



REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES

SECRETARIA REGIONAL DO TURISMO E TRANSPORTES  
**LABORATÓRIO REGIONAL DE ENGENHARIA CIVIL**

**DIREÇÃO DE SERVIÇOS DE ESTRUTURAS E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO**

PAVIMENTOS EM BETÃO - PATOLOGIAS  
CORRENTES E MEDIDAS DE PREVENÇÃO

RELATÓRIO 110/2015

Trabalho realizado para  
Laboratório Regional de Engenharia Civil

Ponta Delgada, outubro de 2015



REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES

SECRETARIA REGIONAL DO TURISMO E TRANSPORTES  
**LABORATÓRIO REGIONAL DE ENGENHARIA CIVIL**

**DIREÇÃO DE SERVIÇOS DE ESTRUTURAS E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO**

PAVIMENTOS EM BETÃO - PATOLOGIAS CORRENTES E MEDIDAS DE PREVENÇÃO

---

**IDENTIFICAÇÃO DO DOCUMENTO**

---

Relatório ID: LREC/DSEMC – RELATÓRIO 110/2015  
Proc. ID: Proc. 552  
LREC/CD - Cota ID: P698p  
Autor(s) ID: João Pimentel  
*Eng. Civil*  
Visto(s) ID: O Diretor de Serviços de Estruturas e Materiais de Construção  
José Carlos Oliveira  
O Diretor do Laboratório Regional de Engenharia Civil  
Francisco de Sousa Fernandes

---

---

**DECLARAÇÃO DE AUTENTICIDADE**

---

O Laboratório Regional de Engenharia Civil (LREC) declara que a cópia em formato PDF gravada no CD com ID LREC 110-15, constitui uma cópia integral e autêntica do documento acima identificado, encontrando-se em arquivo próprio do LREC o original em papel.

---

## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>PAVIMENTOS EM BETÃO</b> .....	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>ENQUADRAMENTO NORMATIVO</b> .....	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>PATOLOGIAS CORRENTES E MEDIDAS DE PREVENÇÃO</b> .....	<b>7</b>
4.1	Fissuração.....	8
4.1.1	Fissuração por retração restringida .....	8
4.1.2	Fissuração prematura.....	10
4.1.3	Outras causas.....	12
4.2	Reduzida resistência à abrasão .....	13
4.3	Empoeiramento ( <i>dusting</i> ) .....	13
4.4	Escamação ( <i>scaling</i> ) .....	14
4.5	Cavidades ( <i>popouts</i> ) .....	15
4.6	Bolhas e delaminação ( <i>blisters and delamination</i> ) .....	16
4.7	Desagregação ( <i>spalling</i> ) .....	17
4.8	Descoloração .....	18
4.9	Drenagem insuficiente.....	18
4.10	Empenamento/encurvadura ( <i>curling</i> ) .....	19
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	<b>21</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>22</b>

# 1 INTRODUÇÃO

Os pavimentos em betão são elementos construtivos que integram um grande número de obras em edifícios correntes, tais como armazéns industriais e parques de estacionamento, assim como edifícios de habitação multifamiliar, moradias e garagens, entre outras. A sua importância é, por vezes, menorizada face a outros elementos estruturais, uma vez que no meio técnico é corrente assumir-se que, pelo facto de ser um elemento apoiado continuamente em toda a sua extensão, não implica uma maior atenção tanto ao nível do seu dimensionamento como ao nível da sua execução.

Assim, pretende-se com este relatório não só alertar para um maior cuidado a ter em fases prévias de estudo e conceção, como mostrar algumas das patologias mais correntes que surgem após a construção e entrada em serviço destes elementos construtivos. Mostram-se neste documento algumas práticas a nível de projeto e de execução que podem ajudar à mitigação dos problemas atrás referidos.

Ao nível da organização deste documento, serão abordados os seguintes assuntos da forma como a seguir se resume:

- Enquadramento Normativo, onde se efetua um pequeno resumo das normas e documentos em vigor sobre o tema “Pavimentos em Betão”, tanto a nível nacional como europeu e mundial;
- Patologias correntes e medidas de prevenção, onde são indicadas as principais patologias que surgem neste tipo de elementos, algumas das suas causas e também medidas para a sua minimização;
- Conclusões, onde é sumariado o teor deste relatório.

