Não!
C.3	◦ Limpeza	
C.3.1	◦ Limpeza logo após a fase de obra	Não!
C.3.2	◦ Limpeza durante o ciclo de vida	
C.3.2.1	◦ Resistência a formação de nódoas	**Sim!**
C.3.2.2	◦ Resistência química	
C.3.2.2.1	◦ Produtos domésticos ou sais de piscina	**Sim!**
C.3.2.2.2	◦ Ácidos base em baixa concentração	**Sim!**
C.3.2.2.3	◦ Ácidos base em alta concentração	**Sim!**

Metodologia de Selecção de Revestimentos Cerâmicos – Continuação

	Características Técnicas	Entra na metodologia?
D.	◦ **Segurança contra Incêndio**	
D.1	◦ Reacção ao Fogo	Não!
E.	◦ **Conforto Acústico**	Não!
F.	◦ **Durabilidade**	
F.1	◦ Durabilidade Elementos Horizontais	**Sim!**
F.2	◦ Durabilidade de Elementos Verticais	**Sim!**
G.	◦ **Segurança na Utilização**	
G.1	◦ Risco de Escorregamento	**Sim!**
G.2	◦ Resistência a Abrasão	**Sim!**
G.3	◦ Dureza Superficial	**Sim!**
G.4	◦ Resistência à Fendilhagem	Não!
G.5	◦ Resistência ao Choque	**Sim!**
G.6	◦ Outras forças	
H	◦ **Conforto Visual e Táctil**	
H.1	◦ Conforto Visual	**Sim!**
H.2	◦ Conforto Táctil	Não!
I.	◦ **Armazenamento e Manuseamento**	**Sim!**
J.	◦ **Preço**	Não!

5.2. MÉTODO NF-UPEC

Desenvolvido pelo Centre Scientifique et Technique du Bâtiment e utilizado desde o ano de 1986 este método permite uma classificação de pavimentos com todo o tipo de revestimentos (cerâmicos, alcatifas, madeira, etc) e em várias situações de espaços em edifícios públicos ou privados. O objectivo primordial desta classificação é avaliar o pavimento destinado à circulação de pessoas e cargas, pelo que não deve ser aplicada em para locais onde predominem factores de destruição para além dos resultantes da utilização pedestre e das actividades humanas usuais.

O método de classificação UPEC é utilizado na metodologia presente no ponto relativo a durabilidade de elementos horizontais, mas existem outros pontos onde este método pode ser tido em conta, principalmente as características relativas aos paramentos horizontais.

A sigla UPEC é composta pela primeira letra de cada factor relevante para a classificação

- ✓ *U – Usure* – Resistência ao desgaste;

- ✓ *P – Poinçonnement* → Resistência mecânica;
- ✓ *E – Eau* → Comportamento a água;
- ✓ *C – Chimie* → Resistência aos agentes químicos;

Cada letra é seguida de um índice numérico que permite indicar as exigências às quais deve satisfazer a obra abrangida pela classificação e o desempenho do produto.

Considera-se que os materiais respondem de forma afirmativa as exigências se o produto apresentar um índice pelo menos igual ou superior ao local.

A **letra U** traduz então os efeitos de circulações – alteração do aspecto (perda de brilho), desgaste (perda de matéria) e outros processos diversos. Esta letra é afectada de 5 índices – 2, 2_s, 3, 3_s, 4;

A **letra P** representa os efeitos mecânicos do mobiliário (efeito estático + arrastamento ou rolagem), dos objectos (choques) e as acções análogas (caminhar com sapatos de salto alto e fino). Esta letra é afectada de 4 índices – 2, 2_s, 3, 4;

A **letra E** caracteriza a frequência da acção da água no pavimento, nomeadamente a relacionada com a utilização. Esta letra é afectada de 3 índices – 1, 2, 3;

A **letra C** representa o emprego de substâncias em que a acção físico-química tem incidência na durabilidade. Esta letra é afectada de 3 índices – 0, 1, 2;

Este método é aqui apresentado pois é por diversas vezes feita uma ligação entre o UPEC e a metodologia apresentada neste trabalho. O UPEC é uma ferramenta de referência para a classificação de revestimentos para colocação em pavimentos.

5.3. PATOLOGIAS MAIS CORRENTES

Neste ponto, vai ser feita uma abordagem de algumas das patologias mais frequentes nos revestimentos cerâmicos. A não consideração, por quem concebe, projecta ou especifica soluções de revestimento, da complexidade do funcionamento do conjunto solidário revestimento – suporte ou da diversidade das acções inerentes ao uso, conduzirá à ocorrência de anomalias nos revestimentos cerâmicos.

Vão ser descritas as patologias correntes de revestimentos cerâmicos e as suas principais consequências, recordando-se ainda os principais procedimentos para a sua prevenção.

A maioria das patologias não se remete unicamente aos ladrilhos mas sim a todo o conjunto de revestimentos formado por suporte, material cerâmico, juntas, material e técnica de assentamento dos ladrilhos e de preenchimento de junta.

As principais patologias dos sistemas de revestimento são:

- ✓ Descolamento ou empolamento;
- ✓ Fendilhação;
- ✓ Esmagamento ou lascagem dos bordos dos ladrilhos;
- ✓ Desgaste ou riscagem;
- ✓ Insuficiente resistência ao escorregamento
- ✓ Enodoamento irreversível;

- ✓ Eflorescências
- ✓ Deficiências de planeza
- ✓ Fissuração ou descamação do vidrado;

Os dois primeiros são os que mais se fazem sentir nos edifícios, visto serem os que acarretam normalmente consequências mais graves e prolongadas. Por consequência, vão ser os temas mais focados neste trabalho.

As anomalias da lista precedente são inseridas em dois grandes grupos o primeiro, implica a rotura do sistema de revestimento (Descolamento, Fendilhação, Esmagamento, …), o segundo grupo, engloba maioritariamente as anomalias que se manifestam essencialmente à superfície do sistema. [31]

5.3.1 DESCOLAMENTO E EMPOLAMENTO:

De forma a não alongar em demasia este ponto, são apenas apresentadas as características mais relevantes desta anomalia. As causas de descolamento e empolamento em paredes e pavimentos são na sua essência as mesmas.

Devemos distinguir dois tipos de situações:

Descolamento localizados ou pontuais, referente as deficiências que ocorrem em locais pontuais de aplicação ou suporte. As causas principais deste tipo de patologia são:

- ✓ Pequenas fissuras locais:
- ✓ Zonas de concentração de tensões na parede (mudanças de secção ou a cargas concentradas). Se a resistência da ligação não for muito elevada e a resistência mecânica dos ladrilhos for média ou alta, estes não descolam mas fissuram;
- ✓ Entrada de água para o suporte ou zonas de remate de trabalho que reduzem a capacidade de colagem;
- ✓ Uso de argamassas de colagem ou cimentos-cola para além do seu tempo de abertura, resultantes de amassaduras não compatíveis com o ritmo de aplicação e/ou da geometria da parede, zona de aplicação em relação ao nível do andaime, que podem influência não só o ritmo como a facilidade de execução;

Figura 12 – Descolamento pontual mas extenso sem empolamento [7]

Descolamentos generalizados com ou sem empolamento associado: Frequentemente associado à elevada expansão dos ladrilhos, ou à falta de qualidade do material de colagem, ou ainda, a erros sistemáticos de aplicação e incompatibilidade entre ás várias camadas do sistema. [7]

Esta patologia é associada normalmente, a ladrilhos com fraca expansão irreversível, não compensada por juntas estruturais e de assentamento.

Caso não exista o empolamento, pode-se afirmar que o descolamento generalizado é culpa da deficiente camada adesiva, resultante da falta de qualidade do produto, da sua inadequação à função ou da sua má aplicação. Este problema é normalmente agravado com a entrada de água para o tardoz dos ladrilhos.

A colocação de ladrilhos no exterior dos edifícios deve merecer especial atenção, pois as variações térmicas são muito elevadas. Aliás, no exterior recomenda-se a utilização de argamassas/cimentos-cola com o maior tempo de abertura. São as fachadas orientadas a sul, que apresentam em geral, agravamento da manifestação da patologia em relação as restantes fachadas, pelo que os tempos de abertura dos produtos de colagem devem variar consoante a orientação da fachada a que se destina.

Figura 13 – Descolamento generalizado com empolamento grave [7]

O empolamento dos ladrilhos de piso, assume usualmente um factor mais espectacular, do que o das paredes. Este efeito deriva da falta de qualquer sinal de aviso até ao momento de descolamento e empolamento integrais, normalmente, estes sucede repentinamente como uma "explosão". São inúmeras as razões deste fenómeno, entre elas:[7]

- ✓ A acção da gravidade não contribui para o descolamento, como ocorre nos revestimentos de parede.
- ✓ A variação térmica é nos pavimentos superior a existente nas paredes. Este facto deriva de, no interior existir normalmente aquecimento e no exterior é devido as trocas de calor por radiação, quer diurnas quer nocturnas. Além dos movimentos devidos a térmica, há ainda a acrescentar movimentos devido a humidade. A junção destes fenómenos provoca, por diversas vezes, dilatações diferencias entre as duas faces do ladrilho, que implicam uma curvatura do ladrilho.

Quando estes fenómenos se verificam em pavimentos com juntas reduzidas ou muito rígidas, este cria tensões de compressão no seu plano muito elevadas, eventualmente sem descolar, até ao momento que ocorre um evento ou uma acção, e este faz despoletar fenómenos da encurvatura. A acção de cargas elevadas, dinâmicas ou cíclicas pode também ser prejudicial aos ladrilhos. [7]

Figura 14 – Empolamento de revestimento de piso [7]

5.3.2 FISSURAÇÃO:

O aparecimento de fissuras que atravessem toda a espessura dos ladrilhos é a principal manifestação desta patologia, que tem como causas principais a fendilhação do suporte ou os movimentos diferenciais do conjunto suporte - revestimento que provocam tracções nos ladrilhos. A contracção ou expansão do produto de assentamento dos ladrilhos e o choque violento em ladrilhos, principalmente se estes estiverem com um assentamento deficiente, pode também desencadear este tipo de patologia.

As causas fundamentais do aparecimento de fissuras são, movimentos do suporte, incompatíveis com a elasticidade do produto de colagem, com a resistência à tracção dos ladrilhos e com a dimensão das juntas e a sua colmatação.

Podemos agora perceber, qual o factor que determina se um revestimento fissura ou se descola. Este factor é a resistência ao corte do sistema de colagem. Quando a aderência é baixa, há descolamento, pelo contrário, quando é elevada, ocorre a fissuração. Existem outros factores mas são dificilmente quantificáveis.

Relativamente a ladrilhos aplicados em pavimentos, pode-se afirmar que a sua fissuração ocorre normalmente devido a,

- ✓ Aplicação de cargas elevadas, superiores a resistência do ladrilho ou aplicadas em ladrilhos mal assentes;
- ✓ Deformação do suporte incompatível com as capacidades de deformação dos constituintes do sistema de revestimento;
- ✓ Desrespeito pelas juntas de dilatação da estrutura;

Figura 15 – Aspectos de fissuração em pavimentos e paredes [7]

5.3.3 ESMAGAMENTO OU LASCAGEM NOS BORDOS DOS LADRILHOS

Causa mais provável de ocorrência é a existência de movimentos diferenciais suporte - sistema de revestimento que resultam em compressão nos ladrilhos.

Figura 16 – Arestas degradadas [7]

5.3.4 ENODOAMENTO PREMATURO

Existem ladrilhos, em que precocemente aparecem manchas. Esta patologia costuma ser resultante de uma selecção inadequada dos ladrilhos. O processo de selecção deste tipo de ladrilhos, possivelmente não teve em atenção a severidade do uso inerente ao espaço revestido ou a recaiu por ladrilhos com uma classificação funcional insuficiente quando comparado com a classificação do local.

O aparecimento de manchas brancas, eflorescências, é muito comum nos revestimentos cerâmicos, tanto ao nível de pavimentos como paredes. Estas são devidas a formação de carbonato de cálcio que se cria devido a entrada de humidade no sistema de revestimento através de pontuais descolamentos ou fissuras.

As argamassas a base de ligantes hidráulicos contêm cal que é solúvel em água, durante o processo de secagem a cal migra até a superfície do ladrilho e combinando-se com o dióxido de carbono origina o carbonato de cálcio.

Figura 17 – Enodoamento e eflorescências [7]

5.3.5 RISCAGEM, DESGASTE OU ALTERAÇÃO DE COR PREMATUROS DOS LADRILHOS

Patologia que apresenta como sintoma, zonas evidenciando riscagem ou desgaste profundo. Em ladrilhos vidrados esta patologia manifesta-se pelo desaparecimento prematuro do vidrado dos ladrilhos.

O desgaste em zonas de maior circulação e ataques químicos são as principais causas da alteração da cor inicial dos ladrilhos.

Figura 18 – Alteração do aspecto do revestimento de pavimentos [7]

5.3.6 DEFICIÊNCIAS DE PLANEZA

Esta patologia ocorre devido a irregularidades verificadas no suporte que o produto de assentamento não consegue disfarçar ou ao empeno dos ladrilhos.

Figura 19 – Aplicação deficiente e irregular, desnivelamento acentuado [7]

5.4. NOTAS FINAIS

Neste capítulo procurou-se definir a estratégia de selecção proposta, que no Capítulo seguinte será amplamente delieada e exemplificada.

Foram também apresentadas neste capítulo, as manifestações de patologias mais correntes nos revestimentos cerâmicos.

6

PROPOSTA DE METODOLOGIA E CARACTERIZAÇÃO QUALITATIVA

6.1. IDENTIFICAÇÃO DOS CRITÉRIOS ADOPTADOS

6.1.1. GENERALIDADES

As expectativas do homem como utilizador de um edifício vão variando ao longo do tempo. Existem duas fases muito distintas, a primeira, durante a fase de escolha, onde o conforto visual, estético e o preço têm grande influência. Durante a segunda fase, designada por fase de uso, essas expectativas aumentam, espera-se que os ladrilhos contribuam para a segurança, higiene e saúde dos utilizadores, cooperem de forma clara para a criação de um ambiente saudável e agradável na habitação ou no local de trabalho.

Deseja-se que as operações de manutenção periódica, de conservação e limpeza corrente sejam fáceis, os custos associados reduzidos e que os ladrilhos não se deteriorem devido a essas acções, mas sim mantenham o seu desempenho e o ciclo de vida.

Também nas acções de substituição pretende-se que os ladrilhos sejam facilmente removidos e trocados sem prejudicar em demasia o bem-estar e a segurança dos utentes.

Já os ladrilhadores desejam um rendimento no assentamento, isto é, que o ladrilho seja eficazmente colocado no local: contudo para este assentamento ser rápido e eficiente é necessário seleccionar os materiais correctos, as argamassas ou cimentos-cola, os materiais de aplicação nas juntas e os próprios ladrilhos.

Através destas e outras exigências é permitido definir quer as características a utilizar para classificar os ladrilhos e o tipo de acções e respectivos níveis de severidade a ter em atenção nas classificações funcionais que serão estabelecidas.

Existem características transversais aos quatro domínios principais de exigências, como já foi abordado (Ver quadro 12). Essas não necessitam da definição dos patamares de exigências, simplesmente carecem da sua conformidade com as normas e legislação em vigor. Exemplo destas categorias é o parâmetro relativo a "Dimensões e Qualidade Superficial".

