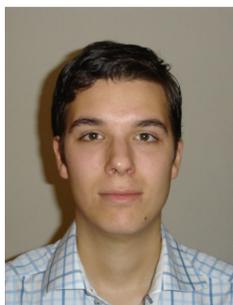


## Um Contributo para a Sistematização do Conhecimento da Patologia da Construção em Portugal – [www.patorreb.com](http://www.patorreb.com)



Vasco Peixoto de Freitas  
Prof. Catedrático  
LFC – FEUP  
Portugal  
vpfreita@fe.up.pt



Sandro M. Alves  
Bolseiro de Investigação  
LFC – FEUP  
Portugal  
sandroalves20@gmail.com



Marília Sousa  
Prof. Engº Vasco Peixoto  
de Freitas, Lda  
Portugal  
mariliamfsousa@yahoo.com

**Resumo:** Muito embora haja uma preocupação crescente com a qualidade da construção, verifica-se que os edifícios construídos nos últimos anos não apresentam a qualidade e a durabilidade esperada. A falta de sistematização da informação origina erros e patologias repetidos múltiplas vezes. O Grupo de Estudos da Patologia da Construção – PATORREB desenvolveu um catálogo de Patologias on-line, constituído por um conjunto de Fichas que incluem a descrição da patologia, sondagens e medidas para sua interpretação, causas e soluções possíveis de reparação. Esta comunicação apresenta o trabalho desenvolvido evidenciando fichas de patologia associadas ao comportamento de argamassas.

**Palavras-chave:** PATORREB, Patologia, Catálogo, Argamassa.

### 1. INTRODUÇÃO

Apesar de existir uma preocupação crescente com a qualidade da construção, muitos dos edifícios construídos nos últimos anos não apresentam o desempenho e a durabilidade esperada e não existe informação disponível com a sistematização das principais patologias que afectam esses edifícios.

A física das construções constitui um instrumento importante no dimensionamento dos elementos de construção. Contudo, nem sempre são utilizados esses conhecimentos disponíveis, o que explica muitos dos erros observados. Consideramos que, no mínimo, se deve utilizar a informação disponível sobre patologia da construção de forma a evitar a escolha de soluções inadequadas.

O registo dos erros e a análise das causas que lhe deram origem, bem como a sua divulgação, são fundamentais para o conhecimento das patologias mais frequentes. Neste sentido, o Grupo de Estudos da Patologia da Construção – PATORREB criou o site

www.patorreb.com [1], onde se procede à publicação e divulgação de um catálogo de patologias formado por um conjunto de fichas de patologia que contêm a descrição do problema, os métodos de diagnóstico utilizados, a definição das principais causas dos problemas estudados e soluções possíveis de reparação.

## 2. CUSTOS ASSOCIADOS À PATOLOGIA DA CONSTRUÇÃO

Em França, a “Agence Qualité Construction” (AQC), organismo responsável pela apreciação e implementação da qualidade na construção, criou um mecanismo de recolha e análise dos sinistros declarados às companhias seguradoras – sistema SYCODÉS, no âmbito da garantia decenal e dos seguros inerentes (seguros de reparação de danos e de responsabilidade decenal), obrigatórios em França desde 1978. Estes dados constituem um elemento fundamental na avaliação da importância da patologia da construção. [2]

Entre 1999 e 2001 foram analisados 39.000 casos de sinistros declarados às companhias seguradoras, a que corresponderam custos de reparação cujo valor variava entre €1.000 e €130.000, atingindo no seu total um custo de cerca de €200.000.000.

As coberturas e as fachadas são os elementos mais afectados pelas patologias, atingindo no seu conjunto 54% dos sinistros declarados. As patologias mais frequentes estão definidas na Figura 1, correspondendo 62% dos casos a problemas de estanquidade à água da envolvente dos edifícios. Na Figura 2 apresentam-se as principais causas que estiveram na origem dos problemas analisados, sendo os defeitos de execução claramente predominantes.