## 2 PAVIMENTOS EM BETÃO

Existem várias tipologias de pavimentos em betão que podem ser enumeradas, sendo as mais correntes as estradas, autoestradas, aeroportos, caminhos pedestres, ciclovias, zonas de armazenagem, entre outras. A cada um destes tipos de pavimentos estão associadas diferentes soluções, uma vez que o nível de cargas previsto difere de caso para caso. Podem ser enumerados, de acordo com a Norma Europeia NP EN 13877 [1], pavimentos em betão não armado com juntas, pavimentos em betão armado com juntas e pavimentos em betão armado contínuo (sem juntas). Podem mencionar-se ainda os pavimentos em betão reforçado com fibras ou os pavimentos pós-tensionados, soluções técnicas menos comuns no panorama construtivo nacional.

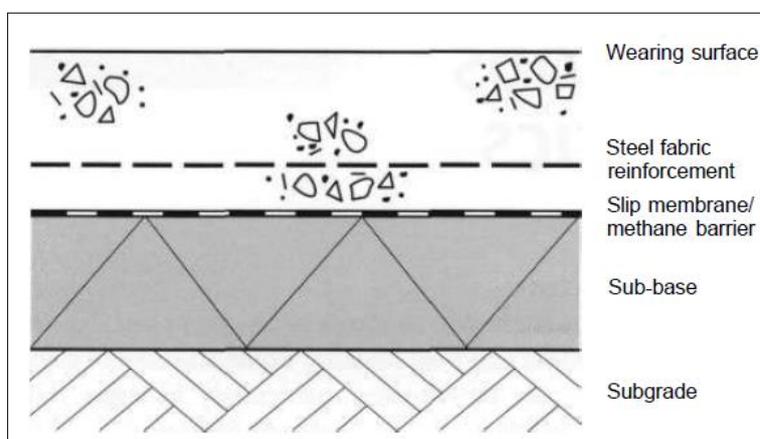


Fig. 1 - Corte tipo de um pavimento industrial em betão armado [4]

Os elementos que constituem um pavimento em betão (Fig. 1) são em geral o solo de suporte, a camada de base feita com materiais seleccionados e compactados, a barreira que retarda o vapor (normalmente um filme de polietileno adotado para reduzir a transmissão de humidade ao pavimento, e cujo posicionamento entre camadas deve ser previamente estudado de modo a evitar algumas patologias), a camada de betão (armado ou não) e a superfície final de desgaste.

O principal enfoque deste relatório são as patologias da camada de betão e os aspetos a ter em conta na sua preparação e execução. Contudo, é necessário alertar que um pavimento em betão é um sistema construtivo constituído por várias camadas, não se devendo descuidar a atenção no estudo e colocação em obra de cada uma delas.

### 3 ENQUADRAMENTO NORMATIVO

O tipo de abordagem que considera um pavimento em betão como um elemento não estrutural não é, em geral, a mais correta, uma vez que a função principal de um pavimento é encaminhar as cargas que recebe para o terreno que lhe está subjacente, assim como servir de suporte a camadas de revestimento.

No âmbito nacional, a documentação disponível relativamente a pavimentos em betão é praticamente inexistente, comparativamente a outras realidades a nível europeu e mundial. A norma NP EN 13877 – “Pavimentos em betão” é o único documento normativo em vigor em Portugal, e que é aplicável aos pavimentos enunciados em §2 [1]. Nela são especificados requisitos para os materiais constituintes dos pavimentos em betão, propriedades do betão fresco e endurecido (Parte 1 [1]), requisitos funcionais para os pavimentos em betão (p. ex., a resistência ao gelo/degelo [2]) na sua Parte 2, e varões de transferência de carga (Parte 3 [3]).

A nível europeu, pode ser destacada a norma francesa NF P 11-213 – “*Dallages: Conception, calcul et exécution*”, que fornece as formulações para a conceção de pavimentos em betão, tanto para moradias como para pavilhões industriais. O Relatório Técnico TR 34 – “*Concrete Industrial Ground Floors*” editado pela *Concrete Society* do Reino Unido, é um documento que serve como guia para projeto e execução deste tipo de elementos [4].

Em termos internacionais, um dos documentos de referência é a publicação da *American Concrete Institute: ACI 360 R – Design of Slabs on Ground*, que fornece orientações para o dimensionamento de pavimentos em betão [5], sejam eles em

betão simples, reforçados com armadura ou ainda pavimentos pós-tensionados, entre outros.

Assim, apesar do quadro normativo ou de orientações nacionais para o projeto e execução ser ainda relativamente reduzido, é possível encontrar documentação a nível internacional que permite o auxílio ao meio técnico a projetar e executar soluções mais duradouras e com menor índice de patologias.

#### **4 PATOLOGIAS CORRENTES E MEDIDAS DE PREVENÇÃO**

Na enumeração das patologias mais comuns em pavimentos de betão, a fissuração é frequentemente a mais indicada. Esta patologia é transversal a todos os elementos em betão numa obra e, tanto em fase de projeto como na construção de um pavimento em betão, o projetista, o produtor e o utilizador final deverão assumir sempre que existe a possibilidade de surgirem fissuras, dada a natureza do betão de cimento Portland [6], nomeadamente a fissuração devida à retração durante a cura.