Por outro lado, existem características com uma ligação mais directa a um determinado tipo de uso e desse modo interessaram apenas a alguns domínios de utilização: são exemplos, o caso da "Resistência ao Gelo" que só interessa a paramentos localizados no exterior, ou "Resistência ao Escorregamento" que tem apenas interesse para pavimentos.

É para este tipo de características que serão estabelecidas as classes de desempenho exigencial, de forma a responderem aos vários domínios de utilização e aos vários níveis de severidade inerentes ao uso dentro dos domínios de utilização [34];[10].

6.2. PROCESSO DE CLASSIFICAÇÃO

A. RESISTÊNCIA MECÂNICA E ESTABILIDADE

A.1.1 CLASSIFICAÇÃO DA ACÇÃO DA TEMPERATURA

Ao utilizar revestimentos de cor clara, consequentemente com um coeficiente de absorção da radiação solar (αs) menor, reduz-se de forma significativa a amplitude da variação do alongamento do ladrilho.

Através de cálculos simples podemos verificar que, fazendo variar o factor de dilação térmica linear entre o valor mínimo normal de ladrilhos e o valor máximo, o alongamento previsível dos ladrilhos pode aumentar cerca de 0,003 mm/m. Desta forma não é aconselhável colocar revestimentos com coeficiente de absorção superior a 0,7, em orientações de maior solicitação (Sudeste – Oeste), nem ladrilhos com alto coeficiente de dilatação térmica linear.

Pelo que se optou dividir a classificação dos ladrilhos por 4 grupos, consoante os valores sugeridos pela literatura técnica e comercial consultada, sendo graduados de fraco a muito bom, consoante o seu valor de coeficiente de absorção da radiação solar varie entre o máximo e o mínimo.

Como já foi referido, é importante, também que os ladrilhos possuam uma resistência ao choque térmico considerável, visto que podem ocorrer situações onde a variação térmica é elevada, por exemplo, num dia quente de verão e a simultânea ocorrência de uma precipitação.

O consequente arrefecimento rápido do paramento leva a elevadas contracções na face exterior do paramento enquanto o interior se mantém estável, o que pode levar há manifestação de patologias.

Quadro 30 – Proposta de classificação da acção da temperatura

Resistência Mecânica e Estabilidade

Acção Temperatura – Coeficiente de absorção da Radiação Solar

Descrição do Desempenho				Classificação
Ladrilhos colocados no exterior	α_s<6,0*10^-6			Muito Bom
	α_s>=6,0*10^-6	a	α_s<8,0*10^-6	Bom
	α_s>=8,0*10^-6	a	α_s<9,0*10^-6	Médio
	α_s>9,0*10^-6			Fraco

Resistência Mecânica e Estabilidade – Continuação

Acção Temperatura - Choque Térmico

Descrição do Desempenho		Classificação
Ladrilhos colocados no exterior	Resistente ao choque térmico	Muito Bom
	Não resistente	Médio

A.1.2 CLASSIFICAÇÃO DA ACÇÃO DA HUMIDADE

Normalmente, as consequências da existência de humidade num paramento para o sistema de revestimento são a perda de resistência mecânica (principalmente as argamassas de colagem) e a expansão dos ladrilhos cerâmicos.

Para a maioria dos ladrilhos vitrificados a expansão com humidade é desprezável, mas é importante garantir a sua correcta aplicação. A grande preocupação, com a expansão dimensional dos ladrilhos, prende-se com a parcela que é irreversível, cerca de 1mm/m. Este fenómeno varia significativamente com as características das argilas e com as temperaturas e tempo de cozedura.

Segundo os resultados obtidos após o ensaio descrito na norma 10545-10 a classificação aconselhada é a seguinte:

Quadro 31 – Proposta de classificação da acção da humidade

Resistência Mecânica e Estabilidade

A.1.2 Acção Humidade

Descrição do Desempenho	Classificação
h ≤ 0,1 mm/m	Muito Bom
0,3 ≤ h < 0,1 mm/m	Bom
0,6 ≤ h < 0,3 mm/m	Médio
h > 0,6 mm/m	Fraco

A.1.3 CLASSIFICAÇÃO DA ACÇÃO DA NEVE

A norma ISSO 10545-12 sugere um ensaio que permita a avaliar a resistência dos ladrilhos ao gelo. Consoante os resultados obtidos nesse ensaio, é possível classificar os ladrilhos como é proposta no quadro seguinte,

Quadro 32 – Proposta de classificação da acção da neve

Resistência Mecânica e Estabilidade

A.1.3 Acção Neve

Descrição do Desempenho		Classificação
Ladrilhos colocados no exterior	Resistente ao frio	Muito Bom
	Não resistente	Fraco

A.2 CLASSIFICAÇÃO DA RESISTÊNCIA A FLEXÃO

A norma 10545-4 tem como princípio a determinação da carga de ruptura, da resistência à flexão e do módulo de rotura de um ladrilho por aplicação de uma força no centro do ladrilho com uma velocidade definida, estando o ponto de aplicação em contacto com a sua face principal. Devem ser executados vários ensaios, registados os valores individuais e posteriormente calculado o valor da Resistência à Flexão e do módulo de rotura, como sendo a média dos resultados válidos.

Por força de rotura ou carga de rotura (F), entende-se a força necessária expressa em Newton que provoca a ruptura do provete de ensaio, lida num manómetro, esta depende da espessura da peça. Podemos assim concluir que a carga mecânica é proporcional à espessura do ladrilho. Esta propriedade é útil para determinar se o ladrilho suportará as cargas a que será submetido durante o uso diário. A carga de rotura obtida depende da distância entre os pontos de apoio e da largura do ladrilho, o que introduz um coeficiente de correcção de forma a poderem ser comparados vários ladrilhos

Resistência à flexão (S), expressa em Newton, é a força calculada, multiplicando a carga de ruptura pela relação entre o afastamento dos roletes de apoio (L) e a largura do provete de ensaio, ambos em milímetros (b).

$$S=\frac{F*L}{b} \qquad (3)$$

Módulo de rotura (R) é a designação, expressa em Newton por milímetro quadrado, obtida por divisão da resistência à flexão, pelo quadrado da espessura mínima do provete, em milímetros, medida depois do ensaio no bordo de ruptura (h)

$$R=\frac{3*S}{2*h^2} \qquad (4)$$

Quadro 33 – Proposta de classificação da acção da resistência à flexão e módulo de rotura

Resistência Mecânica e Estabilidade

A.2 Resistência à Flexão e Módulo de Rotura

Descrição do Desempenho			Classificação
Resistência à Flexão	Espessura < 7,5 mm	S > 900 N	Muito Bom
		S > 700 N a S ≤ 900 N	Bom
		S > 500 N a S ≤ 700 N	Médio Alto
		S > 200 N a S ≤ 500 N	Médio
		S ≤ 200 N	Fraco
	Espessura ≥ 7,5 mm	S > 1500 N	Muito Bom
		S > 1200 N a S ≤ 1500 N	Bom
		S >1000 N a S ≤ 1200 N	Médio Alto
		S > 600 N a S ≤ 1000 N	Médio
		S ≤ 600 N	Fraco
Módulo de Rotura		R > 30 N/mm^2	Muito Bom
		R > 23 N/mm^2 a R ≤ 30 N/mm2	Bom
		R > 15 N/mm^2 a R ≤ 23 N/mm2	Médio Alto
		R > 9 N/mm^2 a R ≤ 15 N/mm2	Médio
		R ≤ 9 N/mm^2	Fraco

Com base na gama de resultados possíveis e na literatura técnica e comercial consultada, propõem-se a divisão dos ladrilhos em 5 grupos e sendo a sua classificação crescente de "Fraco" para "Muito Bom" consoante os resultados obtidos na norma apresentada anteriormente.

B. Higiene Saúde e Ambiente

B.1 Classificação da Libertação ou emissão de radiação ou de Substâncias Tóxicas

Com base nos resultados obtidos nos ensaios descritos na norma ISO 10545-15 – *Determinação do teor de chumbo e cádmio libertados pelos ladrilhos vidrados* [27], é possível classificar os ladrilhos como se mostra no quadro seguinte:

Quadro 34 – Proposta de classificação da libertação de substâncias tóxicas

Higiene Saúde e Ambiente	
B.1 Libertação de Substâncias Tóxicas	
Descrição do Desempenho	**Classificação**
Não há qualquer libertação de substâncias nocivas	Muito Bom
Há libertação de substâncias nocivas	Fraco

C. CONSERVAÇÃO, REPARAÇÃO E LIMPEZA

C.3.2.1 CLASSIFICAÇÃO DA RESISTÊNCIA A FORMAÇÃO DE NÓDOAS

Quadro 35 – Proposta de classificação da resistência à formação de nódoas

Conservação, Reparação e Limpeza			
C.3 Limpeza			
C.3.2 Limpeza durante o ciclo de vida			
C.3.2.1 Resistência à formação de nódoas			
Descrição do Desempenho		**Classe**	**Classificação**
Resistência à formação de nódoas	Nódoas extraídas com água quente	N5	Muito Bom
	Nódoas extraídas com pano e detergente neutro, sem cargas	N4	Bom
	Nódoas extraídas com escova e detergente de pH 9 a 10	N3	Médio Alto
	Nódoas extraídas com solvente	N2	Médio
	Nódoas não extraídas	N1	Baixo

Nos ladrilhos exteriores a fonte de nódoas primordial são as poeiras e os resíduos, nos ladrilhos interiores as fontes de nódoas podem ser, além das mencionadas, comida, gorduras, bebidas, etc.

Os ladrilhos são classificados consoante o processo de limpeza que permite eliminar as nódoas. Esta exigência pressupõe que os processos e produtos de limpeza são os adequados a natureza dos revestimentos e de todos os componentes do sistema construtivo, como por exemplo as colas utilizadas. Os ladrilhos com acabamento polido apresentam uma micro porosidade superior que dá origem a uma menor resistência as nódoas, pois a sujidade fixasse mais facilmente o que dificulta o processo de limpeza.

C.3.2.2 CLASSIFICAÇÃO DA RESISTÊNCIA QUÍMICA

A determinação da resistência química a ácidos e bases de concentração elevada é vital para se avaliar o desempenho de ladrilhos que serão colocados em condições de grande corrosibilidade.

Assim, os ladrilhos devem resistir a acção dos produtos e processos de limpeza, que eventualmente sejam abrasivos. Esta característica pressupõe, no entanto, como já foi referido, que os produtos e as acções sejam os adequados para os ladrilhos e restante sistema de revestimento. A norma, ISO 10545-13 [25], apresenta os ensaios para a avaliação da resistência química dos ladrilhos e o quadro seguinte resume-me os possíveis resultados e em função destes atribui a classificação,

Quadro 36 – Proposta de classificação da resistência química

Conservação, Reparação e Limpeza	
C.3	**Limpeza**
C.3.2	**Limpeza durante o ciclo de vida**
C.3.2.2	**Resistência química**
C.3.2.2.1	**Produtos Domésticos ou sais de piscina**

Descrição do Desempenho		**Classe**	**Classificação**
Ladrilhos não vidrados	Sem ataque	UA	Muito Bom
	Ataque dos bordos cortados	UB	Bom
	Ataque da face útil	UC	Fraco
Ladrilhos vidrados	Resistência Máxima	GA	Muito Bom
	Resistência Suficiente	GB	Bom
	Não Resistentes	GC	Fraco

Conservação, Reparação e Limpeza – Continuação

C.3.2.2.2 Ácidos Base em baixa Concentração

Descrição do Desempenho		Classe	Classificação
Ladrilhos não vidrados	Sem ataque	ULA	Muito Bom
	Ataque dos bordos cortados	ULB	Bom
	Ataque da face útil	ULC	Fraco
Ladrilhos vidrados	Resistência máxima	GLA	Muito Bom
	Resistência suficiente	GLB	Bom
	Não resistente	GLC	Fraco

C.3.2.2.3 Ácidos Base em Alta Concentração

Descrição do Desempenho		Classe	Classificação
Ladrilhos não vidrados	Sem ataque	UHA	Muito Bom
	Ataque dos bordos cortados	UHB	Bom
	Ataque da face útil	UHC	Fraco
Ladrilhos vidrados	Resistência máxima	GHA	Muito Bom
	Resistência suficiente	GHB	Bom
	Não resistentes	GHC	Fraco

F. DURABILIDADE

F.1 CLASSIFICAÇÃO DA DURABILIDADE DE ELEMENTOS HORIZONTAIS

O sistema de classificação UPEC permite atribuir notas de índices de resistência e durabilidade dos pavimentos em função da utilização a que se destinam. Os pavimentos são sujeitos a diversas acções durante o seu período de vida, desta forma aconselha-se uma selecção cuidada e atenta destes materiais.

Como já foi referido, a classificação do UPEC tem em conta as solicitações físico-químicas (C), de uso decorrente (U) com incidência sobre a durabilidade dos materiais. A acção da água (E) e a acção de punçoamento (P) são também retratadas neste sistema.

Visto o parâmetro da durabilidade não ser facilmente quantificável e a metodologia UPEC ser muito utilizada pelas empresas e intervenientes ao sector construtivo, optou-se por classificar os materiais que apresentem pelo menos um índice desempenho superior ao recomendado como materiais de Boa Durabilidade. Quando todos os índices forem iguais, os materiais são de Média Durabilidade. Se acontecer haver um índice inferior ao recomendado, então a durabilidade não é a adequada e o material é classificado como de Baixa Durabilidade.

F.2 CLASSIFICAÇÃO DA DURABILIDADE DE ELEMENTOS VERTICAIS

Não é possível, classificar os revestimentos de paredes como os revestimentos de pavimento, isto é, através de um sistema semelhante ao UPEC, a bibliografia consultada aconselha a que a durabilidade seja classificada segundo características funcionais abordadas neste trabalho: Resistência a formação de nódoas e Resistência ao choque;

A resistência ao Choque foi considerada como a preponderante nesta classificação, devido a diversas razões:

- ✓ Quando é seleccionado um ladrilho com baixa resistência ao choque para revestir a um paramento inteiro, pode ocorrer por vezes, danificação de apenas uma pequena parte do paramento. A operação de substituição dessa pequena parte, pode se revelar muito difícil por diversas causas, se não houver ladrilhos armazenados ou a fabrica já não os fabricar, se existirem ladrilhos mas estes revelarem uma tonalidade diferente dos originais.
- ✓ Os paramentos vão acumulando sujidade e poeiras em toda a sua área. Se a selecção de ladrilhos para revestimento cair sobre um ladrilho com baixa resistência as nódoas, todo o paramento vai ficando sujo, criando-se uma "tonalidade" nova. Como é visível em todo o paramento, ou em grande parte, o aspecto visual não é muito grave. No caso de necessidade de substituição, apesar do custo ser mais elevado pois teríamos de substituir toda a fachada, a tarefa prevê-se mais fácil, pois não era necessário encontrar o mesmo ladrilho, pode-se substituir, a fachada toda, por um novo ladrilho.
- ✓ Ladrilhos com baixa resistência ao choque põem em causa a segurança dos utentes,

Assim, a proposta de avaliação da durabilidade dos revestimentos cerâmicos para paramentos verticais será a seguinte:

Quadro 37 – Proposta de classificação durabilidade – Elementos verticais

Durabilidade

F.2 Durabilidade de elementos Verticais

		Resistência ao Choque			
		Fraco	Médio	Bom	Muito Bom
Resistência a Formação de Nódoas	Baixo	Fraco	Fraco	Fraco	Fraco
	Médio	Fraco	Fraco	Médio	Médio
	Médio Alto	Fraco	Médio	Médio	Médio
	Bom	Fraco	Médio	Bom	Bom
	Muito Bom	Fraco	Médio	Bom	Muito Bom

G. SEGURANÇA NA UTILIZAÇÃO

G.1 CLASSIFICAÇÃO DO RISCO DE ESCORREGAMENTO

Os testes simulam a circulação de uma pessoa, quer descalça quer calçada, num plano inclinado que gradualmente vai aumentando o ângulo de inclinação. O ângulo máximo atingido antes do desequilíbrio determina o grupo de Antiderrapância, que permite classificar os produtos.

