

Sistema de inspecção e diagnóstico de revestimentos de piso industriais



João Garcia
maxit / Mestrando IST
Portugal
joao.garcia@maxit.pt



Jorge de Brito
Prof. Associado IST
Portugal
jb@civil.ist.utl.pt

Resumo: Aos revestimentos de pisos industriais estão associadas anomalias tipificadas, que decorrem da conjugação de vários factores adversos. A sinergia entre as diferentes causas é normalmente de tal complexidade que se torna difícil o estabelecimento da sua listagem exaustiva e respectiva hierarquização.

Com esta comunicação, pretende-se contribuir para a criação de um sistema de inspecção e diagnóstico de revestimentos epóxicos em pisos industriais, que tem como objectivo final normalizar as inspecções e respectivos relatórios, para que estes sejam efectuados de uma forma sintética, precisa e inequívoca. Esta comunicação faz parte de um projecto de dissertação de mestrado em construção no IST.

Palavras-chave: revestimentos epóxicos, pavimentos industriais, anomalias, causas.

1. INTRODUÇÃO

O piso é sem dúvida a estrutura mais utilizada numa edificação industrial. Toda a produção, comercialização, movimentação e produção desenvolve-se sobre o pavimento, estando este sujeito a esforços estáticos e dinâmicos, acções químicas ou lavagens frequentes. Em determinados sectores industriais, as normas vigentes exigem determinadas características, em matéria de higiene e segurança ocupacional quanto ao piso. A qualidade de um pavimento industrial está fortemente condicionada por factores diversificados mas interligados como sejam projecto estrutural, qualidade dos materiais, qualidade de execução, controlo de qualidade, protecção, conservação e manutenção [1].

Em termos de soluções para revestimento de piso industriais, as mais frequentemente utilizadas são betão com endurecedores de superfície, pavimentos autonivelantes de base cimentícia e resinas sintéticas (epóxicas, poliuretanos ou metacrilatos). Tendo em conta as informações recolhidas ao longo do presente trabalho, estima-se que a solução de betão com endurecedores de superfície represente a maior percentagem de utilização, de 75 a 80%. Os autonivelantes de base cimentícia representam ainda um valor residual (< 5%), provavelmente devido ao facto de serem uma solução relativamente recente e mais dispendiosa, embora se preveja um aumento na sua utilização, em detrimento da anterior.

As resinas sintéticas deverão representar entre 10 e 15%, sendo expectável um aumento destes valores, devido sobretudo às crescentes exigências de resistência química e/ou bacteriológica dos pavimentos. Entre os diferentes tipos de resinas, as epóxicas representam a maior percentagem de utilização. Um valor inferior a 10% deverá representar outras soluções para revestimentos de piso em instalações industriais.

Os pavimentos industriais tradicionais em betão oferecem resultados satisfatórios na generalidade das aplicações. No entanto, revelam-se menos efectivos quando algumas exigências assumem particular importância, como sejam requisitos de resistência química, higiene, facilidade de limpeza e manutenção. Por este facto, os pavimentos industriais em resinas epóxicas (PIRE) sofreram nos últimos anos um forte desenvolvimento, sobretudo em indústrias da área farmacêutica e alimentar.

As principais vantagens dos revestimentos epóxicos traduzem-se sobretudo em factores como resistências química e mecânica geralmente elevadas, facilidade de limpeza e impermeabilidade, mesmo em espessuras reduzidas e, não menos importante, inúmeras possibilidades estéticas, tendo em conta a diversidade de acabamentos disponíveis.

Tal como em outros sistemas construtivos, a escolha e especificação correcta das soluções devem assumir particular importância, para que as exigências funcionais do pavimento sejam efectivamente correspondidas pelo revestimento seleccionado. Esta especificação deve incluir o tipo de revestimento, o desempenho expectável, graus de resistência química ou mecânica, espessuras, entre outros. Além disso, devem ser identificados e descritos alguns pormenores construtivos específicos como sejam ligações entre materiais de diferente natureza, juntas estruturais ou pontos de evacuação de águas. O desempenho deste tipo de pavimentos é fortemente condicionado pelo factor humano, pelo que devem ser asseguradas medidas preventivas para uma correcta aplicação dos produtos como sejam a utilização de mão-de-obra experiente e respeito pelas dosagens e pelos tempos de secagem recomendados. Por último, devem ser equacionados todos os aspectos relacionados com a utilização do pavimento, nomeadamente as limitações ao uso e os planos de inspecção e manutenção.