Outras patologias usuais têm a sua origem em incorretas operações de acabamento do betão, que, por desconhecimento dos agentes envolvidos no processo (mão-de-obra), pode levar ao surgimento de problemas que seriam facilmente evitáveis. Como exemplo, o empoeiramento (*vd.* §4.3) é uma patologia que pode surgir devido ao início prematuro de operações de acabamento antes da eliminação da humidade em excesso no betão.

De seguida são referidas, de modo não exaustivo, algumas patologias correntes em pavimentos de betão, e a sua provável causa ou origem. É importante notar que, na maior parte dos casos práticos, mais do que uma causa poderá estar envolvida no aparecimento de problemas [6]. Também são indicadas algumas medidas a ter em conta de modo a reduzir o risco de surgimento das patologias atrás enunciadas.

## 4.1 Fissuração

Como referido anteriormente, esta é provavelmente a patologia mais comum em pavimentos de betão, e que pode ter a sua origem em vários fatores, indicando-se em seguida os principais nas subalíneas seguintes:

### 4.1.1 Fissuração por retração restringida

Se o betão de um pavimento estivesse livre de restrições de deslocamentos, a probabilidade de ocorrerem fissuras seria relativamente baixa. No entanto, a restrição do betão acontece devido às fundações, camadas de base, armaduras, entre outras, e o nível de tensões de tração que se desenvolvem no betão pode ser particularmente significativo [6].

Uma vez que o nível de retração por secagem está diretamente relacionado com a quantidade de água, a sua redução na composição do betão é uma forma de minimizar o problema. O uso de aditivos redutores de água tem um efeito pouco claro nessa minimização [6], a não ser que em paralelo se tomem algumas medidas, tais como:

- Adoção de juntas de retração (Fig. 2) pouco espaçadas, com profundidade suficiente e efetuadas o mais cedo possível;

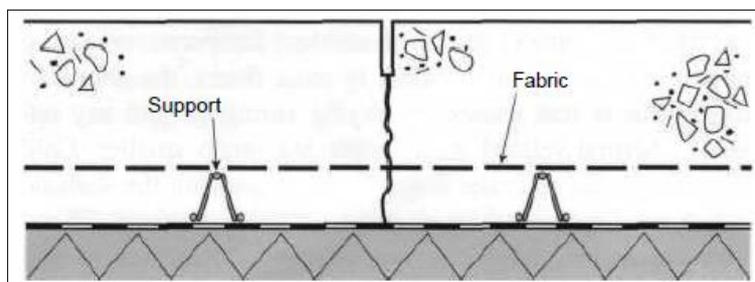


Fig. 2 - Junta serrada com deslocamento restringido [4]

- Minimização da restrição nos bordos da laje, assim como em redor de pilares ou equipamentos fixos (Fig. 3) que possam induzir vibrações indesejadas

adotando, por exemplo, uma solução de junta preenchida com um material compressível (p. ex. cortiça ou poliestireno expandido) e selada com um material elastomérico (p. ex. o designado por “mastique”);

- Adoção de armaduras de reforço nos cantos reentrantes [7], pois são zonas de concentração de tensões no betão (Fig. 4).