Focando a atenção nos edifícios normais de habitação sentiu-se necessidade de criar dois grupos de localizações possíveis. Quanto ao primeiro grupo engloba as denominadas zonas húmidas das habitações – casas de banho e cozinhas – compartimentos da habitação onde a probabilidade de queda dos utentes é superior. Visto que o seu piso esta frequentemente húmido que provocam facilmente o desequilíbrio de pessoas.

As restantes zonas, zonas secas – quartos, salas, zonas de circulação – não são locais onde o risco de queda se revele tão elevado, não implicando assim, uma exigência tão rígida.

Nos restantes edifícios, sejam desportivos ou industriais locais como piscinas, zonas de lazer, zonas de fabrico, onde a queda de líquidos ou substâncias é frequente, e o risco de queda elevado aconselha-se que se utilize a classificação proposta para as zonas húmidas das habitações, ou seja, o mínimo o grupo R11 do Grupo Antiderrapância – Calçado e B do Grupo Antiderrapância – Pé Descalço

Apresenta-se uma proposta de classificação na tabela seguinte,

Quadro 38 – Proposta de classificação do risco de escorregamento

Segurança na Utilização

G.1 Risco de Escorregamento

Descrição do Desempenho			**Classe**	**Classificação**	
Grupo Antiderrapância				Cozinhas, WC	Restante Habitação
Pé Calçado	de 6º a 10º	Baixo atrito estático	R9	Fraco	Fraco
	de 10º a 19º	Atrito estático normal	R10	Fraco	Médio
	de 19º a 27º	Atrito estático melhorado	R11	Médio	Médio Alto
	de 27º a 35º	Alto atrito estático	R12	Bom	Bom
	Mais de 35º	Muito alto Atrito estático	R13	Muito Bom	Muito Bom
Pé Descalço	Mais de 12º	Baixo atrito estático	A	Fraco	Médio
	Mais de 18º	Atrito estático normal	B	Médio	Bom
	Mais de 24º	Atrito estático melhorado	C	Bom	Muito Bom

G.2 Classificação da Resistência À Abrasão

Esta característica associa a carga a rotura com as características do acabamento. Segundo inúmeras empresas nacionais existem seis classes de resistência ao desgaste de ladrilhos vidrados, estabelecidas a partir dos resultados do ensaio ao desgaste indicado na norma EN ISO 10545-7. É indicado também, para cada uma das classes, os domínios de utilização possíveis, tendo em conta factores como o calçado dos utentes, intensidade de tráfego, tipo e frequência de operações de limpeza, existência ou não de partículas abrasivas.

Quadro 39 – Proposta de classificação da resistência à abrasão

Segurança na Utilização

G.2 Resistência à Abrasão

Descrição do Desempenho	Exemplos de locais	Classe	Classificação
Ladrilhos não aconselháveis para revestimento de pavimentos		Desgaste Superficial 0	Fraco
Revestimentos para pavimentos sujeitos a um tráfego reduzido de pessoas e objectos, onde normalmente se circula com calçado suave ou mesmo descalço.	Casas de Banho e Quartos de casa particulares sem acesso directo do exterior	Desgaste Superficial 1	Baixo
Revestimentos para pavimentos de circulação normal de pessoas e objectos, onde normalmente se circula com calçado macio ou calçado normal. Presença ocasional de partículas abrasivas	Salas de estar de habitações particulares, à excepção de cozinhas, entradas e outras dependências sujeitas a passagem intensa	Desgaste Superficial 2	Médio
Revestimentos para pavimentos com desgaste médio alto. Onde não ocorre circulação com calçado anormal, por exemplo, botas com protectores metálicos. Presença habitual de partículas abrasivas	Cozinhas, Halls, Corredores, Varandas, Terraços de habitações	Desgaste Superficial 3	Médio Alto

Segurança na Utilização - Continuação

G.2 Resistência à Abrasão

Descrição do Desempenho/Exemplos de locais		Classe	Classificação
Revestimentos para pavimentos com tráfego regular de pessoas, isto é, com desgaste alto. Sujeito a maior severidade de acção de partículas abrasivas do que a prevista na Classe 3.	Entradas, Cozinhas Comerciais, Hotéis, Salão de Exposições, Espaços Comerciais	Desgaste Superficial 4	Bom
Revestimentos para pavimentos com tráfego intenso de pessoas, isto é, com desgaste muito alto. Presença constante de partículas abrasivas.	Centros comerciais, corredores de aeroporto, entradas de hotéis, passagens públicas e aplicações industriais.	Desgaste Superficial 5	Muito Bom

Se estivermos perante um caso de severidade superior a indicada na Classe 5 ou na presença de partículas abrasivas maiores, é preferível optar por ladrilhos não vidrados e atender à sua resistência à abrasão profunda. Nestes a resistência à abrasão é caracterizada segundo o volume de matéria removida do ladrilho. Este valor aparece em milímetros cúbicos mm^3. Segundo a norma EN 14411, os ladrilhos pertencentes ao grupo AI são os que apresentam o valor mais reduzido.

G.3 Classificação da Dureza Superficial

Como já foi referido, esta característica está aliada a resistência ao desgaste ou abrasão. Assim na tabela seguinte são apresentadas as classes de resistência ao desgaste e a dureza superficial aconselhável para os locais em questão.

Quadro 40 – Proposta de classificação da dureza superficial

Segurança na Utilização

G.3 Dureza Superficial

Descrição do Desempenho/Exemplos de locais		Classe Abrasão	Classe de Dureza de Mohs	Classificação
Ladrilhos não aconselháveis para revestimento de pavimentos		Desgaste Superficial 0	1	Fraco
Revestimentos para pavimentos sujeitos a um tráfego reduzido de pessoas e objectos, onde normalmente se circula com calçado suave ou mesmo descalço.	Casas de Banho e Quartos de casa particulares sem acesso directo do exterior	Desgaste Superficial 1	2 3	Baixo
Revestimentos para pavimentos de circulação normal de pessoas e objectos, onde normalmente se circula com calçado macio ou calçado normal. Presença ocasional de partículas abrasivas	Salas de estar de habitações particulares, à excepção de cozinhas, entradas e outras dependências sujeitas a passagem intensa	Desgaste Superficial 2	4 5	Médio

Segurança na Utilização

G.3 Dureza Superficial

Descrição do Desempenho/Exemplos de locais		Classe Abrasão	Classe de Dureza de Mohs	Classificação
Revestimentos para pavimentos com desgaste médio alto. Onde não ocorre circulação com calçado anormal, por exemplo, botas com protectores metálicos. Presença habitual de partículas abrasivas	Cozinhas, Halls, Corredores, Varandas, Terraços de habitações	Desgaste Superficial 3	6 7	Médio Alto
Revestimentos para pavimentos com tráfego regular de pessoas, isto é, com desgaste alto. Sujeito a maior severidade de acção de partículas abrasivas do que a prevista na Classe 3.	Entradas, Cozinhas Comerciais, Hotéis, Salão de Exposições, Espaços Comerciais	Desgaste Superficial 4	8 9	Bom
Revestimentos para pavimentos com tráfego intenso de pessoas, isto é, com desgaste muito alto. Presença constante de partículas abrasivas.	Locais públicos como centro comerciais, corredores de aeroporto, entradas de hotéis, passagens públicas e aplicações industriais.	Desgaste Superficial 5	10	Muito Bom

G.5 Classificação da Resistência de Choque

Para determinação da resistência ao choque dos ladrilhos cerâmicos é necessário conhecer o coeficiente de restituição, a norma ISO 10545-5 exemplifica como se deve determinar esse parâmetro.

O coeficiente de restituição (r) entre dois corpos de impacto é por definição o quociente entre a velocidade de partida da esfera e a velocidade de chegada (aproximação). Para ladrilhos não vidrados a esfera de aço, de 510 gramas é lançada a uma altura de 80 cm, já para ladrilhos vidrados, com massa de 50 gramas, a altura de lançamento é de 1 metro.

Segundo os testes realizados com a norma especificada é possível classificar os ladrilhos cerâmico, com base no coeficiente de restituição, mas existem livros técnicos onde o nível de deterioração é também considerado. Contudo, após análise da literatura comercial verifica-se que os produtores de revestimentos cerâmicos utilizam apenas o coeficiente de restituição para caracterizarem os ladrilhos cerâmicos.

Deste modo, apesar de no quadro 39 constarem as duas variáveis, na metodologia apenas se classificam os ladrilhos com base no coeficiente de restituição.

Para situações de utilização normais aconselha-se um coeficiente de restituição (r) de 0,55, para casos mais especiais, como por exemplo fachadas situadas em zonas muito movimentadas ou adjacentes a locais de jogos com bolas, aconselha-se ladrilhos com resistência ao choque maior e a analise ao nível de deterioração.

Quadro 41 – Proposta de classificação da resistência ao choque

Segurança na Utilização		
G.5 Resistência ao Choque		
Descrição do Desempenho		**Classificação**
r<0,55	Nível Deterioração> 4	Muito Bom
r>=0,55 a r<0,85	Nível Deterioração <= 4	Bom
r>=0,55 a r<0,85	Nível Deterioração <= 3	Médio
r>=0,85	Nível Deterioração < 1	Fraco

H. Conforto Visual e Táctil

H.1 Classificação de Conforto Visual

Para análise do conforto visual utiliza-se a chamada regra de ouro, frequentemente utilizada por artistas – escultores, mais frequentemente – para o estudo das relações dimensionais mais adequadas às suas peças, como proposta de avaliação do conforto visual

Quadro 42 – Proposta de classificação do conforto visual

Conforto Visual e Táctil	
H.1 Conforto Visual	
Descrição do Desempenho	**Classificação**
Ladrilho Quadrado	Muito Bom
Ladrilho que cumpre a regra de Ouro => Comprimento/Largura entre 1,5 e 1,7	
Ladrilho que não cumpre a regra de Ouro	Médio

I. ARMAZENAMENTO E MANUSEAMENTO

È usual em obra, quando as peças a transportar são leves, lança-las de pessoa em pessoa em vez de serem entregues "mão a mão". Esta forma de passagem dos materiais de construção ou mesmo equipamentos, pode levar a que os materiais cheguem danificados ao seu destino. Em ladrilhos muito sensíveis, como por exemplo os rectificados, cuja impressão chega mesmo a borda do ladrilho, se houver uma pequena falta de atenção e a caixa dos ladrilhos sofrer um qualquer acidente, pode implicar que os ladrilhos fiquem danificados e inutilizáveis.

Assim, o peso dos elementos que se transporta é fundamental. É apresentada de seguida uma proposta de classificação desta propriedade tendo como base o peso da caixa dos ladrilhos.

Quadro 43 – Proposta de classificação do armazenamento e manuseamento

Armazenamento e Manuseamento			
Descrição do Desempenho			**Classificação**
Peso da Caixa (Kg)	Menos de 15 Kg	Muito Leve	Médio
	De 15 Kg a 20 Kg	Peso Normal	Bom!
	Mais de 20 Kg	Muito Pesado	Médio

6.3. PROCESSO DE QUALIFICAÇÃO

Durante a execução desta metodologia teve-se sempre como objectivo a facilidade de introdução de dados, variação de variáveis e a análise de resultados. Deste modo, podemos caracterizar a plataforma pela sua simplicidade, organização e praticabilidade.

De forma a ser facilmente utilizada pelos utilizadores a metodologia foi criada através do programa Microsoft Excel. Nela constam apenas funções que são facilmente compreendidas pelo utente de modo que esta plataforma seja facilmente alvo de criticas e observações que levem a modificações e a consequente inovação e melhoramento.

A metodologia contempla 3 fases distintas mas fundamentais e complementares,

- ✓ ***A. Caracterização do Local e Identificação das Exigências;***
- ✓ ***B. Características Técnicas dos Ladrilhos;***
- ✓ ***C. Resultados***

As duas primeiras fases fazem parte do processo de introdução de dados. Apesar de parecerem fases semelhantes, possuem características que as distinguem. A introdução de dados, referida como "A" têm como validade apenas o projecto, ao qual se refere o estudo, enquanto os dados referido pelo ponto “B” têm uma validade superior, pois vão ser utilizados em vários projectos.

A tarefa de introdução dos dados na metodologia deve ter em atenção este facto, visto que se houver um lapso na introdução de dados relativos ao projecto em questão é apenas esse projecto que está em causa. Mas por outro lado, se forem introduzidos dados errados relativamente as características técnicas dos ladrilhos podem ser vários, os projectos em causa. Um pequeno erro pode implicar a manifestação de patologias, que se traduzirá num custo muito elevado, seja a nível económico como de segurança e bem-estar dos utilizadores.

Pode ocorrer casos como, o catálogo não ser claro no que respeita a uma propriedade ou característica ou não estar de acordo com esta metodologia, ou outras dificuldades semelhantes que devem ser resolvidos antes da introdução dos dados, por exemplo contactando a empresa produtora e esclarecendo as dúvidas.

É fundamental ter a noção da importância de controlar a introdução destas características de forma a garantir que elas são as correctas e indicadas e assim salvaguardar a eficiência desta metodologia. Assim como, criar sistemas de segurança e validação que permitam que as características dos ladrilhos introduzidas através de literatura comercial, não sejam alteradas, modificadas ou mesmo eliminadas.

Figura 20 – Input e Output

Voltando a análise do método e relativamente ao ponto *A – Caracterização do Local e Identificação das Exigências*, este engloba a caracterização do edifício, a caracterização do sistema de revestimento e possibilidade do utilizador elevar ou alterar as exigências funcionais.

Isto é, se o utilizador pretender um nível exigencial superior, relativamente a algumas características pode facilmente incluir esses dados na metodologia. Exemplo prático é a possibilidade do utilizador indicar se pretende um ladrilhos cerâmicos com elevada resistência ao choque. Neste ponto das exigências funcionais é abordado também tema da compatibilidade com o suporte.

A metodologia avalia se os ladrilhos são compatíveis com o suporte onde vão ser aplicados. Pretende-se que a compatibilidade seja mecânica, geométrica e química. A primeira está relacionada com o módulo de elasticidade e a resistência à tracção do suporte e do revestimento, procurando evitar-se que as tensões e solicitações instaladas provoquem degradações e patologias. A compatibilidade geométrica implica que o suporte apresente planeza e regularidade adequadas à espessura e técnica de aplicação dos ladrilhos. Por fim a compatibilidade química entre o sistema de revestimentos cerâmico e o suporte é fundamental de forma a evitar patologias como deformações e destacamentos.