2. REVESTIMENTOS EPÓXIDOS EM PAVIMENTOS INDUSTRIAIS

2.1. Tipificação

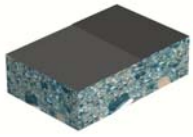
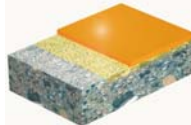
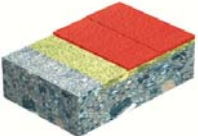
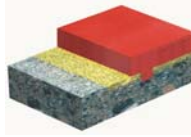
A tipificação de soluções para estas aplicações é diversificada e variável de país para país, consoante a legislação e normalização em vigor. Além disso, entre os fabricantes deste tipo de materiais existem sistemas de classificação mais ou menos detalhados, com maior ou menor especificidade. Na generalidade dos fabricantes pesquisados, os revestimentos epóxicos são divididos em quatro grandes famílias, designadas como pinturas, sistemas multicamada, revestimentos ou argamassas (Quadro 1).

2.2. Requisitos essenciais

Os principais requisitos a satisfazer por um revestimento epóxico, de forma a garantir um desempenho idêntico ao previsto são: resistência mecânica, química, ao escorregamento,

fogo, impermeabilidade, higiene e facilidade de manutenção. Estes requisitos podem ser mais ou menos exigentes, consoante o campo de aplicação e podem abranger toda a área revestida ou assumir particular importância em áreas localizadas do pavimento, submetidas a acções específicas [2].

Quadro 1 - Tipologias dos revestimentos epóxicos e suas principais características

		<p>Pintura Espessura: 0,3 - 1 mm Textura: lisa</p>
CAMPOS DE APLICAÇÃO	VANTAGENS	LIMITAÇÕES
Corredores Armazéns com cargas leves Áreas de tráfego pedonal Instalações com agressividade química limitada Áreas secas	Económico Superfície contínua Aglutinante de poeiras Resistente a óleos e combustíveis Aplicação rápida e fácil Facilidade de manutenção	Impacto Cargas pesadas Químicos concentrados Áreas húmidas Choques térmico
		<p>Revestimento autonivelante Espessura: 3 mm Textura: lisa</p>
CAMPOS DE APLICAÇÃO	VANTAGENS	LIMITAÇÕES
Indústrias químicas, farmacêuticas e alimentares Laboratórios Armazéns Áreas com pouca humidade	Superfície perfeitamente plana Elevada resistência química e biológica Boa resistência mecânica Aplicação rápida e fácil Facilidade de limpeza e manutenção	Impacto Cargas pesadas Áreas húmidas Choques térmicos
		<p>Sistemas multicamada Espessura: 2 - 4 mm Textura: antiderrapante</p>
CAMPOS DE APLICAÇÃO	VANTAGENS	LIMITAÇÕES
Áreas de produção e armazenamento em: - Indústria alimentar - Indústria química - Indústria automóvel Cozinhas industriais	Elevada resistência mecânica e química Antiderrapante Espessuras reduzidas Aplicação rápida e fácil Resistente a choque térmico moderado	Impacto Cargas médias e pesadas Limpeza condicionada pela granulometria seleccionada
		<p>Argamassas epóxicas Espessura: 3 - 8 mm Textura: antiderrapante</p>
CAMPOS DE APLICAÇÃO	VANTAGENS	LIMITAÇÕES
Áreas de fabrico e armazenamento na indústria pesada Zonas de processamento na indústria química Zonas de exposição extrema na indústria alimentar Armazéns refrigerados	Antiderrapante Resistência ao impacto e abrasão Elevada resistência ao ataque químico Resistente a baixas temperaturas Resistente a limpeza com água quente Resistente a choques térmicos moderados	Maiores dificuldades de limpeza Derrames químicos concentrados

2.3. Projecto e execução

2.3.1. Diagnóstico

Antes do início dos trabalhos, devem ser tidos em consideração alguns procedimentos de diagnóstico que são normalmente decisivos para o sucesso destas aplicações. Entre os mais conclusivos, destacam-se a resistência à tracção e o teor de humidade do suporte, assim como o tipo e estado actual do mesmo. A inspecção visual do espaço em geral identificando possíveis condicionantes de aplicação e utilização permite adoptar medidas preventivas à ocorrência de anomalias.