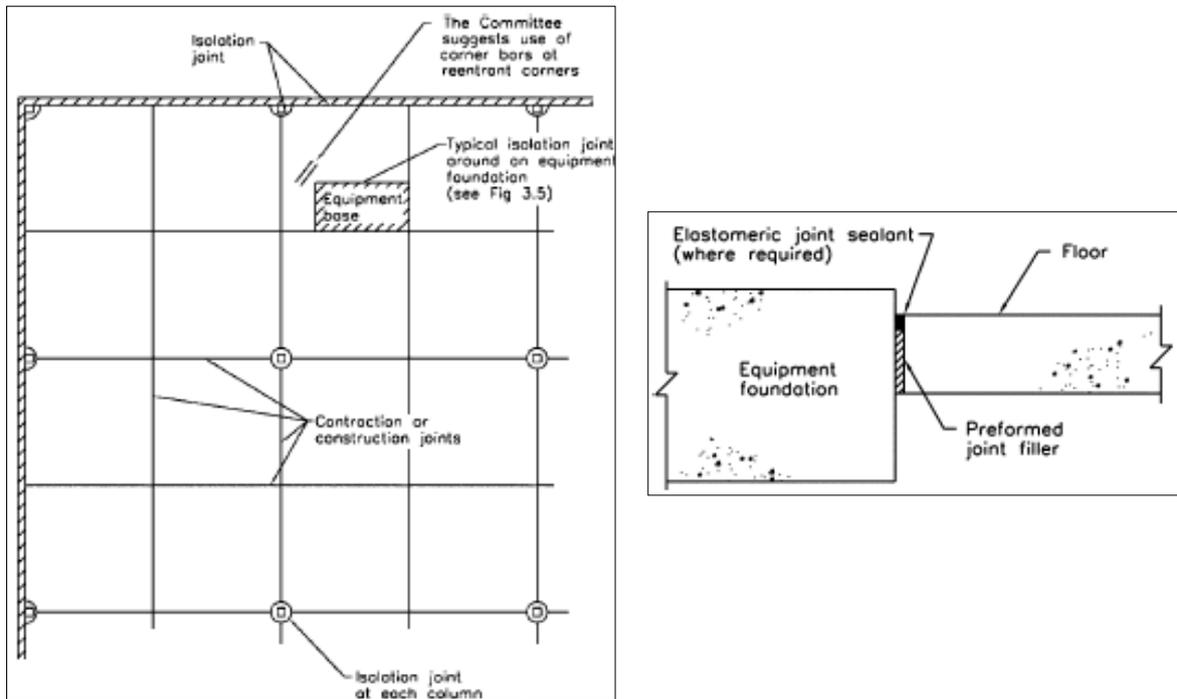


Fig. 3 – À esquerda: localização de juntas aconselhada pela ACI. À direita: pormenor típico de junta de isolamento em redor da fundação de um equipamento [6]

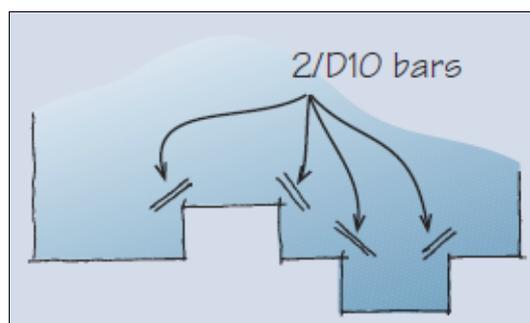


Fig. 4 - Adoção de armaduras de reforço nos cantos reentrantes [7]

Outras medidas podem ser tomadas para minimizar a fissuração por retração restringida, tais como proceder a uma correta cura do betão, interromper a armadura de reforço nas juntas de modo a permitir que estas abram livremente ou adotar, por exemplo, juntas que permitam o deslocamento entre painéis de laje.

#### 4.1.2 Fissuração prematura

Este tipo de problema ocorre ainda antes do betão ter adquirido presa, podendo dificultar as tarefas de acabamento da superfície do pavimento. Pode haver fissuração devido ao assentamento do betão em redor das armaduras, ao longo dos bordos da laje se a cofragem não possuir rigidez suficiente, ou ainda fissuração devida à incorreta remoção da cofragem. Os outros tipos de fissuração prematura são os enunciados em seguida:

##### a) Fissuração por retração plástica

Geralmente, este tipo de fissuração é dispersa, de dimensões pouco significativas e ocorre geralmente em dias onde o vento, o baixo teor em humidade e as altas temperaturas do betão e do meio ambiente favorecem a evaporação da humidade superficial, numa velocidade superior à da exsudação da água superficial. Assim, a superfície terá tendência a sofrer retração prematuramente, formando fissuras com um padrão irregular [6]. Algumas sugestões para minimizar a ocorrência desta fissuração enunciam-se em seguida:

- Humedecer a base quando não estiver a ser utilizado um dispositivo retardador do vapor;
- Erguer barreiras que protejam ou minimizem a ação do vento e do sol;
- Promover o arrefecimento dos agregados e da água de amassadura antes da amassadura do betão;
- Prevenir a secagem rápida, colocando, por exemplo, sobre a superfície do betão tecido humedecido (Fig. 5) ou promovendo a aspersão de água em forma de *spray* à superfície (Fig. 6).



Fig. 5 - Pavimento em betão coberto com tecido humedecido para uma cura mais eficiente [8]



Fig. 6 - Aspersão de água sobre um pavimento em betão [8]

#### b) Fissuração mapeada (*crazing*)

Os motivos do aparecimento da fissuração mapeada são essencialmente os mesmos que os indicados para a fissuração por retração plástica. No entanto, há ainda a salientar outros aspetos que deverão ser evitados durante a execução de um pavimento em betão, como forma de prevenir o surgimento desta patologia, podendo enumerar-se o uso de água para cura mais fria que o betão (11°C ou mais) [6], a alternância de ciclos de secagem e molhagem, o excesso de uso do

rodo, a aspersão de cimento à superfície (inadequadamente aplicado como forma de acelerar a secagem superficial), o excesso de argila e sujidade nos agregados e a aspersão de água sobre a laje de modo inadequado durante a fase de acabamento (por exemplo, com o uso de água em baldes, em vez de em *spray* como apresentado na Fig. 6).