Quadro 44 – Caracterização do local e identificação das exigências

INPUTS	
A. Caracterização do local e identificação das exigências	
CARACTERISTICAS DO EDIFÍCIO	
Medidas	Áreas de Implantação, alturas do edifício e número de pisos, etc
Tipo de Edifício	Habitacional, de serviço, etc
Identificação do Compartimento	Quarto, sala, cozinha, WC, etc
CARACTERISTICAS DO SISTEMA DE REVESTIMENTO	
Localização prevista	Parede interior e exterior, pavimento interior ou Exterior;
Solução Prevista	Tipo e material de fixação; cor e tamanho dos ladrilhos
EXIGENCIAS FUNCIONAIS DO SISTEMA DE REVESTIMENTO	
Revestimento de Pavimento	Compatibilidade com o suporte, características antiderrapantes, resistência a abrasão
Revestimento de Paredes	Compatibilidade com o suporte, resistência ao choque e limpeza

Relativamente ao ponto B – Características Técnicas dos Ladrilhos tem como objectivo a introdução dessas mesmas características. Estes dados encontram-se normalmente nos catálogos, principalmente nos designados por catálogos técnicos, cedidos facilmente aos projectistas. Como já foi abordado, esta metodologia tentou seguir sempre o estilo da mencionada literatura comercial. Isto é, baseou-se em diversos catálogos de empresas nacionais para construir esta plataforma de selecção de revestimentos cerâmicos, principalmente a área referente de introdução das propriedades dos ladrilhos.

Como facilmente se compreenderá este ponto B funcionara como uma base de dados dos revestimentos cerâmicos existentes no nosso mercado. Isto é, os utilizadores da metodologia vão ao longo do tempo, aumentando este ficheiro, introduzindo as diversas características da vasta gama de ladrilhos. Assim, quando houver a necessidade de seleccionar o ladrilho adequado, basta introduzir os dados relativos ao ponto A e analisar os resultados. Este ponto é dividido em várias áreas como se pode ver na figura seguinte,

Quadro 45 – Características técnicas dos ladrilhos

INPUTS

B. Caracteristicas Técnicas dos Ladrilhos

DIMENSÕES E QUALIDADE DA SUPERFICIE

Medidas Dimensões nominais; dimensão modular (S/N); peso da caixa

PROPRIEDADE FISICAS

- Absorção de água %
- Processo de fábrico
- Resistência à flexão
- Módulo de rotura
- Classe de abrasão
- Coeficiente de dilatação térmica
- Resistência a choques térmicos
- Resistência à fendilhagem
- Resistência ao Gelo (S/N)
- Resistência ao escorregamento
- Dilatação com humidade (mm/m)
- Resistência ao choque
- Dureza superficial - escala de mohs

PROPRIEDADES QUÍMICAS

- Resistência as manchas (classe)
- Resistência química
- Libertação de chumbo e cádmio

CLASSIFICAÇÃO UPEC

OUTRAS CARACTERISTICAS

- Vidrado (S/N)
- Mate (M) ou brilhante (B)
- Fácil limpeza e manutenção (S/N)
- Fácil armazenamento (S/N)
- Acabamento

DESIGNAÇÃO DA SERIE

- Fabricante
- Ano do Catalogo/ Página do catalogo
- Preço por m^2 (Euros)

Por fim o campo referente a emissão de resultados, ponto C. Esta plataforma traduz-se em dois grupos de resultados, o mais importante e o objectivo deste trabalho é a verificação e comparação das características técnicas dos ladrilhos com as exigências do local e do utilizador. A metodologia emite os resultados numa versão de "KO", "OK" ou "NA"

Isto é, sempre que o ladrilho possuir um nível exigencial superior ao requerido pela localização ou pelo utente a metodologia emite um "OK" para a característica em análise. Por outro lado, quando o nível exigencial da localização/utente for superior ao suportado pelo ladrilho aparece "KO" na propriedade referida. Pode também ocorrer o caso, da característica em questão não ser aplicável ao estudo. Exemplo desta ocorrência, é no caso de estudo de ladrilhos para revestimento de paredes seja interior ou exterior, a característica "Resistência ao Desgaste" é considerada não aplicável "NA".

A metodologia sugere também ao utilizador uma técnica de assentamento ou aplicação. Esta sugestão é muito geral e simples. De modo que o utilizador da plataforma deve sempre procurar uma ajuda mais especializada.

6.4. EXEMPLIFICAÇÃO

A exemplificação que de seguida se apresenta é dividida em duas fases, na primeira vai ser demonstrada a introdução dos valores relativos as características dos ladrilhos. Na segunda fase, é partido de uma base de dados de ladrilhos já elaborada é demonstrada a introdução dos dados relativos ao caso de estudo e apresentados os resultados.

Aconselha-se que antes de se começar a utilizar a metodologia se leiam as instruções que esta possui. As mesmas estão incluídas no ficheiro Excel, numa folha que se designa por "Ajudas".

6.4.1 INTRODUÇÃO DAS CARACTERISTICAS TÉCNICAS DOS LADRILHOS

A figura 21 exemplifica uma ficha técnica de um ladrilho produzido por uma empresa nacional. Como se pode verificar na primeira coluna são identificadas as propriedades dos ladrilhos, na segunda coluna a norma onde está especificado o ensaio que permite determinar os valores. As suas últimas colunas contém os valores, o valor limite especificado pela norma e o valor dos resultados obtidos pelos ensaios elaborados pela empresa produtora.

Com estes elementos é possível preencher o ficheiro Excel e assim criar a base de dados relativa aos ladrilhos cerâmicos.

De referir que apenas interessa introduzir os dados relativos aos resultados obtidos pelos ensaios elaborados pela fábrica, visto que, os valores limite impostos pela norma já estão automaticamente introduzidos no ficheiro Excel.

Características dos Ladrilhos	Norma	Valor da Norma	Valor da Empresa
Propriedades Físicas • Propriétés Physiques • Physical Properties • Physikalische Eigenschaften			
Absorção de água (% em massa) média; máxima Absorption d'eau (% en masse) moyenne; maximum Water absorption (weight %) medium; maximum Wasseraufnahme (%) Durschnitt; maximum	ISO 10545-3	≤0,5%; 0,6%	≤0,1% (1) (2)
Resistência à rotura (N) mínimo: **Espessura < 7,5mm** Résistance à la flexion (N) minimum: Epaisseur < 7,5mm Breaking strength (N) minimum: Thickness < 7,5mm Biegefestigkeit (N) minimum: Stärke < 7,5mm	ISO 10545-4	700N	800N
Módulo de rotura (N/mm²) mínimo; mínimo individual Module de rupture (N/mm²) minimum; minimum individuel Modulus of rupture (N/mm²) minimum; individual minimum Bruchmodul (N/mm²) minimum; einzelminimum	ISO 10545-4	35Nmm²; 32 N/mm²	110Nmm²
Resistência à abrasão profunda Résistance à l'abrasion profunde Resistance to deep abrasion Verschleissbeständigkeit	ISO 10545-7	Max. 175mm³	Max. 120mm³

CARACTERISTICAS DOS LADRILHOS		1	
Dimensões e Qualidade da Superficie			
Dimensões Nominais	Lado Maior (cm)		
	Lado Menor (cm)		
	Espessura (mm)		
	Modular (S ou N)	S	
Peso da Caixa (kg)			
Propriedades Fisicas			
Absorção de Água (% em massa)	Valor médio	0,1	
Proc.Fabrico - Extrusão ou Prensagem Seco		Prensagem a seco	
Resistência a flexão (N)	Valor minimo:	800	M.Bom
Modulo de Rotura (N/mm²)	Valor minimo:	110	M.Bom
Classe de abrasão	Abrasão superficial:		M.Fraco
	Abrasão profunda:	120	
Coefi. Dilatação Térmica ($x10^{-6}k^{-1}$)			
Resistência a choques térmicos		S	
Resistência à fendilhagem		NA	
Resistência ao Gelo (S/N)		S	

Figura 21 – Exemplificação da Metodologia – Características Técnicas Ladrilhos

6.3.2 Caracterização do Local e Identificação das Exigências

Para a exemplificação deste ponto, parte-se do principio que a base de dados relativa as características técnicas dos ladrilhos cerâmicos esta já preenchida. Assim, vai ser considerado como exemplo o edifício a seguir caracterizado.

1. Edifício Habitacional Unifamiliar com 3 pisos acima do solo e 2 pisos abaixo do solo. A altura do edifício ronda os 7 metros. A área de implantação é de 100 m^2
2. Edifício Novo;
3. Localizado na região do Porto;
4. Pretende-se revestimento cerâmico para um pavimento interior localizado na entrada de um edifício
5. Pretende-se um sistema de fixação por colagem, com cimentos cola ou cola adesivos;
6. A cor preferida é o Branco e os ladrilhos deverão ser pequenos;

A figura 22 representa um resumo da metodologia, para um conhecimento mais aprofundado aconselha-se a visualizar o ficheiro Excel.

6.3.3 Resultados

A figura 23 representa o output desta metodologia, isto é, demonstra como se apresentam os resultados.

METODOLOGIA DE SELECÇÃO DE REVESTIMENTOS CERÂMICOS

Um Auxiliar de Projecto

CARACTERIZAÇÃO DO EDIFÍCIO

Área de Implantação do Edificio	100
Nº pisos acima do solo	3
Altura do Edificio (m)	7
Nº pisos abaixo do solo	2

Tipo de Edificio: - Edificio de Habitação Multifamiliar

☑ Edificio Novo ☐ Edificio em Reabilitação

Dados 1.

Zona de Portugal: - Regiões do continente situados numa faixa costeira de 5 Km de largura

Rugosidade: - Locais em zonas interiores de zonas urbanas

Dados 2.

Compartimentos principais e circulação interior de fogos

Dados 3.

Edificio Habitacional Unifamiliar

- Hall de Entrada e Circulações
- Zona de Estar, Sala de Jantar
- Varandas e Terraços com comunicação directa com exterior
- Compartimento destinado a actividade profissional
- Escadas sem protecção no focinho do degrau
- Compartimento sem comunicação directa com exterior - Quartos, Arrumos, etc

Vamos proceder ao estudo de sistemas de revestimento para:

- Pavimento Exterior
- Pavimento Interior
- Paredes Interiores
- Paredes Exteriores

Dados 4.

Tipo de Fixação : - Colagem

Qual a cor ? Branco

Material para fixação: - Cimentos Cola e Colas-Adesivos

Qual tamanho ? Ladrilhos pequenos

Dados 5 e 6

Figura 22 – Exemplificação da metodologia – características do projecto

METODOLOGIA DE SELECÇÃO DE REVESTIMENTOS CERÂMICOS
Um Auxiliar de Projecto

Localização Pretendida	**- Pavimento Interior**				
			1	**2**	**3**
% de Absorção de Água	Para aplicação no exterior recomenda-se E<3%		0	0	0
	Para aplicação em pavimentos recomenda-se E<10%		**OK**	**OK**	**OK**
RESISTÊNCIA MECÂNICA E ESTABILIDADE					
Solicitações Higrotérmicas	**Acção da Neve**	È necessário ladrilho resistente:	Não	**NA**	**NA**	**NA**
	Acção da Humidade	A dilatação inferior a 0,6 ?		**OK**	**OK**	**OK**
	Acção da Temperatura	E necessária resistência a choques Térmicos?	Não	**NA**	**NA**	**NA**
		Coeficiente de Dilatação Térmica - aconselha-se 6,0 x10^{-6}		**NA**	**NA**	**NA**
Resistência Flexão		Aconselha-se um ladrilho de classe	Média	**OK**	**OK**	**OK**
HIGIENE SAÚDE E AMBIENTE					
Libertação substâncias tóxicas		Estamos nas cozinhas, Bares, Restaurante?	Não	**OK**	**OK**	**OK**
CONFORTO VISUAL E TÁCTIL					
Conforto Visual		Cumpre a regra de ouro?		**NA**	**NA**	**NA**
SEGURANÇA NA UTILIZAÇÃO					
Risco de Escorregamento		- Pretende material Antiderrapante?	Não			
		- Circula-se Calçado? FALSE	Grup R 0	**OK**	**OK**	**OK**
		- Circula-se Descalço? TRUE	Grupo B	**KO**	**OK**	**OK**
Resistência a abrasão		Superficial	Classe minima: Altissimo	**KO**	**OK**	**KO**
		Profunda		**NA**	**NA**	**NA**
Dureza Superficial		Classe minima:	Altissimo 10	**KO**	**OK**	**KO**
Resistencia ao Choque		Classe minima	Moderada	**NA**	**OK**	**OK**

TÉCNICA DE ASSENTAMENTO	
Material de Colagem	- Cimentos Cola e Colas-Adesivos
NA	
Admite-se a utilização de argamassas bastardas ou de cal, mas com maior percentagem de ligante	
Requisitos Especiais	Camada de nivelamento ou camada de rectificação
Nesta técnica de assentamento o cimento-cola é aplicado directamente sobre o suporte e é particularmente recomendada no caso de suportes rigidos	

Figura 23 – Exemplificação da metodologia – resultados

7
CONCLUSÕES

Após a apresentação da metodologia de selecção de revestimentos cerâmicos, cumprindo o objectivo a que nos propusemos, compete-nos apenas apresentar os factores de motivação que nos levaram à execução deste trabalho, assim como a uma reflexão sobre a utilidade que o mesmo terá.

Durante os últimos anos, teve-se a preocupação de acompanhar o nascimento e crescimento de alguns edifícios, como mero espectador, onde se verificou que o processo de triagem de materiais, focando-nos nos revestimentos cerâmicos, começa, frequentemente na fase de projecto mas, não é uma selecção definitiva.

Para o dono de obra é muito difícil seleccionar um ladrilho para um local que ainda não existe fisicamente, que ele apenas conhece em papel e com base nas explicações que lhe são fornecidas. Apesar de já existirem programas informáticos que permitem ao dono-de-obra ver e imaginar como efectivamente o seu edifício vai ficar, é, para este, muito complicada a selecção de produtos nesta fase, sendo esta tarefa deixada normalmente para a fase de obra.

Os gabinetes de projecto não têm normalmente capacidade para, de uma forma concisa e correcta, informarem o dono de obra dos produtos que melhor se adequam às exigências; diversas são as dificuldades sentidas pelos projectistas para optarem pelos produtos mais indicados com o objectivo de um resultado melhor, seja a nível técnico, estético ou económico. Assim, pensa-se ser óbvia a criação de métodos que indiquem quais os produtos cuja relação qualidade/desempenho/custo é a mais vantajosa.

Ao longo da criação deste projecto, teve-se sempre como preocupação, englobar o mais vasto leque de variáveis possíveis, sem contudo abandonar o efeito prático que se pretende. A análise da qualidade de projecto está assim mais aprofundada, pois há mais uma gama de elementos que podem ser avaliados e analisados.

Espera-se que esta metodologia seja mais um ponto de motivação para a continuação do estudo e aprofundamento do saber nesta área tão sensível e importante, como é a execução de projectos e a inovação e informação do desempenho de materiais e técnicas construtivas. Este método pode e deve ser complementado com outras metodologias semelhantes, de modo a abranger o maior número possível de materiais de construção civil existentes e utilizados no nosso País. Visto que se partiu de uma base de informação de acessibilidade fácil, utilizou-se uma ferramenta informática corrente, pelo que a sua adaptação para outras situações não será complicada nem requererá muitos recursos ou tempo.