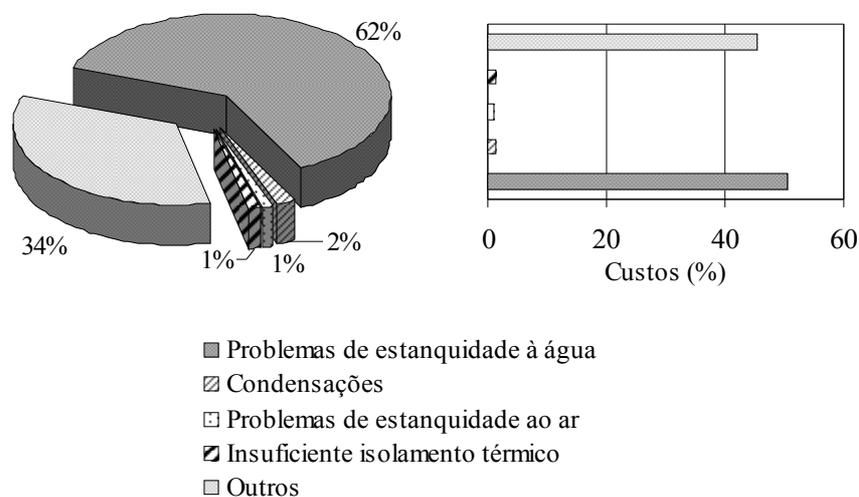


Figura 1 – Distribuição dos sinistros analisados e do custo dos trabalhos de reparação de danos em função das principais patologias

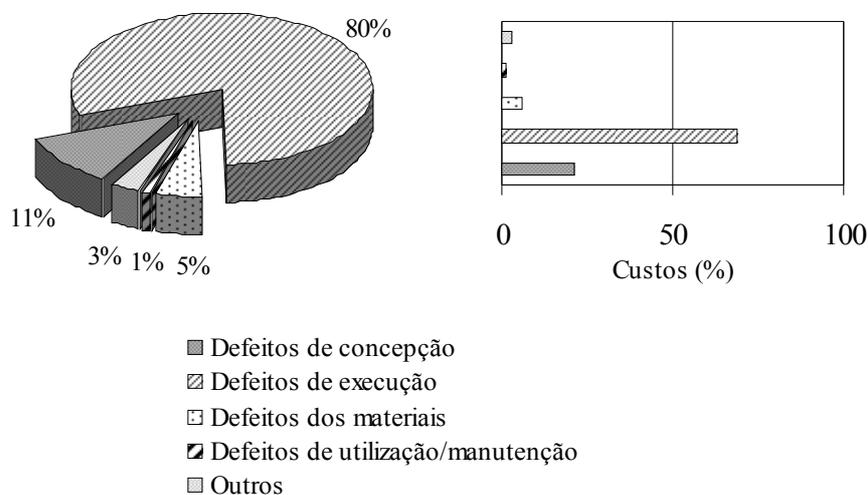


Figura 2 – Distribuição dos sinistros analisados e do custo dos trabalhos de reparação de danos em função das principais causas das patologias

A inexistência de um sistema efectivo de seguros em Portugal não permite realizar uma recolha de dados e efectuar uma análise estatística do problema da patologia da construção. Os dados existentes resultam de trabalhos pontuais de investigação, não permitindo uma abordagem global, mas estima-se que o custo da não qualidade que tem que ser suportado pelas empresas de construção durante o período de garantia (5 anos após a construção) é superior a 2% do custo total da obra. Por isso, torna-se absolutamente necessário fazer um estudo sistemático e fundamentado das principais patologias.

### 3. CATÁLOGO DE PATOLOGIAS – WWW.PATORREB.COM

O Grupo de Estudos da Patologia da Construção – PATORREB criou um site acessível a partir da Internet – [www.patorreb.com](http://www.patorreb.com) (Figura 3), onde se procede à publicação e divulgação de um catálogo de fichas de patologia elaboradas por diversas Universidades portuguesas. O site encontra-se disponível desde Junho de 2004, tendo sido já publicadas 85 fichas de patologia.