*Fig. 7 – Configuração de fissuração mapeada*

É considerado ainda que a utilização de fibras sintéticas no betão pode ajudar a reduzir a formação de fissuras de retração enquanto o betão permanece em estado plástico e durante as primeiras horas de cura [6]. No entanto, à medida que o módulo de elasticidade do betão aumenta, o efeito das fibras na redução da fissuração por retração plástica deixa de ser suficiente.

#### **4.1.3 Outras causas**

A fissuração a longo prazo pode ser o resultado de muitos outros fatores para além da retração. As causas mais frequentes indicadas na bibliografia são, por exemplo, uma má preparação da camada de base (que poderá estar mal compactada ou pode não permitir o apoio contínuo do pavimento), a existência de argilas expansivas no solo que compõe a base (fazendo com que, na presença de água, as argilas aumentem de volume e causem deformações não aceitáveis no

pavimento), a existência de sulfatos no solo subjacente ou na água do subsolo, a incorreta pormenorização das juntas, o descasque do betão devido a reações sílica-alcális ou devido à corrosão das armaduras (Fig. 11), ou ainda erros cometidos em fase de projeto (p. ex., seleção de fatores de segurança incorretos, que levariam a uma espessura de pavimento inadequada), entre outras.

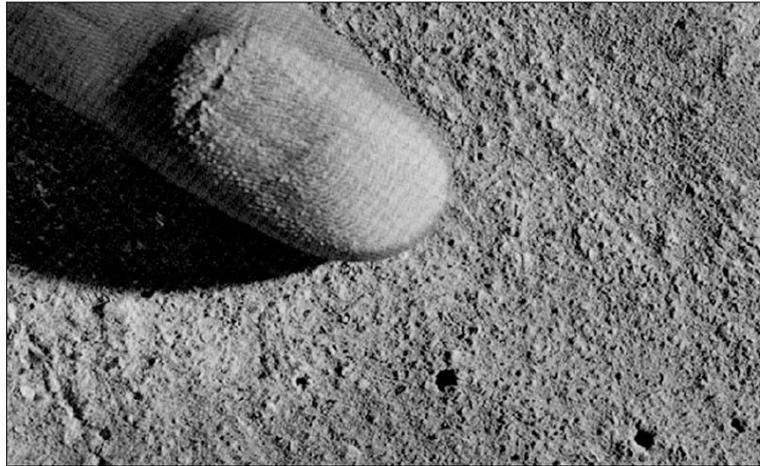
## 4.2 Reduzida resistência à abrasão

Uma vez que a resistência à abrasão é essencialmente uma função da resistência superficial do betão, as medidas aconselhadas para minimizar a perda de resistência superficial são:

- Reduzir a quantidade de água de amassadura ou a razão água/cimento do betão;
- Evitar utilizar um betão com um abaixamento excessivo, que pode promover uma segregação excessiva com o aparecimento de finos à superfície;
- Prevenir o uso prematuro dos instrumentos de acabamento da superfície (p. ex., helicóptero) que façam ressurgir água à superfície após a sua utilização;
- Evitar que o pavimento entre em uso antes que seja alcançada resistência suficiente.

## 4.3 Empoeiramento (*dusting*)

Esta patologia é uma outra consequência de betão com fraca resistência superficial, e que consiste no aparecimento de uma poeira fina à superfície do mesmo (Fig. 8). Esta resulta da “leitância”, um composto de água, cimento e finos que ressurge à superfície do betão durante a cura.



*Fig. 8 - O empoeiramento é evidente quando é possível remover uma fina poeira da superfície [9]*

Algumas medidas a adotar que podem ajudar a prevenir este problema são:

- Não escolher uma composição de betão demasiado húmida ou com insuficiente quantidade de cimento;
- Remover o excesso de sujidade nos agregados;
- Evitar a aplicação desnecessária de água para facilitar os trabalhos de acabamento, entre outros.

#### **4.4 Escamação (*scaling*)**

A escamação não é mais do que a perda da argamassa superficial do pavimento, assim como da argamassa que envolve os agregados, devido ao excesso da pressão hidráulica exercida pela água congelada dentro do betão. Apesar deste problema não ser usual na nossa região, algumas das causas são indicadas nos seguintes pontos:

- Betão permeável e de baixa qualidade, devido a uma razão água/cimento usualmente acima de 0,50;
- Operações de acabamento prematuras;
- Cura inadequada e baixa resistência superficial à compressão;

- Betão sujeito a ciclos de gelo/degelo com quantidade insuficiente de ar introduzido.