Anexo A

LADRILHOS CERÂMICOS EXTRUDIDOS - E<=3% - GRUPO AI

DIMENSÕES E QUALIDADE SUPERFICIAL	Industriais	Naturais	Teste
Dimensões Faciais - Comprimento e Largura			
O fabricante deve estabelecer as dimensões faciais de fabrico por uma das seguintes vias: A)- Para cerâmicos modulares a junta pode ser entre 3 mm a 11 mm B)- Para cerâmicos não modulares, é preciso garantir que a diferença entre as dimensões de fabrico e as dimensões normais não é maior que ± 3 mm O desvio, em percentagem, da média das dimensões de cada ladrilho em relação às dimensões de fabrico	± 1,0 % para um máximo de ± 2 mm	± 2,0 % para um máximo de ± 4 mm	ISO 10545-2
O desvio, em percentagem, da média das dimensões de cada ladrilho em relação a média das dimensões obtidas nas amostras	± 1,0 %	± 1,5%	ISO 10545-2
Espessura			
A)- A espessura deve ser definida pelo fabricante B)- O desvio, em percentagem, da média das dimensões de espessura de cada ladrilho em relação as dimensões de espessura de fabrico	± 10 %	± 10 %	ISO 10545-2
Rectangularidade das Arestas [b)]			
O máximo desvio da rectangularidade, em percentagem, relativamente ao correspondente nas dimensões de fabrico b) Não aplicável a azulejos com formas curvas	± 0,5 %	± 0,6 %	ISO 10545-2
Ortogonalidade			
O máximo desvio da ortogonalidade, em percentagem, relativamente ao correspondente nas dimensões de fabrico	± 1,0 %	± 1,0 %	ISO 10545-2
Planaridade (Curvatura e empeno)			
O máximo desvio da planaridade, em percentagem: A)- Curvatura do centro, relacionada com a diagonal calculada com dimensões de fabrico	± 0,5 %	± 1,5%	ISO 10545-2
B)- Curvatura do aresta, relacionada com a correspondentes dimensões de fabrico	± 0,5 %	± 1,5%	ISO 10545-2
C)- Empenamento, relacionada com a a diagonal das dimensões de fabrico	± 0,8 %	± 1,5%	ISO 10545-2
Qualidade Superficial: Devido a diversos factores, pequenas variações de cor da superfície dos azulejos são inevitáveis. Mas este ponto, não se aplica a irregularidades intencionais da variação de cor da face dos azulejos ou quando a variação de cor é algo desejável. Manchas ou pontos que são introduzidos intencionalmente para decoração não são considerados defeitos.	Pelo menos 95% dos ladrilho devem estar isentos de defeitos visíveis que possam prejudicar o aspecto duma zona importante da área revestida		ISO 10545-2

LADRILHOS CERÂMICOS EXTRUDIDOS - E<=3% - GRUPO AI

PROPRIEDADES FÍSICAS	Industriais	Naturais	Teste
Absorção de água (% por Massa)	E≤ 3%; Valores Individuais≤3,3%		ISO 10545-3
Resistência a Flexão (em N)			
A)- Espessura >= 7,5 mm	Média ≥ 1100		ISO 10545-4
B)- Espessura < 7,5 mm	Média ≥ 600		ISO 10545-4
Modulo de Rotura (N/mm^2)			
Não aplicável a cerâmicos com Resistência a Flexão maior que 3000 N	Mínimo de 23 Mínimo individual de 18		ISO 10545-4
Resistência ao Desgaste			
Ladrilhos não Vidrados	média ≤ 275 mm^3		ISO 10545-6
Ladrilhos vidrados	Registar a classe de Resistência e o nº de ciclos resistidos		ISO 10545-7
Coeficiente de Dilatação Térmica Linear			
Variações entre temperaturas ambiente ate 100ºC	Método de ensaio disponível		ISO 10545-8
Resistência ao choque térmico	Método de ensaio disponível		ISO 10545-9
Resistência á fendilhagem: Certos efeitos decorativos, que imitem a fendilhação, devem ser identificados pelos fabricante. Neste caso os valores de Resistência a fendilhação não são aplicáveis.	Sem deterioração		ISO 10545-11
Resistência ao gelo	Método de ensaio disponível		ISO 10545-12
Expansão por humidade	Método de ensaio disponível		ISO 10545-10
Pequenas diferenças na cor	Método de ensaio disponível		ISO 10545-16
Resistência ao choque mecânico	Método de ensaio disponível		ISO 10545-5

PROPRIEDADES QUÍMICAS	Precisos	Naturais	Teste
Resistência à formação de nódoas			
A)- Ladrilhos Vidrados	Mínimo Classe 3		ISO 10545-14
B)- Ladrilhos não vidrados	Método do teste disponível		ISO 10545-14
Resistência Química			
- Resistência a ácidos e bases em baixas concentrações			
A)- Cerâmicos Vidrados	O fabricante tem de emitir a classificação		ISO 10545-13
B)- Cerâmicos não vidrados: Se a cor ficar ligeiramente diferente não é considerado ataque químico.			
- Resistência a ácidos e bases em baixas concentrações	Método de ensaio disponível		ISO 10545-13
- Resistência aos produtos químicos domésticos e aditivos para águas da piscina:			
A)- Cerâmicos Vidrados	Mínimo GB		ISO 10545-13
B)- Cerâmicos não vidrados: Se a cor ficar ligeiramente diferente não é considerado ataque químico.	Mínimo UB		
- Libertação de chumbo e cádmio	Método do teste disponível		ISO 10545-15

Anexo B

LADRILHOS CERÂMICOS EXTRUDIDOS - 3%<E<=6% - GRUPO AIIa-1

DIMENSÕES E QUALIDADE SUPERFICIAL	Industriais	Naturais	Teste
Dimensões Faciais - Comprimento e Largura			
O fabricante deve estabelecer as dimensões faciais de fabrico por uma das seguintes vias: A)- Para cerâmicos modulares a junta pode ser entre 3 mm a 11 mm B)- Para cerâmicos não modulares, é preciso garantir que a diferença entre as dimensões de fabrico e as dimensões normais não é maior que ± 3 mm O desvio, em percentagem, da média das dimensões de cada ladrilho em relação às dimensões de fabrico	± 1,25 % para um máximo de ± 2 mm	± 2,0 % para um máximo de ± 4 mm	ISO 10545-2
O desvio, em percentagem, da média das dimensões de cada ladrilho em relação a média das dimensões obtidas nas amostras	± 1,0 %	± 1,5%	ISO 10545-2
Espessura			
A)- A espessura deve ser definida pelo fabricante B)- O desvio, em percentagem, da média das dimensões de espessura de cada ladrilho em relação as dimensões de espessura de fabrico	± 10 %	± 10 %	ISO 10545-2
Rectangularidade das Arestas			
O máximo desvio da rectangularidade, em percentagem, relativamente ao correspondente nas dimensões de fabrico b) Não aplicável a azulejos com formas curvas	± 0,5 %	± 0,6 %	ISO 10545-2
Ortogonalidade			
O máximo desvio da ortogonalidade, em percentagem, relativamente ao correspondente nas dimensões de fabrico	± 1,0 %	± 1,0 %	ISO 10545-2
Planaridade (Curvatura e empeno)			
O máximo desvio da planaridade, em percentagem: A)- Curvatura do centro, relacionada com a diagonal calculada com dimensões de fabrico	± 0,5 %	± 1,5%	ISO 10545-2
B)- Curvatura do aresta, relacionada com a correspondentes dimensões de fabrico	± 0,5 %	± 1,5%	ISO 10545-2
C)- Empenamento, relacionada com a a diagonal das dimensões de fabrico	± 0,8 %	± 1,5%	ISO 10545-2
Qualidade Superficial: Devido a diversos factores, pequenas variações de cor da superfície dos azulejos são inevitáveis. Mas este ponto, não se aplica a irregularidades intencionais da variação de cor da face dos azulejos ou quando a variação de cor é algo desejável. Manchas ou pontos que são introduzidos intencionalmente para decoração não são considerados defeitos.	Pelo menos 95% dos ladrilho devem estar isentos de defeitos visíveis que possam prejudicar o aspecto duma zona importante da área revestida		ISO 10545-2

LADRILHOS CERÂMICOS EXTRUDIDOS - 3%<E<=6% - GRUPO AIIa-1

PROPRIEDADES FÍSICAS	Industriais	Naturais	Teste
Absorção de água (% por Massa)	3%<E<=6% ; Valores Individuais≤3,3%		ISO 10545-3
Resistência a Flexão (em N)			
A)- Espessura >= 7,5 mm	Média ≥ 950		ISO 10545-4
B)- Espessura < 7,5 mm	Média ≥ 600		ISO 10545-4
Modulo de Rotura (N/mm^2)			
Não aplicável a cerâmicos com Resistência a Flexão maior que 3000 N	Mínimo de 20 Mínimo individual de 18		ISO 10545-4
Resistência ao Desgaste			
Ladrilhos não Vidrados	média ≤ 393 mm^3		ISO 10545-6
Ladrilhos vidrados	Registar a classe de Resistência e o nº de ciclos resistidos		ISO 10545-7
Coeficiente de Dilatação Térmica Linear			
Variações entre temperaturas ambiente ate 100ºC	Método de ensaio disponível		ISO 10545-8
Resistência ao choque térmico	Método de ensaio disponível		ISO 10545-9
Resistência á fendilhagem: Certos efeitos decorativos, que imitem a fendilhação, devem ser identificados pelos fabricante. Neste caso os valores de Resistência a fendilhação não são aplicáveis.	Sem deterioração		ISO 10545-11
Resistência ao gelo	Método de ensaio disponível		ISO 10545-12
Expansão por humidade	Método de ensaio disponível		ISO 10545-10
Pequenas diferenças na cor	Método de ensaio disponível		ISO 10545-16
Resistência ao choque mecânico	Método de ensaio disponível		ISO 10545-5

PROPRIEDADES QUÍMICAS	Precisos	Naturais	Teste
Resistência à formação de nódoas			
A)- Ladrilhos Vidrados	Mínimo Classe 3		ISO 10545-14
B)- Ladrilhos não vidrados	Método do teste disponível		ISO 10545-14
Resistência Química			
- Resistência a ácidos e bases em baixas concentrações			
A)- Cerâmicos Vidrados	O fabricante tem de emitir a classificação		ISO 10545-13
B)- Cerâmicos não vidrados: Se a cor ficar ligeiramente diferente não é considerado ataque químico.			
- Resistência a ácidos e bases em baixas concentrações	Método de ensaio disponível		ISO 10545-13
- Resistência aos produtos químicos domésticos e aditivos para águas da piscina:			
A)- Cerâmicos Vidrados	Mínimo GB		ISO 10545-13
B)- Cerâmicos não vidrados: Se a cor ficar ligeiramente diferente não é considerado ataque químico.	Mínimo UB		
- Libertação de chumbo e cádmio	Método do teste disponível		ISO 10545-15

Anexo C

LADRILHOS CERÂMICOS EXTRUDIDOS - 3%<E<=6% - GRUPO AIIa-2

DIMENSÕES E QUALIDADE SUPERFICIAL	Industriais	Naturais	Teste
Dimensões Faciais - Comprimento e Largura			
O fabricante deve estabelecer as dimensões faciais de fabrico por uma das seguintes vias: A)- Para cerâmicos modulares a junta pode ser entre 3 mm a 11 mm B)- Para cerâmicos não modulares, é preciso garantir que a diferença entre as dimensões de fabrico e as dimensões normais não é maior que ± 3 mm O desvio, em percentagem, da média das dimensões de cada ladrilho em relação às dimensões de fabrico	± 1,5 % para um máximo de ± 2 mm	± 2,0 % para um máximo de ± 4 mm	ISO 10545-2
O desvio, em percentagem, da média das dimensões de cada ladrilho em relação a média das dimensões obtidas nas amostras	± 1,5 %	± 1,5%	ISO 10545-2
Espessura			
A)- A espessura deve ser definida pelo fabricante			
B)- O desvio, em percentagem, da média das dimensões de espessura de cada ladrilho em relação as dimensões de espessura de fabrico	± 10 %	± 10 %	ISO 10545-2
Rectangularidade das Arestas			
O máximo desvio da rectangularidade, em percentagem, relativamente ao correspondente nas dimensões de fabrico b) Não aplicável a azulejos com formas curvas	± 1 %	± 1 %	ISO 10545-2
Ortogonalidade			
O máximo desvio da ortogonalidade, em percentagem, relativamente ao correspondente nas dimensões de fabrico	± 1,0 %	± 1,0 %	ISO 10545-2
Planaridade (Curvatura e empeno)			
O máximo desvio da planaridade, em percentagem:			
A)- Curvatura do centro, relacionada com a diagonal calculada com dimensões de fabrico	± 1,0 %	± 1,5%	ISO 10545-2
B)- Curvatura do aresta, relacionada com a correspondentes dimensões de fabrico	± 1,0 %	± 1,5%	ISO 10545-2
C)- Empenamento, relacionada com a a diagonal das dimensões de fabrico	± 1,5%	± 1,5%	ISO 10545-2
Qualidade Superficial: Devido a diversos factores, pequenas variações de cor da superfície dos azulejos são inevitáveis. Mas este ponto, não se aplica a irregularidades intencionais da variação de cor da face dos azulejos ou quando a variação de cor é algo desejável. Manchas ou pontos que são introduzidos intencionalmente para decoração não são considerados defeitos.	Pelo menos 95% dos ladrilho devem estar isentos de defeitos visíveis que possam prejudicar o aspecto duma zona importante da área revestida		ISO 10545-2

LADRILHOS CERÂMICOS EXTRUDIDOS - 3%<E<=6% - GRUPO AIIa-2

PROPRIEDADES FÍSICAS	Industriais	Naturais	Teste
Absorção de água (% por Massa)	3%<E<=6% ; Valores Individuais≤6,5%		ISO 10545-3
Resistência a Flexão (em N)			
A)- Espessura >= 7,5 mm	Média ≥ 800		ISO 10545-4
B)- Espessura < 7,5 mm	Média ≥ 600		ISO 10545-4
Modulo de Rotura (N/mm^2)			
Não aplicável a cerâmicos com Resistência a Flexão maior que 3000 N	Mínimo de 13 Mínimo individual de 11		ISO 10545-4
Resistência ao Desgaste			
Ladrilhos não Vidrados	média ≤ 541 mm^3		ISO 10545-6
Ladrilhos vidrados	Registar a classe de Resistência e o nº de ciclos resistidos		ISO 10545-7
Coeficiente de Dilatação Térmica Linear			
Variações entre temperaturas ambiente ate 100ºC	Método de ensaio disponível		ISO 10545-8
Resistência ao choque térmico	Método de ensaio disponível		ISO 10545-9
Resistência á fendilhagem: Certos efeitos decorativos, que imitem a fendilhação, devem ser identificados pelos fabricante. Neste caso os valores de Resistência a fendilhação não são aplicáveis.	Sem deterioração		ISO 10545-11
Resistência ao gelo	Método de ensaio disponível		ISO 10545-12
Expansão por humidade	Método de ensaio disponível		ISO 10545-10
Pequenas diferenças na cor	Método de ensaio disponível		ISO 10545-16
Resistência ao choque mecânico	Método de ensaio disponível		ISO 10545-5