O Grupo de Estudos surgiu na sequência do 1.º Encontro sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios – PATORREB 2003 e é coordenado pelo Laboratório de Física das Construções (LFC) da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP). O desenvolvimento do site [www.patorreb.com](http://www.patorreb.com) contou com o apoio de 25 empresas e instituições públicas. Actualmente o acesso é gratuito para todos os utilizadores devidamente inscritos, registando-se mensalmente mais de 1000 visitantes. Desde Agosto de 2004 foram registadas mais de 32.000 consultas.

No site procede-se, fundamentalmente, à divulgação de um catálogo constituído por um conjunto de fichas de patologia. As fichas encontram-se agrupadas em função do elemento construtivo no qual se manifestou o problema (Figura 4).

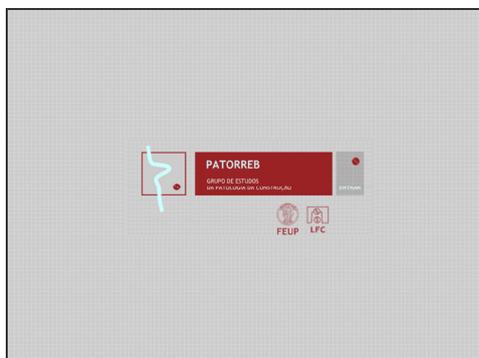


Figura 3 – Site do Grupo de Estudos da Patologia da Construção – PATORREB (www.patorreb.com)



Figura 4 – Organização do site www.patorreb.com

A informação está organizada de acordo com os seguintes campos (Figura 5): Identificação da patologia; Descrição da patologia; Sondagens e medidas; Causas da patologia; Soluções possíveis de reparação.

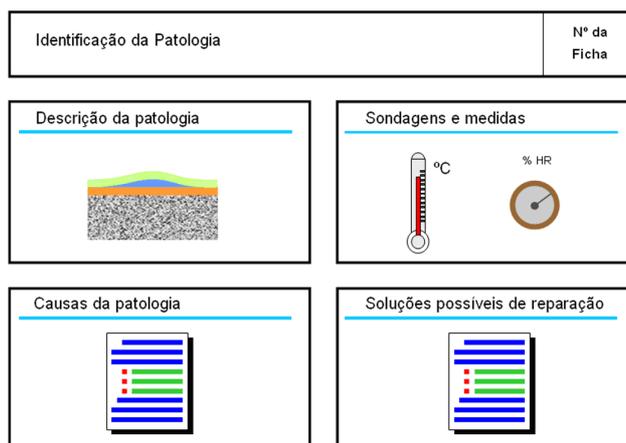


Figura 5 – Modelo tipo das “fichas de patologia”

A “identificação da patologia” (Figura 6) inclui a classificação e a descrição sumária da patologia em estudo, a indicação do elemento construtivo no qual se manifestou o problema e ainda a causa do problema. Um número sequencial é atribuído a cada ficha publicada, bem como são apresentadas palavras-chave, definidas de forma a permitir a fácil identificação do problema estudado.

Parede Exterior – Produto de Colagem		<b>FICHA A01</b>
<b>DESCOLAMENTO DO REVESTIMENTO EM LADRIINHOS CERÂMICOS DA FACHADA DE UM EDIFÍCIO</b>		
PALAVRAS-CHAVE	Parede Exterior, Ladrilhos Cerâmicos, Cimento-cola, Descolamento, Escolha do Produto de Colagem, Durabilidade	

Figura 6 – Campo da ficha de patologia correspondente à “identificação da patologia”

A descrição da patologia tem como base a observação visual e o registo fotográfico, de modo a identificar, inequivocamente, a patologia em estudo (Figura 7).



Figura 7 – Campo da ficha correspondente à “descrição da patologia”

Um diagnóstico preciso, devidamente fundamentado, identificando de forma clara as causas, é uma condição fundamental para a correção adequada dos problemas. Contudo, na prática, a complexidade dos elementos construtivos e a falta de informação dificultam a realização do diagnóstico. Perante estas circunstâncias, a recolha de informação é uma tarefa primordial. A análise dos elementos disponíveis, o testemunho dos utilizadores e a observação “in situ” para o estudo da situação real existente, desde a simples inspeção visual à realização de sondagens, ensaios “in situ” ou laboratoriais sobre os elementos de construção ou sobre provetes retirados, são etapas deste processo.