#### 4.5 Cavidades (*popouts*)

As cavidades são pequenos buracos de forma cónica sobre a superfície do betão (Fig. 9), que surgem após um aumento da pressão interna, gerada pela expansão de elementos minerais porosos, com peso específico baixo e alta propensão para a absorção de humidade [9], tais como o sílex, calcário, xisto, dolomita, pirite ou carvão. A absorção de água pelo agregado provoca a sua expansão, fazendo com que o betão fracture. Embora o sílex e o calcário sejam constituintes de alguns tipos de agregados, os restantes podem ser considerados impurezas. As cavidades podem surgir também devido à reação química entre os alcális no betão e agregados siliciosos reativos [6].



*Fig. 9 - Cavidade em forma cónica [9]*

Assim, algumas medidas para minimizar esta patologia passam por:

- Recorrer a agregados provenientes de fontes que evitem o aparecimento de impurezas ou de agregados reativos com a alcális;

- Utilizar métodos de cura húmida, tais como a implementação de um aspersor de água em *spray* (Fig. 5) ou cobrir a laje com um tecido húmido (Fig. 6) imediatamente após o acabamento final, e durante um mínimo de 7 dias (considera-se que esta duração é suficiente para reduzir ou eliminar as cavidades que surgem através das reações alcális-agregados [6]);
- Utilizar um betão com o menor abaixamento possível, de modo a prevenir o ressurgimento dos agregados que causam as cavidades à superfície.

#### 4.6 Bolhas e delaminação (*blisters and delamination*)

As bolhas surgem quando o ar ou a água que tentam sair por uma trajetória ascendente ficam “presos” sob a camada superficial do betão (Fig. 10) devido à sua secagem e endurecimento prematuro.

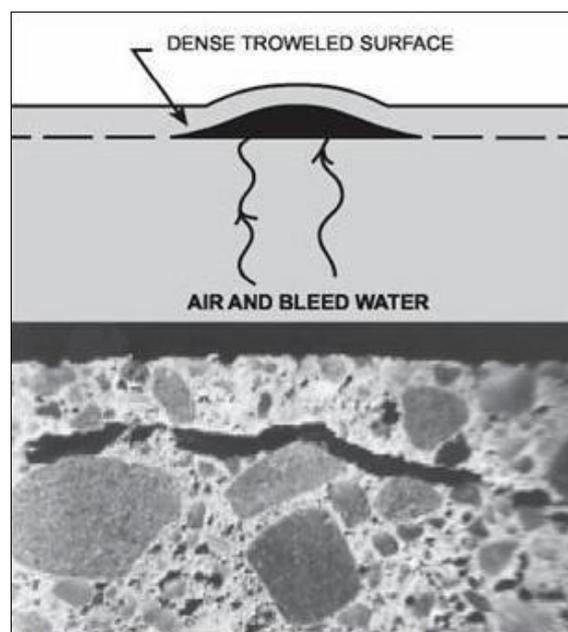


Fig. 10 - Esquema de formação de bolhas em pavimentos de betão [10]

As bolhas aumentam a vulnerabilidade da camada superficial do betão à delaminação, que não é mais do que a fratura da camada superficial da bolha.

Um dos fatores causadores é o excesso de ar obstruído no betão, devido à utilização de finos em excesso (entre 150 e 600  $\mu\text{m}$ ) que impedem a ascensão e libertação do ar pela superfície. Para a prevenção deste problema em lajes de pavimentos de betão, é aconselhado:

- Substituição da areia na composição do betão (de 60 a 120kg/m<sup>3</sup>) por uma quantidade similar do mais pequeno agregado equivalente. A nova composição permitirá uma melhor expulsão de ar em excesso durante a vibração do betão;
- Evitar o uso de um betão com excessivo abaixamento, teor em água, teor em ar ou finos;
- Reduzir a evaporação sobre a laje recorrendo, por exemplo, a um *spray* de água (Fig. 5) ou a tecido húmido (Fig. 6) durante o tempo quente;
- Evitar betonar o pavimento diretamente sobre a barreira pára-vapor ou retardadora de vapor (usualmente filme de polietileno, ou outro), usando uma camada de 100mm de enchimento granular (com dimensões usuais entre 38 a 50mm) para separar a barreira do betão [6];
- Evitar a segregação do betão, através de uma correta vibração;
- Evitar um teor de ar superior a 3% para pavimentos interiores em betão [9].