Os valores mínimos da resistência à tracção e da humidade no suporte são 1,5 MPa e 4%, respectivamente. Estes ensaios são realizados com um equipamento de *pull off* e um humidímetro (Figs. 1 e 2).

2.3.2. Tratamento de pontos singulares

O tratamento de pontos singulares assume particular importância em qualquer tipo de revestimento de piso industrial. Desta forma, uma especificação incorrecta ou uma má execução destes elementos pode indiciar a ocorrência de anomalias, pelo que se recomendam cuidados adicionais no planeamento destes trabalhos.



Figuras 1 e 2 - Equipamento de *pull off* (à esquerda) e humidímetro (à direita) [3]

As juntas estruturais podem ser executadas utilizando de fundos de junta (se necessário), cordão flexível de protecção (geralmente à base de poliuretano) e elementos de protecção metálicos nos ângulos da junta, ou o próprio produto epóxico, desde que seja efectuado um corte no pavimento. Em alternativa, pode recorrer-se à utilização de elementos pré-fabricados (Fig. 3). Estes elementos apresentam como principais vantagens a facilidade e rapidez de aplicação, associadas a uma melhor garantia de qualidade do trabalho final.

Nas zonas de ligação entre diferentes tipos de revestimentos e no perímetro entre o pavimento e a parede, devem ser evitados remates em esquina viva, de forma a minimizar acumulações de tensões localizadas ou possíveis infiltrações de líquidos e consequente descolamento do revestimento. Assim, nas zonas de ligação, recomenda-se que seja efectuado um corte no pavimento, vulgarmente designado como *chanfro*, que deverá ser preenchido com o próprio produto de revestimento. A profundidade do corte deverá corresponder a cerca do dobro da espessura do revestimento. Nas ligações entre o pavimento e a parede, deverão ser previstas meias-canas, executadas com argamassa de base cimentícia ou com argamassa epóxida (Fig. 4).

Os canais de escoamento de líquidos, em geral águas de lavagens, estão normalmente incorporados no sistema de pavimentação e devem ser especificados de forma a garantir um desempenho compatível com a função. Estes canais são geralmente constituídos por elementos metálicos, com resistências químicas superiores às do revestimento circundante (Fig. 5). Devem também ser previstas inclinações no revestimento para estas áreas, de acordo com o nível de escoamento pretendido. As ligações entre o revestimento e estes canais deverão seguir as recomendações apresentadas anteriormente. Estes elementos devem ser implantados sempre que possível em locais de tráfego reduzido, de forma a minimizar os efeitos de degradação das ligações entre estes e o revestimento epóxico [4].

2.3.3. Preparação do suporte

A preparação do suporte envolve geralmente um tratamento mecânico do mesmo, com o objectivo de remover substâncias contaminadoras ou áreas de menor resistência.

O polimento é o tipo de tratamento menos agressivo para o suporte e consiste num desbaste com discos de diamante ou outros agentes abrasivos. A sua utilização é recomendada quando se observam resíduos de colas, tintas ou outros materiais ou quando seja necessária a abertura de poros superficiais, com consequente melhoria da aderência, em betão resistente, linóleos, etc. (Fig. 6).



Figuras 3 a 5 - Pormenorização em juntas de dilatação, remates e zonas de escoamento de águas (da esquerda para a direita) [5] [6]

A fresagem é o tratamento mais agressivo e consiste num ataque mecânico severo ao suporte, escarificando a superfície e gerando uma área de ancoragem. Os objectivos deste método são a remoção de áreas soltas e a criação de superfícies irregulares e deve ser seleccionado para remoção de revestimentos existentes ou áreas contaminadas ou, ainda, quando o suporte apresenta baixa resistência superficial (Fig. 7).