PROPRIEDADES QUÍMICAS	Precisos	Naturais	Teste
Resistência à formação de nódoas			
A)- Ladrilhos Vidrados	Mínimo Classe 3		ISO 10545-14
B)- Ladrilhos não vidrados	Método do teste disponível		ISO 10545-14
Resistência Química			
- Resistência a ácidos e bases em baixas concentrações			
A)- Cerâmicos Vidrados	O fabricante tem de emitir a classificação		ISO 10545-13
B)- Cerâmicos não vidrados: Se a cor ficar ligeiramente diferente não é considerado ataque químico.			
- Resistência a ácidos e bases em baixas concentrações	Método de ensaio disponível		ISO 10545-13
- Resistência aos produtos químicos domésticos e aditivos para águas da piscina:			
A)- Cerâmicos Vidrados	Mínimo GB		ISO 10545-13
B)- Cerâmicos não vidrados: Se a cor ficar ligeiramente diferente não é considerado ataque químico.	Mínimo UB		
- Libertação de chumbo e cádmio	Método do teste disponível		ISO 10545-15

Anexo D

LADRILHOS CERÂMICOS EXTRUDIDOS - 6%<E<=10% - GRUPO AIIb-1

DIMENSÕES E QUALIDADE SUPERFICIAL	Industriais	Naturais	Teste
Dimensões Faciais - Comprimento e Largura			
O fabricante deve estabelecer as dimensões faciais de fabrico por uma das seguintes vias: A)- Para cerâmicos modulares a junta pode ser entre 3 mm a 11 mm B)- Para cerâmicos não modulares, é preciso garantir que a diferença entre as dimensões de fabrico e as dimensões normais não é maior que ± 3 mm O desvio, em percentagem, da média das dimensões de cada ladrilho em relação às dimensões de fabrico	± 2,0 % para um máximo de ± 2 mm	± 2,0 % para um máximo de ± 4 mm	ISO 10545-2
O desvio, em percentagem, da média das dimensões de cada ladrilho em relação a média das dimensões obtidas nas amostras	± 1,5 %	± 1,5%	ISO 10545-2
Espessura			
A)- A espessura deve ser definida pelo fabricante			
B)- O desvio, em percentagem, da média das dimensões de espessura de cada ladrilho em relação as dimensões de espessura de fabrico	± 10 %	± 10 %	ISO 10545-2
Rectangularidade das Arestas			
O máximo desvio da rectangularidade, em percentagem, relativamente ao correspondente nas dimensões de fabrico b) Não aplicável a azulejos com formas curvas	± 1 %	± 1 %	ISO 10545-2
Ortogonalidade			
O máximo desvio da ortogonalidade, em percentagem, relativamente ao correspondente nas dimensões de fabrico	± 1,0 %	± 1,0 %	ISO 10545-2
Planaridade (Curvatura e empeno)			
O máximo desvio da planaridade, em percentagem:			
A)- Curvatura do centro, relacionada com a diagonal calculada com dimensões de fabrico	± 1,0 %	± 1,5%	ISO 10545-2
B)- Curvatura do aresta, relacionada com a correspondentes dimensões de fabrico	± 1,0 %	± 1,5%	ISO 10545-2
C)- Empenamento, relacionada com a a diagonal das dimensões de fabrico	± 1,5%	± 1,5%	ISO 10545-2
Qualidade Superficial: Devido a diversos factores, pequenas variações de cor da superfície dos azulejos são inevitáveis. Mas este ponto, não se aplica a irregularidades intencionais da variação de cor da face dos azulejos ou quando a variação de cor é algo desejável. Manchas ou pontos que são introduzidos intencionalmente para decoração não são considerados defeitos.	Pelo menos 95% dos ladrilho devem estar isentos de defeitos visíveis que possam prejudicar o aspecto duma zona importante da área revestida		ISO 10545-2

LADRILHOS CERÂMICOS EXTRUDIDOS - 6%<E<=10% - GRUPO AIIb-1

PROPRIEDADES FÍSICAS	Industriais	Naturais	Teste
Absorção de água (% por Massa)	6%<E<=10% ; Valores Individuais≤11%		ISO 10545-3
Resistência a Flexão (em N)	Média ≥ 900		ISO 10545-4
Modulo de Rotura (N/mm^2)			
Não aplicável a cerâmicos com Resistência a Flexão maior que 3000 N	Mínimo de 13 Mínimo individual de 11		ISO 10545-4
Resistência ao Desgaste			
Ladrilhos não Vidrados	média ≤ 649 mm^3		ISO 10545-6
Ladrilhos vidrados	Registar a classe de Resistência e o nº de ciclos resistidos		ISO 10545-7
Coeficiente de Dilatação Térmica Linear			
Variações entre temperaturas ambiente ate 100ºC	Método de ensaio disponível		ISO 10545-8
Resistência ao choque térmico	Método de ensaio disponível		ISO 10545-9
Resistência á fendilhagem: Certos efeitos decorativos, que imitem a fendilhação, devem ser identificados pelos fabricante. Neste caso os valores de Resistência a fendilhação não são aplicáveis.	Sem deterioração		ISO 10545-11
Resistência ao gelo	Método de ensaio disponível		ISO 10545-12
Expansão por humidade	Método de ensaio disponível		ISO 10545-10
Pequenas diferenças na cor	Método de ensaio disponível		ISO 10545-16
Resistência ao choque mecânico	Método de ensaio disponível		ISO 10545-5

PROPRIEDADES QUÍMICAS	Precisos	Naturais	Teste
Resistência à formação de nódoas			
A)- Ladrilhos Vidrados	Mínimo Classe 3		ISO 10545-14
B)- Ladrilhos não vidrados	Método do teste disponível		ISO 10545-14
Resistência Química			
- Resistência a ácidos e bases em baixas concentrações			
A)- Cerâmicos Vidrados	O fabricante tem de emitir a classificação		ISO 10545-13
B)- Cerâmicos não vidrados: Se a cor ficar ligeiramente diferente não é considerado ataque químico.			
- Resistência a ácidos e bases em baixas concentrações	Método de ensaio disponível		ISO 10545-13
- Resistência aos produtos químicos domésticos e aditivos para águas da piscina:			
A)- Cerâmicos Vidrados	Mínimo GB		ISO 10545-13
B)- Cerâmicos não vidrados: Se a cor ficar ligeiramente diferente não é considerado ataque químico.	Mínimo UB		
- Libertação de chumbo e cádmio	Método do teste disponível		ISO 10545-15

Anexo E

LADRILHOS CERÂMICOS EXTRUDIDOS - 6%<E<=10% - GRUPO AIIb-2

DIMENSÕES E QUALIDADE SUPERFICIAL	Industriais	Naturais	Teste
Dimensões Faciais - Comprimento e Largura			
O fabricante deve estabelecer as dimensões faciais de fabrico por uma das seguintes vias: A)- Para cerâmicos modulares a junta pode ser entre 3 mm a 11 mm B)- Para cerâmicos não modulares, é preciso garantir que a diferença entre as dimensões de fabrico e as dimensões normais não é maior que ± 3 mm O desvio, em percentagem, da média das dimensões de cada ladrilho em relação às dimensões de fabrico	± 2,0 % para um máximo de ± 2 mm	± 2,0 % para um máximo de ± 4 mm	ISO 10545-2
O desvio, em percentagem, da média das dimensões de cada ladrilho em relação a média das dimensões obtidas nas amostras	± 1,5 %	± 1,5%	ISO 10545-2
Espessura			
A)- A espessura deve ser definida pelo fabricante			
B)- O desvio, em percentagem, da média das dimensões de espessura de cada ladrilho em relação as dimensões de espessura de fabrico	± 10 %	± 10 %	ISO 10545-2
Rectangularidade das Arestas			
O máximo desvio da rectangularidade, em percentagem, relativamente ao correspondente nas dimensões de fabrico b) Não aplicável a azulejos com formas curvas	± 1,0 %	± 1,0 %	ISO 10545-2
Ortogonalidade			
O máximo desvio da ortogonalidade, em percentagem, relativamente ao correspondente nas dimensões de fabrico	± 1,0 %	± 1,0 %	ISO 10545-2
Planaridade (Curvatura e empeno)			
O máximo desvio da planaridade, em percentagem:			
A)- Curvatura do centro, relacionada com a diagonal calculada com dimensões de fabrico	± 1,0 %	± 1,5%	ISO 10545-2
B)- Curvatura do aresta, relacionada com a correspondentes dimensões de fabrico	± 1,0 %	± 1,5%	ISO 10545-2
C)- Empenamento, relacionada com a a diagonal das dimensões de fabrico	± 1,5%	± 1,5%	ISO 10545-2
Qualidade Superficial: Devido a diversos factores, pequenas variações de cor da superfície dos azulejos são inevitáveis. Mas este ponto, não se aplica a irregularidades intencionais da variação de cor da face dos azulejos ou quando a variação de cor é algo desejável. Manchas ou pontos que são introduzidos intencionalmente para decoração não são considerados defeitos.	Pelo menos 95% dos ladrilho devem estar isentos de defeitos visíveis que possam prejudicar o aspecto duma zona importante da área revestida		ISO 10545-2

LADRILHOS CERÂMICOS EXTRUDIDOS - 6%<E<=10% - GRUPO AIIb-2

PROPRIEDADES FÍSICAS	Industriais	Naturais	Teste
Absorção de água (% por Massa)	6%<E<=10% ; Valores Individuais≤11%		ISO 10545-3
Resistência a Flexão (em N)	Média ≥ 750		ISO 10545-4
Modulo de Rotura (N/mm^2)			
Não aplicável a cerâmicos com Resistência a Flexão maior que 3000 N	Mínimo de 9 Mínimo individual de 8		ISO 10545-4
Resistência ao Desgaste			
Ladrilhos não Vidrados	média ≤ 1062 mm^3		ISO 10545-6
Ladrilhos vidrados	Registar a classe de Resistência e o nº de ciclos resistidos		ISO 10545-7
Coeficiente de Dilatação Térmica Linear			
Variações entre temperaturas ambiente ate 100ºC	Método de ensaio disponível		ISO 10545-8
Resistência ao choque térmico	Método de ensaio disponível		ISO 10545-9
Resistência á fendilhagem: Certos efeitos decorativos, que imitem a fendilhação, devem ser identificados pelos fabricante. Neste caso os valores de Resistência a fendilhação não são aplicáveis.	Sem deterioração		ISO 10545-11
Resistência ao gelo	Método de ensaio disponível		ISO 10545-12
Expansão por humidade	Método de ensaio disponível		ISO 10545-10
Pequenas diferenças na cor	Método de ensaio disponível		ISO 10545-16
Resistência ao choque mecânico	Método de ensaio disponível		ISO 10545-5

PROPRIEDADES QUÍMICAS	Precisos	Naturais	Teste
Resistência à formação de nódoas			
A)- Ladrilhos Vidrados	Mínimo Classe 3		ISO 10545-14
B)- Ladrilhos não vidrados	Método do teste disponível		ISO 10545-14
Resistência Química			
- Resistência a ácidos e bases em baixas concentrações			
A)- Cerâmicos Vidrados	O fabricante tem de emitir a classificação		ISO 10545-13
B)- Cerâmicos não vidrados: Se a cor ficar ligeiramente diferente não é considerado ataque químico.			
- Resistência a ácidos e bases em baixas concentrações	Método de ensaio disponível		ISO 10545-13
- Resistência aos produtos químicos domésticos e aditivos para águas da piscina:			
A)- Cerâmicos Vidrados	Mínimo GB		ISO 10545-13
B)- Cerâmicos não vidrados: Se a cor ficar ligeiramente diferente não é considerado ataque químico.	Mínimo UB		
- Libertação de chumbo e cádmio	Método do teste disponível		ISO 10545-15

Anexo F

LADRILHOS CERÂMICOS EXTRUDIDOS - E>10% - GRUPO AIII

DIMENSÕES E QUALIDADE SUPERFICIAL	Industriais	Naturais	Teste
Dimensões Faciais - Comprimento e Largura			
O fabricante deve estabelecer as dimensões faciais de fabrico por uma das seguintes vias: A)- Para cerâmicos modulares a junta pode ser entre 3 mm a 11 mm B)- Para cerâmicos não modulares, é preciso garantir que a diferença entre as dimensões de fabrico e as dimensões normais não é maior que ± 3 mm O desvio, em percentagem, da média das dimensões de cada ladrilho em relação às dimensões de fabrico	± 2,0 % para um máximo de ± 2 mm	± 2,0 % para um máximo de ± 4 mm	ISO 10545-2
O desvio, em percentagem, da média das dimensões de cada ladrilho em relação a média das dimensões obtidas nas amostras	± 1,5 %	± 1,5%	ISO 10545-2
Espessura			
A)- A espessura deve ser definida pelo fabricante			
B)- O desvio, em percentagem, da média das dimensões de espessura de cada ladrilho em relação as dimensões de espessura de fabrico	± 10 %	± 10 %	ISO 10545-2
Rectangularidade das Arestas			
O máximo desvio da rectangularidade, em percentagem, relativamente ao correspondente nas dimensões de fabrico b) Não aplicável a azulejos com formas curvas	± 1,0 %	± 1,0 %	ISO 10545-2
Ortogonalidade			
O máximo desvio da ortogonalidade, em percentagem, relativamente ao correspondente nas dimensões de fabrico	± 1,0 %	± 1,0 %	ISO 10545-2
Planaridade (Curvatura e empeno)			
O máximo desvio da planaridade, em percentagem:			
A)- Curvatura do centro, relacionada com a diagonal calculada com dimensões de fabrico	± 1,0 %	± 1,5%	ISO 10545-2
B)- Curvatura do aresta, relacionada com a correspondentes dimensões de fabrico	± 1,0 %	± 1,5%	ISO 10545-2
C)- Empenamento, relacionada com a a diagonal das dimensões de fabrico	± 1,5%	± 1,5%	ISO 10545-2
Qualidade Superficial: Devido a diversos factores, pequenas variações de cor da superfície dos azulejos são inevitáveis. Mas este ponto, não se aplica a irregularidades intencionais da variação de cor da face dos azulejos ou quando a variação de cor é algo desejável. Manchas ou pontos que são introduzidos intencionalmente para decoração não são considerados defeitos.	Pelo menos 95% dos ladrilho devem estar isentos de defeitos visíveis que possam prejudicar o aspecto duma zona importante da área revestida		ISO 10545-2

LADRILHOS CERÂMICOS EXTRUDIDOS - E>10% - GRUPO AIII

PROPRIEDADES FÍSICAS	Industriais	Naturais	Teste
Absorção de água (% por Massa)	E>10% ; Valores Individuais≤11%		ISO 10545-3
Resistência a Flexão (em N)	Média ≥ 600		ISO 10545-4
Modulo de Rotura (N/mm^2)			
Não aplicável a cerâmicos com Resistência a Flexão maior que 3000 N	Mínimo de 8 Mínimo individual de 7		ISO 10545-4
Resistência ao Desgaste			
Ladrilhos não Vidrados	média ≤ 2365 mm^3		ISO 10545-6
Ladrilhos vidrados	Registar a classe de Resistência e o nº de ciclos resistidos		ISO 10545-7
Coeficiente de Dilatação Térmica Linear			
Variações entre temperaturas ambiente ate 100ºC	Método de ensaio disponível		ISO 10545-8
Resistência ao choque térmico	Método de ensaio disponível		ISO 10545-9
Resistência á fendilhagem: Certos efeitos decorativos, que imitem a fendilhação, devem ser identificados pelos fabricante. Neste caso os valores de Resistência a fendilhação não são aplicáveis.	Sem deterioração		ISO 10545-11
Resistência ao gelo	Método de ensaio disponível		ISO 10545-12
Expansão por humidade	Método de ensaio disponível		ISO 10545-10
Pequenas diferenças na cor	Método de ensaio disponível		ISO 10545-16
Resistência ao choque mecânico	Método de ensaio disponível		ISO 10545-5