A existência de patologias pode ter origem em diversas causas resultantes da conjugação de vários factores, sendo de enorme importância a experiência de um técnico que possa avaliar e estudar o problema. Nas fichas de patologia publicadas apresenta-se uma descrição do fenómeno que esteve na origem da patologia, tendo como base o estudo de diagnóstico.

Nos trabalhos de reparação a efectuar, interessa adoptar procedimentos que assegurem resultados satisfatórios a longo prazo, apesar de ser sempre muito difícil resolver totalmente os problemas associados ao comportamento dos elementos de construção, sem uma intervenção global. São apresentadas possíveis soluções de reparação, definidas com base no estudo de diagnóstico realizado e nas causas do problema. Compete assinalar que se tratam de soluções específicas para o caso em análise, não devendo ser generalizadas para resolver problemas que aparentemente possam ser considerados análogos [3 e 4].

#### 4. EXEMPLO DE UMA FICHA DE PATOLOGIA

Portugal tem uma longa tradição na aplicação de ladrilhos cerâmicos em fachadas com excelentes resultados no passado. Contudo, nestes últimos anos tem-se observado um aumento considerável de patologias relacionadas com a colagem de materiais cerâmicos em fachadas, causadas pelas solicitações higrorémicas [5].

No caso de fachadas revestidas com ladrilhos cerâmicos é muito importante avaliar as seguintes causas:

- Qual é a deformabilidade da estrutura de suporte?
- Qual é a configuração das alvenarias que servem de suporte ao revestimento?
- Quais são as características do reboco aplicado?
- Quais são as características do material cerâmico?
- Qual é o critério de dimensionamento das juntas em função do tipo de material de revestimento utilizado?
- Qual é o tipo de cimento-cola seleccionado?

A compatibilização das exigências que os elementos de construção têm de cumprir é difícil. Por outro lado, nas últimas décadas, a industrialização da construção impede que as soluções sejam validadas pela experiência, o que conduziu a uma diminuição da durabilidade de muitas soluções construtivas, por falta de dimensionamento.

O aligeiramento e deformabilidade das estruturas que servem de suporte às alvenarias, a esbelteza do pano exterior, bem como o tratamento inadequado das pontes térmicas, associada à falta de informação sobre o modo de execução, explicam muitas das patologias que se observam nas fachadas revestidas com ladrilhos cerâmicos.

A compreensão das causas que conduzem ao descolamento e queda dos ladrilhos exige:

- Uma reflexão sobre a deformabilidade da estrutura de suporte das alvenarias, especialmente no que se refere às consolas (Figura 8). Será que as flechas habitualmente admissíveis são adequadas?

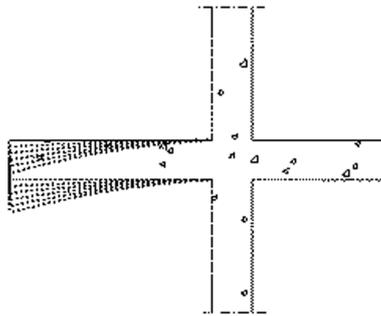


Figura 8 – Esquema de princípio da deformação das consolas

- Uma reavaliação das características das alvenarias. Destaca-se a instabilidade das alvenarias resultante das alterações da sua configuração, devido à correcção das pontes térmicas (Figura 9) e à expansão do tijolo pela influência da temperatura e humidade. Estudos realizados revelaram que as deformações reversíveis de carácter térmico numa parede, sem restrições, são da ordem de 0,2 a 0,3 mm/m e que as expansões irreversíveis do material cerâmico por acção da humidade podem ser superiores a 1 mm/m.