A granalhagem é o meio mais utilizado para preparação de pavimentos industriais e consiste na projecção de granalhas de aço no suporte, gerando uma superfície regular. Implica a remoção de revestimentos antigos ou áreas contaminadas, decapando ligeiramente a superfície (Fig. 8).



Figuras 6 a 8 - Tratamento mecânico ao suporte: da esquerda para a direita, polimento, fresagem e granalhagem

2.3.4. Aplicação

Em todos os sistemas com resinas epóxicas, a reacção é iniciada apenas quando os dois componentes líquidos são misturados. Em geral, os produtos são fornecidos em quantidades predefinidas, devendo os mesmos ser misturados na totalidade (Fig. 9). Caso seja necessária a preparação de quantidades inferiores, as proporções de mistura devem ser cuidadosamente respeitadas, de forma a garantir uma boa reacção química entre os componentes. Nos casos dos sistemas de resinas epóxicas em que é necessária a introdução de cargas durante a mistura, como são exemplo os revestimentos autonivelantes ou as argamassas epóxicas, estas devem ser adicionadas após uma primeira mistura dos componentes reactivos. As cargas deverão ser misturadas de uma forma gradual (Fig. 10) e o processo deve ser prolongado até ser observado um argamassado uniforme.

A aplicação de revestimentos epóxicos varia consoante a tipologia e espessuras seleccionadas, não só no tipo de produtos, como também nos métodos de execução e ferramentas associadas. Geralmente, antes da aplicação de quase todos os tipos de revestimentos usa-se um primário de aderência, que tem como principais funções selar os poros do suporte e

incrementar a aderência entre a base e o revestimento. Este produto deve ser seleccionado em função da compatibilidade com o suporte e idealmente ser isento de solventes e apresentar baixa viscosidade de forma a, respectivamente, minimizar a contaminação do betão e maximizar a impregnação do primário no suporte. Sobre a camada de primário ainda fresca, deve polvilhar-se areia fina, normalmente de sílica e com uma granulometria inferior a 1 mm, de forma a melhorar a aderência com a camada de revestimento sobrejacente.



Figuras 9 e 10 - Mistura dos componentes reactivos (à esquerda) e adição de cargas ao argamassado (a direita)

A aplicação de sistemas de pinturas é uma das poucas soluções em que não se exige a aplicação do primário de aderência, sendo os revestimentos aplicados directamente no suporte, em uma ou duas demãos. Após mistura dos componentes, o produto é aplicado com rolo de lã de cordeiro ou pulverizado (Fig. 11).

Os sistemas multicamada apresentam em geral textura antiderrapante, sendo o revestimento aplicado sobre a camada de primário polvilhado com cargas. O revestimento apresenta geralmente espessura reduzida, similar à do sistema de pintura, devendo a aplicação ser executada de acordo com os procedimentos descritos atrás para estes sistemas (Fig. 12).

Os revestimentos autonivelantes caracterizam-se por proporcionarem superfícies completamente lisas e uniformes. São aplicados com uma espátula dentada, devendo ser simultaneamente utilizado um rolo de picos, com o objectivo de libertar o ar incluído na mistura e evitar a ocorrência de bolhas de ar à superfície do revestimento (Fig. 13) [3]. Durante a mistura dos dois componentes, poder-se-ão adicionar cargas de sílica, numa proporção 1:0,6 (produto / cargas), dependendo da granulometria. Este processo aumenta a viscosidade do material, facilitando a aplicação, e aumenta a espessura do revestimento.



Figuras 11 a 13 - Aplicação de revestimentos epóxicos: da esquerda para a direita, pintura, sistema multicamada e revestimento autonivelante

As argamassas epóxicas são aplicadas em espessuras muito superiores aos outros tipos de revestimentos, devendo ser executadas sobre a camada de primário. Na mistura dos dois

componentes epóxidos, é adicionado um excesso de cargas de granulometria seleccionada, por exemplo numa proporção 1:8 (produto / cargas), sendo às vezes misturados pigmentos ao argamassado para obter a coloração especificada. A aplicação deste material, tendo em consideração a consistência pastosa obtida, requer outro tipo de ferramentas e técnicas de aplicação, devendo portanto ser utilizadas talochas metálicas adequadas para a aplicação de argamassas e assegurados os meios de controlo da espessura especificada.