PROPRIEDADES QUÍMICAS	Precisos	Naturais	Teste
Resistência à formação de nódoas			
A)- Ladrilhos Vidrados	Mínimo Classe 3		ISO 10545-14
B)- Ladrilhos não vidrados	Método do teste disponível		ISO 10545-14
Resistência Química			
- Resistência a ácidos e bases em baixas concentrações			
A)- Cerâmicos Vidrados	O fabricante tem de emitir a classificação		ISO 10545-13
B)- Cerâmicos não vidrados: Se a cor ficar ligeiramente diferente não é considerado ataque químico.			
- Resistência a ácidos e bases em baixas concentrações	Método de ensaio disponível		ISO 10545-13
- Resistência aos produtos químicos domésticos e aditivos para águas da piscina:			
A)- Cerâmicos Vidrados	Mínimo GB		ISO 10545-13
B)- Cerâmicos não vidrados: Se a cor ficar ligeiramente diferente não é considerado ataque químico.	Mínimo UB		
- Libertação de chumbo e cádmio	Método do teste disponível		ISO 10545-15

Anexo G

AZULEJOS CERÂMICOS PRENSADOS - E<=0,5% - GRUPO BIa

DIMENSÕES E QUALIDADE SUPERFICIAL	Área facial (S) dos ladrilhos mm^2				Teste
	S<= 90	90<S<=190	190<S<=410	S>410	
Dimensões Faciais - Comprimento e Largura					
O fabricante deve estabelecer as dimensões faciais de fabrico por uma das seguintes vias A)- Para cerâmicos modulares a junta pode ser entre 2 mm a 5 mm B)- Para cerâmicos não modulares, é preciso garantir que a diferença entre as dimensões de fabrico e as dimensões normais não é maior que ± 2 % (max.± 5mm) O desvio, em percentagem, da média das dimensões de cada ladrilho em relação às dimensões de fabrico	± 1,2 %	± 1,0 %	± 0,75 %	± 0,6 %	ISO 10545-2
O desvio, em percentagem, da média das dimensões de cada ladrilho em relação a média das dimensões obtidas nas amostras	± 0,75 %	± 0,5 %	± 0,5 %	± 0,5 %	ISO 10545-2
Espessura					
A)- A espessura deve ser especificada pelo Fabricante B)- O desvio, em percentagem, da média das dimensões de espessura de cada ladrilho em relação as dimensões de espessura de fabrico	± 10 %	± 10 %	± 5 %	± 5%	ISO 10545-2
Rectangularidade das Arestas [b)]					
O máximo desvio da rectangularidade, em percentagem, relativamente ao correspondente nas dimensões de fabrico b) Não aplicavel a azulejos com formas curvas	± 0,75 %	± 0,5 %	± 0,5 %	± 0,5 %	ISO 10545-2
Ortogonalidade					
O máximo desvio da ortogonalidade, em percentagem, relativamente ao correspondente nas dimensões de fabrico	± 1,0 %	± 0,6 %	± 0,6 %	± 0,6 %	ISO 10545-2
Planaridade (Curvatura e empeno)					
O máximo desvio da planaridade, em percentagem: A)- Curvatura do centro, relacionada com a diagonal calculada com dimensões de fabrico	± 1,0 %	± 0,5%	± 0,5%	± 0,5%	ISO 10545-2
B)- Curvatura do aresta, relacionada com a correspondentes dimensões de fabrico	± 1,0 %	± 0,5%	± 0,5%	± 0,5%	ISO 10545-2
C)- Empenamento, relacionada com a a diagonal das dimensões de fabrico	± 1,0 %	± 0,5%	± 0,5%	± 0,5%	ISO 10545-2
Qualidade Superficial: Devido a diversos factores, pequenas variações de cor da supercifie dos azulejos são inevitaveis. Mas este ponto, não se aplica a irregulariadades intencionais da variação de cor da face dos azulejos ou quando a variação de cor é algo desejavel. Manchas ou pontos que são introduzidos intencionalmente para decoração não são considerados defeitos.	Pelo menos 95% dos ladrilho devem estar isentos de defeitos visíveis que possam prejudicar o aspecto duma zona importante da área revestida				ISO 10545-2

AZULEJOS CERÂMICOS PRENSADOS - E<=0,5% - GRUPO BIa

PROPRIEDADES FÍSICAS	Área (S) dos productos cm^2				Teste
	S<= 90	90<S<=190	190<S<=410	S>410	
Absorção de água (% por Massa)	E<= 0,5% Maximo individual 0,6%				ISO 10545-3
Resistência a Flexão (em N)					
A)- Espessura >= 7,5 mm	Não menos que 1300				ISO 10545-4
B)- Espessura < 7,5 mm	Não menos que 700				ISO 10545-4
Modulo de Rotura (N/mm^2)					
Não aplicável a cerâmicos com Resistência a Flexão maior que 3000 N	Mínimo de 35		Minimo individual de 32		ISO 10545-4
Resistência ao Desgaste					
Ladrilhos não Vidrados	média ≤ 275 mm^3				ISO 10545-6
Ladrilhos vidrados	Registar a classe de Resistência e o nº de ciclos resistidos				ISO 10545-7
Coeficiente de Expansão Térmica Linear					
Variações entre temperaturas ambiente ate 100ºC	Método de ensaio disponível				ISO 10545-8
Resistência ao choque térmico	Método de ensaio disponível				ISO 10545-9
Resistência á fendilhagem: Certos efeitos decorativos, que imitem a fendilhação, devem ser identifcados pelos fabricante. Neste caso os valores de Resistencia a fendilhação não são aplicáveis.	Sem deterioração				ISO 10545-11
Resistência ao gelo	Sem deterioração				ISO 10545-12
Expansão por humidade	Método de ensaio disponível				ISO 10545-10
Pequenas diferenças na cor	Método de ensaio disponível				ISO 10545-10
Resistência ao choque mecânico	Método de ensaio disponível				ISO 10545-5

PROPRIEDADES QUÍMICAS	Área (S) dos productos cm^2				Teste
	S<= 90	90<S<=190	190<S<=410	S>410	
Resistência à formação de nódoas					
A)- Cerâmicos Vidrados	Mínimo Classe 3				ISO 10545-14
B)- Cerâmicos não vidrados	Método do teste disponível				ISO 10545-14
Resistência Química					
- Resistência a ácidos e bases em baixas concentrações					
A)- Cerâmicos Vidrados	O fabricante tem de indicar classificação				ISO 10545-13
B)- Cerâmicos não vidrados: Se a cor ficar ligeriramente diferente não é considerado ataque quimico.					
- Resistência a ácidos e bases em altas concentrações	Método do teste disponível				ISO 10545-13
- Resistência aos produtos químicos domésticos e aditivos para águas da piscina:					
A)- Cerâmicos Vidrados	Mínimo GB				ISO 10545-13
B)- Cerâmicos não vidrados: Se a cor ficar ligeriramente diferente não é considerado ataque quimico.	Mínimo UB				
Libertação de chumbo e cádio	Método do teste disponível				ISO 10545-15

AZULEJOS CERÂMICOS PRENSADOS - 0,5<E<=3% - GRUPO BIb

DIMENSÕES E QUALIDADE SUPERFICIAL	Área facial (S) dos ladrilhos mm^2				Teste
	S<= 90	90<S<=190	190<S<=410	S>410	
Dimensões Faciais - Comprimento e Largura					
O fabricante deve estabelecer as dimensões faciais de fabrico por uma das seguintes vias A)- Para cerâmicos modulares a junta pode ser entre 2 mm a 5 mm B)- Para cerâmicos não modulares, é preciso garantir que a diferença entre as dimensões de fabrico e as dimensões normais não é maior que ± 2 % (max.± 5mm) O desvio, em percentagem, da média das dimensões de cada ladrilho em relação às dimensões de fabrico	± 1,2 %	± 1,0 %	± 0,75 %	± 0,6 %	ISO 10545-2
O desvio, em percentagem, da média das dimensões de cada ladrilho em relação a média das dimensões obtidas nas amostras	± 0,75 %	± 0,5 %	± 0,5 %	± 0,5 %	ISO 10545-2
Espessura					
A)- A espessura deve ser especificada pelo Fabricante B)- O desvio, em percentagem, da média das dimensões de espessura de cada ladrilho em relação as dimensões de espessura de fabrico	± 10 %	± 10 %	± 5 %	± 5%	ISO 10545-2
Rectangularidade das Arestas [b)]					
O máximo desvio da rectangularidade, em percentagem, relativamente ao correspondente nas dimensões de fabrico b) Não aplicavel a azulejos com formas curvas	± 0,75 %	± 0,5 %	± 0,5 %	± 0,5 %	ISO 10545-2
Ortogonalidade					
O máximo desvio da ortogonalidade, em percentagem, relativamente ao correspondente nas dimensões de fabrico	± 1,0 %	± 0,6 %	± 0,6 %	± 0,6 %	ISO 10545-2
Planaridade (Curvatura e empeno)					
O máximo desvio da planaridade, em percentagem: A)- Curvatura do centro, relacionada com a diagonal calculada com dimensões de fabrico	± 1,0 %	± 0,5%	± 0,5%	± 0,5%	ISO 10545-2
B)- Curvatura do aresta, relacionada com a correspondentes dimensões de fabrico	± 1,0 %	± 0,5%	± 0,5%	± 0,5%	ISO 10545-2
C)- Empenamento, relacionada com a a diagonal das dimensões de fabrico	± 1,0 %	± 0,5%	± 0,5%	± 0,5%	ISO 10545-2
Qualidade Superficial: Devido a diversos factores, pequenas variações de cor da supercifie dos azulejos são inevitaveis. Mas este ponto, não se aplica a irregulariadades intencionais da variação de cor da face dos azulejos ou quando a variação de cor é algo desejavel. Manchas ou pontos que são introduzidos intencionalmente para decoração não são considerados defeitos.	Pelo menos 95% dos ladrilho devem estar isentos de defeitos visíveis que possam prejudicar o aspecto duma zona importante da área revestida				ISO 10545-2

AZULEJOS CERÂMICOS PRENSADOS - 0,5<E<=3% - GRUPO BIb

PROPRIEDADES FÍSICAS	Área (S) dos productos cm^2				Teste
	S<= 90	90<S<=190	190<S<=410	S>410	
Absorção de água (% por Massa)	0,5<E<3,0% Maximo individual 3,3%				ISO 10545-3
Resistência a Flexão (em N)					
A)- Espessura >= 7,5 mm	Não menos que 1100				ISO 10545-4
B)- Espessura < 7,5 mm	Não menos que 700				ISO 10545-4
Modulo de Rotura (N/mm^2)					
Não aplicável a cerâmicos com Resistência a Flexão maior que 3000 N	Mínimo de 30		Minimo individual de 27		ISO 10545-4
Resistência ao Desgaste					
Ladrilhos não Vidrados	média ≤ 175 mm^3				ISO 10545-6
Ladrilhos vidrados	Registar a classe de Resistência e o nº de ciclos resistidos				ISO 10545-7
Coeficiente de Expansão Térmica Linear					
Variações entre temperaturas ambiente ate 100ºC	Método de ensaio disponível				ISO 10545-8
Resistência ao choque térmico	Método de ensaio disponível				ISO 10545-9
Resistência á fendilhagem: Certos efeitos decorativos, que imitem a fendilhação, devem ser identifcados pelos fabricante. Neste caso os valores de Resistencia a fendilhação não são aplicáveis.	Sem deterioração				ISO 10545-11
Resistência ao gelo	Sem deterioração				ISO 10545-12
Expansão por humidade	Método de ensaio disponível				ISO 10545-10
Pequenas diferenças na cor	Método de ensaio disponível				ISO 10545-10
Resistência ao choque mecânico	Método de ensaio disponível				ISO 10545-5

PROPRIEDADES QUÍMICAS	Área (S) dos productos cm^2				Teste
	S<= 90	90<S<=190	190<S<=410	S>410	
Resistência à formação de nódoas					
A)- Cerâmicos Vidrados	Mínimo Classe 3				ISO 10545-14
B)- Cerâmicos não vidrados	Método do teste disponível				ISO 10545-14
Resistência Química					
- Resistência a ácidos e bases em baixas concentrações					
A)- Cerâmicos Vidrados	O fabricante tem de indicar classificação				ISO 10545-13
B)- Cerâmicos não vidrados: Se a cor ficar ligeriramente diferente não é considerado ataque quimico.					
- Resistência a ácidos e bases em altas concentrações	Método do teste disponível				ISO 10545-13
- Resistência aos produtos químicos domésticos e aditivos para águas da piscina:					
A)- Cerâmicos Vidrados	Mínimo GB				ISO 10545-13
B)- Cerâmicos não vidrados: Se a cor ficar ligeriramente diferente não é considerado ataque quimico.	Mínimo UB				
Libertação de chumbo e cádio	Método do teste disponível				ISO 10545-15

Anexo J

AZULEJOS CERÂMICOS PRENSADOS - 3<E<=6% - GRUPO BIIa

DIMENSÕES E QUALIDADE SUPERFICIAL	Área facial (S) dos ladrilhos mm^2				Teste
	S<= 90	90<S<=190	190<S<=410	S>410	
Dimensões Faciais - Comprimento e Largura					
O fabricante deve estabelecer as dimensões faciais de fabrico por uma das seguintes vias A)- Para cerâmicos modulares a junta pode ser entre 2 mm a 5 mm B)- Para cerâmicos não modulares, é preciso garantir que a diferença entre as dimensões de fabrico e as dimensões normais não é maior que ± 2 % (max.± 5mm) O desvio, em percentagem, da média das dimensões de cada ladrilho em relação às dimensões de fabrico	± 1,2 %	± 1,0 %	± 0,75 %	± 0,6 %	ISO 10545-2
O desvio, em percentagem, da média das dimensões de cada ladrilho em relação a média das dimensões obtidas nas amostras	± 0,75 %	± 0,5 %	± 0,5 %	± 0,5 %	ISO 10545-2
Espessura					
A)- A espessura deve ser especificada pelo Fabricante B)- O desvio, em percentagem, da média das dimensões de espessura de cada ladrilho em relação as dimensões de espessura de fabrico	± 10 %	± 10 %	± 5 %	± 5%	ISO 10545-2
Rectangularidade das Arestas [b)]					
O máximo desvio da rectangularidade, em percentagem, relativamente ao correspondente nas dimensões de fabrico b) Não aplicavel a azulejos com formas curvas	± 0,75 %	± 0,5 %	± 0,5 %	± 0,5 %	ISO 10545-2
Ortogonalidade					
O máximo desvio da ortogonalidade, em percentagem, relativamente ao correspondente nas dimensões de fabrico	± 1,0 %	± 0,6 %	± 0,6 %	± 0,6 %	ISO 10545-2
Planaridade (Curvatura e empeno)					
O máximo desvio da planaridade, em percentagem: A)- Curvatura do centro, relacionada com a diagonal calculada com dimensões de fabrico	± 1,0 %	± 0,5%	± 0,5%	± 0,5%	ISO 10545-2
B)- Curvatura do aresta, relacionada com a correspondentes dimensões de fabrico	± 1,0 %	± 0,5%	± 0,5%	± 0,5%	ISO 10545-2
C)- Empenamento, relacionada com a a diagonal das dimensões de fabrico	± 1,0 %	± 0,5%	± 0,5%	± 0,5%	ISO 10545-2
Qualidade Superficial: Devido a diversos factores, pequenas variações de cor da supercifie dos azulejos são inevitaveis. Mas este ponto, não se aplica a irregulariadades intencionais da variação de cor da face dos azulejos ou quando a variação de cor é algo desejavel. Manchas ou pontos que são introduzidos intencionalmente para decoração não são considerados defeitos.	Pelo menos 95% dos ladrilho devem estar isentos de defeitos visíveis que possam prejudicar o aspecto duma zona importante da área revestida				ISO 10545-2