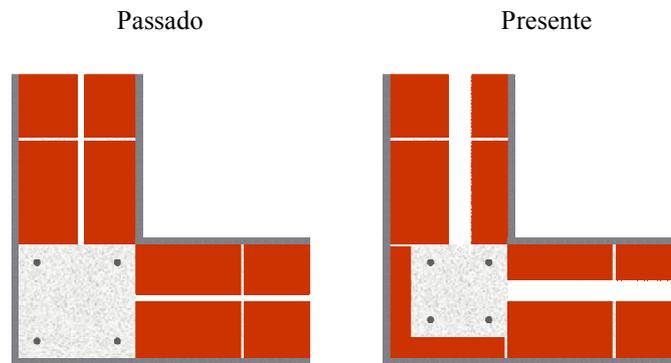


Figura 9 – Evolução da configuração das fachadas

- A quantificação das características do reboco aplicado, particularmente da sua resistência mecânica, determinada através de ensaios de arrancamento por tracção, e da sua variação dimensional devida às solicitações higrotérmicas.
- O dimensionamento das juntas.
- O dimensionamento do cimento-cola, que deverá ser rigorosamente seleccionada em função das características do revestimento e do suporte, tendo como base a marcação CE.

A aderência dos cimentos-cola é geralmente avaliada no período inicial sendo fundamental o conhecimento das suas características iniciais para a classificação e marcação. Contudo, este conhecimento prévio não indica qual o desempenho do material durante a sua vida útil. Para avaliar o desempenho a longo termo, submeteram-se várias amostras a ciclos de envelhecimento (temperatura, humidade relativa, humedificação e radiação) no Laboratório de Física das Construções – LFC da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto – FEUP. Neste estudo experimental utilizaram-se três tipos de ladrilhos cerâmicos com diferentes porosidades e cimento-cola do tipo C2 e C2S [6]. Nas Figuras 10 e 11 apresentam-se a configuração dos provetes ensaiados [7] e os resultados da variação da tensão de aderência em função do número de ciclos de envelhecimento acelerado, para o cimento-cola do tipo C2.

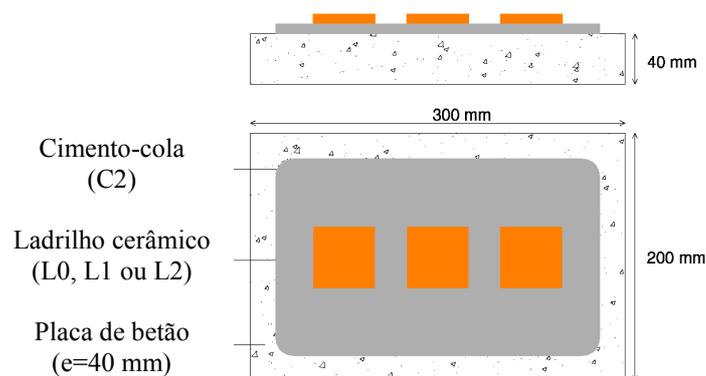


Figura 10 – Configuração das amostras testadas [7]

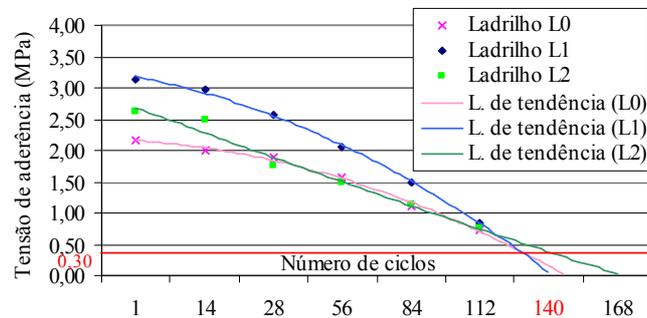


Figura 11 – Variação de tensão de aderência durante os ciclos de envelhecimento em função do ladrilho para o cimento-cola C2 [7]

A diminuição da tensão de aderência inicial é enorme ao fim de alguns ciclos o que evidencia que muitas das patologias que se verificam podem ter origem na degradação das propriedades mecânicas dos cimentos-cola ao longo do tempo. O dimensionamento e o projecto dos sistemas de revestimento com ladrilhos cerâmicos de fachadas é complexo, mas só assim será possível evitar patologias.