2.3.5. Manutenção

Quando se especifica um pavimento epóxido, é recomendável incluir procedimentos de manutenção a serem adoptados pelos responsáveis pela utilização do pavimento, de forma a otimizar o desempenho e o tempo de vida útil do mesmo. Em circunstâncias normais, a lavagem frequente com detergentes compatíveis com o revestimento é suficientemente eficaz para manter a superfície limpa. Em áreas onde a componente higiénica assuma particular importância, como a indústria farmacêutica ou hospitais, dever-se-ão adoptar tratamentos bacteriológicos e de esterilização. Por sua vez, na indústria alimentar, onde é frequente a acumulação de gorduras ou outros resíduos no pavimento, é frequente recomendar-se a lavagem do mesmo com jacto de água quente (60 a 80 °C), desde que este procedimento não altere as características do revestimento.

As áreas que apresentem anomalias localizadas devem ser reparadas com a maior brevidade possível, para evitar a entrada de líquidos na camada subjacente do revestimento epóxido e conseqüente descolamento progressivo do mesmo. Nestes casos, é importante manter um registo actualizado das áreas reparadas e dos tipos de intervenções realizadas [4].

3. CLASSIFICAÇÃO DE ANOMALIAS

Neste capítulo, inicia-se a apresentação do sistema classificativo para inspecção e diagnóstico de anomalias de revestimentos epóxidos em pavimentos industriais.

Na classificação de anomalias em revestimentos epóxidos, propõe-se uma divisão em três grupos ou famílias que estão relacionadas com a localização da patologia. Assim, considera-se um primeiro grupo, que abrange a superfície corrente do revestimento, onde ocorre a maior parte das anomalias e que, conseqüentemente, apresenta maior diversidade de causas associadas. Um segundo grupo representa as anomalias que ocorrem nos remates ou em zonas de ligação do revestimento a outros suportes e, finalmente, num grupo específico, mas não menos importante, são incluídas as anomalias que ocorrem nas juntas de dilatação dos elementos construtivos. Desta forma, obtém-se uma classificação que abrange a grande maioria dos fenómenos anómalos característicos dos revestimentos epóxidos em pavimentos industriais. Nesta classificação, não são desenvolvidas anomalias relacionadas com as camadas subjacentes ao revestimento.

O Quadro 2 apresenta os três grupos anteriormente apresentados, subdivididos em anomalias características em cada uma das localizações previstas. A identificação com caracteres alfabéticos e numéricos permitirá a elaboração das matrizes de correlação, que posteriormente se apresentarão. Esta informação resulta da consulta a diversos intervenientes neste tipo de aplicações, não tendo sido encontradas referências a estudos similares na bibliografia consultada.

Quadro 2 - Classificação de anomalias proposta

A-A SUPERFÍCIE CORRENTE	
A-A1 descolamento	A-A6 falta de planimetria
A-A2 empolamento	A-A7 bolhas osmóticas
A-A3 fissuração	A-A8 bolhas de difusão de ar
A-A4 manchas	A-A9 perda de tonalidade
A-A5 desgaste	
A-B REMATES	
A-B1 descolamento nos elementos de ligação	
A-C JUNTAS DE DILATAÇÃO	
A-C1 descolamento nos elementos de ligação	

4. CLASSIFICAÇÃO DE CAUSAS ASSOCIADAS

Sempre que um pavimento apresenta anomalias, não desempenha as características para as quais foi concebido, sejam elas de índole estético ou funcional. A identificação das causas associadas pode permitir a reparação eficiente dessa mesma anomalia e evitar repetições análogas em trabalhos futuros. No presente trabalho, pretende-se apresentar um sistema de classificação de causas, baseado em trabalhos anteriores [8] [9], onde é proposto um agrupamento de causas, segundo um critério de origem cronológico. Assim, são primeiramente apresentados os erros de projecto, seguidos dos erros de execução, acções de origem mecânica exterior, acções ambientais e erros de utilização do revestimento. No Quadro 3, é apresentada a classificação anteriormente descrita, bem como uma ordenação por ocorrência de causas em cada um destes grupos. Exemplificando, no grupo **C-B ERROS DE EXECUÇÃO** os factores relacionados com a selecção dos materiais antecedem os relacionados com a aplicação e condições de secagem do revestimento epóxico.