AZULEJOS CERÂMICOS PRENSADOS - 3<E<=6% - GRUPO BIIa

PROPRIEDADES FÍSICAS	Área (S) dos productos cm^2				Teste
	S<= 90	90<S<=190	190<S<=410	S>410	
Absorção de água (% por Massa)	3,0<E<6,0% Maximo individual 6,5%				ISO 10545-3
Resistência a Flexão (em N)					
A)- Espessura >= 7,5 mm	Não menos que 1000				ISO 10545-4
B)- Espessura < 7,5 mm	Não menos que 600				ISO 10545-4
Modulo de Rotura (N/mm^2)					
Não aplicável a cerâmicos com Resistência a Flexão maior que 3000 N	Mínimo de 22		Minimo individual de 20		ISO 10545-4
Resistência ao Desgaste					
Ladrilhos não Vidrados	média ≤ 345 mm^3				ISO 10545-6
Ladrilhos vidrados	Registar a classe de Resistência e o nº de ciclos resistidos				ISO 10545-7
Coeficiente de Expansão Térmica Linear					
Variações entre temperaturas ambiente ate 100ºC	Método de ensaio disponível				ISO 10545-8
Resistência ao choque térmico	Método de ensaio disponível				ISO 10545-9
Resistência á fendilhagem: Certos efeitos decorativos, que imitem a fendilhação, devem ser identifcados pelos fabricante. Neste caso os valores de Resistencia a fendilhação não são aplicáveis.	Sem deterioração				ISO 10545-11
Resistência ao gelo	Sem deterioração				ISO 10545-12
Expansão por humidade	Método de ensaio disponível				ISO 10545-10
Pequenas diferenças na cor	Método de ensaio disponível				ISO 10545-10
Resistência ao choque mecânico	Método de ensaio disponível				ISO 10545-5

PROPRIEDADES QUÍMICAS	Área (S) dos productos cm^2				Teste
	S<= 90	90<S<=190	190<S<=410	S>410	
Resistência à formação de nódoas					
A)- Cerâmicos Vidrados	Mínimo Classe 3				ISO 10545-14
B)- Cerâmicos não vidrados	Método do teste disponível				ISO 10545-14
Resistência Química					
- Resistência a ácidos e bases em baixas concentrações					
A)- Cerâmicos Vidrados	O fabricante tem de indicar classificação				ISO 10545-13
B)- Cerâmicos não vidrados: Se a cor ficar ligeriramente diferente não é considerado ataque quimico.					
- Resistência a ácidos e bases em altas concentrações	Método do teste disponível				ISO 10545-13
- Resistência aos produtos químicos domésticos e aditivos para águas da piscina:					
A)- Cerâmicos Vidrados	Mínimo GB				ISO 10545-13
B)- Cerâmicos não vidrados: Se a cor ficar ligeriramente diferente não é considerado ataque quimico.	Mínimo UB				
Libertação de chumbo e cádio	Método do teste disponível				ISO 10545-15

AZULEJOS CERÂMICOS PRENSADOS - 6,0<E<=10,0% - GRUPO BIIb

DIMENSÕES E QUALIDADE SUPERFICIAL	Área facial (S) dos ladrilhos mm^2				Teste
	S<= 90	90<S<=190	190<S<=410	S>410	
Dimensões Faciais - Comprimento e Largura					
O fabricante deve estabelecer as dimensões faciais de fabrico por uma das seguintes vias A)- Para cerâmicos modulares a junta pode ser entre 2 mm a 5 mm B)- Para cerâmicos não modulares, é preciso garantir que a diferença entre as dimensões de fabrico e as dimensões normais não é maior que ± 2 % (max.± 5mm) O desvio, em percentagem, da média das dimensões de cada ladrilho em relação às dimensões de fabrico	± 1,2 %	± 1,0 %	± 0,75 %	± 0,6 %	ISO 10545-2
O desvio, em percentagem, da média das dimensões de cada ladrilho em relação a média das dimensões obtidas nas amostras	± 0,75 %	± 0,5 %	± 0,5 %	± 0,5 %	ISO 10545-2
Espessura					
A)- A espessura deve ser especificada pelo Fabricante B)- O desvio, em percentagem, da média das dimensões de espessura de cada ladrilho em relação as dimensões de espessura de fabrico	± 10 %	± 10 %	± 5 %	± 5%	ISO 10545-2
Rectangularidade das Arestas [b)]					
O máximo desvio da rectangularidade, em percentagem, relativamente ao correspondente nas dimensões de fabrico b) Não aplicavel a azulejos com formas curvas	± 0,75 %	± 0,5 %	± 0,5 %	± 0,5 %	ISO 10545-2
Ortogonalidade					
O máximo desvio da ortogonalidade, em percentagem, relativamente ao correspondente nas dimensões de fabrico	± 1,0 %	± 0,6 %	± 0,6 %	± 0,6 %	ISO 10545-2
Planaridade (Curvatura e empeno)					
O máximo desvio da planaridade, em percentagem: A)- Curvatura do centro, relacionada com a diagonal calculada com dimensões de fabrico	± 1,0 %	± 0,5%	± 0,5%	± 0,5%	ISO 10545-2
B)- Curvatura do aresta, relacionada com a correspondentes dimensões de fabrico	± 1,0 %	± 0,5%	± 0,5%	± 0,5%	ISO 10545-2
C)- Empenamento, relacionada com a a diagonal das dimensões de fabrico	± 1,0 %	± 0,5%	± 0,5%	± 0,5%	ISO 10545-2
Qualidade Superficial: Devido a diversos factores, pequenas variações de cor da supercifie dos azulejos são inevitaveis. Mas este ponto, não se aplica a irregulariadades intencionais da variação de cor da face dos azulejos ou quando a variação de cor é algo desejavel. Manchas ou pontos que são introduzidos intencionalmente para decoração não são considerados defeitos.	Pelo menos 95% dos ladrilho devem estar isentos de defeitos visíveis que possam prejudicar o aspecto duma zona importante da área revestida				ISO 10545-2

AZULEJOS CERÂMICOS PRENSADOS - 6,0<E<=10,0% - GRUPO BIIb

PROPRIEDADES FÍSICAS	Área (S) dos productos cm^2				Teste
	S<= 90	90<S<=190	190<S<=410	S>410	
Absorção de água (% por Massa)	6,0<E<10,0% Maximo individual 6,5%				ISO 10545-3
Resistência a Flexão (em N)					
A)- Espessura >= 7,5 mm	Não menos que 800				ISO 10545-4
B)- Espessura < 7,5 mm	Não menos que 500				ISO 10545-4
Modulo de Rotura (N/mm^2)					
Não aplicável a cerâmicos com Resistência a Flexão maior que 3000 N	Mínimo de 18		Minimo individual de 16		ISO 10545-4
Resistência ao Desgaste					
Ladrilhos não Vidrados	média ≤ 540 mm^3				ISO 10545-6
Ladrilhos vidrados	Registar a classe de Resistência e o nº de ciclos resistidos				ISO 10545-7
Coeficiente de Expansão Térmica Linear					
Variações entre temperaturas ambiente ate 100ºC	Método de ensaio disponível				ISO 10545-8
Resistência ao choque térmico	Método de ensaio disponível				ISO 10545-9
Resistência á fendilhagem: Certos efeitos decorativos, que imitem a fendilhação, devem ser identifcados pelos fabricante. Neste caso os valores de Resistencia a fendilhação não são aplicáveis.	Sem deterioração				ISO 10545-11
Resistência ao gelo	Sem deterioração				ISO 10545-12
Expansão por humidade	Método de ensaio disponível				ISO 10545-10
Pequenas diferenças na cor	Método de ensaio disponível				ISO 10545-10
Resistência ao choque mecânico	Método de ensaio disponível				ISO 10545-5

PROPRIEDADES QUÍMICAS	Área (S) dos productos cm^2				Teste
	S<= 90	90<S<=190	190<S<=410	S>410	
Resistência à formação de nódoas					
A)- Cerâmicos Vidrados	Mínimo Classe 3				ISO 10545-14
B)- Cerâmicos não vidrados	Método do ensaio disponível				ISO 10545-14
Resistência Química					
- Resistência a ácidos e bases em baixas concentrações					
A)- Cerâmicos Vidrados	O fabricante tem de indicar classificação				ISO 10545-13
B)- Cerâmicos não vidrados: Se a cor ficar ligeriramente diferente não é considerado ataque quimico.					
- Resistência a ácidos e bases em altas concentrações	Método do teste disponível				ISO 10545-13
- Resistência aos produtos químicos domésticos e aditivos para águas da piscina:					
A)- Cerâmicos Vidrados	Mínimo GB				ISO 10545-13
B)- Cerâmicos não vidrados: Se a cor ficar ligeriramente diferente não é considerado ataque quimico.	Mínimo UB				
Libertação de chumbo e cádio	Método do teste disponível				ISO 10545-15

Anexo L

AZULEJOS CERÂMICOS PRENSADOS - E>10,0% - GRUPO BIII

DIMENSÕES E QUALIDADE SUPERFICIAL	Sem dispositivo de espaçamento	Com dispositivo de espaçamento	Teste
Comprimento e Largura			
O fabricante pode escolher um dos seguintes "tamanhos" :			
A)- Para cerâmicos modulares a junta pode ser entre 1,5 mm a 5 mm			
B)- Para ladrilhos não modulares, é preciso garantir que a diferença entre as dimensões de fabrico e as dimensões normais não é maior que ± 2 mm (max.± 5mm)			
O desvio, em percentagem, da média das dimensões de cada ladrilho em relação às dimensões de fabrico	l<= 12 cm: ± 0,75% l> 12 cm: ± 0,50%	0,6% -0,3	ISO 10545-2
O desvio, em percentagem, da média das dimensões de cada ladrilho em relação a média das dimensões obtidas nas amostras	l<= 12 cm: ± 0,5% l> 12 cm: ± 0,30%	±0,25% ±0,3	ISO 10545-2
Espessura			
A)- A espessura deve ser especificada pelo Fabricante			
B)- O desvio, em percentagem, da média das dimensões de espessura de cada ladrilho em relação as dimensões de espessura de fabrico	± 10 %	± 10 %	ISO 10545-2
Rectangularidade das Arestas b)			
O máximo desvio da rectangularidade, em percentagem, relativamente ao correspondente nas dimensões de fabrico b) Não aplicavel a azulejos com formas curvas	± 0,3 %	± 0,3%	
Ortogonalidade			
O máximo desvio da ortogonalidade, em percentagem, relativamente ao correspondente nas dimensões de fabrico	± 0,5 %	± 0,3%	
Planaridade (Curvatura e empeno)			
O máximo desvio da planaridade, em percentagem:			
A)- Curvatura do centro, relacionada com a diagonal calculada com dimensões de fabrico	+ 0,5 % ; -0,3	+ 0,8mm ; - 0,2mm	ISO 10545-2
B)- Curvatura do aresta, relacionada com a correspondentes dimensões de fabrico	+ 0,5 % ; -0,3	+ 0,8mm ; - 0,2mm	
C)- Empenamento, relacionada com a a diagonal das dimensões de fabrico	±0,5	S≤250 0,5mm; S>250 0,75mm;	
Qualidade Superficial: Devido a diversos factores, pequenas variações de cor da supercifie dos azulejos são inevitaveis. Mas este ponto, não se aplica a irregulariadades intencionais da variação de cor da face dos azulejos ou quando a variação de cor é algo desejavel. Manchas ou pontos que são introduzidos intencionalmente para decoração não são considerados defeitos.	Pelo menos 95% dos ladrilho devem estar isentos de defeitos visíveis que possam prejudicar o aspecto duma zona importante da área revestida		ISO 10545-2

AZULEJOS CERÂMICOS PRENSADOS - E>10,0% - GRUPO BIII

DIMENSÕES E QUALIDADE SUPERFICIAL	Sem dispositivo de espaçamento	Com dispositivo de espaçamento	Teste
Absorção de água (% por Massa)	E>10 % ; Minimo individual 9%		ISO 10545-3
Resistência a Flexão (em N)			
A)- Espessura >= 7,5 mm	Não menos que 600		ISO 10545-4
B)- Espessura < 7,5 mm	Não menos que 200		ISO 10545-4
Modulo de Rotura (N/mm^2)			
Não aplicável a cerâmicos com Resistência a Flexão maior que 3000 N			
A)- Espessura >= 7,5 mm	Minimo de 15		ISO 10545-4
B)- Espessura < 7,5 mm	Minimo de 12		ISO 10545-4
Resistência ao Desgaste			
Ladrilhos vidrados	Registar a classe de Resistência e o nº de ciclos resistidos		ISO 10545-7
Coeficiente de Expansão Térmica Linear			
Variações entre temperaturas ambiente ate 100ºC	Método de ensaio disponível		ISO 10545-8
Resistência á fendilhagem: Certos efeitos decorativos, que imitem a fendilhação, devem ser identifcados pelos fabricante. Neste caso os valores de Resistencia a fendilhação não são aplicáveis.	Sem deterioração		ISO 10545-11
Resistência ao choque térmico	Método de ensaio disponível		ISO 10545-9
Resistência ao gelo	Sem deterioração		ISO 10545-12
Expansão por humidade	Método de ensaio disponível		ISO 10545-10
Pequenas diferenças na cor	Método de ensaio disponível		ISO 10545-10
Resistência ao choque mecânico	Método de ensaio disponível		ISO 10545-5

PROPRIEDADES QUIMICAS	Sem dispositivo de espaçamento	Com dispositivo de espaçamento	Teste
Resistência á formação de nódoas			
A)- Cerâmicos Vidrados	Mínimo Classe 3		ISO 10545-14
B)- Cerâmicos não vidrados	Método de ensaio disponível		
Resistência Química			
- Resistência a ácidos e bases em baixas concentrações			
A)- Cerâmicos Vidrados	O fabricante tem de indicar classificação		ISO 10545-13
B)- Cerâmicos não vidrados: Se a cor ficar ligeriramente diferente não é considerado ataque quimico.			
- Resistência a ácidos e bases em altas concentrações	Método do teste disponível		ISO 10545-13
- Resistência aos produtos químicos domésticos e aditivos para águas da piscina:			
A)- Cerâmicos Vidrados	Mínimo GB ou melhor		ISO 10545-13
Libertação de chumbo e cádio	Método do teste disponível		ISO 10545-15