Na Figura 12 apresenta-se, a título de exemplo, uma ficha de patologia criada no âmbito de um protocolo realizado entre a Associação Portuguesa dos Fabricantes de Argamassas de Construção (APFAC) e o Grupo de Estudos da Patologia da Construção – PATORREB que visa a elaboração de um conjunto de fichas sobre patologias de argamassas para introduzir nas 4 Monografias em curso de preparação pela APFAC. [8]

## 5. CONCLUSÕES

As principais conclusões desta comunicação são as seguintes:

- Na construção tradicional as soluções eram validadas pela experiência. A industrialização e a ausência de dimensionamento das soluções construtivas conduziram ao aumento de patologias;
- A física das construções é um instrumento fundamental para a previsão dos problemas e dimensionamento das soluções;
- O conhecimento das patologias da construção permite evitar que se repitam os mesmos erros vezes sem conta. Os custos da não qualidade são muito elevados;
- O site [www.patorreb.com](http://www.patorreb.com) constitui um instrumento de carácter pedagógico e científico para a divulgação e sistematização da patologia da construção;
- O descolamento de ladrilhos cerâmicos das fachadas é um problema que afecta um número significativo de edifícios em Portugal. Tem múltiplas causas, nomeadamente a escolha inadequada do produto de colagem, a ausência de juntas de fraccionamento devidamente dimensionadas e a utilização de produtos muito rígidos no preenchimento das juntas de assentamento;
- A execução da colagem é também uma causa importante de patologia, bem como a durabilidade dos materiais utilizados;
- A patologia da Construção e a Reabilitação do Património Edificado são áreas do conhecimento que deverão ter um espaço próprio no ensino universitário.

Parede Exterior – Produto de Colagem

DESCOLAMENTO DO REVESTIMENTO EM LADRILHOS CERÂMICOS DA FACHADA DE UM EDIFÍCIO

DESCRIÇÃO DA PATOLOGIA

O revestimento cerâmico da fachada de um edifício de habitação apresentava-se degradado, tendo-se observado o destacamento muito significativo dos ladrilhos cerâmicos.

Trata-se de uma patologia generalizada, que apresenta uma maior incidência nas zonas mais expostas e de maior humedificação, tendo-se verificado um descolamento progressivo dos ladrilhos com o passar do tempo.

A observação cuidada da fachada permitiu verificar a ausência de fissuração do suporte nas zonas degradadas.



SONDAGENS E MEDIDAS

Realizaram-se sondagens para analisar a configuração da fachada, tendo-se verificado que a alvenaria de suporte do revestimento se encontrava confinada. Os estudos sobre a deformabilidade do suporte evidenciaram uma reduzida deformação.

O cimento-cola utilizado foi do tipo C1. As juntas entre ladrilhos cerâmicos têm cerca de 2 mm, não sendo conhecidas as características do material de preenchimento. Não existem juntas de fraccionamento.

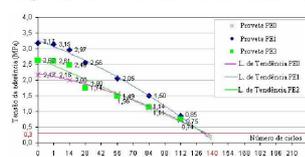
Para medir a aderência dos ladrilhos cerâmicos procedeu-se à realização de ensaios de arrancamento por tracção "in situ". A resistência ao arrancamento foi obtida através da colagem de uma peça metálica à superfície das plaquetas que foi depois sujeita a uma força perpendicular ao seu plano. Verificou-se, na maioria dos ensaios, que a interface de rotura se localizava entre o revestimento cerâmico e a argamassa de colagem (rotura adesiva). Os valores obtidos para a tensão de rotura encontram-se listados no quadro anexo.

Amostra	Tensão de rotura [MPa]	Média [MPa]	Desvio Padrão [MPa]
1	0,133	0,230	0,141
2	0,131		
3	0,318		
4	0,466		
5	0,100		

CAUSAS DA PATOLOGIA

O descolamento do revestimento em ladrilhos cerâmicos da fachada deveu-se ao uso de um produto de colagem inadequado (C1) e à perda de propriedades mecânicas ao longo do tempo. Nos ensaios de arrancamento por tracção, os valores não deveriam ser inferiores a 0,5 MPa de modo a garantir um correcto desempenho do revestimento. A ausência de juntas de fraccionamento e o incorrecto dimensionamento das juntas de assentamento poderão ter contribuído para este fenómeno.