Nos revestimentos epóxidos, como em outros sistemas construtivos, continua a persistir uma ideia generalizada de que o factor execução é responsável pela maioria das anomalias observadas. No entanto, muitos dos erros ocorrem antes da execução dos trabalhos, na fase de especificação, concepção e planeamento do revestimento. A especificação de um produto para um campo de aplicação com limitações não equacionadas ou condicionado por factores de aplicação desfavoráveis, associado a prazos de execução mal programados, pode contribuir significativamente para a ocorrência de anomalias indesejadas.

Os erros de execução são, como se vê no Quadro 3, os que apresentam maior número de causas relacionadas com as anomalias anteriormente apresentadas. De facto, tal como na maioria dos produtos e sistemas na construção, o factor humano influi bastante no sucesso e desempenho dos materiais. A utilização de mão-de-obra inexperiente, frequentemente com falta de formação e informação sobre os produtos e, muitas vezes, condicionada pelos prazos restritos de execução, influi significativamente na aplicação e consequente desempenho de um revestimento epóxico. Assim sendo, associadas às novas tecnologias e exigências, deve existir um planeamento e acompanhamento cuidadoso dos trabalhos, de forma a minimizar as possíveis anomalias neste tipo de revestimentos.

Quadro 3 - Classificação de causas proposta

C-A ERROS DE PROJECTO	
C-A1 especificação incorrecta dos produtos ou camadas a aplicar	C-A5 concepção / pormenorização dos pontos de evacuação de águas
C-A2 especificação incorrecta das espessuras a aplicar	C-A6 concepção / pormenorização de sistemas de protecção
C-A3 concepção / pormenorização das juntas estruturais	C-A7 não previsão de planimetria, quando exigida
C-A4 concepção / pormenorização dos elementos emergentes	C-A8 não previsão de pendentes, quando exigidas
C-B ERROS DE EXECUÇÃO	
C-B1 má interpretação dos dados do projecto	C-B11 não utilização de rolo de picos
C-B2 mão-de-obra inexperiente ou não recomendada pelo fabricante	C-B12 tempo de espera entre camadas reduzido ou ultrapassado
C-B3 não realização de ensaios de diagnóstico ao suporte	C-B13 aplicação com tempo húmido / chuvoso ou não controlo do ponto de orvalho
C-B4 tratamento mecânico do suporte inexistente ou insuficiente	C-B14 aplicação em obra aberta
C-B5 aplicação em suportes sujos ou pulverulentos	C-B15 falta de coincidência entre as juntas do suporte e do revestimento
C-B6 não aplicação de primário de aderência ou quantidade insuficiente	C-B16 inexistência ou má execução de meias canas nas ligações parede / pavimento
C-B7 falta de planimetria do suporte ou pendentes mal executadas, quando especificadas	C-B17 inadequada protecção do bordo do remate
C-B8 desrespeito pelas dosagens e recomendações do fabricante	C-B18 falta de protecção dos bordos nas juntas estruturais
C-B9 quantidade de material insuficiente ou má regularização das superfícies acabadas	C-B19 fiscalização / controlo de qualidade insuficiente
C-B10 utilização de inertes ou pigmentos sem controlo no tipo, cor ou granulometria	C-B20 prazos de execução condicionados
C-C ACÇÕES DE ACIDENTE DE ORIGEM MECÂNICA EXTERIOR	
C-C1 queda de objectos	C-C4 ataque químico / biológico
C-C2 choques/vibrações	C-C5 choques térmicos
C-C3 movimentos diferenciais	C-C6 vandalismo
C-D ACÇÕES AMBIENTAIS	
C-D1 radiação solar	C-D4 humidade ascensional
C-D2 temperatura elevada	C-D4 envelhecimento natural
C-E ERROS DE UTILIZAÇÃO	
C-E1 ausência de conservação e manutenção	C-E4 lavagens excessivas ou produtos de limpeza não recomendados
C-E2 utilização prematura	C-E5 modificação do campo de aplicação inicialmente previsto
C-E3 tráfego de cargas excessivo	