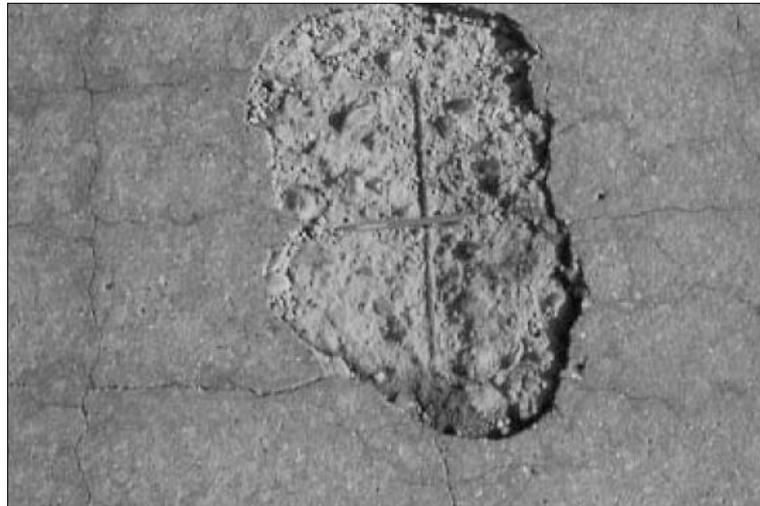
#### **4.7 Desagregação (*spalling*)**

Contrariamente à escamação (vd. §4.4) ou delaminação (vd. §4.6), a desagregação do betão é uma imperfeição mais profunda do betão, que ocorre até à profundidade das camadas superiores de armadura ou de uma junta horizontal, quando esta exista. A desagregação ocorre por pressão ou expansão dentro do betão, pelo impacte de cargas, pela ação do fogo ou por ação atmosférica agressiva. Algumas medidas deverão ser tomadas de modo a evitar as seguintes situações:

- Camada de betão de recobrimento insuficiente;
- Má qualidade do betão de recobrimento, que possa permitir o ataque das

armaduras pela corrosão (Fig. 11);

- Juntas mal preenchidas e/ou mal seladas que permitam a fratura dos bordos da laje devido à passagem de cargas.



*Fig. 11 - Delaminação da camada de betão de recobrimento devido à oxidação das armaduras [9]*

#### **4.8 Descoloração**

Esta patologia pode surgir em grandes áreas de pavimentos de betão, por vezes também em forma de manchas mais claras ou escuras e também sob a forma de eflorescências [6]. Sendo um problema de importância menor, pois não afeta o comportamento em serviço, importa salientar alguns fatores que potenciam a descoloração, tais como o uso de aditivos com cloreto de cálcio, a alcalis do betão ou as variações na razão água/cimento à superfície, entre outras.

#### **4.9 Drenagem insuficiente**

O aparecimento de pequenas poças de água sobre um pavimento em betão é sinal da sua incapacidade em drenar adequadamente a água da sua superfície. Algumas das causas que provocam este problema são as que se indicam nos seguintes pontos:

- Pendente inadequada;
- Inadequação na implantação das cofragens;
- Danos causados às cofragens durante a betonagem;
- Inadequada operação de nivelamento do betão, que pode resultar em zonas mais baixas, onde posteriormente se pode acumular água aquando da entrada em serviço do pavimento.

Para além dos cuidados a ter para evitar as situações atrás enumeradas, outras medidas preventivas são enunciadas em seguida:

- Escolher uma pendente de 20mm/m (2%) para pavimentos exteriores; para pavimentos interiores, um mínimo de 5mm/m (0,5%) é aconselhado, com 10mm/m (1%) sendo o valor mais aceitável [6];
- Utilizar uma composição de betão com baixo teor em água e baixo grau de abaixamento [9].

#### 4.10 Empenamento/encurvadura (*curling*)

Esta patologia é definida como sendo o levantamento dos cantos e extremidades de um pavimento devido a diferenças no teor em humidade ou na temperatura entre o topo e o fundo do pavimento. O topo pode secar ou arrefecer mais rapidamente que o fundo da laje, mais quente e com maior teor em humidade, provocando assim o aparecimento de uma encurvadura. (Fig. 12). Se as zonas encurvadas sofrerem um carregamento acima da resistência à flexão do betão, então este irá fissurar.