Estudos experimentais realizados no Laboratório de Física das Construções – LFC, com o objectivo de avaliar o desempenho de diferentes tipos de cimento-cola ao longo da sua vida útil, permitiram concluir que o desempenho face à tensão de aderência diminui muito significativamente ao fim de alguns ciclos de envelhecimento acelerado. A título de exemplo, mostram-se os resultados obtidos para a variação da tensão de aderência de 3 tipos de ladrilhos colados com um cimento-cola do tipo C2 em função do número de ciclos de envelhecimento acelerado.



SOLUÇÕES POSSÍVEIS DE REPARAÇÃO

A correcção do problema implicaria a substituição do revestimento em ladrilhos cerâmicos, devendo ter-se em atenção os seguintes aspectos na aplicação dos novos ladrilhos:

- O cimento-cola deve ser criteriosamente escolhido em função das características do revestimento e do suporte (ver quadro anexo);
- O fabricante deve fornecer resultados sobre a variação das propriedades mecânicas do cimento-cola com o envelhecimento;
- As juntas de assentamento devem ser preenchidas por um produto flexível (módulo de elasticidade < 8000 MPa);
- Devem ser criadas juntas de fraccionamento (> 6mm) e juntas em correspondência com as juntas de dilatação, bem como devem ser previstas juntas nas zonas de contacto do revestimento cerâmico com os pontos singulares da fachada (por exemplo, peltoris, caixilharias, etc.) e nos ângulos salientes ou reentrantes da fachada.

NATUREZA	REVESTIMENTO	ALTURA DA FACHADA	
		H ≤ 6 m	6 m < H ≤ 28 m
Propolos em contacto directo ou pontual	S ≤ 50	C2 ou C2S	C2S
Frequentemente em contacto	S ≤ 201		
Atuando em torção	S ≤ 300 (15 × 15)	C2S	-
Ladrilhos em contacto ou pontual, exceto os decorados em relevo	S ≤ 2006 (40 × 40) 2009 ≤ S ≤ 2022 (50 × 50)		
Ladrilhos geralmente verticais	S ≤ 2006 (40 × 40)	C2S	C2S

**PALAVRAS-CHAVE** Parede Exterior, Ladrilhos Cerâmicos, Cimento-cola, Descolamento, Escolha do Produto de Colagem, Durabilidade

**AUTORES** Prof. Vasco P. de Freitas / Eng.º Sandro M. Alves

Figura 12 – Exemplo de uma ficha de patologia associada ao descolamento de ladrilhos cerâmicos

## 6. AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer aos Professores do Corpo Editorial do Grupo de Estudos – PATORREB, sem os quais este projecto não teria sido possível.

## 7. BIBLIOGRAFIA

- [1] *Grupo de Estudos da Patologia da Construção – PATORREB* ([www.patorreb.com](http://www.patorreb.com)).
- [2] *Agence Qualité Construction, Pathologie, sinistres et prévention des désordres* ([www.qualiteconstruction.com](http://www.qualiteconstruction.com)).
- [3] V. P. de Freitas, V. Abrantes (Editores). *Actas do 1.º Encontro Nacional sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios, PATORREB2003*. Porto, FEUP, Março 2003.
- [4] V. P. de Freitas, V. Abrantes, C. D. Gómez (Editores). *Actas do 2.º Encontro sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios, PATORREB 2006*. Porto, FEUP, Março 2006.
- [5] V. P. de Freitas, M. Sousa. *La importancia de un Catálogo de Patologías en el Diagnóstico de Fachadas Revestidas con Baldosas Cerámicas*. QUALICER 2006 – IX World Congress of Ceramic Tile Quality, Castellón, Espanha, Fevereiro 2006.
- [6] Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB). *Classification des colles à carrelage – Définitions e Spécifications*. Cahier 3264 du CSTB. CSTB 2000.
- [7] V. P. de Freitas, A.V. Sá. *Cementitious adhesives performance during service life*. 10DBMC International Conference on Durability of Building Materials and Components, Lyon, França, 17-20 Abril 2005.
- [8] Associação Portuguesa dos Fabricantes de Argamassas de Construção – APFAC ([www.apfac.pt](http://www.apfac.pt)).