As acções de origem mecânica exterior englobam um conjunto de causas muitas vezes de difícil previsão. Estas acções estão relacionadas com queda de objectos, choques / vibrações, movimentos diferenciais, ataque químico / biológico, choques térmicos ou vandalismo. Assim sendo, as características e desempenhos expectáveis deste tipo de revestimentos devem ser o mais possível equacionadas em termos dos campos de aplicação previstos.

As causas relacionadas com acções ambientais englobam factores como radiação solar, temperaturas elevadas, humidade ou o próprio envelhecimento natural / desgaste do revestimento. As condições ambientais podem condicionar o desempenho do revestimento, quando ocorrem durante a aplicação do mesmo ou quando este é submetido a condições não previstas, ao longo do seu tempo de vida útil.

Por último, os factores relacionados com a utilização do pavimento podem igualmente condicionar o desempenho do mesmo. Assim, a ausência de conservação / manutenção, ausência de inspecções, utilização prematura do revestimento, cargas excessivas ou lavagens sucessivas com agentes químicos agressivos podem contribuir para a ocorrência de anomalias. Embora este tipo de pavimentos apresente resistência elevada à maioria dos produtos de limpeza convencionais, é conveniente elaborar procedimentos de inspecção, de forma a detectar possíveis infiltrações e consequente descolamento do revestimento.

5. MATRIZ DE CORRELAÇÃO

Depois de apresentadas as principais anomalias e respectivas causas associadas, torna-se então necessário elaborar uma matriz de correlação, que tem como objectivo relacionar essas mesmas anomalias observadas *in situ* com as causas prováveis e, desta forma, facilitar o diagnóstico e as técnicas de reparação mais adequadas.

A matriz *anomalias - causas* foi construída com base nas listagens apresentadas nos Quadros 2 e 3. Para o seu preenchimento, dividiram-se as causas prováveis de ocorrência das anomalias em próximas e primeiras. As causas próximas são as que imediatamente precedem o aparecimento da anomalia à vista desarmada sendo também caracterizadas por poderem ser eliminadas através de apropriadas soluções de reparação. Não são em geral a raiz do problema, sendo precedidas pelas causas primeiras que despoletaram o processo.

O Quadro 4 apresenta a matriz de correlação elaborada com base no exposto anteriormente, sendo que as anomalias aparecem nas linhas do mesmo quadro e as causas nas respectivas colunas. O preenchimento é baseado no grau de correlação entre estas duas entidades. Na intersecção de cada linha com cada coluna é inscrito um número, que pode ser 0, 1 ou 2, com o significado seguinte [8] [8]:

- 0 - SEM RELAÇÃO - não existe qualquer correlação directa (directa ou indirecta) entre a anomalia e a causa;
- 1 - PEQUENA CORRELAÇÃO - causa indirecta (primeira) da anomalia relacionada com os primeiros passos do processo de deterioração; causa secundária do processo de deterioração, não necessária para o seu desenvolvimento;
- 2 - GRANDE CORRELAÇÃO - causa directa (próxima) da anomalia, associada à fase final do processo de deterioração; quando a causa ocorre, constitui uma das razões principais do processo de deterioração e é indispensável ao seu desenvolvimento.