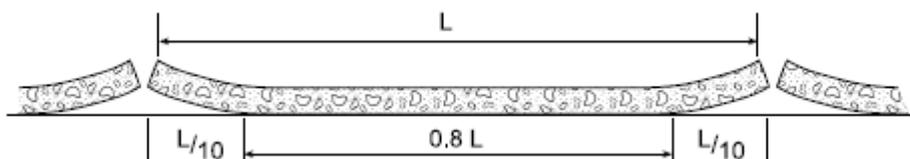
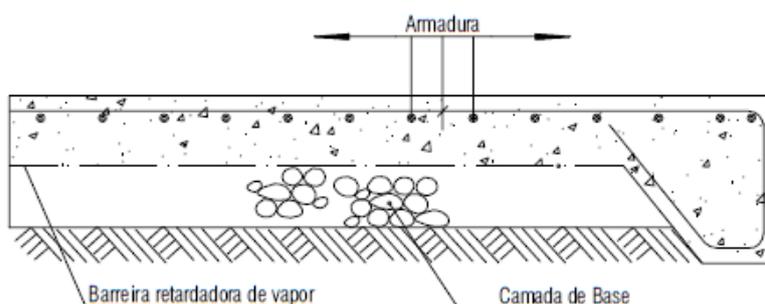


Fig. 12 - Encurvadura dos bordos da laje de um pavimento [11]

Na literatura pesquisada, existem vários aspetos a ter em conta se se pretender evitar esta patologia, dos quais alguns se enunciam em seguida:

- Fazer equivaler o teor em humidade e temperatura no topo e fundo do pavimento;
- Utilizar uma composição do betão com características de retração baixas, ou seja, uma composição com a quantidade máxima possível de agregados da maior dimensão, mantendo a trabalhabilidade desejada;
- Usar uma base permeável e seca;
- Usar um betão de retração compensada (utilizando cimento de retração compensada ou adjuvantes que reduzem a retração do betão);
- Colocar armaduras no terço superior da laje;
- Espessar a laje nos bordos [9] (Fig. 13);
- Utilizar uma laje pós-tensionada.



*Fig. 13 - Pormenor de um pavimento com espessamento nos bordos*

## 5 CONCLUSÕES

Os pavimentos em betão são elementos construtivos correntes que necessitam de cuidados na sua conceção e construção, de modo a prevenir patologias que surjam no futuro e que podem comprometer a qualidade final do elemento, tanto em termos estéticos como em termos funcionais.

As patologias indicadas podem ter diversas origens, sendo algumas de origem na própria natureza dos materiais utilizados (por exemplo, a retração do betão devido à natureza do cimento, material que sofre retração durante a cura), e outras com origem em falhas humanas, que podem ir desde o nível do projeto até ao nível da execução e colocação em obra.

Das medidas preventivas a adotar, muitas são comuns para as diversas patologias. Os cuidados a ter na escolha da composição do betão, no seu teor em água e teor em ar, na sua correta colocação, vibração e cura, são medidas transversais que devem merecer por parte dos executantes uma atenção redobrada. Outras medidas de prevenção particulares foram indicadas, consoante a patologia em causa.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] CEN – Comité Europeu de Normalização, 2010, “NP EN 13877-1: 2009. Pavimentos de betão, Parte 1: Materiais”, Lisboa: IPQ, p. 14p.
- [2] CEN – Comité Europeu de Normalização, 2010, “NP EN 13877-2: Pavimentos de betão, Parte 2: Requisitos funcionais para pavimentos em betão”, Lisboa: IPQ, p. 18p.
- [3] CEN – Comité Europeu de Normalização, 2010, “NP EN 13877-3: Pavimentos de betão, Parte 3: Especificações para varões de transferência utilizados nos pavimentos em betão”, Lisboa: IPQ, p. 13p.
- [4] Concrete Society, 2003, “Concrete Society Report TR 34 - Concrete Industrial Ground Floors”, Portsmouth: Holbrooks Printers Ltd., p. 148p.
- [5] ACI - American Concrete Institute, 2006, “ACI 360R-06 - Design of Slabs-on-Ground”, p. 74p.
- [6] ACI - American Concrete Institute, 2004, “ACI 302.1R-04 – Guide for Concrete Floor and Slab Construction”, p. 77p.
- [7] CCANZ – Cement & Concrete Association of New Zealand, 2011, “Residential Concrete Slab-on-Ground Floors”, p. 12p.
- [8] ASCC – American Society of Concrete Contractors, “Curing and Protection of Concrete”
- [9] PCA – Portland Cement Association, “Concrete Slab Surface Defects: Causes, Prevention, Repair”, p. 16p.
- [10] NRMCA – National Ready Mixed Concrete Association, 2005, “Concrete in Practice 13 – Concrete Blisters”, p. 2p.
- [11] IRC – Institute for Research in Construction, 2000, “Curling of Concrete Slabs on Grade”, National Research Council of Canada, p. 6p.

Autoria

João Pimentel

(Eng. Civil)

Visto

O Diretor de Serviços  
de  
Estruturas e Materiais de Construção

José Carlos Oliveira

Visto

O Diretor do LREC

Francisco Sousa Fernandes