Quadro 4 - Matriz de correlação anomalias - causas

	C-A1	C-A2	C-A3	C-A4	C-A5	C-A6	C-A7	C-A8	C-B1	C-B2	C-B3	C-B4	C-B5
A-A1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	2
A-A2	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0
A-A3	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0
A-A4	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0
A-A5	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0
A-A6	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0
A-A7	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0
A-A8	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
A-A9	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
A-B1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1
A-C1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0

	C-B6	C-B7	C-B8	C-B9	C-B10	C-B11	C-B12	C-B13	C-B14	C-B15	C-B16	C-B17
A-A1	2	0	1	0	0	0	1	2	0	0	0	0
A-A2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A-A3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
A-A4	0	0	1	0	0	0	0	2	2	0	0	0
A-A5	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
A-A6	0	2	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0
A-A7	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
A-A8	2	0	1	0	0	2	1	0	0	0	0	0
A-A9	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
A-B1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	2	2
A-C1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0

	C-B18	C-B19	C-B20	C-C1	C-C2	C-C3	C-C4	C-C5	C-C6	C-D1	C-D2	C-D3	C-D4
A-A1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	2	0
A-A2	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0
A-A3	0	1	1	2	2	2	0	0	1	0	0	0	0
A-A4	0	1	1	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0
A-A5	0	1	1	2	1	0	2	0	1	0	0	0	1
A-A6	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A-A7	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
A-A8	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A-A9	0	1	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	1
A-B1	0	1	1	2	2	0	0	1	1	0	0	2	1
A-C1	2	1	1	2	2	2	0	1	1	0	0	2	1

	C-E1	C-E2	C-E3	C-E4	C-E5
A-A1	2	1	0	0	0
A-A2	1	0	0	0	1
A-A3	1	1	1	0	1
A-A4	0	0	0	1	0
A-A5	2	0	2	2	1
A-A6	0	0	0	0	0
A-A7	1	0	0	0	0
A-A8	0	0	0	0	0
A-A9	1	0	0	2	0
A-B1	2	0	0	1	0
A-C1	2	0	1	0	0

6. CONCLUSÃO

Este projecto está actualmente em curso, no âmbito de uma dissertação de mestrado em

construção no IST. Os dados aqui apresentados referem-se apenas ao trabalho realizado até este momento. Os objectivos são, além da matriz *anomalias - causas* apresentada, construir matrizes de *anomalias - anomalias entre si*, *anomalias - técnicas de diagnóstico* e *anomalias - técnicas de reparação*. Além disso, serão construídas fichas de anomalias, onde consta toda a informação importante sobre a mesma, como sejam causas associadas, aspectos a inspeccionar, técnicas de diagnóstico e reparação adequadas e nível de gravidade. Por último, este sistema será testado *in situ* com casos reais. Finalmente, depois de revisto e adaptado, de acordo com as informações recolhidas em obra, poder-se-á validar o mesmo e tentar adoptá-lo junto dos intervenientes interessados.

A experiência tem sido positiva e os resultados começam a revelar informações importantes. O facto de quase não existirem trabalhos nesta área condiciona o desenvolvimento aprofundado das diversas questões relacionadas com este tipo de aplicações, embora sirva igualmente como estímulo à construção de informação com valor.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] DEGUSSA, “*Catálogos de Informação Técnica*”, 2005.
- [2] FeRFA, The Resin Floor Association; “*FeRFA Guide to the Specification and Application of Synthetic Resin Flooring*”, 1999.
- [3] MAXIT, “*Catálogos de Informação Técnica*”, 2005.
- [4] EFNARC, European federation of national trade associations, “*Specification & Guidelines for Synthetic Resin Flooring*”, 2001.
- [5] SALVADOR CAETANO “*Catálogos de Informação Técnica*”, 2005.
- [6] SIKA PORTUGAL; “*Catálogos de Informação Técnica*”, 2004.
- [7] FeRFA, The Resin Floor Association; “*FeRFA Guide to the Selection of Synthetic Resin Flooring*”, September, 2001.
- [8] BRITO, J.; “*Desenvolvimento de um sistema de gestão de obras de arte em betão*”, Dissertação para obtenção do grau de Doutor em Engenharia Civil pela Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, Outubro de 1992.
- [9] WALTER, A.; “*Sistema de Classificação para Inspeção de Impermeabilizações de Coberturas em Terraço*”, Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Construção, Instituto Superior Técnico, Lisboa, Dezembro de 2002.